



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

William Machado Emiliano

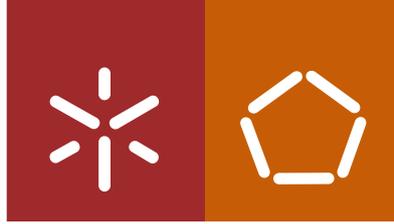
**Desenvolvimento de um sistema de suporte à
decisão para gestão dos cuidados de saúde
ao domicílio: os casos português e brasileiro**

**Desenvolvimento de um sistema de suporte à decisão para gestão dos
cuidados de saúde ao domicílio: os casos português e brasileiro**

William Machado Emiliano

UMinho | 2020

setembro de 2020



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

William Machado Emiliano

**Desenvolvimento de um sistema de suporte à
decisão para gestão dos cuidados de saúde
ao domicílio: os casos português e brasileiro**

Tese de Doutoramento
Doutoramento em Engenharia Industrial e de Sistemas

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor José Telhada
e da
Professora Doutora Maria do Sameiro Carvalho

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.



**Atribuição
CC BY**

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Agradecimentos

Ao longo dos quatro anos de trabalho, crescimento pessoal e profissional, há várias pessoas a quem tenho de agradecer e valorizar a contribuição direta ou indireta no alcance deste projeto.

Em primeiro lugar, ao meu orientador Professor José Telhada, à minha coorientadora Professora Sameiro Carvalho e ao Professor Lino Costa. Quero agradecer-lhes, antes de mais nada, a disponibilidade e preciosa ajuda, os grandes ensinamentos e as experiências compartilhadas no decorrer destes anos. São um exemplo de competência e dinamismo, com profundos conhecimentos teóricos e práticos. Esta tese não seria possível sem a sua orientação, apoio e incentivo, pelo que lhes estou profundamente grato.

Não posso deixar de agradecer a todos os colaboradores e professores do departamento de produção e sistemas. Adicionalmente gostaria de agradecer ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo financiamento da minha pesquisa e pela bolsa de Doutorado no Exterior, e à Universidade do Minho, em particular ao Departamento de Produção e Sistemas da Escola de Engenharia, que me forneceu todo o suporte técnico, equipamentos e condições de trabalho de que necessitei na minha pesquisa.

Aos meus amigos, Luiz Ayres, Vitor Oliveira, Geremi, Morthezan e Paulo, sempre disponíveis para me apoiar e celebrar nas minhas realizações. Finalmente, os mais importantes, os meus pais Carlos e Ambrosina, minha esposa Tatiane, a minha irmã Valéria, sogros e primos.

Dedico esta tese a todos os meus familiares, em especial aos meus avôs maternos, Antônio Machado e Terezinha (*in memoriam*), que foram grandes exemplos em minha vida e sempre me apoiaram em tudo o que escolhi fazer.

Apoio Financeiro

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Brasil – Modalidade Doutorado Pleno no Exterior (GDE).

Declaração de Integridade

Declaro ter atuado com integridade na elaboração da presente tese e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que tomei conhecimento integral do Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Desenvolvimento de um sistema de suporte à decisão para gestão dos cuidados de saúde ao domicílio: os casos português e brasileiro

Resumo

Os serviços de saúde domiciliar, designados por Cuidados de Saúde ao Domicílio (CSD), constituem um complemento ou alternativa aos serviços tradicionais de prestação de cuidados de saúde em regime de internamento, em centros de saúde e hospitais. Em países desenvolvidos, com taxas crescentes de envelhecimento das suas populações, este tipo de serviço tem vindo a assumir particular complexidade e relevância, no contexto dos serviços de saúde.

Os Cuidados de Saúde ao Domicílio são, em norma, baseados numa rede de prestação de serviços de saúde a utentes em suas casas, e realizados por equipas multidisciplinares que se organizam de forma a garantir um serviço de qualidade. Vários são os problemas logísticos que estes serviços enfrentam no planeamento e operacionalização da sua atividade assistencial. No entanto, a literatura na área é escassa, em particular na resolução de problemas de natureza mais estratégica, como é o caso da organização do território em zonas a atribuir às diferentes equipas. Adicionalmente, não foram encontrados na literatura trabalhos que caracterizem e comparem as abordagens em países distintos.

Esse projeto de investigação pretende inicialmente realizar um estudo comparativo dos serviços de CSD entre Portugal e Brasil, em particular nas abordagens aos diferentes problemas logísticos. Já o segundo objetivo pretende desenvolver um sistema de suporte à decisão (SSD), capaz de resolver problemas de zonamento para as equipas de CSD. A análise comparativa dos dois sistemas de CSD permite identificar as principais diferenças entre os dois sistemas e as boas práticas que poderão ser adotadas. O desenvolvimento de um novo SSD permite explorar e testar abordagens que suportam a resolução de um dos problemas de natureza estratégica que é crítico para o sucesso deste tipo de atividade assistencial: a definição do zonamento. O SSD incorpora um modelo multiobjectivo na definição de zonas e um módulo de simulação de rotas que permite estimar os custos logísticos que resultam desse zonamento. O modelo multiobjectivo combina três dimensões diferentes: a eficiência do serviço, o balanceamento da carga de trabalho das equipas e a contiguidade e compacidade das zonas. O modelo, resolvido com o método de escalarização Tchebycheff pesado, é testado numa instância de pequena dimensão baseada num caso real. Adicionalmente, são realizadas aplicações do SSD a um conjunto de casos (equipas de CSD) portuguesas e brasileiras.

O resultado obtido por meio desta comparação demonstrou que, em ambos os países, há necessidades de melhorias dos CSD, principalmente porque a maior parte dos respetivos problemas logísticos ainda são resolvidos de forma empírica. Adicionalmente, foi possível identificar as boas práticas na gestão dos problemas de cada país. A utilização do SSD e a respetiva abordagem metodológica mostrou ser aplicável a diferentes contextos reais. Em particular, os resultados evidenciam que será possível obter ganhos operacionais associados às soluções produzidas, tais como reduzir os custos de operação na ordem dos 14% no caso das equipas portuguesas, e cerca de 2% no caso das equipas brasileiras. Os planos de zonamento com as maiores poupanças são os do ACES Cávado I (Portugal) e da cidade Curitiba (Brasil), representando cerca de 58% do total das poupanças obtidas no conjunto de casos estudados dos dois países.

Palavras-chave: Cuidados de Saúde ao Domicílio; Método de escalarização de Tchebycheff pesado e aumentado; Modelo multiobjectivo; Planeamento logístico; Zonamento.

Development of a decision support system for home health care management: the Portuguese and Brazilian cases

Abstract

Home health services or Home Health Care (HHC), are a complement or alternative to traditional inpatient health care services in health centers and hospitals. In developed countries, with increasing rates of aging of their populations, this type of service has taken on complexity and relevance in the context of health services.

These HHC are usually based on a network of providing health services to users in their homes. This medical care is provided by multidisciplinary teams that are organized to ensure a quality service. There are several logistical problems that these services face in the planning and operationalization of their care activity. However, literature in the area is scarce, particularly in solving problems of a more strategic nature, such as the organization of the territory in districts to be assigned to the different teams. Additionally, no studies were found in the literature that characterize and compare these approaches in different countries.

This research project intends to make a comparative study of HHC services between Portugal and Brazil, in the approaches to different logistical problems. The second objective focused on the development of a decision support system (DSS) capable of solving districting problems for HHC teams. Comparative analysis of the two HHC systems allows us to identify the main differences between the two systems and the best practices that could be adopted. The development of a new DSS allows exploring and testing approaches that support the resolution of one of the strategic problems that is critical to the success of this type of care activity: the definition of districting. This DSS incorporates a multi-objective district definition model and a route simulation module that allows you to estimate the logistics costs that result from this districting plan. The multi-objective model combines three different dimensions: service efficiency, team workload balancing and districts contiguity and compactness. The model, solved with the augmented weighted Tchebycheff method, was tested on a small instance based on a real case. Additionally, DSS applications were made to a set of cases, both in Portugal and in Brazil.

The result obtained through this comparison showed that in both countries there is a need for HHC improvements, mainly because most of their logistical problems are still empirically solved, it was also possible to detect best practice in managing the problems of each country. The use of DSS and its methodological approach is applicable to different real contexts. In particular, the results show that it will be possible to achieve operational gains associated with the solutions produced, such as reducing operating costs by 14% for Portuguese teams, and about 2% for Brazilian teams. The districting plans with the largest savings were those of ACES Cávado I (Portugal) and Curitiba (Brazil), representing together about 58% of the total savings obtained in both countries. This was due to the high rates of workload deviation in the current districting plans of both cases.

Keywords: Home Health Care; Augmented Weighted Tchebycheff Method; Multi-objective model; Logistic Planning; Districting.

Conteúdo

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Conteúdo	vii
Siglas e Acrónimos	xi
Lista de figuras.....	xiv
Lista de tabelas	xxi
Lista de quadros.....	xxiii
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Serviços de saúde domiciliar	2
1.2 Motivação e objetivos	4
1.3 Contribuições.....	6
1.4 Estrutura da tese.....	7
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	9
2.1 Introdução	10
2.2 Revisão sistemática da literatura.....	11
2.3 Problemas logísticos de nível estratégico	15
2.4 Problemas logísticos de nível tático e operacional	23
2.5 Síntese.....	31
3 METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO.....	33
3.1 Introdução	34
3.2 Formulação do tópico de investigação	35
3.3 Fontes de investigação	37
3.4 Filosofia de investigação	37
3.5 Abordagens de investigação	38
3.6 Escolha metodológica.....	39
3.7 Natureza da investigação.....	40
3.8 Estratégias da investigação.....	40
3.9 Horizonte do tempo de investigação	43
3.10 Técnicas e procedimentos para a recolha e análise de dados.....	44

3.11 Síntese	45
4 CUIDADOS DE SAÚDE AO DOMICÍLIO – CASOS PORTUGUÊS E BRASILEIRO	47
4.1 Introdução	48
4.2 Rede nacional de cuidados continuados integrados.....	49
4.3 Equipa de cuidados continuados integrados.....	50
4.4 Caracterização da área de estudo em Portugal	55
4.4.1 ACES Cávado I.....	56
4.4.2 ACES Cávado II (Gerês-Cabreira)	58
4.4.3 ACES Cávado III (Barcelos/Esposende)	62
4.4.4 ACES Alto Ave.....	64
4.5 Programa brasileiro Melhor em Casa.....	66
4.6 Caracterização da área de estudo no Brasil	70
4.6.1 SAD Blumenau	71
4.6.2 SAD Curitiba	72
4.6.3 SAD Uberaba	74
4.6.4 SAD Uberlândia	75
4.7 Análise e discussão dos estudos de casos	77
4.7.1 Estrutura organizacional e gestão.....	77
4.7.2 Constituição das equipas	78
4.7.3 Instalações e zonamento dos territórios.....	80
4.7.4 Gestão de frotas.....	81
4.7.5 Gestão de materiais	82
4.7.6 Processo de admissão dos utentes.....	82
4.7.7 Produtividade.....	84
4.7.8 Orçamentos	87
4.7.8 Boas Práticas.....	88
5 SISTEMA DE SUPORTE À DECISÃO	91
5.1 Introdução	92
5.2 Modelo multiobjetivo para problemas de zonamento.....	93
5.3 Estratégia de solução	96
5.3.1 Método de solução.....	98
5.3.2 Abordagem de solução.....	100

5.4 Validação e teste do modelo	103
5.4.1 Efeitos da restrição de compacidade	104
5.4.2 Efeitos da distribuição de pesos entre as funções objetivo.....	106
5.4.3 Efeitos do aumento do número de zonas	108
5.4.4 Efeitos da função objetivo para contiguidade.....	109
5.5 Síntese.....	113
6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	116
6.1 Caso português	117
6.1.1 Problema de zonamento	117
6.1.2 Problema de roteamento.....	123
6.2 Caso brasileiro	128
6.2.1 Problema de zonamento	128
6.2.2 Problema de roteamento.....	134
6.3 Sistema de suporte à decisão.....	139
6.4 Síntese.....	146
7 CONCLUSÕES.....	148
7.1 Conclusões	149
7.2 Limitações do estudo e dos modelos desenvolvidos	152
7.3 Trabalho futuro	152
Referências	154
Apêndices	164
I - Questionário semiestruturado	164
II - Dados necessários para investigação	175
III – Recolha de dados em Portugal	176
IV – Recolha de dados no Brasil	178
V – Planos de zonamento no ACES Cávado I.....	180
VI – Planos de zonamento no ACES Cávado II.....	184
VII – Planos de zonamento no ACES Cávado III.....	188
VIII – Planos de zonamento no ACES Alto Ave.....	192
IX – Planos de zonamento na cidade de Blumenau	196
X – Planos de zonamento na cidade de Curitiba.....	201
XI – Planos de zonamento na cidade de Uberaba.....	205

XII – Planos de zonamento na cidade de Uberlândia	208
XIII – Resultados da análise de sensibilidade (aumento no número de zonas).....	213
XIV – Resultados da análise de sensibilidade (contiguidade)	223
Anexos	263
I – Número de vagas por ECCI	263
II – Parecer ético da ARS Norte.....	269
III – Declaração de anuência (Brasil).....	272
IV – Parecer ético da Universidade do Minho	273
V – Parecer ético a nível nacional (Brasil).....	274
VI – Parecer ético a nível municipal (Brasil).....	277
VII – Cuidados prestados pelas ECCI (Portugal)	278
VIII – Cuidados prestados pelas EMAD (Brasil).....	283
IX – Heurística de Clarke e Wright - versão paralela.....	285

Siglas e Acrónimos

ACES - Agrupamento de Centros de Saúde

AD - Atenção Domiciliar

ARS - Administração Regional de Saúde

AUGMECON - Método ϵ -Constraint Aumentado

AVD - Atividades da Vida Diária

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa

CES - Comissão Ética para Saúde

CONEP - Comitê de Ética em Pesquisa

CPU - Unidade Central de Processamento

CSD - Cuidados de Saúde ao Domicílio

DARP - Dial-a-Ride Problem

DCAFCCI - Departamento de Contratualização – Área Funcional dos Cuidados Continuados Integrados

DPHHC - Districting Problem in Home Health Care

DPOC - Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

DSS - Sistema de Suporte a Decisão

ECCI - Equipa de Cuidados Continuados Integrados

ECL - Equipas Coordenadoras Locais

ECR - Equipas Coordenadoras Regionais

ECSCP - Equipas Comunitárias de Suporte em Cuidados Paliativos

EGA - Equipa de Gestão de Alta

EMAD - Equipe Multiprofissional de Atenção Domiciliar

EMAP - Equipe Multiprofissional de Apoio

ER - Equipa Referenciadora

FL - Facility Location

GA - Algoritmos Genéticos

GRASP - Greedy Randomized Adaptive Search Procedure

HHC - Home Health Care

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDHM - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

INE - Instituto Nacional de Estatística

LA - Location-Allocation
LNS - Large Neighborhood Search
LPT - Longest Processing Time
LS - Local Search
MO - Multiobjective
MTSP - Problema múltiplo de TSP
mTSPWT - Problema Múltiplo de TSP com Janela de Tempo
PI - Programação Inteira
PIM - Programação Inteira Mista
PL - Programação Linear
PSO - Particle Swarm Optimization
PVRP - Roteamento de Veículos Periódico com Janelas de Tempo
PVRPTW - Problema de Roteamento de Veículos Periódico com Janelas de Tempo
PVRPTW - Roteamento de Veículos Periódico com Janelas de Tempo
RNCCI - Rede Nacional de Cuidados Continuados Integrados
SAD - Equipe Multiprofissional de Apoio
SNS - Serviço Nacional de Saúde
SP - Set Partitioning
SPT - Shortest Processing Time
SUS - Sistema Único de Saúde
TS - Tabu Search
TSP - Travel Salesman Problem
TSPTW - Travel Salesman Problem Time Windows
UAG - Unidades de Apoio à Gestão
UB - Unidades Básicas
UCC - Unidade de Cuidados na Comunidade
UCSP - Unidade de Cuidados de Saúde Personalizados
UMCCI - Unidade de Missão para os Cuidados Continuados Integrados
URAP - Unidade de Recursos Assistenciais Partilhados
USF - Unidades de Saúde Familiares
USP - Unidade de Saúde Pública
VND - Variable Neighborhood Descent

VNS - Variable Neighborhood Search

VRP - Problema de Roteamento de Veículos

VRPSDPTW – Problema de Roteamento de Veículos com Entregas e Recolhas Simultâneas e Janelas de Tempo

Lista de figuras

Figura 1 - Diferentes problemas logísticos nos cuidados de saúde ao domicílio	10
Figura 2 - Número de artigos por áreas de estudo dos artigos encontrados na primeira pesquisa.....	13
Figura 3 - Revistas com artigos mais publicados no contexto dos CSD.....	14
Figura 4 - Problema do caixeiro-viajante.....	25
Figura 5 - Exemplo de solução para o problema de roteamento de veículo (VRP).....	27
Figura 6 - Exemplo de solução para o problema Dial-a-Ride (DARP)	29
Figura 7 - <i>Framework</i> do processo de investigação (adaptado de Saunders, Lewis e Thornhill, 2012).	34
Figura 8 - Processo realizado pelo investigador para a definição do tópico de investigação.....	36
Figura 9 - Processo de uma investigação com abordagem dedutiva.....	39
Figura 10 - Estratégias de investigação e métodos utilizados.....	41
Figura 11 - Etapas da estratégia experimental.....	42
Figura 12 - Estrutura da RNCCI.....	50
Figura 13 - Equipas de ECCI distribuídas no território português.....	53
Figura 14 - População com idade igual ou superior a 65 anos em relação à população total em Portugal Continental (INE, Censos 2011).....	54
Figura 15 - ACES e ECCI no território abrangido pela ARS Norte.....	56
Figura 16 - Zonamento em vigor das ECCI no ACES Cávado I.....	57
Figura 17 - Zonamento em vigor das ECCI no ACES Cávado II.....	59
Figura 18 - Zonamento em vigor das ECCI no ACES Cávado III.....	62
Figura 19 - Zonamento em vigor de 2 das ECCI no ACES Alto Ave.....	64
Figura 20 - Participações do governo federal para as equipas do Programa Melhor em Casa.....	67
Figura 21- Percentuais da cobertura do Programa Melhor em Casa em relação à população brasileira.....	68
Figura 22 - Distribuição das equipas EMAD por todo o território nacional.....	69
Figura 23 - População com idade ≥ 65 anos.....	70
Figura 24 - Zonas de atendimento das equipas CSD na cidade de Blumenau.....	72
Figura 25 - Zonas de atendimento das equipas CSD na cidade de Curitiba.....	73
Figura 26 - Percentuais da distância total que é percorrida por cada SAD na cidade de Curitiba.....	73
Figura 27 - Zonas de atendimento das equipas de CSD na cidade de Uberaba.....	74
Figura 28 - Zonas de atendimento das equipas CSD de Uberlândia.....	76

Figura 29 - Comparação do percentual da carga de trabalho semanal entre enfermeiros e outros profissionais no caso português.	79
Figura 30 - Comparação do percentual da carga de trabalho semanal entre enfermeiros e outros profissionais no caso brasileiro.	80
Figura 31 - Sistema de suporte à decisão para os cuidados de saúde ao domicílio.....	92
Figura 32 - Estratégia de solução para o modelo de apoio à decisão.....	100
Figura 33 - Compromissos (trade-offs) entre as sete soluções obtidas no ACES Cávado I.	118
Figura 34 - Compromissos entre as sete soluções obtidas no ACES Cávado II.	120
Figura 35 - Compromisso entre as oito soluções obtidas no ACES Cávado III.	121
Figura 36 - Compromisso entre as setes soluções obtidas no ACES Alto Ave.	122
Figura 37 - Compromisso entre as seis soluções obtidas no plano de rotas do ACES Cávado I.	123
Figura 38 - Compromisso entre as seis soluções obtidas no plano de rotas do ACES Cávado II.	124
Figura 39 - Compromisso entre as seis soluções obtidas na estimativa de rotas do ACES Cávado III.	126
Figura 40 - Compromisso entre as seis soluções obtidas na estimativa de rotas do ACES Alto Ave. ...	127
Figura 41 - Compromisso (<i>trade-offs</i>) entre as nove soluções obtidas na cidade de Blumenau	129
Figura 42 - Compromisso entre as nove soluções obtidas na cidade de Curitiba.	131
Figura 43 - Compromisso entre as seis soluções obtidas na cidade de Uberaba.	132
Figura 44 - Compromisso entre as nove soluções obtidas na cidade de Uberlândia.	133
Figura 45 - Compromisso entre as seis soluções obtidas no plano de rotas em Blumenau.	134
Figura 46 - Compromisso entre as seis soluções obtidas no plano de rotas em Curitiba.....	136
Figura 47- Compromisso entre as seis soluções obtidas no plano de rotas em Uberaba.....	137
Figura 48 - Compromisso entre as seis soluções obtidas no plano de rotas em Uberlândia.	138
Figura 49 - Comparação das poupanças obtidas entre os dois países e objetivos.....	145
Figura 50 - Cenário 1 (sem contiguidade) no ACES Cávado I.	180
Figura 51 - Cenário 1 (com contiguidade) no ACES Cávado I.	180
Figura 52 - Cenário 2 no ACES Cávado I.	181
Figura 53 - Cenário 3 no ACES Cávado I.	181
Figura 54 - Cenário 4 (sem contiguidade) no ACES Cávado I.	182
Figura 55 - Cenário 4 no ACES Cávado I.	182
Figura 56 - Cenário 5 no ACES Cávado I.	183
Figura 57 - Cenário 1 (sem contiguidade) no ACES Cávado II.	184
Figura 58 - Cenário 1 no ACES Cávado II.	184

Figura 59 - Cenário 2 no ACES Cávado II.	185
Figura 60 - Cenário 3 no ACES Cávado II.	185
Figura 61 - Cenário 4 (sem contiguidade) no ACES Cávado II.	186
Figura 62 - Cenário 4 no ACES Cávado II.	186
Figura 63 - Cenário 5 (sem contiguidade) no ACES Cávado II.	187
Figura 64 - Cenário 5 no ACES Cávado II.	187
Figura 65 - Cenário 1 (sem contiguidade) no ACES Cávado III.	188
Figura 66 - Cenário 1 no ACES Cávado III.	188
Figura 67 - Cenário 2 no ACES Cávado III.	189
Figura 68 - Cenário 3 (sem contiguidade) no ACES Cávado III.	189
Figura 69 - Cenário 3 no ACES Cávado III.	190
Figura 70 - Cenário 4 (sem contiguidade) no ACES Cávado III.	190
Figura 71 - Cenário 4 no ACES Cávado III.	191
Figura 72 - Cenário 5 no ACES Cávado III.	191
Figura 73 - Cenário 1 (sem contiguidade) no ACES Alto Ave.	192
Figura 74 - Cenário 1 no ACES Alto Ave.	192
Figura 75 - Cenário 2 no ACES Alto Ave.	193
Figura 76 - Cenário 3 no ACES Alto Ave.	193
Figura 77 - Cenário 4 (sem contiguidade) no ACES Alto Ave.	194
Figura 78 - Cenário 4 no ACES Alto Ave.	194
Figura 79 - Cenário 5 no ACES Alto Ave.	195
Figura 80 - Cenário 1 (sem contiguidade) na cidade de Blumenau.....	196
Figura 81 - Cenário 1 na cidade de Blumenau.....	196
Figura 82 - Cenário 2 na cidade de Blumenau.....	197
Figura 83 - Cenário 3 (sem contiguidade) na cidade de Blumenau.....	197
Figura 84 - Cenário 3 na cidade de Blumenau.....	198
Figura 85 - Cenário 4 (sem contiguidade) na cidade de Blumenau.....	198
Figura 86 - Cenário 4 na cidade de Blumenau.....	199
Figura 87 - Cenário 5 (sem contiguidade) na cidade de Blumenau.....	199
Figura 88 - Cenário 5 na cidade de Blumenau.....	200
Figura 89 - Cenário 1 (sem contiguidade) na cidade de Curitiba.	201
Figura 90 - Cenário 1 na cidade de Curitiba.	201

Figura 91 - Cenário 2 na cidade de Curitiba.	202
Figura 92 - Cenário 3 na cidade de Curitiba.	202
Figura 93 - Cenário 4 (sem contiguidade) na cidade de Curitiba.	203
Figura 94 - Cenário 4 na cidade de Curitiba.	203
Figura 95 - Cenário 5 na cidade de Curitiba.	204
Figura 96 - Cenário 1 (sem contiguidade) na cidade de Uberaba.	205
Figura 97 - Cenário 1 na cidade de Uberaba.	205
Figura 98 - Cenário 2 na cidade de Uberaba.	206
Figura 99 - Cenário 3 na cidade de Uberaba.	206
Figura 100 - Cenário 4 na cidade de Uberaba.	207
Figura 101 - Cenário 5 na cidade de Uberaba.	207
Figura 102 - Cenário 1 (sem contiguidade) na cidade de Uberlândia.....	208
Figura 103 - Cenário 1 na cidade de Uberlândia.....	208
Figura 104 - Cenário 2 na cidade de Uberlândia.....	209
Figura 105 - Cenário 3 (sem contiguidade) na cidade de Uberlândia.....	209
Figura 106 - Cenário 3 na cidade de Uberlândia.....	210
Figura 107 - Cenário 4 (sem contiguidade) na cidade de Uberlândia.....	210
Figura 108 - Cenário 4 na cidade de Uberlândia.....	211
Figura 109 - Cenário 5 (sem contiguidade) na cidade de Uberlândia.....	211
Figura 110 - Cenário 5 na cidade de Uberlândia.....	212
Figura 111 - Cenário 1 (4 zonas).	213
Figura 112 - Cenário 2 (4 zonas).	213
Figura 113 - Cenário 3 (4 zonas).	214
Figura 114 - Cenário 4 (4 zonas).	214
Figura 115 - Cenário 5 (4 zonas).	215
Figura 116 - Cenário 1 (6 zonas).	215
Figura 117 - Cenário 2 (6 zonas).	216
Figura 118 - Cenário 3 (6 zonas).	216
Figura 119 - Cenário 4 (6 zonas).	217
Figura 120 - Cenário 5 (6 zonas).	217
Figura 121 - Cenário 1 (10 zonas).	218
Figura 122 - Cenário 2 (10 zonas).	218

Figura 123 - Cenário 3 (10 zonas).	219
Figura 124 - Cenário 4 (10 zonas).	219
Figura 125 - Cenário 5 (10 zonas).	220
Figura 126 - Cenário 1 (14 zonas).	220
Figura 127 - Cenário 2 (14 zonas).	221
Figura 128 - Cenário 3 (14 zonas).	221
Figura 129 - Cenário 4 (14 zonas).	222
Figura 130 - Cenário 5 (14 zonas).	222
Figura 131 - Cenário 1 e peso 0,5 (4 zonas).	223
Figura 132 - Cenário 1 e peso 1 (4 zonas).	223
Figura 133 - Cenário 1 e peso 1,5 (4 zonas).	224
Figura 134 - Cenário 1 e peso 2 (4 zonas).	224
Figura 135 - Cenário 1 e peso 2,5 (4 zonas).	225
Figura 136 - Cenário 3 e peso 0,5 (4 zonas).	225
Figura 137 - Cenário 3 e peso 1 (4 zonas).	226
Figura 138 - Cenário 3 e peso 1,5 (4 zonas).	226
Figura 139 - Cenário 3 e peso 2 (4 zonas).	227
Figura 140 - Cenário 3 e peso 2,5 (4 zonas).	227
Figura 141 - Cenário 4 e peso 0,5 (4 zonas).	228
Figura 142 - Cenário 4 e peso 1 (4 zonas).	228
Figura 143 - Cenário 4 e peso 1,5 (4 zonas).	229
Figura 144 - Cenário 4 e peso 2 (4 zonas).	229
Figura 145 - Cenário 4 e peso 2,5 (4 zonas).	230
Figura 146 - Cenário 1 e peso 0,5 (6 zonas).	230
Figura 147 - Cenário 1 e peso 1 (6 zonas).	231
Figura 148 - Cenário 1 e peso 1,5 (6 zonas).	231
Figura 149 - Cenário 1 e peso 2 (6 zonas).	232
Figura 150 - Cenário 1 e peso 2,5 (6 zonas).	232
Figura 151 - Cenário 3 e peso 0,5 (6 zonas).	233
Figura 153 - Cenário 3 e peso 1 (6 zonas).	233
Figura 153 - Cenário 3 e peso 1,5 (6 zonas).	234
Figura 154 - Cenário 3 e peso 2 (6 zonas).	234

Figura 155 - Cenário 3 e peso 2,5 (6 zonas).	235
Figura 156 - Cenário 4 e peso 0,5 (6 zonas).	235
Figura 157 - Cenário 4 e peso 1 (6 zonas).	236
Figura 158 - Cenário 4 e peso 1,5 (6 zonas).	236
Figura 159 - Cenário 4 e peso 2 (6 zonas).	237
Figura 160- Cenário 4 e peso 2,5 (6 zonas).	237
Figura 161 - Cenário 5 e peso 0,5 (6 zonas).	238
Figura 162 - Cenário 5 e peso 1 (6 zonas).	238
Figura 163 - Cenário 5 e peso 1,5 (6 zonas).	239
Figura 164 - Cenário 5 e peso 2 (6 zonas).	239
Figura 165 - Cenário 5 e peso 2,5 (6 zonas).	240
Figura 166 - Cenário 1 e peso 0,5 (10 zonas).	240
Figura 167 - Cenário 1 e peso 1 (10 zonas).	241
Figura 168 - Cenário 1 e peso 1,5 (10 zonas).	241
Figura 169 - Cenário 1 e peso 2 (10 zonas).	242
Figura 170 - Cenário 1 e peso 2,5 (10 zonas).	242
Figura 171 - Cenário 3 e peso 0,5 (10 zonas).	243
Figura 172 - Cenário 3 e peso 1 (10 zonas).	243
Figura 173 - Cenário 3 e peso 1,5 (10 zonas).	244
Figura 174 - Cenário 3 e peso 2 (10 zonas).	244
Figura 175 - Cenário 3 e peso 2,5 (10 zonas).	245
Figura 176 - Cenário 4 e peso 0,5 (10 zonas).	245
Figura 177 - Cenário 4 e peso 1 (10 zonas).	246
Figura 178 - Cenário 4 e peso 1,5 (10 zonas).	246
Figura 179 - Cenário 4 e peso 2 (10 zonas).	247
Figura 180 - Cenário 4 e peso 2,5 (10 zonas).	247
Figura 181 - Cenário 5 e peso 0,5 (10 zonas).	248
Figura 182 - Cenário 5 e peso 1 (10 zonas).	248
Figura 183 - Cenário 5 e peso 1,5 (10 zonas).	249
Figura 184 - Cenário 5 e peso 2 (10 zonas).	249
Figura 185 - Cenário 5 e peso 2,5 (10 zonas).	250
Figura 186 - Cenário 1 e peso 0,5 (14 zonas).	250

Figura 187 - Cenário 1 e peso 1 (14 zonas).	251
Figura 188 - Cenário 1 e peso 1,5 (14 zonas).	251
Figura 189 - Cenário 1 e peso 2 (14 zonas).	252
Figura 190 - Cenário 1 e peso 2,5 (14 zonas).	252
Figura 191 - Cenário 2 e peso 0,5 (14 zonas).	253
Figura 192 - Cenário 2 e peso 1 (14 zonas).	253
Figura 193 - Cenário 2 e peso 1,5 (14 zonas).	254
Figura 194 - Cenário 2 e peso 2 (14 zonas).	254
Figura 195 - Cenário 2 e peso 2,5 (14 zonas).	255
Figura 196 - Cenário 3 e peso 0,5 (14 zonas).	255
Figura 197 - Cenário 3 e peso 1 (14 zonas).	256
Figura 198 - Cenário 3 e peso 1,5 (14 zonas).	256
Figura 199 - Cenário 3 e peso 2 (14 zonas).	257
Figura 200 - Cenário 3 e peso 2,5 (14 zonas).	257
Figura 201 - Cenário 4 e peso 0,5 (14 zonas).	258
Figura 202 - Cenário 4 e peso 1 (14 zonas).	258
Figura 203 - Cenário 4 e peso 1,5 (14 zonas).	259
Figura 204 - Cenário 4 e peso 2 (14 zonas).	259
Figura 205 - Cenário 4 e peso 2,5 (14 zonas).	260
Figura 206 - Cenário 5 e peso 0,5 (14 zonas).	260
Figura 207 - Cenário 5 e peso 1 (14 zonas).	261
Figura 208 - Cenário 5 e peso 1,5 (14 zonas).	261
Figura 209 - Cenário 5 e peso 2 (14 zonas).	262
Figura 210 - Cenário 5 e peso 2,5 (14 zonas).	262

Lista de tabelas

Tabela 1 - Estudos de zonamento encontrados na pesquisa	16
Tabela 2 - Estudos no contexto dos CSD: problemas de nível tático e operacional.....	23
Tabela 3 - Custos mensais das ECCI do concelho de Braga.....	57
Tabela 4 - Custos mensais das ECCI do ACES Cávado II (Gerês-Cabreira).....	59
Tabela 5 - Custos mensais das ECCI do ACES Cávado III (Barcelos/Esposende).....	63
Tabela 6 - Custos mensais das ECCI do ACES Alto Ave (Guimarães).....	65
Tabela 7- Custos mensais das EMAD analisadas no caso brasileiro.	71
Tabela 8 - Produtividade mensal das ECCI portuguesas.....	85
Tabela 9 - Produtividade mensal das EMAD brasileiras.	86
Tabela 10 - Combinações de pesos utilizadas na resolução dos problemas.....	101
Tabela 11 - Efeitos dos resultados obtidos na primeira análise (f_1).....	105
Tabela 12 -Efeitos dos resultados obtidos na segunda análise (f_2).	105
Tabela 13 - Efeitos dos resultados obtidos na terceira análise ($f_1 = 0,5; f_2 = 0,5$).....	106
Tabela 14 - Onze diferentes combinações de pesos utilizadas na validação do modelo.	107
Tabela 15 - Resultados obtidos nos diversos cenários na cidade de Uberaba.	107
Tabela 16 - Resultados do plano de zonamento contendo diferentes números de zonas.....	108
Tabela 17 - Resultados obtidos nos planos de zonamento com quatro zonas (cenários 1, 3 e 4).	110
Tabela 18 - Resultados obtidos nos planos de zonamento com seis zonas (cenários 1, 3, 4 e 5).....	111
Tabela 19 - Resultados obtidos nos planos de zonamento com dez zonas (cenários 1, 3, 4 e 5).	111
Tabela 20 - Resultados obtidos nos planos de zonamento com catorze zonas (cenários 1 a 5).....	112
Tabela 21 - Resultados do ACES Cávado I.....	117
Tabela 22 - Resultados do ACES Cávado II.....	119
Tabela 23 - Resultados do ACES Cávado III.....	120
Tabela 24 - Resultados do ACES Alto Ave.....	121
Tabela 25 - Relação de custos mensais (€/mês) de ambos os objetivos nos diversos cenários do ACES Cávado I.....	124
Tabela 26 - Relação de custos mensais (€/mês) de ambos os objetivos nos diversos cenários do ACES Cávado II.....	125
Tabela 27 - Relação de custos mensais (€/mês) de ambos os objetivos nos diversos cenários do ACES Cávado III.....	127

Tabela 28 - Relação de custos mensais (€/mês) de ambos objetivos nos diversos cenários do ACES Alto Ave.....	128
Tabela 29 - Resultados da cidade de Blumenau.	129
Tabela 30 - Resultados da cidade de Curitiba.	130
Tabela 31 - Resultados da cidade de Uberaba.....	131
Tabela 32 - Resultados da cidade de Uberlândia.	133
Tabela 33 - Relação de custos mensais (€/mês) de ambos os objetivos nos diversos cenários em Blumenau.	135
Tabela 34 - Relação de custos mensais (€/mês) de ambos os objetivos nos diversos cenários em Curitiba.	136
Tabela 35 - Relação de custos mensais (€/mês) de ambos os objetivos nos diversos cenários em Uberaba.....	137
Tabela 36 - Relação de custos mensais (€/mês) de ambos os objetivos nos diversos cenários em Uberlândia.	139
Tabela 37 - Comparação dos resultados (z1) com os planos de zonamento em vigor em Portugal e Brasil.	141
Tabela 38 - Comparação dos resultados (z2) com os planos de zonamento em vigor entre Portugal e Brasil.	143

Lista de quadros

Quadro 1 - Resultado da segunda fase das pesquisas de estudos (realizadas na plataforma Scopus). 14	
Quadro 2 - <i>Checklist</i> para a escolha de um bom tópico de investigação..... 37	37
Quadro 3 - Comparação entre os serviços CSD de Portugal e Brasil..... 89	89
Quadro 4 - Cronograma de atividades referente a primeira recolha de dados em Portugal..... 177	177
Quadro 5 - Cronograma de atividades referente a coleta de dados no Brasil. 179	179

“O homem comum é exigente com os outros; o
homem superior é exigente consigo mesmo.”
Imperador Marco Aurélio

1

INTRODUÇÃO

CONTEÚDO

1.1 Serviços de saúde domiciliar	2
1.2 Motivação e objetivos	4
1.3 Contribuições	7
1.4 Estrutura da tese.....	7

Os Cuidados de Saúde ao Domicílio (CSD) ou *Home Health Care* (HHC) são os serviços prestados ao domicílio por equipas multidisciplinares compostas por enfermeiros, médicos, fisioterapeutas, entre outros profissionais da área da saúde. De acordo com Fikar e Hirsch (2016), os CSD são representados por uma ampla gama de cuidados de saúde destinados ao tratamento de feridas, medicações, reabilitação, entre outros tipos de cuidados. O conceito de CSD foi a solução encontrada pelos governos para reduzir os custos com o internamento hospitalar, e, simultaneamente, manter ou aumentar o nível de serviço de saúde prestado. Além disso, o serviço de cuidados ao domicílio, desde que seja adequado (indicado pelo médico), é normalmente preferido pelos utentes, em detrimento do internamento hospitalar. Isso se deve ao conforto e às associações emocionais e psicológicas que o domicílio proporciona (Genet *et al.*, 2011). No entanto, este serviço levanta vários problemas logísticos (Gutiérrez & Vidal, 2013), como, por exemplo, a organização das equipas, a sua afetação a áreas geográficas (zonamento), a localização das sedes das equipas, a programação de rotas e o escalonamento das equipas ou dos respetivos membros, que deverão ser analisados criticamente pelos gestores a fim de minimizar os custos, manter as equipas e utentes motivados e garantir um bom nível de qualidade nos serviços prestados.

1.1 Serviços de saúde domiciliar

De acordo com a Organização Mundial de Saúde, o número de pessoas com idade superior a 60 anos, tende a crescer de 841 milhões para 2 mil milhões até o ano de 2050 (UN News, 2016). Existem dois fatores que contribuem para esta tendência: a redução nas taxas de mortalidade (devida à melhoria na qualidade de vida e nos avanços da medicina) e as baixas taxas de natalidade. Isto já é particularmente observável no continente europeu, principalmente em países como a Suécia, Dinamarca e Portugal. Nestes países, conseqüentemente a procura por CSD vêm crescendo e preocupando os governos locais para encontrar formas de reduzir os custos relacionados com o setor da saúde.

De acordo com Puchia e Jara (2015), os primeiros CSD surgiram em 1947, e tiveram um desenvolvimento acentuado a partir da década de 90. Além disso, grandes investimentos nos CSD vêm sendo feitos ao longo dos anos. Por exemplo, no período de dois anos completos (1997-1998), o governo Canadano destinou para o setor cerca de 109 euros *per capita*. Os EUA destinaram cerca de 127 euros *per capita* em 2001 (Lahrichi, Lapierre, Hertz, Talib, & Bouvier, 2006). A Dinamarca afetou 1,6% do seu PIB em 2005 (cerca de 3,52 mil milhões de euros) para os cuidados de 200 mil utentes (Rasmussen, Justesen, Dohn, & Larsen, 2012). Em 2016, o governo de Hong Kong aumentou o orçamento anual para gastos em cuidados de saúde a pessoas com 70 ou mais anos para 224 euros *per capita* (Lin, Chin, Fu

e Tsui, 2017). Em Portugal, entre os anos de 2015 a 2017, foram destinados cerca de 121 milhões de euros para a Rede Nacional de Cuidados Continuados Integrados ou RNCCI (ACSS, 2015). Já no Brasil, em 2015, os investimentos em CSD foram cerca de 69 milhões de euros, representando 0,0042% do PIB (SAGE, 2019). O número de pessoas dependentes dos serviços de CSD na Alemanha atingiu 1,6 milhões de utentes em 2012, verificando-se, nessa altura, uma tendência para aumentar (Mankowska, Meisel, & Bierwirth, 2014).

Em geral, os CSD vêm ganhando uma relevância crescente nos serviços nacionais de saúde dos países desenvolvidos, e têm, como principais utilizadores, pessoas com mais de 65 anos. Já nos países em desenvolvimento, este tipo de serviços são mais recentes e a sua evolução ainda é lenta devido a problemas económicos, corrupção, crescimento desordenado da população, falta de infraestruturas e de segurança, e doenças constantes (dengue, febre amarela, vírus zika, e outras) (Gutierrez & Vidal, 2015).

Em alguns países, os CSD estão integrados ou são complementados por serviços não médicos. Os serviços não médicos são, em geral, dirigidos a utentes com dificuldades na realização de atividades domésticas como limpeza, higiene pessoal, compra de alimentos, preparação de refeições, entre outras (Maya Duque, Castro, Sörensen, & Goos, 2015).

As exigências operacionais para o bom funcionamento dos CSD são grandes, pois envolvem problemas de diferentes níveis de decisão: estratégico, tático e operacional. Como este tipo de serviços está intrinsecamente enquadrado com a área da logística, desde logo é importante fazer-se um planeamento capaz de resolver esses tipos de problemas, tais como, roteamento (*routing*), escalonamento (*scheduling*), gestão de inventários (*inventory management*), zonamento (*districting*), entre outros (Gutiérrez & Vidal, 2013). Para estes tipos de problemas, é possível utilizar modelos de Investigação Operacional para encontrar soluções e, assim, auxiliar nas tomadas de decisão, como efetivamente vêm sendo sugerido na literatura científica recente.

O zonamento é um problema de nível estratégico, cujo objetivo consiste em dividir um determinado território (cidades ou concelhos) em zonas, por meio do agrupamento de unidades básicas (bairros, freguesias, zonas censitárias, ruas, entre outros critérios e níveis de desagregação). Na literatura atual, é escasso o número de autores e publicações que abordaram esse tipo de problemas no contexto dos CSD. Entretanto, estes estudos usam normalmente modelos matemáticos de Programação Inteira Mista para resolver os problemas de zonamento, que podem ser resolvidos de forma exata (pequenas instâncias) ou com o auxílio de heurísticas e meta-heurísticas (média e grandes instâncias). O objetivo

dos modelos para zonamento é elaborar um plano capaz de minimizar a distância e o desequilíbrio da carga de trabalho entre as equipas. Além disso, critérios como a contiguidade, compacidade, balanço, respeito dos limites naturais e homogeneidade socioeconómica devem ser considerados (Benzarti, Sahin, & Dallery, 2010).

Assim, com base nos modelos identificados na literatura atual, recomenda-se que tais problemas devem ser tratados com o auxílio da Investigação Operacional. Isso permitirá que os gestores tomem as suas decisões baseadas em resultados fiáveis obtidos por meio de ferramentas ou *softwares* (desenvolvidos a partir de modelos de Investigação de Operacional) e não apenas de forma empírica (com base em suas experiências).

1.2 Motivação e objetivos

Os CSD vêm sendo muito evidenciados na literatura atual, e diversas ferramentas foram desenvolvidas para melhorar as suas operações. Por meio da revisão de literatura, foi detetado que essas ferramentas se baseiam principalmente na aplicação a problemas táticos e operacionais. Os problemas de nível estratégico, como os de zonamento, são pouco abordados. Para além disso, o autor também desconhece a existência de estudos científicos que façam a comparação da forma de organização e funcionamento (e respetivos desempenhos) dos CSD entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento.

Tendo em conta as lacunas detetadas na literatura, o presente estudo foi dividido em dois objetivos centrais. O primeiro objetivo pretende realizar um estudo comparativo entre os sistemas de CSD dos dois países, em particular nas abordagens aos diferentes problemas logísticos, considerando indicadores de produtividade (número de utentes atendidos por ano), tipos de cuidados prestados, constituição das equipas, custos, orçamentos, planeamento diário, gestão de frotas, registos de informações e tecnologias empregadas.

No âmbito do segundo objetivo, pretende-se criar um novo sistema de suporte à decisão (SSD), capaz de resolver simultaneamente problemas de zonamento e programação de rotas (roteamento) para as equipas de CSD, e que será aplicado em um conjunto de concelhos portugueses e cidades brasileiras. Tanto quanto possível, pretende-se que as soluções geradas garantam a uniformidade das cargas de trabalho das diferentes equipas, e a contiguidade e a compacidade entre as zonas. Já o modelo de roteamento será integrado para seja possível comparar os resultados com os planos de zonamento que se encontram em vigor.

Tendo em conta as lacunas identificadas na literatura científica, acima referidas, esta investigação procurará responder às seguintes questões de investigação:

- Quais são as características dos sistemas atuais de CSD de Portugal e do Brasil?
- Existem diferenças significativas entre os modelos de gestão usados em cada um dos dois países? Se sim, quais? Além disso, há algumas boas práticas que possam ser partilhadas?
- Como é possível resolver o problema de zonamento com recurso a modelos de otimização? É possível usar a mesma abordagem na resolução do problema de zonamento nas duas realidades?
- Que modelos podem ser usados e como acomodar a minimização dos custos de deslocação (transporte) e o balanceamento da carga de trabalho entre as equipas?

Realizar uma comparação entre os CSD português e brasileiro, no âmbito desta tese, justifica-se pelo baixo número de estudos neste contexto, tendo como estudo de caso os dois países, pela semelhança cultural, mesma língua e realidades distintas no setor da saúde pública entre os dois países. Em ambos os países, os CSD do setor público foram implementados muito mais tarde do que o seu aparecimento nos países pioneiros, como por exemplo, Suécia, Finlândia e Dinamarca (Rasmussen *et al.*, 2012). Além disso, ambos os países atribuem aos respetivos serviços de saúde orçamentos significativamente limitados, em comparação com outros países como Canadá, Dinamarca e Alemanha.

Adicionalmente, este estudo também se justifica pelo interesse económico (de expectável racionalização de custos) e impacto social dos diversos problemas de níveis estratégico enfrentados pelos gestores de serviços de saúde domiciliar. Uma abordagem de otimização ao problema de zonamento, permite a redução do tempo de deslocação ou distância a ser percorrida, o aumento no tempo de atendimento (*face to face*) e no equilíbrio da carga de trabalho entre as equipas (Emna Benzarti, Sahin, & Dallery, 2013). Além disso, ambos os países não utilizam ainda sistemas informáticos ou ferramentas para a resolução desse tipo de problema. Isso demonstra que essas decisões vêm sendo tratadas de forma empírica, o que poderá não ser a melhor solução para esse tipo de problema.

Na ótica científica, até ao presente momento, o autor desconhece qualquer tipo de investigação que se assemelhe à presente tese, principalmente na utilização de dois diferentes países como estudo de caso, e que utilize dados reais (dados de operação das equipas e distâncias das redes viárias) para a solução de problemas de zonamento. Conforme encontrado na literatura, os estudos de zonamento normalmente

abordam apenas uma cidade ou concelho, utilizam dados de teste (aleatórios) referentes às operações das equipas e consideram apenas a distância euclidiana entre as unidades básicas.

Além disso, os resultados obtidos em alguns dos estudos conhecidos podem não ser compreendidos facilmente pelos gestores. Isso se deve ao facto de os resultados gerados por meio dos modelos usados normalmente utilizarem uma linguagem aplicada mais frequentemente em problemas de Investigação Operacional, e, na maior da parte das vezes, não há uma discussão sobre sua aplicabilidade em um caso real. Além disso, nem todos gestores de CSD possuem conhecimentos técnicos para interpretar os resultados produzidos por modelos. Em geral, os gestores têm preferência por informações relacionados aos custos (valor a ser poupado com a aplicação de um novo plano) e por mapas (para visualizarem o novo plano de zonamento). Sendo assim, faz sentido proceder à integração desses modelos de otimização com outros *softwares*, como por exemplo a integração de modelos computadorizados para os problemas de rotas e zonamento, com softwares de geoprocessamento e visualização de mapas.

1.3 Contribuições

Com o presente estudo, o autor espera obter as seguintes contribuições:

- Revisão da literatura sobre as principais abordagens à resolução dos desafios logísticos no contexto dos CSD;
- Caracterização e análise dos sistemas CSD em Portugal e Brasil: modelos de gestão e ferramentas usadas; os principais problemas, identificação das boas práticas e debilidades;
- Desenvolvimento de um modelo multiobjetivo (MO) e respetivos métodos de solução para o problema de zonamento usando a contiguidade como uma função objetivo (e não como uma restrição, como normalmente é utilizada);
- Desenvolvimento de uma *framework* de simulação para a validação do impacto do modelo de zonamento nos custos logísticos de transporte e balanceamento da carga de trabalho entre as equipas;
- Aplicação do modelo aos dois casos de estudo e sua respetiva discussão.

Como resultado dessas contribuições, espera-se que, dada a relevância do tema, este estudo possa desencadear uma maior discussão na literatura por meio dos artigos desenvolvidos e promover o desenvolvimento de novos modelos, ferramentas ou *softwares* para ajudar a resolver alguns dos problemas logísticos (ex. zonamento, roteamento) no contexto dos CSD.

1.4 Estrutura da tese

O restante desta tese está organizado na seguinte forma:

No capítulo 2 uma revisão sistemática de literatura foi desenvolvida de modo a caracterizar as contribuições produzidas entre 2008 e 2018, tendo sido possível identificar o número de artigos de acordo com o tipo de problema, as principais revistas científicas onde esses estudos vêm sendo publicados, além dos artigos com o maior número de citações. A sistematização teve os níveis de decisão dos problemas analisados: estratégico, tático e operacional.

No capítulo 3 serão apresentados os métodos de investigação utilizados no desenvolvimento do presente estudo. Esses métodos foram classificados com base na *framework* de Saunders, Lewis e Thornhill (2012).

No capítulo 4 inicia-se com a uma breve descrição referente aos cuidados de saúde ao domicílio de Portugal e Brasil, tendo em conta a atual estruturação dos serviços de saúde, o funcionamento, enquadramento legal, a descrição de uma ECCI (Equipa de Cuidados Continuados Integrados), EMAD e EMAP, o perfil dos utentes e os tipos de cuidados prestados por essas equipas. Por fim, os resultados obtidos por meio da comparação entre os casos português e brasileiro são apresentados, tendo em conta alguns parâmetros.

No capítulo 5 a *framework* do sistema de suporte a decisão é apresentada. Logo depois, a formulação do modelo de otimização, desenvolvido nesse estudo para resolução de problemas de zonamento, é definido juntamente com a heurística utilizada no problema de rotas. Com isso, definir-se-ão as estratégias de solução para o presente estudo, contendo o método e a abordagem de solução utilizados. Por fim, reportar-se-á os estudos de validação do modelo desenvolvido e análise de sensibilidade relativa a alguns dos parâmetros utilizados, nomeadamente os que respeitam à restrição de compacidade, à distribuição de pesos entre as funções objetivo, à variação do número de zonas e à função objetivo para obter contiguidade.

No capítulo 6, os resultados obtidos nos dois módulos do sistema de suporte à decisão serão apresentados. Por fim, uma discussão será desenvolvida em torno dos resultados obtidos nos problemas de zonamento e rotas, a fim de atingir o segundo objetivo central proposto nesse estudo.

No capítulo 7 sintetizam-se as principais conclusões desta tese, identificam-se as limitações do estudo e as potenciais abordagens a serem consideradas como trabalho futuro.

“Não encontro defeitos. Encontro soluções.
Qualquer um sabe queixar-se.”

Henry Ford.

2

REVISÃO DA LITERATURA

CONTEÚDO

2.1 Introdução	10
2.2 Revisão de literatura sistemática.....	12
2.3 Problemas logísticos de nível estratégico	15
2.4 Problemas logísticos de nível tático e operacional	24
2.5 Síntese.....	33

Publicações resultantes:

- Emiliano, W., Telhada, J., & Carvalho, M. S. (2017). Home Health Care Logistics Planning: a Review and Framework. In *Procedia Manufacturing* (pp. 1–8). Vigo, Spain.
- Emiliano, W. M., & Telhada, J. (2017). Simulação dos Serviços de Saúde Domiciliar em uma Grande Cidade na Região Norte do Brasil. *RAHIS. Revista de Administração Hospitalar e Inovação em Saúde*, 13, 17-29.

Na literatura atual, diversos problemas de CSD vêm sendo abordados, principalmente os de nível tático e operacional. Sendo assim, uma revisão sistemática da literatura é proposta neste capítulo, tendo como objetivo identificar os principais artigos (maior número de citações), suas respectivas áreas de estudo, os tipos de problemas analisados e os principais meios de publicação. Logo depois, apresenta-se uma revisão da literatura sobre os problemas de níveis estratégico, tático e operacional no contexto dos CSD.

2.1 Introdução

Os cuidados de saúde ao domicílio (CSD) são caracterizados por diversos problemas logísticos que se diferenciam pelos diferentes níveis de decisão e horizonte de tempo. Por exemplo, os problemas de nível estratégico consideram normalmente um horizonte de tempo superior a um ano. Já o nível tático possui um horizonte de tempo igual ou inferior a um ano. Por fim, as decisões de nível operacional são relativas a tarefas a serem executadas em um curto período de tempo; na maioria das vezes, as decisões são criadas ou revistas diariamente (Gutiérrez & Vidal, 2013). Os diferentes problemas logísticos dos CSD estão apresentados na Figura 1.

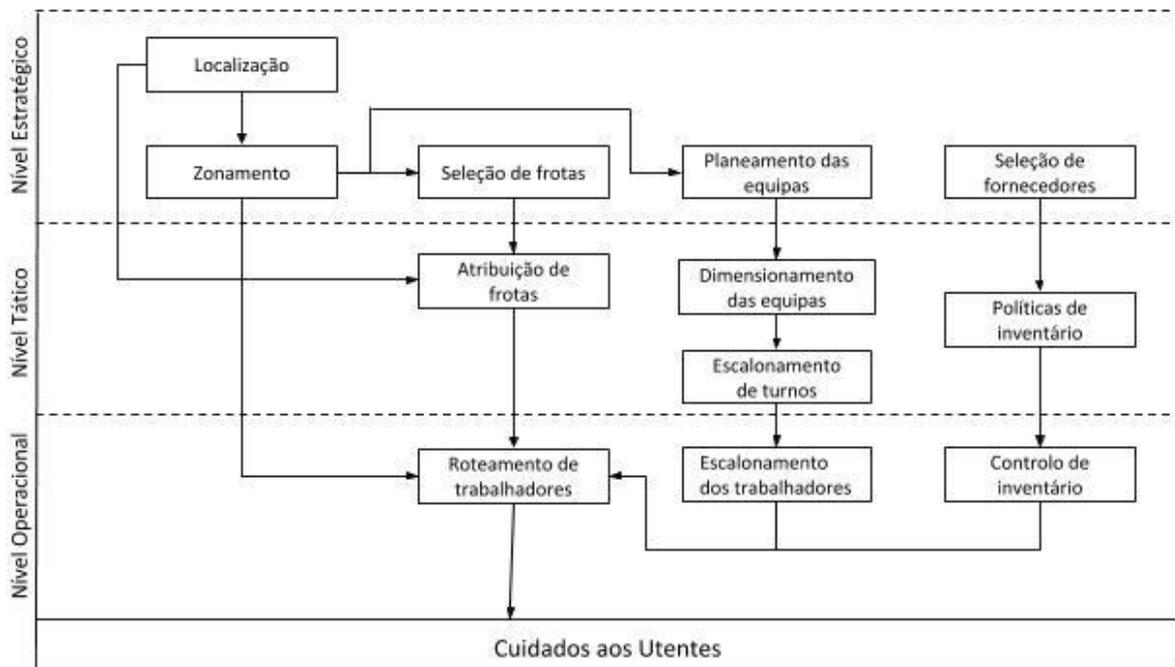


Figura 1 - Diferentes problemas logísticos nos cuidados de saúde ao domicílio
 Fonte: Adaptado de Emiliano *et al.* (2017).

O problema de localização está diretamente relacionado com a definição do local onde as equipas de CSD ficarão sediadas. Após a determinação da localização das equipas, o próximo passo é definir o plano de zonamento, responsável pela divisão de um determinado território em zonas, por meio do agrupamento das unidades básicas. A seleção de frotas definirá o tipo e a quantidade de veículos a

serem comprados ou locados para prestação dos cuidados aos utentes. No planeamento das equipas, são definidos os cuidados a serem prestados e os tipos de profissionais que poderão fazer parte das equipas. A seleção de fornecedores se baseia em métricas que medem o nível global qualitativo do seu desempenho ao longo do tempo, tendo como parâmetros o preço, a qualidade dos produtos, o cumprimento de prazos de entrega, entre outros fatores.

A atribuição das frotas é um dos problemas presente no nível tático e que, na maioria dos casos, se resume à atribuição de um veículo a um profissional ou grupo de profissionais. A política de inventários é a definição das estratégias para gerir os inventários, tendo como base as estratégias definidas na seleção dos fornecedores. O dimensionamento das equipas e escalonamento de turnos visam a definição do tamanho de cada equipa e os turnos pelos quais cada equipa ficará responsável.

O controlo de inventários tem como objetivo reduzir os custos com a gestão dos recursos materiais sem afetar a qualidade dos serviços prestados aos utentes. O roteamento e a atribuição e escalonamento de pessoal são os problemas mais encontrados na literatura atual, no contexto dos CSD. O escalonamento se resume à atribuição de enfermeiros ou profissionais de saúde, levando em conta restrições como preferências dos utentes, competências do profissional, janelas temporais, pausas para o almoço, entre outras.

Nos próximos subcapítulos serão apresentados a revisão de literatura sistemática referente aos problemas de zonamento, roteamento e escalonamento de pessoal no contexto dos CSD. Por fim, será ainda apresentada uma revisão da literatura sobre zonamento, tendo como objetivo fazer um levantamento de modelos e métodos para o desenvolvimento da ferramenta a ser utilizada no caso português e brasileiro.

2.2 Revisão sistemática da literatura

Todos os anos, muitos estudos são publicados referentes a um determinado tema, tornando praticamente impossível que algum investigador se mantenha totalmente atualizado sem o auxílio de ferramentas de apoio. Sendo assim, uma revisão sistemática da literatura visa encontrar todos os estudos publicados que abordem um determinado tema (Nightingale, 2009). Essas pesquisas normalmente são feitas em ferramentas *online*, como o Google Académico, o Scopus, bibliotecas *online* de universidades, entre outros.

Neste âmbito, uma revisão sistemática da literatura, abordando problemas logísticos no contexto dos CSD, foi desenvolvida seguindo as quatro etapas utilizadas no estudo de Brandenburg *et al.* (2014), o qual teve como referências os estudos de Lage Junior e Godinho Filho (2010), e Krippendorff (2004).

Na primeira etapa, os materiais a serem coletados e a unidade de análise são definidos e delimitados. Os aspetos formais dos materiais são avaliados na segunda etapa. Na terceira etapa, as dimensões estruturais, incluindo os principais tópicos de análise e as categorias analíticas relacionadas com classificações detalhadas de cada dimensão estrutural, são selecionadas para serem aplicadas ao material coletado. Por fim, na quarta etapa, o conteúdo dos artigos é analisado de acordo com as dimensões estruturais e categorias analíticas, para identificar questões relevantes e para a interpretação dos resultados.

A revisão da literatura do presente estudo inclui apenas artigos publicados em jornais, revistas e conferências nos últimos 10 anos (2008-2018). Sendo assim, cada artigo revisto deverá corresponder aos três critérios iniciais de filtragem seguintes:

- Os materiais deverão estar escritos em inglês e publicados em bases indexadas a partir de 2008;
- O conjunto de palavras-chave deverá conter, no mínimo, um dos termos seguintes: *home care*, *nurse home* ou *domiciliary care*;
- Os termos *management* ou *planning*, juntamente com o nome do tipo de problema, deverão estar presentes no título, resumo ou palavras-chave.

As pesquisas dos materiais foram realizadas apenas na base de dados da SCOPUS, e os critérios acima referidos foram convertidos em códigos no modo de pesquisa avançada.

Na primeira pesquisa realizada, incluiu-se todos os critérios com exceção do nome e do tipo de problema, para que fosse possível obter todos os materiais nesse contexto, conforme segue no código abaixo:

- KEY (home care OR nurse home OR domiciliary care) TITLE-ABS-KEY(management OR planning)
LANGUAGE(ENGLISH) PUBYEAR > 2008

Nessa primeira pesquisa, obteve-se um total de 12.967 artigos. Na Figura 2 são apresentados as principais áreas de estudo abordados nesse tema.

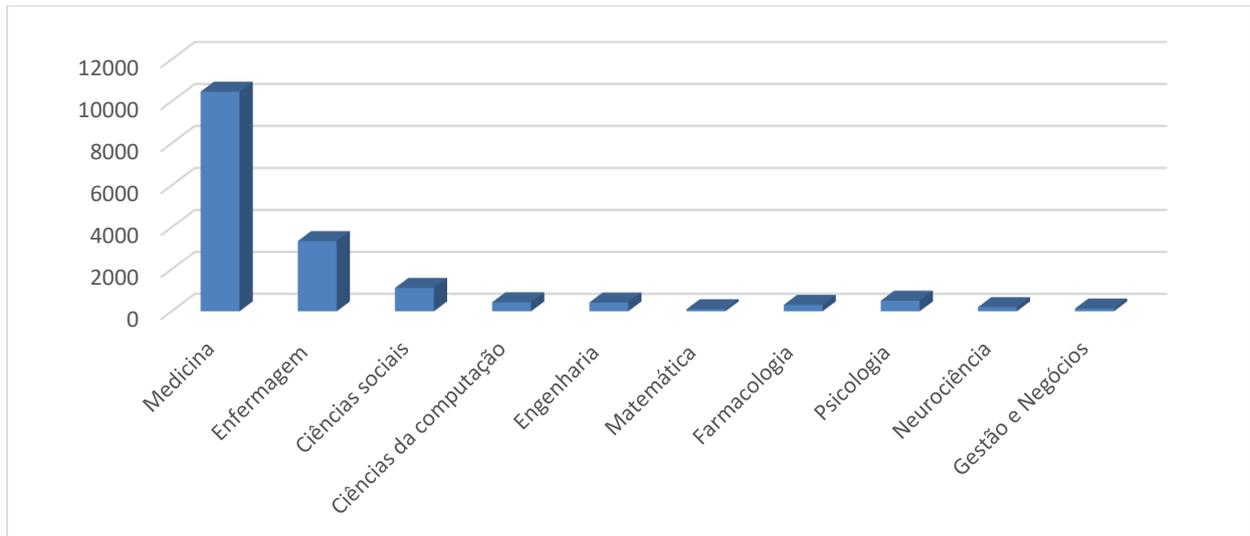


Figura 2 - Número de artigos por áreas de estudo dos artigos encontrados na primeira pesquisa.

As áreas de medicina e enfermagem são as mais abordadas em estudos cujo tema envolve CSD. Como o enfoque deste estudo é propor soluções para o planeamento logístico das equipas de CSD, decidiu-se incluir nas pesquisas mais um critério, o termo referente ao problema em cada um dos níveis de decisão, como segue no código abaixo:

- KEY (home care OR nurse home OR domiciliary care AND “tipo de problema”) TITLE-ABS-KEY(management OR planning) LANGUAGE(ENGLISH) PUBYEAR > 2008

O objetivo dessa inclusão é encontrar apenas artigos que se enquadrem com as questões de investigação do presente estudo, ou seja, artigos que utilizam modelos de investigação ou outros tipos de ferramentas para a resolução de problemas no contexto dos CSD. Os tipos de problemas e os níveis de decisão são os mesmos que foram representados na Figura 1. Os resultados obtidos e os termos utilizados para as pesquisas estão apresentados no Quadro 1.

Nesta segunda fase de pesquisas, mais restrita, foram encontrados um total de 338 artigos. A fim de verificar que os artigos realmente correspondiam às questões de investigação do presente estudo, procedeu-se a uma análise nos resumos (*abstracts*). Como resultado dessa análise, constatou-se que apenas 127 dos 338 artigos estão de acordo com o perfil procurado. Ao analisar esses artigos, foi possível identificar as principais revistas de publicação nesse contexto, conforme reportado na Figura 3.

Quadro 1 - Resultado da segunda fase das pesquisas de estudos (realizadas na plataforma Scopus).

Nível de decisão	Problema	Termo	Número de artigos encontrados	Número de artigos que correspondem às questões de investigação
Estratégico	Localização	Facility Location	11	1
Estratégico	Zonamento	Districting Problem	4	4
Estratégico	Planeamento das equipas	Staff Planning	4	0
Estratégico	Seleção de frotas	Fleet Management Problem	1	0
Estratégico	Seleção de fornecedores	Supply chain	5	0
Tático	Atribuição de frotas	Fleet Assignment	0	0
Tático	Dimensionamento das equipas	Staff assignment	30	28
Tático	Escalonamento de turnos	Shift Scheduling	3	0
Tático	Política de inventário	Inventory policies	4	0
Operacional	Roteamento	Routing problem	54	44
Operacional	Escalonamento de pessoal	Scheduling problem	221	49
Operacional	Controlo de inventário	Inventory control	1	1

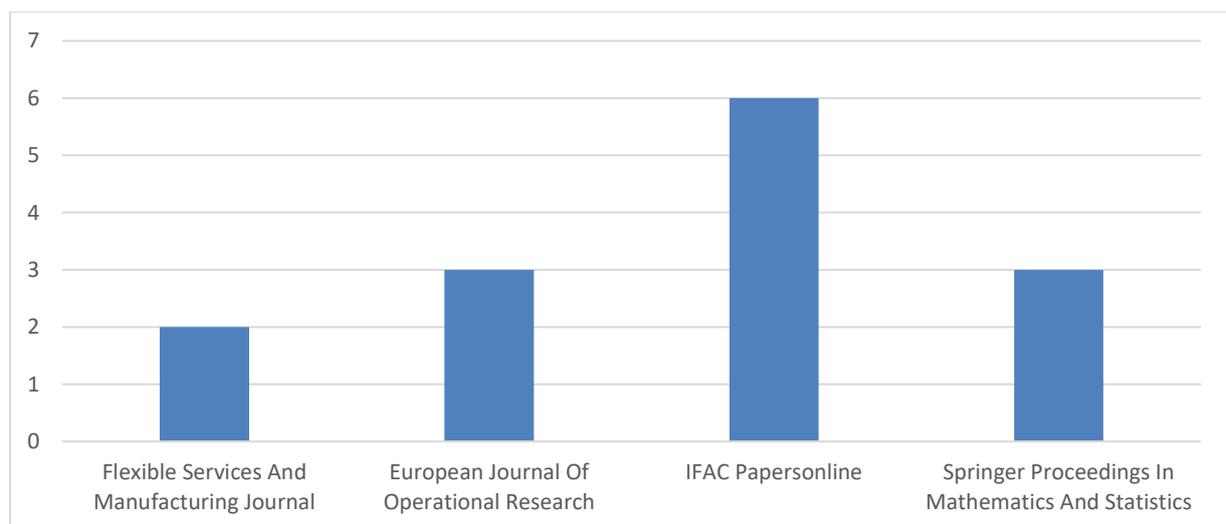


Figura 3 - Revistas com artigos mais publicados no contexto dos CSD.

A IFAC Papersonline proceedings indexado na base Elsevier obteve o maior número de artigos publicados nesse contexto, tanto para os problemas de rotas como escalonamento. Isso se deve ao facto de estes dois tipos de problemas serem normalmente resolvidos de forma integrada. Isso também foi notado nas revistas *European Journal Of Operational Research* e *Springer Proceedings In Mathematics And Statistics*, responsáveis pela publicação de 3 artigos desses tipos de problemas. Por fim, a revista *Flexible Services And Manufacturing Journal* foi responsável por duas publicações para problemas de dimensionamento de equipas.

Já os artigos com maior número de citações também foram identificados. Para o problema de localização, o artigo de Tao *et al.* (2014) obteve um total de 14 citações. Em problemas de zonamento, o estudo de Emna Benzarti *et al.* (2013) foi citado em 44 artigos. Entretanto, os artigos detentores do maior número de citações no contexto dos CSD são os estudos de Lanzarone, Matta e Sahin (2012) com 60 citações. Para os problemas de dimensionamento de equipas, Mankowska, Meisel e Bierwirth (2014) registou 74 citações. Nickel, Schröder e Steeg, (2012) registou 65 citações para problemas de rotas e escalonamento. Os artigos encontrados por meio dessa revisão sistemática são de seguida apresentados nos próximos subcapítulos e organizados de acordo com os níveis de decisão de cada problema.

2.3 Problemas logísticos de nível estratégico

Na primeira pesquisa para os problemas de localização, incluiu-se o termo “*Facility Location*” nas palavras-chave e foram encontrados 11 artigos. Entretanto, apenas 1 artigo resolve o problema de localização no contexto dos CSD. No estudo de Tao *et al.* (2014), um modelo otimização espacial foi desenvolvido e resolvido pelo método *Particle Swarm Optimization* (PSO), cujo objetivo é maximizar a equidade e acessibilidade nas instalações das equipas domiciliárias de saúde.

O problema de seleção de frotas também foi pesquisado com a inclusão do termo “*fleet management*”, tendo sido encontrado apenas 1 artigo, o estudo de Redjem e Marcon (2016). No entanto, este estudo envolve apenas um problema de rotas e escalonamento e não considera a seleção de frotas.

O planeamento de equipas foi pesquisado com o termo “*Staff Planning*” e foram encontrados 4 estudos, mas, de facto, nenhum deles resolve este tipo de problema.

Os estudos relacionados a Problemas de Zonamento em CSD foram encontrados utilizando o termo “*Districting Problem*”. Após as pesquisas, foram encontrados apenas 4 artigos. Entretanto, ao analisar-se as referências, foram incluídos mais três. A Tabela 1 reporta os sete estudos encontrados.

O primeiro estudo de zonamento para os CSD, aplicado com dados reais, foi desenvolvido por Blais *et al.* (2003). Este estudo foi elaborado para um centro de saúde na comunidade de Côte-des-Neiges, Montreal, Canadá. O objetivo foi propor um novo plano de zonamento, pois o último aplicado já se encontrava em vigor desde há sete anos e apresentava indícios de desequilíbrio entre as cargas de trabalho das equipas. O primeiro zonamento desenvolvido era constituído por apenas 4 zonas e existiam problemas de contiguidade. Sendo assim, o gestor dos serviços propôs um novo plano que incluía um total de 6 zonas. Para esse caso, um modelo multiobjectivo foi desenvolvido para o cumprimento dos

cinco critérios de zonamento: indivisibilidade das unidades básicas, limites de fronteiras, conectividade, mobilidade e equilíbrio entre as cargas de trabalho. Os três primeiros critérios foram incluídos como restrições e os dois últimos foram integrados numa função objetivo ponderada. Para resolver o problema de zonamento foi aplicado uma meta-heurística de pesquisa tabu ou *tabu search* (TS) desenvolvida por Bozkaya, Erkut e Laporte (2003). Após avaliar os resultados, os mesmos foram comparados a um plano de zonamento desenvolvido por um grupo de especialistas (Blais *et al.*, 2003). Então, constatou-se que o plano gerado automaticamente foi tão bom quanto o plano manual desenvolvido pelos especialistas.

Tabela 1 - Estudos de zonamento encontrados na pesquisa

Autores	Ano	País	Tipo de estudo	Modelo	Método	Nome do método
Blais <i>et al</i>	2003	Canadá	O	MO	H	Tabu Search
Lahrich <i>et al</i>	2006	Canadá	ABT	-	-	-
Benzarti, Sahin e Dallery	2010	França	R	-	-	-
Benzarti, Sahin e Dallery	2013	França	O	PIM	EX	-
Gutierrez e Vidal	2015	Colômbia	O	MO	ES	e-constrains
Tran, Dinh e Gascon	2017	Canadá	O	NL	H	Tabu Search
Lin, Chin, Fu e Tsui	2017	Hong Kong	O	PIM	H	Greedy heuristic method

Legenda:

O: Otimização
 ABT: Abordagem Territorial
 R: Revisão de Literatura
 PIM: Programação Inteira Mista
 MO: Otimização Multiobjetivo
 NL: Otimização Não Linear
 H: Heurística
 EX: Método Exato
 ES: Método de Escalarização

Em Benzarti, Sahin e Dallery (2010), um modelo de Programação Inteira (PI) para zonamento em CSD foi apresentado, cuja aplicação foi analisada em três possíveis cenários distintos. A função objetivo visava equilibrar a carga de trabalho dos técnicos entre as diferentes zonas. Nas restrições, foram inseridos os critérios de indivisibilidades das unidades básicas, conectividade, respeito de fronteiras e compacidade.

O estudo de Benzarti *et al.* (2013), que detém o maior número de citações, testou dois modelos para problemas de zonamento em CSD e foram utilizados dados gerados aleatoriamente. O primeiro modelo tinha como objetivo principal o equilíbrio na carga de trabalho dos técnicos. Já no segundo modelo, o

objetivo visava a minimização da compacidade, como por exemplo a distância máxima entre duas unidades básicas atribuídas na mesma zona. Isso possibilitaria uma melhoria na reatividade dos cuidadores, além de permitir uma redução no tempo de espera dos utentes. Foi possível modelar o problema com uma função objetivo linear. Ambos os modelos foram analisados em 4 cenários distintos, com diferentes combinações de restrições. Os resultados apontaram que o modelo 1, quando aplicado para melhorar o equilíbrio da carga de trabalho, reduz necessariamente o número de zonas. Pelo contrário, o modelo 2 necessita de mais zonas para reduzir as distâncias percorridas entre as unidades básicas.

Uma abordagem territorial baseada nos dados históricos dos CSD de Côte-des-Neiges, Montreal, Canadá foi desenvolvida (Lahrichi *et al.*, 2006). Uma comparação é feita entre os dados de visitas nos anos de 1998 a 1999 e de 2002 a 2003. O objetivo desse estudo foi analisar o planeamento de zonamento nesses diferentes períodos de tempo. Os resultados sugeriram que as equipas poderiam ser subdivididas em 2 grupos para um melhor atendimento entre as zonas. Além disso, eles também sugeriram aumentar o número de técnicos “suplentes”, os quais seriam responsáveis por substituir os técnicos habituais em casos de faltas e atrasos. Um outro fator importante analisado foi a demora na alteração dos planos de zonamento, devido à política utilizada pela agência local.

De acordo com Gutierrez e Vidal (2015), duas formulações são apropriadas para problemas no contexto CSD: o *Set Partitioning* (SP) de Garfinkel e Nemhauser (1970), e o *Location-Allocation* (LA) de Hess e Samuels (1971). Além disso, uma variação da segunda formulação, conhecida como *Facility Location* (FL), demonstrou ser adequada para condições em que não são necessárias um conjunto de zonas definidas.

Com base nesses modelos, Gutierrez e Vidal (2015) desenvolveram um modelo matemático de Programação Inteira Mista (PIM) multiobjectivo para um problema de zonamento no município de Cali, Colômbia, que registava um rápido crescimento populacional. O objetivo do estudo é minimizar o desequilíbrio das cargas de trabalho entre as equipas e o tempo de viagem entre os utentes. Esse modelo utilizou como base o modelo LA e incluiu algumas ideias apresentadas em Bandara e Mayorga (2011) e Blais *et al.* (2003), de acordo com a formulação seguinte:

$$\text{Min: } f_1 = \sum_{m \in M} \sum_{i \in I} \sum_{j \in I | j > i} \sum_{a \in A} \sum_{p \in P} d_{iap} r_i t_{ij} x_{ijm} \quad (1)$$

$$\text{Min: } f_2 = \sum_{m \in M} (\delta_m^- + \delta_m^+) \quad (2)$$

Sujeito a:

$$\sum_{m \in M} y_{im} = 1, \forall i \in I \quad (3)$$

$$x_{ijm} \leq y_{im}, \forall (i,j) \text{ pares} | j > i, m \in M \quad (4)$$

$$x_{ijm} \leq y_{jm}, \forall (i,j) \text{ pares} | j > i, m \in M \quad (5)$$

$$y_{im} + y_{jm} - x_{ijm} \leq 1, \forall (i,j) \in I | j > i, m \in M \quad (6)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{a \in A} \sum_{p \in P} d_{iap} s t_{ap} r_i y_{im} = V_m, \forall m \in M \quad (7)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in I | j > i} \sum_{a \in A} \sum_{p \in P} d_{iap} r_i t_{ij} x_{ijm} = T_m, \forall m \in M \quad (8)$$

$$W_m = V_m + T_m, \forall m \in M \quad (9)$$

$$\sum_{m \in M} W_m / |M| = \bar{W} \quad (10)$$

$$W_m + \delta_m^- - \delta_m^+ = \bar{W}, \forall m \in M \quad (11)$$

$$x_{ijm} \in \{0,1\}, \forall (i,j) \text{ pares} | j > i, m \in M \quad (12)$$

$$y_{im} \in \{0,1\}, \forall i \in I, m \in M \quad (13)$$

$$\delta_m^-, \delta_m^+ \geq 0, \forall m \in M \quad (14)$$

A função objetivo (1) visa a minimização do total de viagens pelos técnicos entre as unidades para cada zona. O parâmetro r_i nesta equação permite analisar o nível de segurança (baseado em registos de violência) de cada unidade básica, além de quantificar a satisfação total ou parcial dos requisitos de procura para cada unidade básica $i \in I$. Já a função objetivo (2) visa a minimização da soma total dos desvios da carga média de trabalho (\bar{W}). A restrição (3) assegura que cada unidade básica deverá ser atribuída a apenas uma zona, tal como nos estudos de Garfinkel e Nemhauser (1970) e de Hess e Samuels (1971). As restrições (4) e (5) asseguram que x_{ijm} seja 0, a menos que y_{im} e y_{jm} sejam ambos iguais a 1. As restrições (4), (5) e (6) são as expressões lógicas de desigualdade que controlam a atribuição de cada unidade básica por zona, e também a atribuição das unidades i e j para zona (m). Já as restrições (7) a (10) representam as visitas V_m , viagens T_m , e o total de carga de trabalho (W_m) para cada distrito m , e a carga média de trabalho (\bar{W}) para uma configuração de zonamento selecionada. As cargas de trabalho são medidas em unidades de tempo (horas/ano). Na restrição (11),

os desvios inferiores e superiores em relação à carga média de trabalho (\bar{W}) de cada zona (m) são quantificados. Por fim, as restrições (12), (13) e (14) definem os domínios de valores possíveis para as variáveis de decisão.

Para a resolução deste modelo foi utilizado um algoritmo lexicográfico, garantindo que os tomadores de decisão incorporem, de forma interativa, as preferências de como os critérios de decisão são otimizados sob uma ordem lexicográfica (Gutierrez & Vidal, 2015). Os objetivos foram otimizados individualmente, sujeitos às restrições (3) e (14), e logo de seguida foi avaliada a fronteira eficiente de Pareto e as tendências de variações (*trade-offs*) entre os objetivos. O modelo foi validado e os resultados apresentaram melhorias em relação à estratégia do zonamento anterior. O tempo de computação necessário variou entre 86 segundos e 72 minutos. Nesse estudo, a contiguidade não foi tida em conta, e, em alguns cenários, se formaram zonas com unidades básicas sem conectividade.

Devido aos poucos estudos de zonamento no contexto dos CSD, uma pesquisa referente a esse tema foi realizada, nomeadamente com o termo "*districting problem*" (para todos contextos), tendo sido encontrados um total de 72 artigos. Os tipos de modelos, abordagens e métodos encontrados se diferenciam conforme o tipo de problema, que vão desde problemas de zonamento administrativo (os primeiros a serem abordados) a problemas de distribuição de mercadorias, entre outros. Os modelos são separados em problemas multiobjectivo e problemas de um único objetivo (Steiner, Datta, Steiner Neto, Scarpin, & Rui Figueira, 2015). As abordagens de resolução propostas também são várias, incluindo métodos exatos, heurísticos e meta-heurísticos, conforme se reporta nos próximos parágrafos.

Os métodos exatos são aqueles que garantem que a solução ótima será encontrada em um intervalo de tempo finito (Fomin & Kratsch, 2010). Os métodos geralmente utilizados para esses tipos de abordagens são a Programação Dinâmica, a Programação Linear e a Programação Inteira. Um problema combinado de *Facility Location e Network Design* é proposto para o setor de telecomunicações (Contreras, Fernández, & Reinelt, 2012). O objetivo desse estudo foi selecionar um conjunto de nodos para a localização das instalações e de um conjunto de *links*, permitindo assim uma melhor conexão entre clientes e instalações, e objetivando a minimização do tempo de deslocação entre ambos. Para esse caso, foi aplicado um modelo de PIM com multicomodidade para a resolução de instâncias com até 100 nodos e 500 arcos candidatos. O tempo de CPU para cenários com até 80 nodos foi de cerca de 1 hora. Já nos casos entre 90 e 100 nodos, o tempo máximo registado foi de cerca de 10 horas.

Um modelo multiobjectivo (MO) foi desenvolvido para problema de zonamento, tendo também como cenário uma empresa de bebidas engarrafadas de Monterrey (Salazar-Aguilar, Ríos-Mercado, & González-Velarde, 2011). Para esse estudo foram implementados dois métodos: o primeiro é o ϵ -*constraint*, que permite a obtenção de soluções não dominadas, fracamente eficientes; já o segundo, o ϵ -*constraint* modificado, permite obter soluções mais eficientes do que as anteriores. O tempo de computação necessário para a resolução de até 150 unidades básicas e 6 zonas, em todos os cenários, foi inferior a 4 horas.

Ao aumentar-se o número de unidades básicas e zonas a analisar, é de esperar, naturalmente, que o tempo de computação aumente exponencialmente, sendo necessária, por isso, a aplicação de heurísticas. As heurísticas encontram geralmente boas soluções (não soluções ótimas) em um intervalo de tempo menor ou muito menor, quando comparada aos métodos exatos (Martí & Reinelt, 2011). Na literatura, é possível encontrar alguns autores que utilizaram abordagens heurísticas para a resolução de problemas de zonamento, como Camacho-Collados, Liberatore e Angulo (2015), para a resolução de problemas no Corpo da Polícia Nacional Espanhola. Para esse estudo um algoritmo rápido de pesquisa local (*local search*) foi utilizado para a otimização de um modelo multicritério composto por quatro diferentes atributos como o diâmetro, a área, o apoio recebido e a procura (Camacho-Collados et al., 2015). O modelo e o algoritmo foram testados em um estudo de caso na zona central de Madrid e o tempo de computação máximo registado foi de 60 segundos. Esse modelo e algoritmo também foram implantados em um sistema de suporte a decisão no estudo de Camacho-Collados e Liberatore (2015).

Um problema de zonamento para um serviço de transporte escolar em autocarros na Suécia foi analisado por Shirabe (2012), cujo objetivo foi demonstrar o funcionamento de uma heurística *map algebraic*, visando obter a solução de custo mínimo na alocação de duas ou mais zonas. A heurística foi capaz de lidar com problemas de grande escala e a maior parte das instâncias do problema foram resolvidos em até 720 segundos.

Uma heurística construtiva (*constructive heuristic*) e uma heurística de pesquisa local (*neighborhood search*) foram utilizadas em problema de zonamento para uma companhia de comboios (Xie & Ouyang, 2016), tendo como objetivo dividir uma rede não dirigida em um conjunto fixo de zonas, considerando critérios operacionais como a contiguidade, a compacidade do distrito, o equilíbrio da carga de trabalho, e ajudando na confiabilidade dos serviços dos chamadores de comboios (*train caller*), os quais são responsáveis por anunciar os destinos dos comboios. Os autores implementaram computacionalmente

as duas heurísticas, e obtiveram bons resultados com um tempo de CPU inferior a 5.845 segundos, superando inclusive o *software* comercial Gurobi (tempo de CPU 7.200 segundos) nas experiências reportadas pelos autores (Xie & Ouyang, 2016).

O modelo de PIM foi utilizado para a resolução de um problema de zonamento para uma empresa de bebidas engarrafadas em Monterrey, México (Ríos-Mercado & López-Pérez, 2013). O objetivo foi o de encontrar um conjunto de zonamentos urbanos, sujeito a critérios como compactação, equilíbrio da carga de trabalho entre as equipas de distribuição e contiguidade entre os territórios. Além disso, a empresa ainda sugeriu que os novos planos mantivessem uma certa similaridade com o plano de zonamento em vigor. Ao tentar resolver o problema por métodos exatos (*branch-and-bound*), notou-se que não foi possível obter soluções com um número superior a 150 nodos. Sendo assim, uma heurística de resolução interativa foi proposta, tendo sido possível obter bons resultados em casos reais com 5.000 a 10.000 unidades básicas e 50 zonas, ao fim de um tempo de CPU máximo de 43.174 segundos (~ 12h).

As heurísticas são adequados apenas para casos mais específicos, pois são métodos considerados dependentes do tipo de problema (Martí & Reinelt, 2011). Por isso, alguns autores optam por utilizar as meta-heurísticas, que são heurísticas robustas e independentes do tipo do problema, podendo ser aplicadas em uma gama mais ampla de problemas. Além disso, as meta-heurísticas obtêm geralmente soluções de alta qualidade em um tempo razoável, principalmente em problemas de grande complexidade computacional (Caserta & Voß, 2009). Esses métodos têm sido aplicados para resolver problemas de zonamento, em diversas áreas como a política, escolar, segurança, setor elétrico, distribuição de mercadorias e entre outros. Por exemplo, Assis, Franca e Usberti (2014) utilizaram uma *framework* de solução baseada em uma meta-heurística GRASP (*Greedy Randomized Adaptive Search Procedure*) e uma técnica de escalarização multicritério, para resolver um problema de zonamento capacitado, no setor energético. Os testes computacionais comprovaram a eficácia do algoritmo em uma rede de seis milhões de clientes na cidade de São Paulo, com um tempo de CPU inferior a 109 segundos.

O algoritmo GRASP também foi utilizado em um problema de zonamento de uma empresa de bebidas engarrafadas em Ríos-Mercado e Salazar-Acosta (2011). Para esse caso, o algoritmo GRASP foi melhorado, tendo sido capaz de construir zonas de forma simultânea, em duas etapas principais, usando diferentes critérios, diferenciando-se dos demais (que constroem uma zona de cada vez). Os resultados experimentais demonstraram que o método utilizado é capaz de construir zonas aceitáveis, que podem

ser melhoradas por um algoritmo de pesquisa local eficaz, com um esforço computacional relativamente pequeno (tempo de CPU inferior a 300 segundos).

O redesenho de fronteiras para um comando policial foi desenvolvido para o departamento de polícia em Buffalo, Nova Iorque, EUA (D'Amico, Wang, Batta, & Rump, 2002). O objetivo do estudo foi propor um uso efetivo das viaturas nas zonas e manter um equilíbrio na carga de trabalho entre os policiais, mantendo a contiguidade, compacidade, convexidade e tamanho das zonas. Para a solução desse problema, foi utilizado a meta-heurística de arrefecimento simulado (*Simulated Annealing*), pois os objetivos e as restrições eram considerados altamente não-lineares.

Os algoritmos genéticos (GA) são inspirados na biologia evolutiva (hereditariedade, seleção natural e mutação), e têm vindo a ser muito usados em problemas de zonamento. Por exemplo, Datta, Malczewski e Figueira (2012) propuseram um GA multiobjectivo para unidades censitárias, visando a obtenção de um maior nível de compacidade e uniformidade da população. Este estudo utilizou os dados dos setores censitários das regiões metropolitanas de Londres, Ontário, Canadá. Os resultados obtidos indicaram que o GA poderá fornecer soluções melhores do que as disponibilizadas pelos setores censitários.

Num outro estudo, Datta *et al.* (2013) desenvolveram um GA multiobjectivo para um problema de zonamento das autoridades estratégicas de saúde nacional localizados na região leste da Inglaterra. Nesse estudo, um conjunto de objetivos foram propostos para um território administrativo de saúde, como compacidade, igualdade entre os limites das autoridades locais em vigor, além da homogeneidade em relação ao tamanho, idade e situação económica da população. O GA foi executado para 10.000 gerações tendo uma população de 100 soluções, o tempo de CPU foi cerca de 26.400 segundos. No cenário (*County Scenario*), o algoritmo obteve um bom desempenho, tendo sido consistente com os limites do condado, mas no cenário (*The District Scenario*) isso não foi possível, devido à dificuldade em assegurar uma alocação que satisfizesse a igualdade entre os limites das autoridades locais em vigor.

Por último, o estudo de Steiner *et al.*, (2015) utilizou os GA multiobjectivo desenvolvido em Datta *et al.* (2013), para o zonamento do sistema de cuidados de saúde no estado do Paraná, Brasil. Este estado possui atualmente um total de 399 cidades (unidades básicas), divididas em 83 microrregiões (zonas). Para este caso, três objetivos foram definidos: a maximização da homogeneidade da população das microrregiões, a maximização da variedade dos procedimentos médicos oferecidos nas microrregiões e, por último, a minimização das distâncias entre as microrregiões. Esses objetivos foram restritos a cinco condições: integridade de um município, contiguidade de uma microrregião, não incorporação de uma

microrregião, número de microrregiões (trata-se de um valor a ser fixado, o qual não poderá superar o valor máximo = 83) e o número de municípios dentro de cada microrregião (tendo um tamanho máximo de 399 municípios). O tempo total de CPU para a execução da população de 1.000 soluções e 10.000 gerações foi de 270.900 segundos. O estudo concluiu que, com esse modelo MO, foi possível obter 92 soluções viáveis e não dominadas, todas melhores que o plano de zonamento em vigor.

2.4 Problemas logísticos de nível tático e operacional

Os problemas relacionados com rotas, atribuição e escalonamento nos serviços de CSD vêm sendo abordados constantemente na literatura recente, podendo ser resolvidos individualmente ou de forma integrada (Tabela 2).

Tabela 2 - Estudos no contexto dos CSD: problemas de nível tático e operacional.

Autores	Tipo de Problemas	Modelos	Métodos
Bertels e Fahle (2006)	R	PL	Meta-heurística
Everborn <i>et al.</i> (2006)	E	PI	Heurística
Chahed <i>et al.</i> (2009)	R, E, I	PI	Exato
Kergosien <i>et al.</i> (2009)	R	PI	Exato
Hertz e Lahrichi (2009)	A	PIM	Meta-heurística e Exato
Trautsamwieser e Hirsch (2011)	E	PI	Meta-heurística
Rasmussen <i>et al.</i> (2012)	R, E	PI	Exato
Allaoua <i>et al.</i> (2013)	R	PI	Meta-heurística
Bastos <i>et al.</i> (2013)	R	PIM	Heurística
Cappanera e Scutella (2013)	R, E	PI	Exato
Liu <i>et al.</i> (2013)	R	PIM	Meta-heurística
Carello e Lanzarone (2014)	E	PI	Exato
Lanzarone e Matta (2014)	A	PIM	Meta-heurística
Liu <i>et al.</i> (2014)	R	PIM	Meta-heurística
Mankowska <i>et al.</i> (2014)	R, E	PIM	Heurística
En-Nahli <i>et al.</i> (2015)	R, E	MO	Exato
Fikar e Hirsch (2015)	R, E	PIM	Meta-heurística
Issaoui <i>et al.</i> (2015)	E	PIM	Meta-heurística
Maya Duqye <i>et al.</i> (2015)	R, E	MO	Exato
Rest e Hirsch (2015)	R	PI	Meta-heurística
Yalcindag <i>et al.</i> (2015)	E	PIM	Técnica não paramétrica
Braekers <i>et al.</i> (2016)	E	MO	Meta-heurística
Decerle <i>et al.</i> (2016)	R, E	PIM	Meta-heurística
En-Nahli <i>et al.</i> (2016)	R	PIM	Meta-heurística
Wirnitzer <i>et al.</i> (2016)	E	PIM	Exato
Alves <i>et al.</i> (2017)	E	PI	Meta-heurística
Cappanera e Scutella (2017)	A, E, R	PI	Heurística
Quintana <i>et al.</i> (2017)	E	MO	Heurística
Mosquera <i>et al.</i> (2018)	E	PI	Heurística
Alves <i>et al.</i> (2018)	E	PI	Meta-heurística

Legenda:

R: Rotas

E: Escalonamento
A: Atribuição
I: Inventários
PL: Programação Linear
PI: Programação Inteira
PIM: Programação Inteira Mista
MO: Multiobjectivo

O roteamento é geralmente tratado como um problema de grande complexidade computacional, e é tipificado como um Problema de Roteamento de Veículos (VRP), ou Problema do Caixeiro Viajante (TSP), entre muitos outros tipos. Os métodos de resolução se baseiam principalmente na aplicação de heurísticas ou meta-heurísticas. Apenas em casos de pequenas instâncias, os métodos exatos são utilizados.

O problema do caixeiro-viajante, ou *Travel Salesman Problem* (TSP), é amplamente estudado em problemas de otimização combinatória. Este problema visa encontrar o caminho mais curto a ser percorrido pelo caixeiro, tendo de passar necessariamente em um determinado número de cidades e regressar, no final, à cidade de partida (Laporte, 1992). À medida que aumenta o número de cidades a serem visitadas pelo caixeiro, há um aumento exponencial no tempo de computação necessário para obter a solução ótima. Estes tipos de problemas são pertencentes à classe de problemas NP-Difícil, e, em determinadas instâncias (a partir de determinadas dimensões, relativamente pequenas), não há algoritmos que encontrem as soluções ótimas em tempo polinomial.

O TSP poderá ser formalmente definido por uma rede $G=[N, A, C]$, onde N é o conjunto de nodos, A o conjunto de arcos e C a matriz de custos (Anaya Fuentes *et al.*, 2016). O C_{ij} representa o custo de deslocação entre os nodos i e j . A resolução requer um ciclo Hamiltoniano em G , ou seja, o caixeiro deverá passar por cada nodo i apenas uma única vez, e, no fim, tem de retornar ao nodo de origem, essa rota irá considerar o menor caminho possível, conforme representado na Figura 4.

Nos serviços de CSD, o TSP vem sendo utilizado frequentemente para problemas de roteamento, como em Kergosien, Lenté e Billaut (2009), onde é proposto um modelo de programação inteira para resolver um problema múltiplo de TSP com janela de tempo (mTSPWT) no contexto dos CSD franceses. O objetivo desse estudo foi o de definir um plano de rotas, sujeito a condições de coordenação nas casas dos utentes, permitindo os cuidados simultâneos (dois ou mais profissionais ao mesmo tempo) quando necessário. O tempo computacional necessário para a resolução deste problema ficou entre os 600 e os 3.600 segundos. Entretanto, os autores concluíram que, quanto menor é o número de serviços diferentes

a prestar, maior é o número de soluções geradas. Por fim, os autores sugeriram a utilização de uma heurística de geração de colunas para resolver problemas de grandes instâncias (Kergosien *et al.*, 2009).

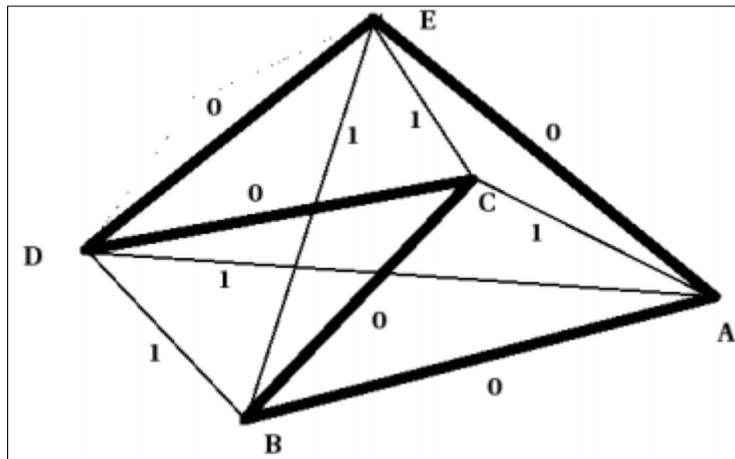


Figura 4 - Problema do caixeiro-viajante.
Fonte: edurev.in (2019).

O mTSPWT também foi proposto para a otimização de um plano de escalonamento e rotas, em Allaoua *et al.* (2013). Um modelo de Programação Inteira (PI) foi utilizado para pequenas e médias instâncias. Uma meta-heurística de decomposição foi aplicado em 190 instâncias por Allaoua *et al.* (2013), como proposto por Kergosien *et al.* (2009), e obteve bons resultados com um baixo tempo de computação (tendo um tempo de CPU máximo de 3.383 segundos).

Em En-nahli *et al.* (2015), o mTSPWT foi resolvido por meio de um modelo de otimização multiobjectivo. Neste caso, foram consideradas a disponibilidade e as preferências do utente, a compatibilidade das necessidades do utente com as competências do cuidador, e também o intervalo para o almoço (En-nahli *et al.*, 2015). As funções objetivo consideradas foram o equilíbrio da carga de trabalho, o tempo mínimo de espera, a minimização do tempo de deslocação e a satisfação máxima do utente. Os resultados demonstraram que o modelo pode ser vantajoso na tomada de decisão, mas apenas para problemas de pequenas e médias instâncias.

Em Braekers *et al.* (2016), também foi proposto um modelo otimização multiobjectivo para o mesmo tipo de problema. As funções objetivo desse modelo foram a minimização do custo total e da inconveniência do cliente. Uma meta-heurística que incorpora uma heurística *Large Neighborhood Search* (LNS) foi proposta para a resolução do problema. Os resultados obtidos por meio da meta-heurística, no caso de estudo apresentado pelos autores, foram tão bons como as soluções exatas obtidas em pequenas instâncias com esse modelo. Além disso, após uma análise dos resultados, foi revelado

que os provedores de CSD se debatem, fundamentalmente, em encontrar o melhor compromisso entre os custos da prestação dos serviços e a satisfação das necessidades e conveniências dos clientes.

A otimização multiobjectivo também foi aplicada para um problema de escalonamento em Issaoui *et al.* (2015), no contexto dos CSD. Esse estudo tem objetivos similares ao de En-nahli *et al.* (2015), mas propõe uma nova meta-heurística com três fases para resolver o problema. Na primeira fase, um problema de atribuição foi resolvido por meio de um algoritmo de escalonamento *Longest Processing Time* (LPT). Na segunda fase, o problema de rotas foi resolvido com o auxílio do algoritmo *Variable Neighborhood Descent* (VND). Por fim, um processo de refinamento da satisfação do utente foi aplicado. Os resultados computacionais confirmaram a eficiência da meta-heurística (VND+LPT), quando comparada com outros algoritmos como o VND+SPT (*Shortest Processing Time*) e o VNS (*Variable Neighborhood Search*). O tempo total de CPU nas instâncias analisadas foi de 670 segundos no VNS, 689 segundos no VND+LPT e 759 segundos no VND+SPT.

Uma meta-heurística composta por duas fases foi proposta por Decerle *et al.* (2016), em um problema de escalonamento e rotas caracterizado como uma extensão do TSPTW (*Travel Salesman Problem Time Windows*). Numa primeira fase, foram resolvidos o escalonamento e as rotas dos enfermeiros, e, numa segunda fase, foram resolvidos os mesmos problemas apenas para o caso dos profissionais não licenciados. O objetivo foi minimizar o custo total de transporte e as horas de trabalho de todos os membros das equipas. O estudo concluiu que essa meta-heurística é capaz de obter bons resultados com um tempo de CPU baixo (inferior a 3.600 segundos), mas apenas em problemas de pequena e média instâncias (Decerle *et al.*, 2016).

Kuo *et al.* (2016) desenvolveram um sistema para o escalonamento e roteamento dos serviços CSD de Taiwan. Esse problema foi resolvido como um problema múltiplo do caixeiro-viajante (MTSP) e foi resolvido por um algoritmo genético. O estudo propôs um agrupamento de utentes (percorrendo a menor distância possível) e a geração de um cronograma semanal ou mensal de trabalho (conforme as competências de cada enfermeiro).

Um modelo multiobjectivo para o problema do roteamento foi proposto em Maya Duque *et al.* (2015), tendo como objetivos a maximização do nível de serviço e a minimização da distância percorrida pelos técnicos dos serviços CSD da Bélgica. As estratégias de solução foram divididas em dois estágios. No primeiro estágio, o nível de serviço foi otimizado. Já no segundo estágio, o algoritmo de pesquisa local foi utilizado para minimizar a distância a ser percorrida, mas mantendo o nível de serviço encontrado no

primeiro estágio (Maya Duque *et al.*, 2015). Com a aplicação desse método, foi possível obter bons resultados, com um excelente desempenho computacional (com tempo de CPU inferior a 110 segundos).

O problema de roteamento de veículos ou *vehicle routing problem* (VRP) é considerado um problema de otimização combinatória que procura atender um número de clientes com uma frota de veículos, objetivando a minimização nos custos de deslocação. O VRP foi proposto inicialmente por Dantzig e Ramser (1959) e vem sendo muito frequentemente analisado na literatura. Eksioglu, Vural e Reisman (2009) encontraram cerca de 1.021 artigos sobre esse tema. O VRP consiste em definir um plano de roteamento de custo mínimo de clientes com procuras conhecidas, utilizando uma frota de veículos, e tendo como ponto de origem um ou mais depósitos. Para a resolução do VRP, é necessário a utilização de heurísticas e meta-heurísticas, pois este tipo de problema também é caracterizado como NP difícil (Eksioglu *et al.*, 2009). Na Figura 5 é possível analisar uma solução “clássica” de VRP, representada por quatro veículos e um depósito.

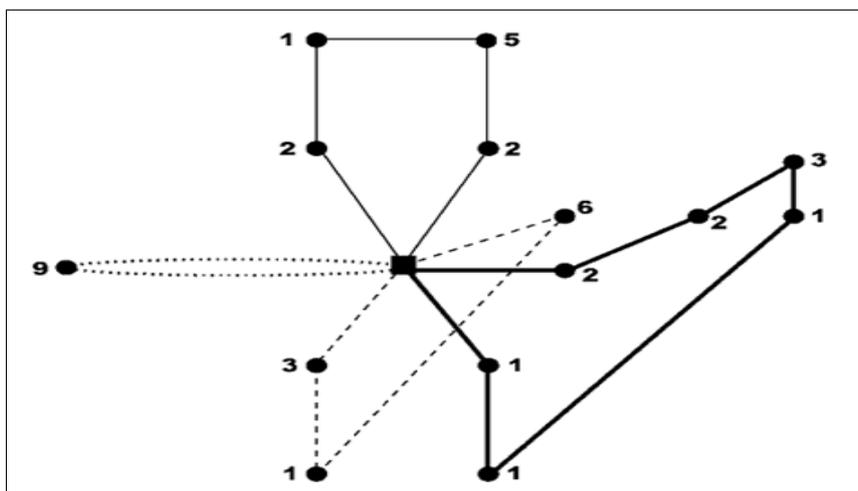


Figura 5 - Exemplo de solução para o problema de roteamento de veículo (VRP).
Fonte: Laporte (2007).

O VRP poderá ser representado como um problema de teoria dos grafos, o qual $G = (V, A)$ é um grafo completo, onde $V = \{0, 1, \dots, n\}$ é o conjunto de nodos ou vértices, e A o conjunto de arcos. O conjunto de vértices corresponde aos clientes com procuras não negativas (d_j), e o vértice 0 representa o depósito (ponto de origem dos veículos). O custo (C_{ij}) está associado a cada arco $(i, j) \in A$, que representa o custo de deslocação entre os vértices i e j . Além disso, a soma da procura dos vértices a serem visitados não poderá exceder a capacidade do veículo. Alguns algoritmos exatos são adequados para a resolução do VRP de pequenas instâncias, e são geralmente baseados em programação inteira, programação dinâmica e *branch-and-bound* (Laporte, 2007). Para casos de médias e grandes instâncias, é necessário

a aplicação de heurísticas como a heurística das poupanças de Clarke e Wright (1964), ou por meio de meta-heurísticas utilizando a pesquisa local, *population search* ou *learning mechanisms* (Laporte, 2007).

Estes tipos de métodos também vêm sendo aplicadas para o problema VRP no contexto dos CSD. Por exemplo, Bastos *et al.* (2015) aplicaram uma variante da heurística das poupanças para a resolução de um problema de escalonamento e roteamento nos serviços de CSD de Portugal. Para esse caso também foram consideradas as prioridades de cada utente, conforme seu grau de assepsia (Bastos *et al.*, 2015). Essa heurística obteve bons resultados, e também foi utilizada para o desenvolvimento de um aplicativo (denominado de *Health at Home*) para a otimização do problema das rotas.

Um problema de roteamento foi formulado como VRP por En-nahli *et al.* (2016), tendo incluído as janelas de tempo e a sincronização de visitas. Para a resolução desse problema, os autores sugeriram um modelo de Programação Inteira Mista (PIM), cujo objetivo foi o de minimizar o tempo de viagem dos técnicos. A estratégia de solução foi dividida em três fases. Inicialmente, uma solução foi obtida por meio de uma heurística construtiva. Numa segunda fase, uma variável de *neighborhood descent* foi aplicada para melhorar a solução inicial. Logo depois, uma meta-heurística de pesquisa local iterativa definiu a melhor solução atual e iniciou as iterações. Para esse caso, foram considerados 15 instâncias com diferentes janelas de tempo (pequena, média e grande), tendo apenas cerca 10% de visitas sincronizadas. Por fim, foi possível observar que a variável de vizinhança move a melhor inserção, ajudando significativamente no tempo de execução.

Em Liu *et al.* (2013), duas meta-heurísticas (GA e TS) foram aplicadas a um problema de roteamento de veículos com entregas e recolhas simultâneas e janelas de tempo (VRPSDPTW). Este estudo analisou um problema de programação diária dos veículos de uma empresa de cuidados de saúde domiciliar, para a entrega de medicamentos, dispositivos médicos, recolha de amostras biológicas, resíduos médicos e medicamentos não utilizados. O objetivo foi o de minimizar o custo total do veículo para o atendimento dos pedidos dos utentes. Os dois métodos foram testados em diferentes instâncias. Por meio dos resultados obtidos, constatou-se que esses dois métodos forneceram boas soluções em um período de tempo razoável, superando, neste aspeto, os métodos até então conhecidos da literatura (Liu *et al.*, 2013).

Um problema de roteamento de veículos periódico com janelas de tempo (PVRPTW) foi analisado por Liu *et al.* (2014). Este problema é uma combinação do VRPTW e do problema de roteamento de veículos periódico (PVRP). Os serviços prestados pela empresa são: o transporte de medicamentos e dispositivos

médicos entre o depósito de CSD e as residências dos utentes, o fornecimento de medicamentos especiais do hospital aos utentes e o transporte das amostras de sangue dos utentes ao laboratório. O objetivo do estudo foi minimizar os custos de roteamento em um longo horizonte de tempo. Para a resolução deste problema, foi aplicada uma meta-heurística TS com uma combinação de LS. Os resultados demonstraram que a meta-heurística TS apenas obtinha bons resultados quando a restrição de Chao *et al.* (1995) (utilização de todos os veículos) não é satisfeita; caso contrário, os resultados eram piores que os obtidos na literatura.

No apoio à programação diária dos serviços CSD austríacos foi também utilizado uma meta-heurística TS, para a análise de um cenário de risco (pandemias e ondas de calor). Os resultados revelaram que seria possível reduzir o tempo de deslocação dos enfermeiros pela utilização do transporte multimodal como transportes públicos, carro, bicicleta e caminhando (Rest & Hirsch, 2015).

O problema de roteamento ou *dial-a-ride problem* (DARP) consiste na designação do roteamento de veículos, provenientes do agendamento de usuários que solicitam entregas e/ou recolhas (Cordeau & Laporte, 2007). O objetivo é desenvolver um plano de rotas para os veículos disponíveis, que seja capaz de acomodar o maior número possível de clientes com o menor custo possível. Dois objetivos são típicos do problema DARP: a minimização do custo sujeito à satisfação da procura, e a maximização da satisfação sujeito à disponibilidade do veículo. Como poderá ser analisado na Figura 6, onde dois táxis procuram os seus clientes e os deixam em seus respectivos destinos, no táxi 1 há uma partilha do veículo pelos clientes 1 e 2.

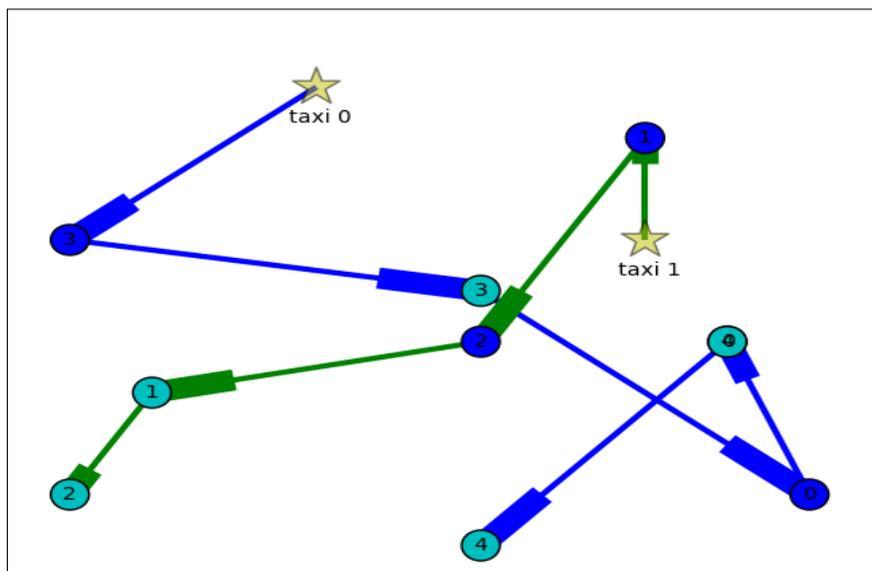


Figura 6 - Exemplo de solução para o problema Dial-a-Ride (DARP)
Fonte: Handler e Stern (2013).

Este tipo de problema pode ser abordado de forma estática ou dinâmica (Cordeau & Laporte, 2007). Na forma estática, todas as requisições são conhecidas antecipadamente e a rota não sofre alterações; na forma dinâmica, as requisições são feitas ao longo do dia e o plano de rota é ajustado de acordo com a procura. Os custos estão relacionados com o tamanho da frota, operação, utilização ocasional de veículos extras e salário dos motoristas. A qualidade do serviço é baseada na duração da rota, tamanho da rota, tempo de espera do cliente e o tempo de viagem dos clientes (Cordeau & Laporte, 2007). Além disso, é comum, em modelos de DARP, que os clientes determinem janelas de tempo para a sua partida e chegada (Mauri & Lorena, 2009).

No contexto dos CSD, o DARP é um tipo de problema relativamente pouco analisado na literatura atual, mas a aplicação dos métodos já conhecidos poderá permitir obter planos de roteamento mais sustentáveis do que os atuais, em muitos sistemas reais. O estudo de Fikar e Hirsch (2015) propôs um compartilhamento de veículo, objetivando a redução nos custos de transporte. Para esse caso, foi desenvolvida uma meta-heurística de dois estágios. No primeiro estágio, as possíveis rotas a serem caminhadas pelos técnicos são definidas por um modelo *set-partitioning* (SP). Já no segundo estágio, a heurística das poupanças conjugada com uma meta-heurística de pesquisa tabu, foram utilizadas para determinar as rotas de entrega e recolha dos técnicos. O tempo de computação foi de cerca de 3600 segundos por zona. Além disso, os resultados demonstraram que é possível reduzir o número de veículos sem afetar a qualidade do serviço.

Na Península Ibérica, o problema do escalonamento no contexto dos CSD vem sendo também discutido. No estudo de Quintana *et al.* (2017), um método *ad-hoc clustering* com uma abordagem heurística foi utilizado. O objetivo foi o de minimizar o tempo de não produtividade e obter soluções alternativas que aumentassem a eficiência do plano de escalonamento da empresa, em Madrid. O método foi aplicado a uma instância contendo 29.034 tarefas, distribuídas em 13.344 serviços, tratando-se de uma instância com tamanho superior às instâncias tratadas nos restantes estudos encontrados na literatura. As soluções obtidas pelo algoritmo Ward permitiram reduzir os custos relativos ao plano de escalonamento utilizado até então.

Em Portugal, dois estudos de escalonamento foram desenvolvidos, ambos para um centro de saúde do concelho de Bragança. Em um deles, Alves *et al.* (2017), o objetivo foi desenvolver um escalonamento automático para visitas domiciliárias, minimizando o tempo gasto em todas as visitas e,

consequentemente, reduzindo os custos envolvidos. Para a resolução do problema, dois algoritmos foram desenvolvidos em Matlab, um algoritmo genético e o *Particle Swarm Optimization* (PSO). Os resultados demonstraram que o algoritmo genético obteve soluções mais homogêneas que o PSO. Em ambos os algoritmos, se obteve uma redução de 109 minutos, quando comparado ao escalonamento manual. Por fim, em Alves *et al.* (2018), foi utilizado apenas o algoritmo genético para a resolução de um problema de escalonamento dos veículos, objetivando a minimização do tempo gasto nas viagens das equipas. Com o escalonamento de veículos obtidos por meio desse algoritmo, foi possível reduzir, em cerca de 30%, o tempo gasto para realizar todas as visitas, quando comparado ao plano em vigor no sistema em estudo.

2.5 Síntese

Como foi possível analisar no decorrer deste capítulo, apenas cinco estudos utilizaram modelos para resolver problemas de zonamento no contexto dos CSD. As formulações aplicadas nestes estudos foram o PIM (Programação Inteira Mista), MO (Multiobjetivo) e Não-Linear, e a maior parte dos modelos foram resolvidos por meio heurísticas como *Tabu Search* e *Greedy heuristic method*. Contudo, em alguns dos casos, nota-se que não há utilização de dados reais, nem a utilização de diferentes contextos geográficos (cidades, concelhos ou países) para efeitos de análise comparativa. Isso ilustra a lacuna existente na literatura atual em problemas de nível estratégico no contexto dos CSD.

Ao relacionar os resultados obtidos nesta revisão de literatura com as questões de investigação desta tese, reforça-se a necessidade do desenvolvimento de novos estudos de zonamento para os cuidados de saúde ao domicílio. Quando se analisa os estudos de zonamento em outras áreas de atividade, é possível identificar a existência de investigações mais avançadas, estando disponíveis um maior leque de abordagens, modelos e tipos de restrições, incluindo métodos para problemas de compacidade, contiguidade, entre outros, além de diversas heurísticas e meta-heurísticas para a resolução de problemas de grande dimensão. No presente estudo, pretende-se fazer a integração do problema de zonamento com o de planeamento de rotas. Adicionalmente, pretende-se desenvolver e aplicar modelos para resolver problemas similares em diferentes contextos geográficos (e políticos/organizacionais), utilizando dados reais.

Dada a complexidade que será imposta (implicitamente, pela natureza dos problemas a tratar) ao investigador no desenvolvimento desta tese, surge a necessidade de definir e classificar as metodologias

a serem utilizadas para cumprir os objetivos propostos. Neste sentido, no próximo capítulo serão apresentados os métodos utilizados pelo investigador no desenvolvimento da tese.

“Se tu o desejas, podes voar, só tens de confiar muito em ti.”

Steve Jobs

3

METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

CONTEÚDO

3.1 Introdução	36
3.2 Formulação do tópico de investigação	37
3.3 Fontes de investigação	39
3.4 Filosofia de investigação	40
3.5 Abordagens de investigação	41
3.6 Escolha metodológica.....	42
3.7 Natureza da investigação.....	43
3.8 Estratégias da investigação.....	43
3.9 Horizonte do tempo de investigação	47
3.10 Técnicas e procedimentos para recolha e análise de dados.....	47
3.11 Síntese	49

Neste capítulo apresenta-se os métodos de investigação utilizados no desenvolvimento do presente estudo. Esses métodos classificam-se com base na *framework* de Saunders, Lewis e Thornhill (2012). Na parte externa da *framework*, é formulado o tópico de investigação e são definidas as fontes de investigação a serem utilizadas. Logo depois, na parte interna da *framework*, define-se a filosofia e as abordagens de investigação, a escolha metodológica, a natureza da investigação, as estratégias a serem utilizadas, o horizonte do tempo considerado, além das técnicas e procedimentos adotados para a recolha e análise dos dados.

3.1 Introdução

A caracterização da pesquisa trata da classificação de todas as fases necessárias para o planeamento de um processo investigativo e científico. Para essa etapa da tese foi definido, como base, o modelo designado por *framework* de Saunders, Lewis e Thornhill (2012), esquematizado na Figura 7.

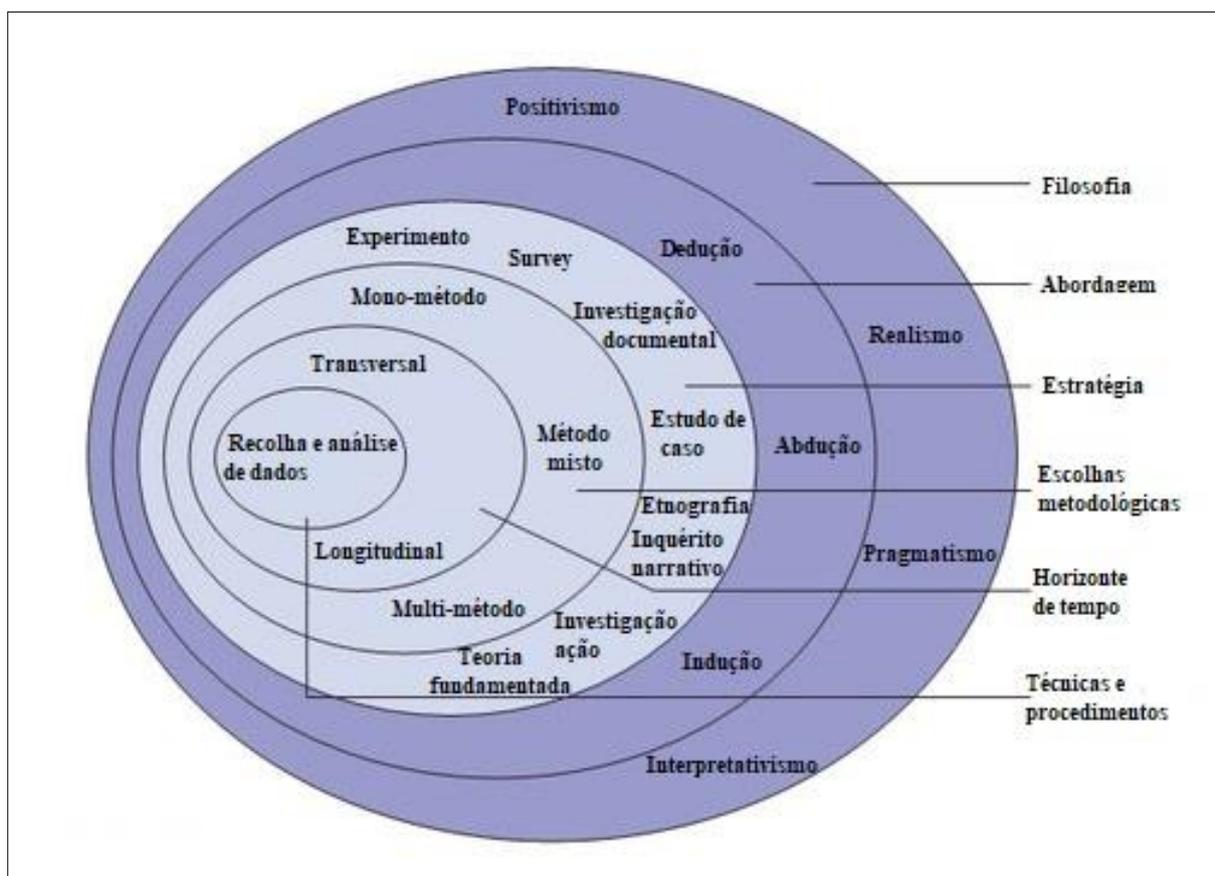


Figura 7 - *Framework* do processo de investigação (adaptado de Saunders, Lewis e Thornhill, 2012).

O processo de investigação da *framework* é analisado de fora para dentro. Antes de analisar a parte interna, é necessário analisar a sua parte externa que é composta pela formulação do tópico de investigação e as fontes de investigação. Logo depois de analisar a parte externa, aplica-se uma das

filosofias da investigação: Positivista, Realista (Fenomenológica) ou Interpretativa (Construtivismo social). Na segunda etapa, é definida a lógica da investigação representada por dedutiva e indutiva. Na terceira etapa, são definidos os tipos de estratégias de investigação: Experimental, *Survey*, Estudo de caso, Bibliográfica, Etnográfica ou Investigação-Ação. Na quarta etapa, o horizonte de tempo é categorizado em Transversal ou Longitudinal. Já na última etapa, a recolha de dados é caracterizada por amostragem, dados secundários, observação, entrevista, questionário, ou um misto das anteriores. As etapas seguidas neste estudo são apresentadas nos próximos subcapítulos.

3.2 Formulação do tópico de investigação

A formulação do tópico de investigação é um ponto primordial para a investigação, pois é a partir dessa escolha que o investigador poderá se sentir confortável, para que seja possível desenvolver novas competências para a investigação do tópico. De acordo com Saunders, Lewis e Thornhill (2012), trata-se de uma etapa que deverá ser efetuada cuidadosamente, para evitar-se perder o interesse pelo tópico e propiciar um melhor trabalho. Essa escolha deverá ser realizada com o auxílio do orientador e com base nas investigações presentes na literatura atual. Além disso, critérios como os recursos financeiros, o acesso aos dados e o tempo necessário para a execução da investigação, deverão ser considerados (Saunders et al., 2012). Isso permitirá que nenhum desses critérios prejudiquem o decorrer da investigação. Para o presente estudo, o investigador seguiu as etapas apresentadas na Figura 8.

A definição da escolha do tópico de investigação foi feita após uma análise do crescente interesse científico do planeamento logístico relativo às equipas de cuidados de saúde ao domicílio. Após uma breve revisão da literatura, não foram encontrados estudos relacionados a problemas de zoneamento no contexto dos CSD, envolvendo grandes instâncias, nem estudos que fizessem a comparação dos serviços domiciliários de diferentes países. Foi com base nestas lacunas, identificadas na literatura, que se definiu o possível tópico de investigação.

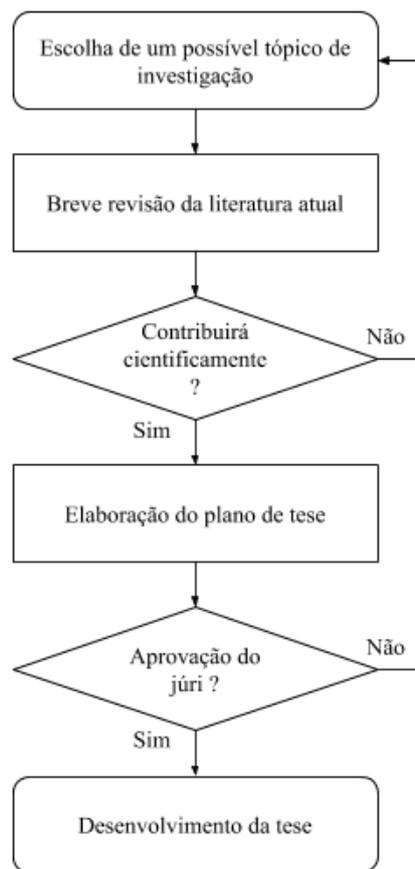


Figura 8 - Processo realizado pelo investigador para a definição do tópico de investigação.

Os estudos de casos (Brasil e Portugal) foram definidos devido à maior facilidade que se perspetivou para o acesso aos dados por parte do investigador, a partir das entidades gestoras e executoras de saúde em ambos países, e por se tratar de equipas relativamente novas, criadas em Portugal em 2006 e no Brasil a partir de 2010. O investigador contactou o gestor da ARS Norte (Portugal) e a coordenadora nacional do Programa Melhor em Casa (Brasil) e ambos demonstraram interesse em colaborar com o estudo. De acordo com Saunders *et al.* (2012), é importante que o investigador tenha acesso aos dados necessários para a sua investigação. Além disso, outros parâmetros foram considerados, em conformidade com a lista de controlo do Quadro 2.

Logo após a definição do tópico de investigação, o investigador iniciou o desenvolvimento do plano de tese. Esse plano foi apresentando a um júri composto por um membro externo à Universidade de acolhimento e dois membros internos, o qual analisou se o tópico seria adequado no âmbito do respetivo programa de doutoramento. A maior parte dos atributos presentes no Quadro 2, também foram considerados, nessa etapa, pelos membros do júri. Com a aprovação obtida, o investigador foi autorizado a iniciar o desenvolvimento da sua tese.

Quadro 2 - *Checklist* para a escolha de um bom tópico de investigação.

1	O tópico é algo em que você tem interesse?
2	Você tem as competências necessárias e poderá desenvolver o projeto dentro do cronograma?
3	Os recursos financeiros são suficientes para a realização do projeto?
4	Você está razoavelmente certo de que terá acesso aos dados?
5	O tópico atende os requisitos estabelecidos pela instituição examinadora?
6	O seu tópico inclui problemas que têm uma clara ligação com a teoria?
7	Você conseguiu formular claramente as suas questões de investigação e os objetivos?
8	O tema se relaciona com os seus objetivos, em sua carreira profissional?

3.3 Fontes de investigação

As fontes de investigação se dividem em três categorias: primárias, secundárias e terciárias (Saunders *et al.*, 2012). Os artigos científicos, teses, relatórios de empresa, publicações governamentais, entre outros, são consideradas fontes de informação primárias. Já as secundárias são representadas por livros e artigos de revisão de literatura. Por último, os dicionários, enciclopédias, resumo (*abstract*) e indexes são considerados fontes de informação terciária. Esse tipo de classificação leva em conta a precisão e o fácil acesso às informações (Saunders *et al.*, 2012). Por exemplo, um investigador obtém uma informação mais rápida sobre determinado artigo lendo apenas o resumo; no entanto, essa informação não é tão precisa, como se fosse realizada a leitura do artigo por inteiro.

Durante o desenvolvimento da revisão de literatura, esse procedimento também é muito utilizado. Inicialmente, o autor pesquisa as informações terciárias, e as classifica como relevante ou não relevante para o seu estudo. Logo depois, o autor faz uma análise completa dos artigos (informação primária) que considera relevantes. No presente estudo, esses tipos de informações foram encontrados por meio do portal eletrônico de pesquisa Scopus, utilizando as palavras-chaves apresentadas no Capítulo 2.

3.4 Filosofia de investigação

A filosofia de investigação é a primeira camada da *framework* de Saunders, e refere-se à origem, natureza e desenvolvimento do conhecimento (Bajpai, 2011). Essa etapa está diretamente relacionada com as maneiras pelos quais os dados sobre um determinado caso serão coletados, analisados e utilizados.

De acordo com o estudo de Mkansi e Acheampong (2012), muitos investigadores têm dificuldades na classificação filosófica da respetiva investigação. Isso se deve ao número de estudos que utilizam diferentes descrições, classificações e categorizações dos paradigmas e filosofias da investigação. Por

exemplo, a descrição e classificação das perspetivas de Ritchie e Lewis (2003) e de Guba e Lincoln (1989) são diferentes das utilizadas por Saunders *et al.* (2012). Com base nisso, um questionário referente a essas classificações foi aplicado para alunos de doutoramento de três universidades na Inglaterra. Os resultados apontaram que 65,4% dos estudantes preferiram as classificações e terminologias similares àquelas que são utilizadas em Saunders *et al.* (2012). Com base nestes resultados, e tendo também em conta as preferências do investigador, o presente estudo também seguirá essas terminologias e classificações na filosofia de investigação.

Na primeira camada da *framework* de Saunders *et al.* (2012), a filosofia de investigação é dividida em quatro correntes: positivismo, realismo, interpretativismo e pragmatismo, os quais se diferenciam nas suas perspetivas ontológicas, epistemológicas e axiológicas (camada externa da *framework*). O presente estudo segue uma perspetiva epistemológica, pois se baseia apenas em fenómenos observáveis e nos dados (Teixeira, Mayr, Paisana, & Vieira, 2014). Portanto, a filosofia que sustenta esse tipo de investigação é a positivista, pois é um estudo que procura resolver o problema de investigação por meio da comparação dos serviços CSD de ambos os países em análise, por meio de dados quantitativos e qualitativos obtidos por meio de um inquérito semiestruturado. Além disso, utiliza alguns desses dados para resolver os problemas de zonamento por meio de um modelo multiobjectivo.

3.5 Abordagens de investigação

As abordagens de investigação, conforme Saunders *et al.* (2012), são classificadas como dedutiva e indutiva. No entanto, complementarmente, há a abordagem abdução, que em vez de passar da teoria para os dados (como na dedução) ou dos dados para a teoria (como na indução), move-se de trás para a frente e combina dedução e indução (Saunders *et al.*, 2012; Suddaby, 2006). Essa abordagem é geralmente utilizada para tentar compreender um facto inesperado (Teixeira *et al.*, 2014).

A abordagem indutiva é mais aplicada no campo das ciências sociais, preocupando-se com o contexto em que os eventos ocorrem (Saunders *et al.*, 2012). Numa abordagem dedutiva, os conceitos precisam ser operacionalizados, de forma a permitir que os factos sejam medidos, na maior parte das vezes, de forma quantitativa. O investigador formula uma teoria e hipóteses, e estabelece a estratégia de investigação para validar e testar essas hipóteses. Os processos de uma abordagem dedutiva estão apresentados na Figura 9.



Figura 9 - Processo de uma investigação com abordagem dedutiva.
Fonte: Saunders *et al.*, (2012).

Com base nos processos apresentados na Figura 9, assume-se que a abordagem correta para este estudo é a dedutiva, pois ambos os objetivos de investigação procuram, por meio das análises quantitativos e qualitativos de dados, que a teoria seja confirmada.

3.6 Escolha metodológica

A escolha metodológica, presente na terceira camada da *framework* de Saunders *et al.* (2012), é representada pelo mono-método (qualitativo ou quantitativo), método múltiplo (utilização de diferentes técnicas qualitativas ou quantitativas) e método misto (combinação de técnicas quantitativas e qualitativas). O objetivo dessa escolha está diretamente relacionado com a coerência da investigação a ser aplicada. De acordo com Saunders *et al.* (2012), a escolha metodológica, juntamente com a

estratégia (quarta camada da *framework*), influenciarão diretamente a seleção do horizonte de tempo apropriado (quinta camada).

A forma mais simplista de se diferenciar os métodos, é relacionar dados numéricos com quantitativos, e dados não numéricos com qualitativos. O presente estudo adotará uma metodologia mista, usando métodos quantitativos e qualitativos, devido ao tipo de dados que serão obtidos por meio do inquérito semiestruturado (Apêndice I). Esse inquérito teve como objetivo obter dados qualitativos e quantitativos, relacionadas com as operações de cada equipa, incluindo indicadores de produtividade, níveis de inventário e distribuição de materiais, constituição das equipas e frotas. Os resultados do inquérito permitirão comparar as equipas, tanto a nível nacional, como entre os dois países em estudo, conforme presente no primeiro objetivo da tese. Além da aplicação deste inquérito, também foi criada uma relação dos dados necessários (quantitativos e qualitativos) para que fossem utilizados como *inputs* no sistema de suporte à decisão e na análise de custos (Apêndice II).

3.7 Natureza da investigação

De acordo com Saunders *et al.* (2012), a natureza de investigação é composta pelos estudos exploratório, descritivo e explicativo. Uma investigação exploratória é um meio valioso para obter informações sobre um determinado tema de interesse. Essa investigação é desenvolvida com o objetivo de proporcionar uma visão geral de um determinado problema (Gil, 2008). Além disso, esse tipo de investigação é utilizado quando se trata de um tema pouco explorado na literatura científica.

O presente estudo possui uma natureza do tipo exploratória, pois trata de um tema não explorado até o momento na literatura científica. Além desse fator, o estudo irá proporcionar uma visão geral do planeamento tático, operacional (por meio de um inquérito) e do plano de zonamento (por meio do modelo de otimização) das equipas de CSD em ambos os países a estudar.

3.8 Estratégias da investigação

A estratégia de investigação se define como um plano para que o investigador possa responder às suas questões de investigação. Trata-se de uma ligação metodológica entre a filosofia e a escolha subsequente para a recolha e análise de dados (Saunders *et al.*, 2012). Essas estratégias são definidas de acordo com os métodos definidos pelo investigador (quantitativo e/ou qualitativo) (Figura 10).



Figura 10 - Estratégias de investigação e métodos utilizados.

Conforme se ilustra na Figura 10, Saunders *et al.* (2012) propuseram uma separação dos tipos de estratégias de investigação conforme o método escolhido. Para a recolha de dados quantitativos, as melhores opções serão o “Experimento” e o *Survey*. Além desses, a investigação documental e o estudo de caso também poderão ser utilizados. Já para dados qualitativos, as duas últimas estratégias também poderão ser utilizadas, juntamente com a etnografia, investigação social, teoria fundamentada e inquérito narrativo.

Nas três primeiras questões de investigação, relacionadas com a correlação e caracterização dos sistemas de CSD em Portugal e Brasil, o tipo de estratégia aplicada foi o estudo de caso. Neste tipo de estratégia, há interesse em explorar um tópico ou fenómeno de investigação em seu contexto (Saunders *et al.*, 2012), algo que se aplica a esta investigação. Com essa estratégia, foi possível explorar os serviços prestados em ambos países, para além de compreender as suas operações. Essa estratégia é frequentemente aplicada em investigações de natureza do tipo exploratória e explicativa.

Como critérios dessa comparação entre os dois países, serão considerados os indicadores relacionados a constituição de equipas, carga horária, cobertura territorial, distâncias percorridas entre as instalações, número de vagas, orçamentos, produtividade e registo de informações. Estas informações consideradas em cada indicador analisado foram fornecidas pelos gestores locais de cada equipa. O objetivo dessa comparação é compreender as diferenças operacionais entre os dois países e como os problemas logísticos vêm sendo geridos por essas equipas. Além disso, um quadro contendo os pontos fortes e pontos fracos relativos aos serviços de ambos os casos serão também desenvolvidos, a fim de resumir tal comparação e, assim, responder às questões de investigação propostas.

Para as restantes questões de investigação, que estão relacionadas com o desenvolvimento e aplicação de uma ferramenta de suporte a decisão em ambos os estudos de caso, adotou-se uma estratégia do tipo experimental. De acordo com Saunders *et al.* (2012), a estratégia experimental visa estabelecer a existência de uma relação de causa e efeito entre duas variáveis. Para esse caso, as variáveis a serem analisadas são a distância entre as freguesias de um determinado concelho e o desequilíbrio da carga de trabalho entre as equipas. Entretanto, o estudo não recorreu a testes estatísticos para testar essas variáveis, mas sim um modelo de otimização multiobjectivo, o qual tem como função objetivo a minimização dessas duas variáveis. Isso permitirá que os concelhos ou determinadas regiões sejam divididas em zonas compostas por um agrupamento (*cluster*) de unidades básicas (freguesias, Unidades Básicas de Saúde, entre outros). As etapas da estratégia experimental desse estudo são apresentadas na Figura 11.

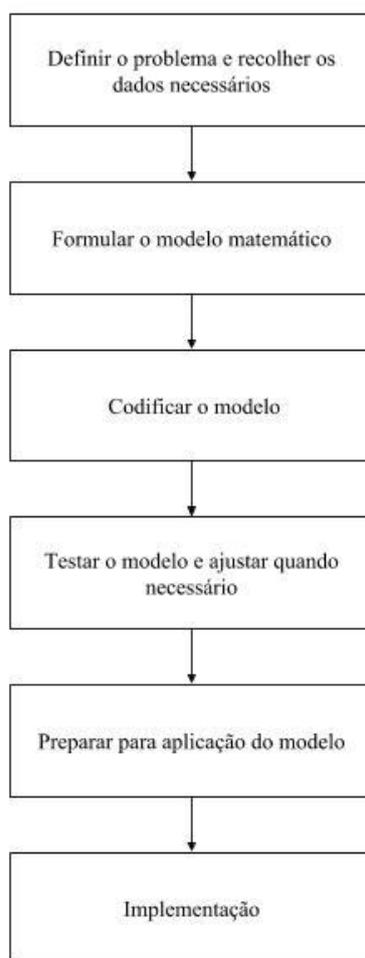


Figura 11 - Etapas da estratégia experimental.
Fonte: Adaptado de Wang (2008).

Na primeira etapa foram definidos o tipo de problema e o cenário (concelhos e cidades) a serem analisados. Logo depois dessa definição, foi encaminhado aos gestores de cada equipa uma relação de

dados necessários (Apêndice II) para a utilização no modelo. Entretanto, antes da recolha de dados foi necessário submeter esse estudo a diversas comissões de ética, para obter as autorizações necessárias. Já os dados referentes ao tempo de deslocação e às distâncias entre as unidades básicas, foram obtidos através do *Google Maps API*, por meio de uma macro desenvolvida em *MS Excel*. Na segunda etapa, após a análise de vários modelos na literatura atual, um foi escolhido e adaptado para esse tipo de problema. Após a formulação do modelo, procedeu-se à codificação em *Matlab*.

O *software* utilizado para a resolução foi o *Gurobi Optimizer 7.5* (que também tem a opção de resolver os problemas por meio de heurísticas). Na quarta etapa, iniciaram-se os testes e a validação do modelo. Inicialmente, o modelo foi testado com a resolução de uma pequena instância do problema (10 unidades básicas) em diversos cenários. Precedeu-se de seguida às alterações e retificações necessárias, pretendendo-se também incluir mais um objetivo (minimização das não conectividades) para tentar garantir a conectividade entre as zonas. Além disso, desenvolveu-se uma aplicação em *MS Excel* para que os resultados pudessem ser visualizados no *software* de geoprocessamento *QGIS* (versão 2.18.5). Com a validação do modelo geral e respetivos aplicativos, os modelos específicos de cada cenário foram preparados, tendo-se definido também um tempo máximo de 48 horas para o processo de otimização. Por fim, os modelos foram implementados nos estudos de casos e os resultados foram usados para responder à questão de investigação.

3.9 Horizonte do tempo de investigação

O horizonte do tempo de investigação, de acordo com Saunders *et al.* (2012), poderá ser classificado com transversal ou longitudinal. As investigações transversais são aquelas que analisam apenas um fenómeno num determinado momento, ou seja, é uma *snapshot* de um horizonte de tempo. Já as investigações longitudinais têm como característica o acompanhamento ao longo de um determinado período, ou seja, é representado por uma série de *snapshots* de um horizonte de tempo (Saunders *et al.*, 2012).

O presente estudo é do tipo transversal, pois durante o processo de recolha de dados esteve sob análise o período de (apenas) um mês. Esse período foi determinado devido à indisponibilidade dos dados em formato digital (na maior parte das equipas, os dados se encontravam em arquivo físico). Além disso, o investigador se deparou com algumas situações onde, no final de cada mês, as equipas eliminavam o registo mensal de visitas.

3.10 Técnicas e procedimentos para a recolha e análise de dados

Essa é última etapa da *framework*, de acordo com Saunders *et al.* (2007). Os procedimentos de recolha de dados primários são divididos em observação, questionário e entrevista. A técnica de observação é dividida em participante (qualitativa) e observação estruturada (quantitativa). A participante está relacionada com a descoberta dos significados sob as ações dos indivíduos. Já a estruturada relaciona-se com a frequência com que algo ocorre (Teixeira *et al.*, 2014).

Os tipos de entrevistas se diferenciam conforme a sua normalização e estrutura utilizada junto ao participante. De acordo com Saunders *et al.* (2012), as mais frequentes são: entrevistas estruturadas, semiestruturadas e não estruturadas. As entrevistas estruturadas, também conhecidas como entrevista de investigação quantitativa, utilizam questionários normalizados, administrados pelo entrevistador. Esses tipos de entrevistas são mais frequentes em estudos de natureza descritiva e menos frequentes em estudos explicativos (Saunders *et al.*, 2012).

Ao contrário das entrevistas estruturadas, as entrevistas não estruturadas são consideradas informais e normalmente são aplicadas para explorar, em profundidade, um determinado assunto de interesse. Esse tipo de entrevista é mais frequente em estudos exploratórios.

Por fim, nas entrevistas semiestruturadas, o investigador possui uma lista de temas e questões a serem abordadas, e que podem variar de entrevista para entrevista. Normalmente, nesse tipo de entrevista, os dados podem ser obtidos por meio de gravações ou anotações (Saunders *et al.*, 2012). Além disso, as entrevistas semiestruturadas são mais frequentes em estudos explicativos e menos frequentes em estudos exploratórios (Saunders *et al.*, 2012).

O questionário é o meio de obter dados, onde os participantes respondem a um mesmo conjunto de questões, em uma determinada sequência. Os questionários se diferenciam de acordo como eles são administrados e o tipo de contato que se tem com os entrevistados (Saunders *et al.*, 2012). Por exemplo, o questionário do tipo autoadministrado (preenchido pelos entrevistados) poderá ser enviado através da *internet*, correio postal ou entregue em mãos, e depois recolhido pelo mesmo meio do envio. Já o questionário administrado pelo entrevistador (preenchidos pelo entrevistador), poderá ser feito via telefone, *Skype*, ou por meio de entrevistas estruturadas (cara a cara). De acordo com Saunders *et al.* (2012), a escolha do questionário deverá se basear em uma variedade de fatores como, por exemplo, a sua questão de investigação, os objetivos, as características do entrevistado, entre outros fatores. Por

fim, os recursos necessários para a aplicação poderão afetar a escolha do tipo de questionário, como por exemplo, o tempo necessário para recolha de dados, os custos envolvidos, a disponibilidade dos entrevistados e a facilidade na automatização da recolha de dados.

Para esse estudo, um inquérito semiestruturado (Apêndice I) foi desenvolvido para o processo de recolha de dados junto aos gestores de cada equipa. A escolha do inquérito semiestruturado está diretamente relacionado com os objetivos centrais do estudo. Esse tipo de inquérito foi elaborado a partir de um guião de questões abertas, possibilitando a inclusão de perguntas adicionais nos casos em que se considerou necessário. Além disso, definiu-se uma duração máxima de 60 minutos para realizar cada entrevista. Adicionalmente, solicitou-se o envio prévio de uma relação de dados necessários (Apêndice II), tendo-se fixado que esse envio (por via eletrónica, para o investigador) deveria ser realizado com, pelo menos, 30 dias de antecedência da data da entrevista.

Inicialmente, os dados obtidos (quantitativos e qualitativos) foram utilizados para comparar os dois sistemas de saúde domiciliar e para resolver os problemas de zonamento (em ambos os casos), conforme descrito nos objetivos centrais da tese. No caso brasileiro, foram selecionados 4 concelhos (cidades) presentes nas regiões sul e sudeste do país. No caso português, selecionaram-se 9 concelhos pertencentes à região norte. No caso português, foram escolhidos um maior número de concelhos devido ao facto de terem, em geral, um menor número de equipas por concelho, quando comparado ao caso brasileiro.

Relativamente à análise de dados, e de acordo com Saunders *et al.* (2012), há duas formas possíveis de análise: a qualitativa e quantitativa. A análise quantitativa se baseia em interpretar dados numéricos normalizados. Por outro lado, na análise qualitativa os dados são representados por meio de palavras ou informações não normalizadas (Teixeira *et al.*, 2014).

No presente estudo realizaram-se os dois tipos de análise, quantitativa e qualitativa, com o auxílio do *MS Excel*. Isso permitiu a realização dos testes necessários para atingir os objetivos centrais da tese.

3.11 Síntese

Nesse capítulo, os métodos da presente investigação foram abordados e classificados de acordo com a *framework* de Saunders *et al.* (2012). Essa abordagem permitiu acompanhar todos os processos desenvolvidos no decorrer da investigação, desde a definição do tema até a análise dos dados recolhidos.

Além disso, esta abordagem permitiu definir, com maior clareza e rigor, todo o processo e respetivas etapas a serem seguidas ao longo da investigação.

Para que fosse possível responder às questões de investigação, foi necessário recolher dados nas equipas de CSD em ambos os países, com o auxílio de um questionário semiestruturado, o qual foi aplicado aos gestores de cada equipa de CSD. Entretanto, isso só foi possível após o investigador obter os pareceres das comissões de ética de ambos países. Com a obtenção dos dados, os mesmos (na maior parte, qualitativos) foram analisados e utilizados para responder à primeira questão de investigação. Já os dados restantes dados (quantitativos) foram utilizados como *input* no modelo de otimização para os problemas de zonamento.

No próximo capítulo serão apresentados a atual estrutura e os tipos de cuidados de saúde ao domicílio prestados no caso português e no caso brasileiro. Além disso, será apresentada uma discussão entre os dois casos para o cumprimento do segundo objetivo proposto na tese, relativo à comparação dos CSD dos dois países, tendo em conta os indicadores relacionados à gestão dos CSD, como a produtividade (número de utentes atendidos), tipos de cuidados prestados, constituição das equipas, custos, orçamentos, planeamento diário, gestão de frotas, registos de informações e tecnologias implementadas.

“O que fiz foi muito simples, transferir as pessoas de um ponto para o outro e não retornar ao ponto de partida.”

Santos Dumont

4

CUIDADOS DE SAÚDE AO DOMICÍLIO – CASOS PORTUGUÊS E BRASILEIRO

CONTEÚDO

4.1 Introdução	52
4.2 Rede nacional de cuidados continuado integrados	53
4.3 Equipa de cuidados continuados integrados.....	54
4.4 Caracterização da área de estudo em Portugal	60
4.5 Programa brasileiro Melhor em Casa.....	71
4.6 Caracterização da área de estudo no Brasil	76
4.7 Análise e discussão dos estudos de casos	82

Este capítulo começa com a uma breve descrição referente aos cuidados de saúde ao domicílio (CSD) de Portugal, tendo em conta a atual estruturação dos serviços de saúde, o funcionamento, enquadramento legal, a descrição de uma Equipa de Cuidados Continuados Integrados (ECCI), o perfil dos utentes e os tipos de cuidados prestados por essas equipas. Logo depois, apresenta-se o Programa Melhor em Casa, responsável pelos CSD do setor público no Brasil, a sua atual estruturação no âmbito dos serviços de saúde, o funcionamento, enquadramento legal, a descrição de uma EMAD e EMAP, o perfil dos utentes e os tipos de cuidados prestados por essas equipas.

4.1 Introdução

Os CSD constituem uma alternativa aos serviços tradicionais de prestação de cuidados de saúde em regime de internamento em centros de saúde e hospitais. Estes “novos” serviços permitem reduzir os custos gerais com a saúde, o número de camas ocupadas em hospitais, e a falta de cuidados informais. A falta de cuidados informais é devida, principalmente, ao estilo de vida atual, como, por exemplo, a redução continuada da natalidade ao longo dos anos e a crescente atividade da mulher no mercado de trabalho. Nos países em desenvolvimento, os serviços domiciliários são mais recentes e a sua evolução ainda é lenta, devido a diversos problemas. Por exemplo, na Turquia, os serviços domiciliários de saúde público são destinados apenas a grupos prioritários, nomeadamente utentes acamados com problemas respiratórios, doenças musculares, recém-nascidos e indivíduos em fase terminal de câncer. A população restante, que não se enquadra nos grupos prioritários, precisa de aderir aos serviços de CSD privados (Aydin *et al.*, 2015). Este e outros constrangimentos evidenciam os problemas enfrentados por países em desenvolvimento no setor de saúde. Na China foi possível identificar, por meio da aplicação de um questionário, que alguns idosos estariam dispostos a pagar por serviços privados de CSD, em virtude das suas necessidades e da falta de serviços públicos (Liu, Fu, Qu, & Wang, 2014). Já na Colômbia, as áreas periféricas das grandes cidades, com altos índices criminalidade, não recebem esse tipo de serviço, devido à falta de segurança, como forma de preservar a integridade física dos técnicos (Gutierrez & Vidal, 2015).

Os países latino-americanos também têm uma evolução demográfica similar à dos outros países em desenvolvimento presentes no continente africano e asiático. Em 2010, a população com 60 ou mais anos atingiu os 13,1% da população total, e estima-se que esse número triplicará até 2050 (Puchia & Jara, 2015). Esta tendência acarretará uma maior procura por serviços domiciliários de saúde e, conseqüentemente, a necessidade de melhorias ou amadurecimento das empresas operadoras. Na Colômbia, os resultados apontam que 22,5% das empresas autorizadas a prestar cuidados domiciliários

de saúde enfrentam graves problemas de planeamento operacional (Gutiérrez *et al.*, 2014). Esses resultados são devidos ao deficiente planeamento dessas empresas e por ser um tipo de serviço recente nesses países (nova realidade). Como exemplo, no Chile, os serviços domiciliários de saúde foram regulamentados apenas em 2010, sob a jurisdição de hospitais que procuravam descongestionar a ocupação das suas camas (Puchia & Jara, 2015).

4.2 Rede nacional de cuidados continuados integrados

Os CSD em Portugal foram implementados no âmbito da Rede Nacional de Cuidados Continuados Integrados (RNCCI). Esta rede surgiu com uma proposta de cobrir esse espaço vazio nesse setor, para colocar o país no nível médio (ou superior) de prestação de serviços de saúde dos países da União Europeia (da qual Portugal faz parte).

A RNCCI foi criada pelo Decreto-lei n.º 101/2006, desenvolvido pelos ministérios da saúde e da segurança social. O principal objetivo dessa rede foi implementar um modelo de prestação de cuidados de saúde adaptado às necessidades do cidadão, onde fosse possível receber os cuidados necessários, no tempo e local certos, pelo prestador mais adequado. A coordenação da RNCCI possui três níveis de funcionamento: central, regional e local, conforme apresentado na Figura 12.

A unidade de missão para os cuidados continuados integrados (UMCCI) é o setor responsável da rede a nível central. As suas principais funções são a coordenação, desenvolvimento e condução de projetos, além da implementação de novos cuidados e novas equipas para a RNCCI. A nível regional, o controlo é feito pelas equipas coordenadoras regionais (ECR), as quais são responsáveis pela divulgação da informação à população sobre a RNCCI, análise de propostas para integração da rede, monitorização, controlo e garantia da qualidade dos cuidados prestados, formação profissional, plano regional de implementação e previsão orçamental, além do acompanhamento e controlo da execução financeira. As ECR estão sedeadas nas Regiões Norte, Centro, Lisboa e Vale do Tejo, Alentejo e Algarve. Já as equipas coordenadoras locais (ECL) são responsáveis pela articulação e planeamento dos recursos e atividades a nível local. Além disso, são as ECL que recebem os processos de admissão dos utentes, verificam os cumprimentos dos critérios de referenciação do utente/família e providenciam os recursos das RNCCI (ARS Norte, 2014). O processo de admissão, como utente, na RNCCI é feito mediante uma proposta fundamentada da Equipa de Gestão de Alta (EGA) hospitalar ou pela Equipa Referenciadora (ER) das unidades funcionais do respetivo Agrupamento de Centro de Saúde (ACES).



Figura 12 - Estrutura da RNCCI.
Fonte: RNCCI (2009).

Os ACES foram criados apenas em 2008, e deles fazem parte as Unidades de Saúde Familiares (USF), Unidades de Cuidados de Saúde Personalizados (UCSP), Unidade de Saúde Pública (USP), Unidade de Recursos Assistenciais Partilhados (URAP) e a Unidade de Cuidados na Comunidade (UCC) (Decreto Lei n.º 28/2008 de fevereiro, 2008). Os ACES articulam-se com a RNCCI por meio da UCC, e prestam os serviços de saúde através das Equipas de Cuidados Continuados Integrados (ECCI) e das Equipas Comunitárias de Suporte em Cuidados Paliativos (ECSCP).

4.3 Equipa de cuidados continuados integrados

A ECCI é composta por uma equipa multidisciplinar, formada por médicos, enfermeiros e técnicos de serviço social. Além destes profissionais, a equipa também poderá contar com outros profissionais, como, por exemplo, nutricionistas, psicólogos e fisioterapeutas que normalmente são partilhados pelos ACES. A população alvo da ECCI deverá ser a mesma da UCC; no entanto, em casos de racionalização de recursos (humanos e materiais), a ECCI poderá ampliar a sua intervenção a áreas geográficas limítrofes (ARS Norte, 2014).

Os tipos de serviços prestados pela ECCI, de acordo com alínea 4 do artigo 9º do despacho nº10143/2009, são:

- Os cuidados domiciliários de natureza preventiva, curativa, reabilitadora, e ações paliativas;
- Os cuidados de reabilitação física;
- Apoio psicológico, social e ocupacional aos utentes, familiares e outros prestadores dos cuidados;

- Educação para a saúde dos utentes, familiares e cuidadores informais;
- Coordenação e gestão de casos com outros recursos de saúde e sociais;
- Produção e tratamento de informação nos suportes de registo preconizados no âmbito dos CSP e da RNCCI.

As admissões de utentes nas ECCI poderão ser propostas por Equipas de Gestão de Alta Hospitalares (EGA), Equipas Referenciadoras (ER), ou por meio das unidades de internamento e/ou outras equipas da RNCCI (ARS Norte, 2014). Esse pedido é encaminhado, por meio eletrónico, para a Equipa Coordenadora Local (ECL), que, juntamente com o Departamento de Contratualização - Área Funcional dos Cuidados Continuados Integrados (DC-AFCCI), analisa o processo de admissão. Para que o utente seja admitido, ele deverá reunir as condições referidas na Diretiva técnica nº1/UMCCI/2008 de 07/01/2008:

- Pessoas portadoras de diferentes níveis de dependência e que não se possam deslocar do seu domicílio;
- Pessoas com necessidades de cuidados que excedam os serviços prestados pelas USF/UCSP;
- Necessidade de cuidados domiciliários nos sete dias da semana;
- Necessidade de cuidados paliativos, incluindo compensação sintomática, possível de ser realizado no domicílio.

O utente poderá não ser admitido aos serviços domiciliários de saúde da ECCI, caso apresente alguns dos seguintes critérios:

- Doença em fase aguda que haja necessidade de internamento;
- Não tenha cuidador;
- Necessite exclusivamente de apoio social;
- Tenha, como objetivo, o estudo de diagnóstico.

Caso o utente não seja admitido, ele será encaminhado para um outro tipo de serviço da RNCCI mais adequado às suas necessidades.

No ano de 2015, cerca de 11.419 utentes foram admitidos nas ECCI em todo país (ACSS, 2015). Após a admissão, os utentes são normalmente encaminhados para a ECCI mais próxima da sua residência, mas há casos em que os utentes deverão aguardar por vagas. Ao analisar todas as regiões com cobertura dos serviços prestados pelas ECCI, a Região Norte é a que detinha o maior número de utentes a aguardar por vagas. Conforme o Relatório Anual de Monitorização da RNCCI de 2015 e divulgado em Março de

2016, um total de 85 utentes aguardaram vagas para as ECCI durante todo o ano de 2015, e cerca de 52 utentes (ou 61% do total de utentes em espera no país) eram da Região Norte, 10 utentes (12%) eram da Região Centro, 12 utentes (14%) eram da Região de Lisboa e Vale do Tejo, 7 utentes (8%) da Região do Alentejo e, por último, 4 utentes (5%) eram da Região do Algarve.

Após o surgimento da vaga, a ECL é responsável pela colocação do utente no aplicativo *Gestcare* CCI e pelo envio da informação por correio eletrónico ou contato telefónico à ECCI. A ECCI é a responsável por admitir o utente por meio do aplicativo informático, tendo um prazo de 24 horas para efetuar o primeiro contato com o utente, e até 48 horas para a realização da primeira visita multidisciplinar.

Durante o período que recebe os atendimentos, o utente das ECCI poderá deixar de receber os serviços por três motivos. O primeiro motivo é a melhoria significativa do seu quadro funcional e consequente recebimento de alta médica, e desde que sejam atingidos os objetivos propostos pela Equipa de Saúde Familiar (ESF). Essa decisão de alta é articulada entre a ECCI e a ECL. No ano de 2015, cerca de 19,7% dos utentes que receberam alta nas ECCI tiveram uma melhoria significativa de autonomia. O segundo motivo é quando o utente tem complicações no seu quadro funcional, sendo necessário o seu encaminhamento para um hospital, centro de emergência ou para uma ECSP. Caso a situação do utente implique um internamento hospitalar não inferior a oito dias, ele perderá a sua vaga na ECCI. Após esse período, o utente deverá novamente aguardar por uma vaga junto aos serviços. Por último, o utente poderá deixar os serviços em caso de óbito. No ano de 2015, a média percentual de óbitos nas ECCI foi de 15,5%, reduzindo cerca de 0,4% em relação ao ano anterior (2014). As regiões com os maiores percentuais de óbitos foram as Regiões do Alentejo (20,9%), Lisboa e Vale do Tejo (18,6%), secundadas pelas Regiões Norte (13,6%), Algarve (12,4%) e Centro (9,6%) (ACSS, 2015).

De acordo com o Relatório Anual de Monitorização da RNCCI de 2015, havia um total de 286 equipas de ECCI distribuídas pelo país, conforme se mostra na Figura 13.

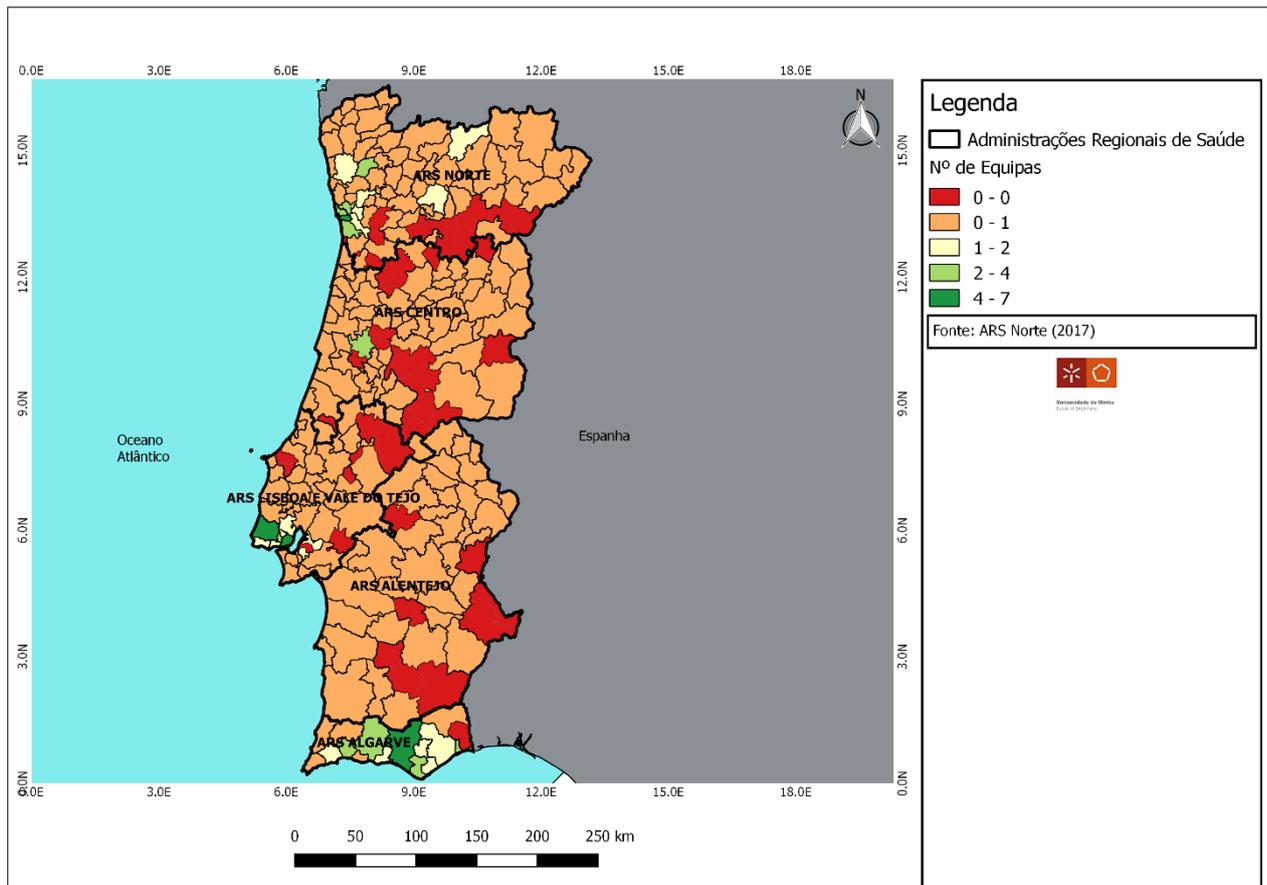


Figura 13 - Equipas de ECI distribuídas no território português.

No ano de 2017, havia cerca de 6.585 vagas disponíveis nas ECI, das quais 25% concentram-se na Região Norte, 16% na Região Centro, 32% na Região de Lisboa e Vale do Tejo, 8% na Região Alentejo, e 18% na Região Algarve. Em comparação com 2014, registou-se uma quebra de 2,7% (cerca de 181 lugares) no número de ECI. Isso ocorreu devido à diminuição do número de equipas na Região Norte (2 equipas) e devido à diminuição de vagas por equipa, como ocorrido nas Regiões Norte, Centro e Algarve. No Anexo I, indica-se o número de vagas por cada equipa. Em 2015, a média de vagas por equipa era de 20 lugares na Região Norte, 15 no Centro, 34 em Lisboa e Vale do Tejo, 15 no Alentejo e 36 no Algarve (ACSS, 2015).

De todos os utentes abrangidos pelos serviços da RNCCI, no ano de 2015, cerca de 84% possuíam idade superior a 65 anos, e 47% tinham mais de 80 anos. Isso demonstra a importância desses serviços, principalmente para os países que sofrem com o envelhecimento da população, como é o caso de Portugal, onde 19% (cerca de 2,01 milhões de pessoas) possui 65 anos ou mais (INE, 2011). Na Figura 14 é apresentado os valores da população com idade igual ou superior a 65 anos em relação à população global, distribuídos por todo o território continental nacional.

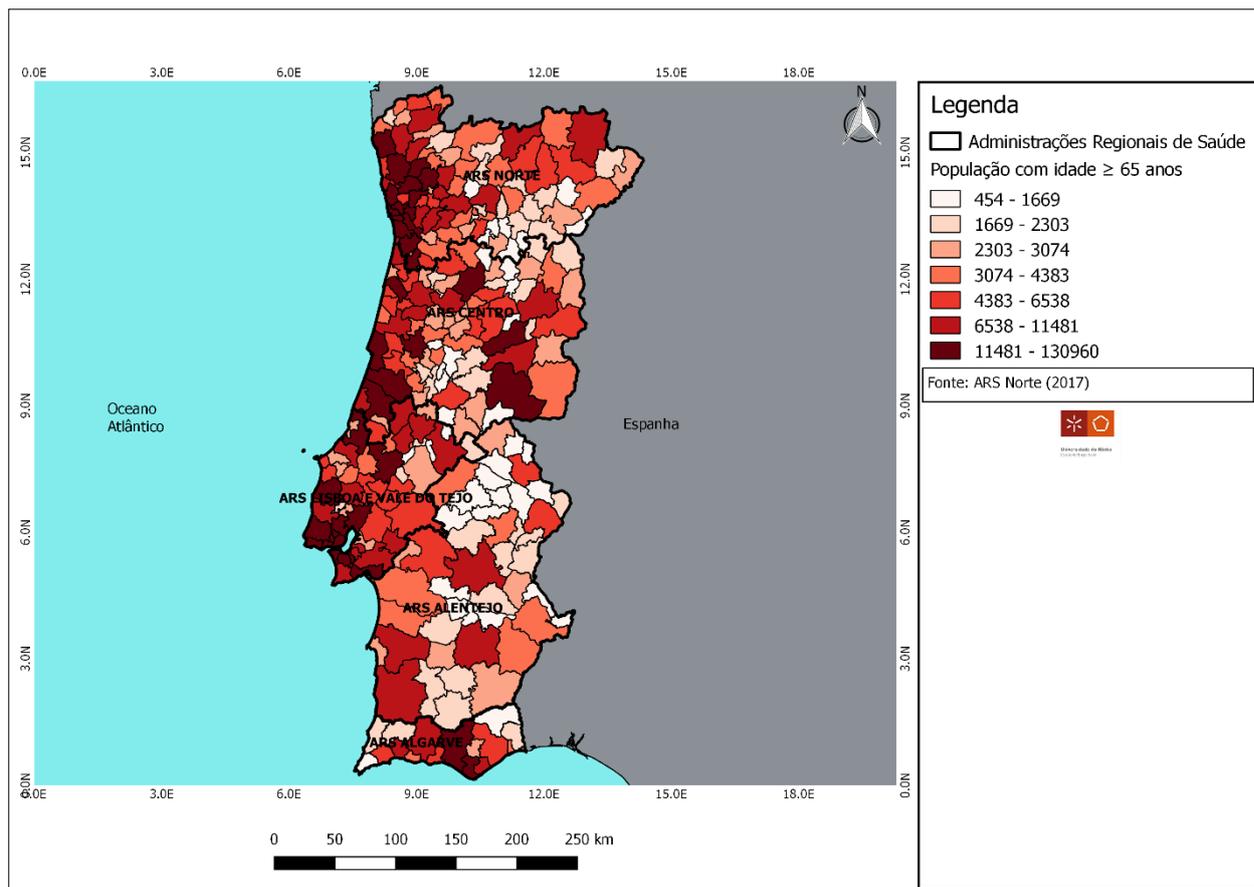


Figura 14 - População com idade igual ou superior a 65 anos em relação à população total em Portugal Continental (INE, Censos 2011).

A maior parte da população com idade igual ou superior a 65 anos localiza-se nas Região Norte (33%) e Região de Lisboa e Vale do Tejo (27%). Já as regiões do Algarve (5%) e Alentejo (9%) detêm os menores percentuais de população idosa (RNCCI, 2015).

Os principais motivos de referenciação nas ECCI são a dependência das atividades da vida diária (AVD), reabilitação, cuidados pós cirúrgicos, tratamentos de feridas, doenças cardiovasculares, doença pulmonar obstrutiva crónica (DPOC), úlceras de pressão múltiplas e desnutrição.

No estudo de Chaves e Santos (2016), cerca de 44 utentes na Região Centro foram entrevistados com o objetivo de avaliar a satisfação dos serviços prestados pelas ECCI. A satisfação foi avaliada em três dimensões: relacionamento, comunicação e educação em saúde. Os resultados reportaram uma avaliação muito boa dos serviços e sugeriram maiores investimentos em recursos humanos e materiais. Essas melhorias sugeridas no estudo de Chaves e Santos (2016) também foram apontadas no Plano de Desenvolvimento da RNCCI para o período de 2016 a 2019. Por exemplo, o estudo propôs aumentar o número de equipas e manter uma média geral de vagas de 25 utentes por equipa, criar grelhas de acompanhamento e também um manual de boas práticas. Um outro objetivo apontado foi a integração

entre as ECCI e os Serviços de Apoio Domiciliares (serviços não médicos), atualmente prestados pela rede da organização Santa Casa da Misericórdia. Isso possibilitará a criação de um serviço de apoio domiciliário integrado, capaz de prestar simultaneamente os dois tipos de serviços. Essas mudanças, desde que implementadas, poderão aumentar o nível de qualidade dos serviços domiciliares em Portugal, deixando-os mais próximos de outros países europeus como a Dinamarca (Rasmussen *et al.*, 2012), Alemanha (Mankowska *et al.*, 2014) e Bélgica (ex., ver Maya Duque *et al.*, 2015).

No âmbito desta tese, a recolha de dados em Portugal foi realizada entre os meses de junho a dezembro de 2017 em quatro ACES da região norte do país. No Apêndice III são apresentados os pormenores desse processo de recolha de dados. Para obter os dados referentes aos custos, recorreu-se a informações disponíveis na *internet*, como os encargos com os ordenados dos profissionais de cada equipa, que foram obtidos por meio de tabelas salariais dos médicos, enfermeiros, entre outros. Como não se sabe exatamente em que nível de remuneração se encontram os profissionais de cada equipa, optou-se por utilizar a média dos ordenados em diversos níveis de uma determinada categoria. Relativamente aos custos de deslocação (manutenção e combustível) e consumo de materiais (clínico e farmacêutico), os valores usados são os que foram apresentados no estudo de Filipe (2015). O custo de deslocação usado neste estudo é o valor de 0,38 euros por quilómetro (para manutenção e combustível), de acordo com o disposto na Portaria n.º 1553-D/2008. Por fim, o custo de consumo de materiais (clínico e farmacêutico) é igual a 3,26 euros por visita, de acordo com o sistema de custeio das equipas analisadas no estudo de Filipe (2015).

4.4 Caracterização da área de estudo em Portugal

No caso português, foram escolhidos apenas ACES sob a responsabilidade da Administração Regional de Saúde do Norte (ARS Norte). Essa região é composta por um total de 24 ACES, 87 ECCI e dois armazéns e apoio, conforme segue apresentado na Figura 15.

Os armazéns da Maia e de Vila Real são responsáveis pelo fornecimento de todo material necessário para a execução dos CSD na zona de jurisdição da ARS Norte. Os pedidos de materiais e consumíveis são normalmente feitos mensalmente, por meio de um sistema informático de logística, e entregue pela equipa do armazém em uma data estipulada. Já nos casos de urgência, normalmente são aceites pedidos extraordinários, a fim de evitar falhas na prestação de cuidados por falta de materiais. As ECCI dessa região possuem normalmente um total de 20 vagas para cadastro de utentes e uma taxa média

de ocupação de 70,1% (SNS, 2017). Para a presente investigação foram selecionados 4 ACES, compostos por um total de 12 ECCI, conforme se reporta nos próximos subcapítulos.

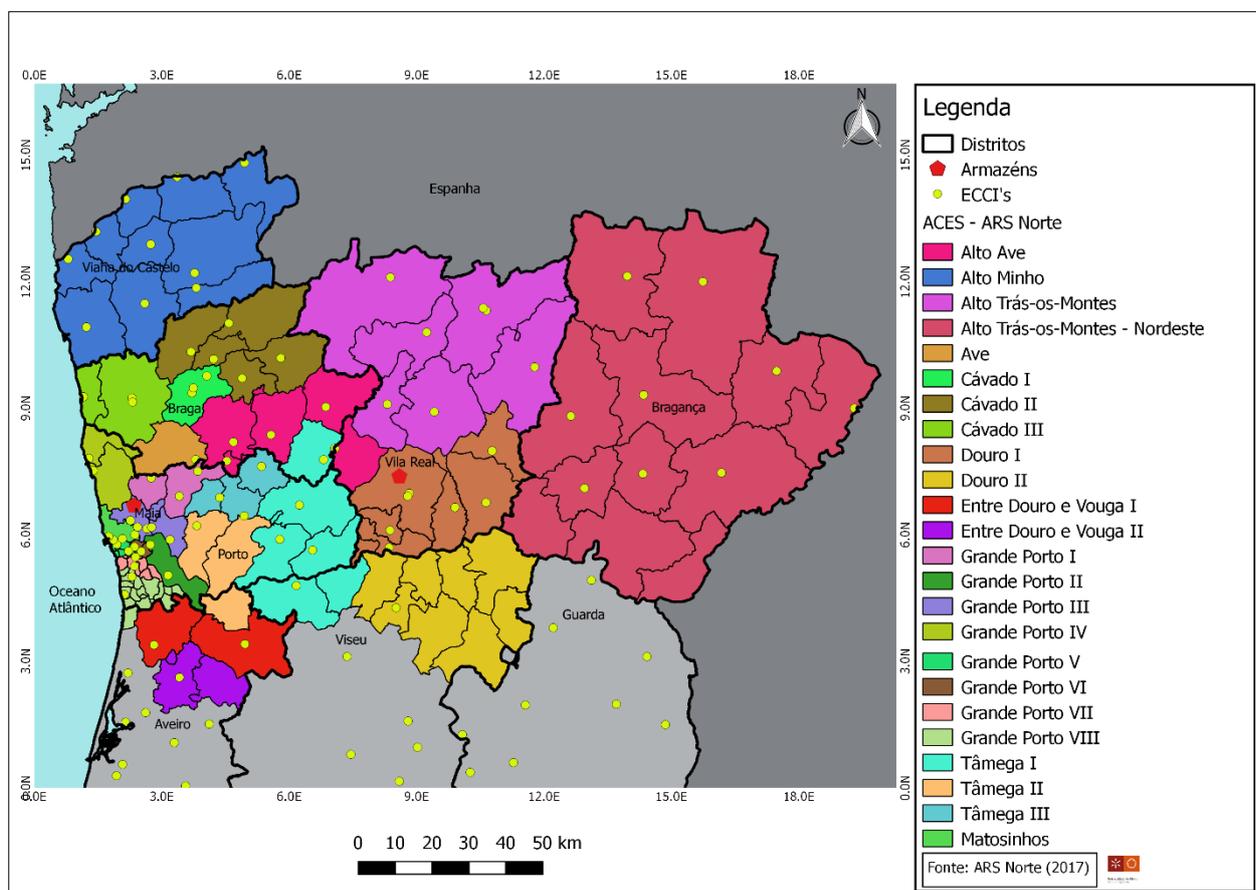


Figura 15 - ACES e ECCI no território abrangido pela ARS Norte.

4.4.1 ACES Cávado I

O ACES Cávado I tem, como área de influência, o concelho de Braga. Esse concelho está subdividido em 37 freguesias, possui uma população de 178 mil habitantes e uma densidade populacional de 183,4 habitantes/km². Cerca 12,8% dessa população tem uma idade igual ou superior a 65 anos (INE, 2011). Na Figura 16, são apresentados os territórios de atuação das ECCI no concelho de Braga.

Atualmente, o ACES de Braga conta com três ECCI: Carandá, Infias e Maximinos. Os horários de atendimento das equipas são das 08 às 20 horas, de segunda a sexta-feira. No fim de semana, as três equipas se revezam para o atendimento de todo o concelho, das 09 às 17 horas. Para a prestação dos CSD, cada equipa dispõe de um veículo ligeiro de 5 lugares. O armazém responsável pelo abastecimento das três equipas é o armazém da Maia. Os custos de operações para essas três equipas são apresentados na Tabela 3.

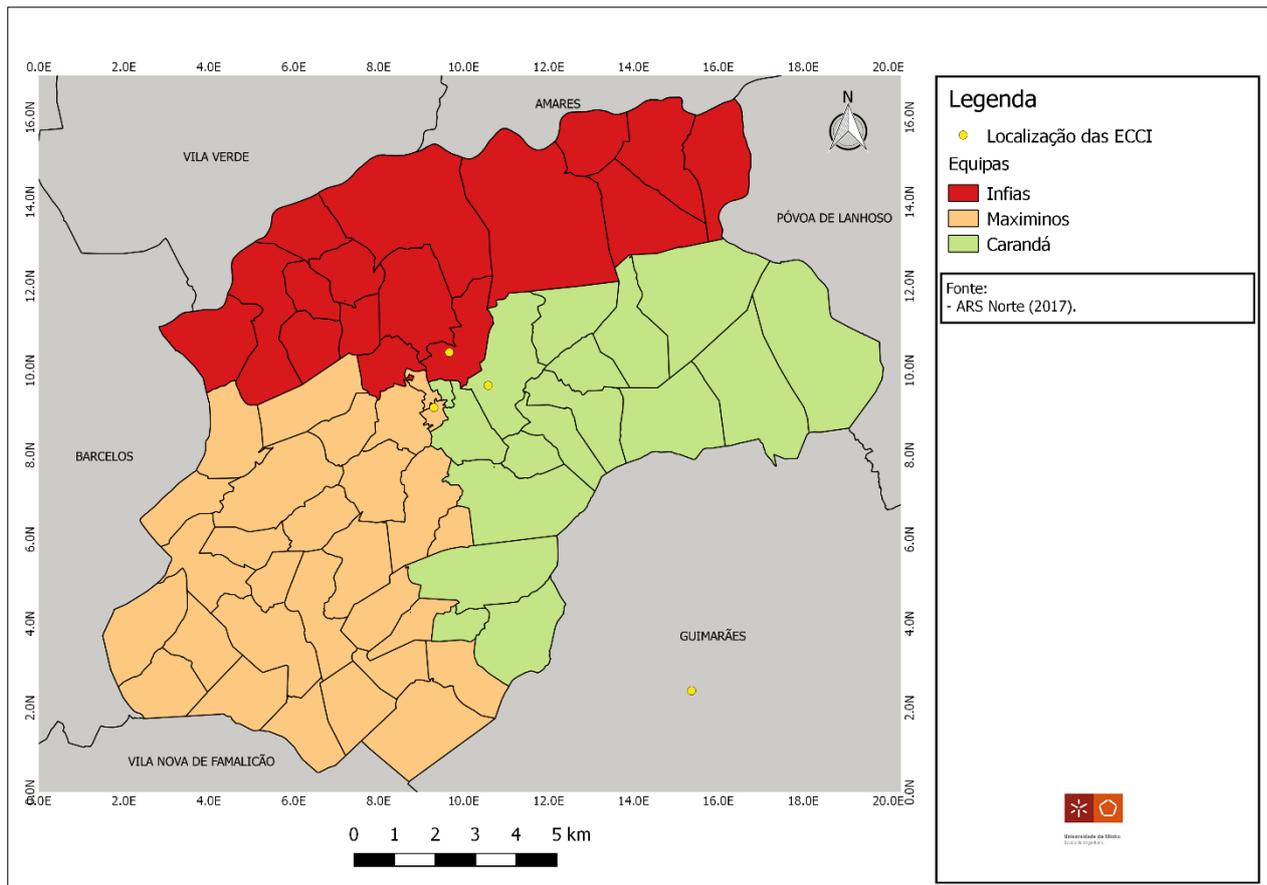


Figura 16 - Zonamento em vigor das ECCI no ACES Cávado I.

Tabela 3 - Custos mensais das ECCI do concelho de Braga.

Tipos de custos (€/mês)	Equipas de Cuidados Continuados Integrados		
	Carandá	Infias	Maximinos
Recursos Humanos	9.050,33	7.296,40	8.615,69
Deslocação	203,16	345,96	344,23
Materiais	655,26	625,92	534,64
Custo Total	9.908,75	8.268,28	9.494,56

A Equipa de Cuidados Continuados Integrados (ECCI) do Carandá iniciou as suas atividades no ano de 2010, e atualmente é composta por 4 enfermeiros de reabilitação com carga horária de 35 horas, 1 médico (6 horas) e 1 assistente social (8 horas). A base operacional da equipa localiza-se na Unidade de Saúde Familiar do Carandá, na Rua Dom Pedro V, 10, freguesia de São Victor. A taxa de ocupação nessa

equipa é de 88,76% (SNS, 2017). Além disso, os utentes permanecem, em média, sob os cuidados da equipa por cerca de 90 dias. A quilometragem percorrida por essa equipa, com base na estimativa de rotas, é de 534,64 km/mês.

A equipa de Infias é composta por 4 enfermeiros (2 reabilitação, 1 cuidados gerais e 1 cuidados paliativos) com carga horária de 35 horas semanais, 1 médico (5 horas), 1 assistente social (8 horas), e presta os atendimentos domiciliários desde 2010. Entretanto, dos 4 enfermeiros, apenas 3 estão trabalhando, pois, um enfermeiro encontra-se em atestado de longo período (à data da recolha de dados). A base operacional da equipa localiza-se no Centro de Saúde de Infias, na Rua Padre António Freire, 15, freguesia de São Vicente. A quilometragem percorrida por essa equipa, com base na estimativa de rotas, é de 910,41 km/mês. Essa equipa tem uma taxa de ocupação de 72% (SNS, 2017), e mantém os utentes sob os cuidados da equipa por cerca de 90 a 120 dias.

Já a ECCI de Maximinos foi criada em 2010, e atualmente é composta por 4 enfermeiros (3 de reabilitação e 1 de cuidados gerais) com carga horária de 35 horas semanais, 1 médico (5 horas) e 1 assistente social (7 horas). Esta equipa mantém os utentes sob os cuidados da equipa por um período médio de 120 dias e possui uma taxa de ocupação de 111% (SNS, 2017). A quilometragem percorrida por essa equipa, com base na estimativa de rotas, é de 905,87 km/mês. A equipa está instalada no Centro de Saúde de Braga, no Largo Paulo Orósio, Freguesia da Sé.

4.4.2 ACES Cávado II (Gerês-Cabreira)

O ACES Cávado II ou Gerês-Cabreira abrange os centros de saúde dos concelhos de Amares, Póvoa de Lanhoso, Terras de Bouro, Vila Verde e Vieira do Minho, de acordo com o zonamento mapeado na Figura 17.

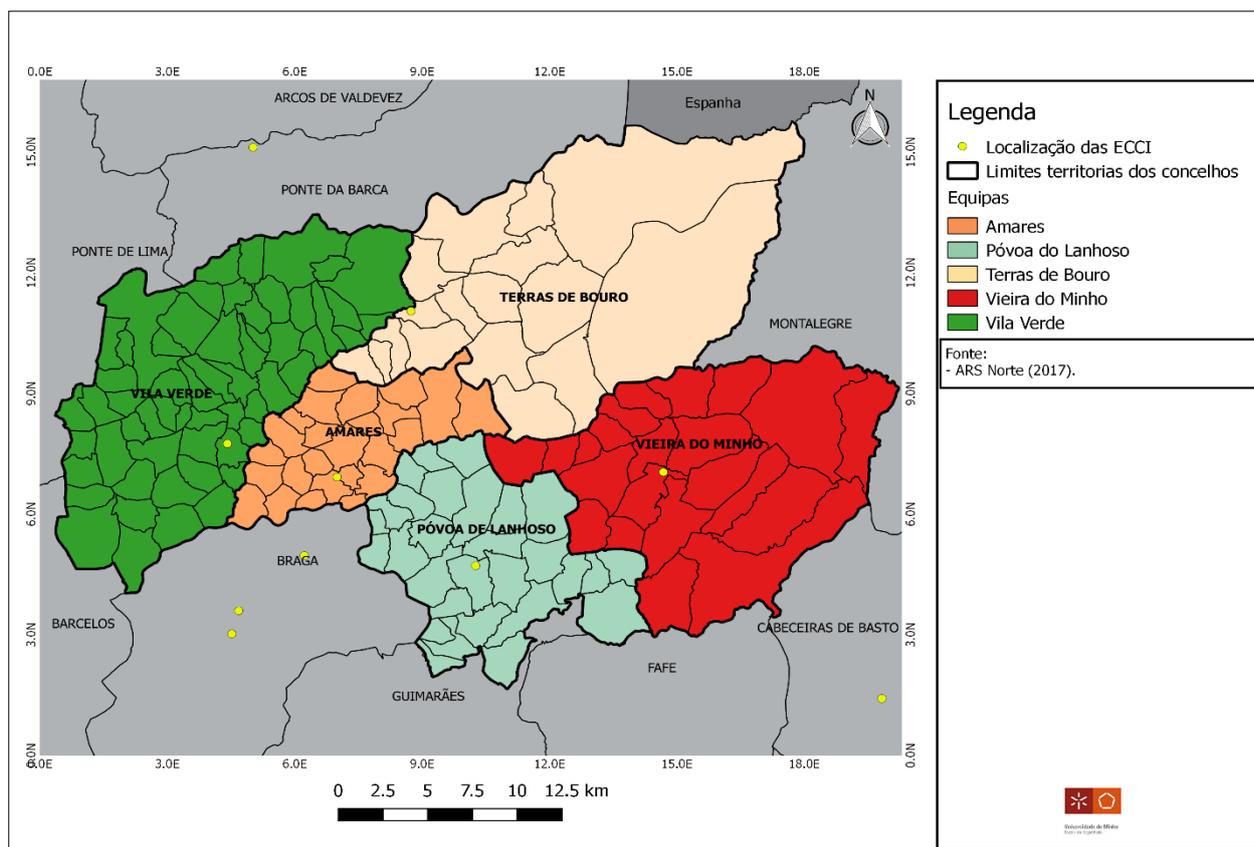


Figura 17 - Zonamento em vigor das ECCI no ACES Cávado II.

Tabela 4 - Custos mensais das ECCI do ACES Cávado II (Gerês-Cabreira).

Tipos de custos (€/mês)	Equipas de Cuidados Continuados Integrados				
	Amares	Póvoa do Lanhoso	Terras de Bouro	Vieira do Minho	Vila Verde
Recursos Humanos	7.664,71	6.701,36	5.764,65	6.904,78	8.008,80
Deslocação	185,41	177,67	360,53	391,60	391,60
Materiais	237,98	140,18	211,90	414,02	537,90
Custo Total	8.088,10	7.019,21	6.337,08	7.710,40	8.938,30

O concelho de Amares é composto por 16 freguesias, possui uma população de 18.866 habitantes e uma densidade populacional de 230,2 (habitantes/km²). O percentual da população com idade igual ou superior a 65 anos no concelho é de 15,8% (INE, 2011). A ECCI Amares iniciou a sua atividade no ano de 2010 e, atualmente, localiza-se no Centro de Saúde de Amares, Rua 25 de Abril, 9, freguesia de Ferreiros. A equipa é composta por 3 enfermeiros (2 de reabilitação e 1 de cuidados gerais) com uma

carga horária de 40 horas semanais, 1 médico (5 horas) e 1 assistente social (5 horas). A taxa média de ocupação dessa equipa é de 38% (SNS, 2017), e o período em que os utentes permanecem sob os cuidados da equipa varia normalmente entre 150 a 180 dias. A equipa dispõe de um veículo ligeiro próprio de 5 lugares. A quilometragem percorrida por essa equipa, com base na estimativa de rotas, é de 488 km/mês.

O concelho de Póvoa de Lanhoso é subdividido em 22 freguesias, conta com uma população de 21.922 habitantes e detém uma densidade populacional de 165,1 (habitantes/km²). O percentual da população com idade igual ou superior a 65 anos nesse concelho é de 16,7% (INE, 2011). O Centro de Saúde da Póvoa de Lanhoso, localizado na Rua António Francês, freguesia de Nossa Senhora do Amparo, é o local onde está instalada a ECCI da Póvoa de Lanhoso. Esta equipa iniciou as suas atividades em janeiro de 2011, e, atualmente, é composta por 6 enfermeiros de reabilitação (1 enfermeiro com carga horária de 35 horas semanais, 1 enfermeiro com 30 horas, 1 enfermeiro com 20 horas e 3 enfermeiros com 5 horas cada), 1 assistente técnico (10 horas), 1 assistente social (5 horas) e 1 assistente operacional (33 horas). A equipa tem uma taxa de ocupação de apenas 30% (SNS, 2017). De acordo com os dados do primeiro semestre de 2017, os utentes permanecem sob os cuidados da equipa por um período médio de 115 dias. A equipa dispõe de um veículo ligeiro de 4 lugares para a prestação dos serviços, percorrendo cerca de 468 km/mês, com base na estimativa de rotas.

O concelho de Terras de Bouro possui o menor número de habitantes (7.211 habitantes) e a menor densidade populacional 26 (habitantes/km²), entre todos os concelhos analisados no caso português. Entretanto, esse concelho tem uma grande extensão territorial cerca de 277,35 km². O percentual de idosos nesse concelho é de cerca de 24,3%, sendo uma das taxas mais altas do país (INE, 2011). As instalações da ECCI Terras de Bouro ficam no Centro de Saúde Terras de Bouro, localizado na Avenida Dr. Artur Adriano Arantes, 59, freguesia de Moimenta. Esta equipa atua no concelho desde outubro de 2011, sendo composta por 4 enfermeiros (2 enfermeiros de reabilitação com cargas horárias de 21 e 14 horas semanais, 1 enfermeiro de cuidados paliativos com 35 horas, 1 enfermeiro geral com 7 horas), 1 médico (5 horas), 1 assistente técnico (35 horas) e 1 assistente social (5 horas). Esta equipa serve atualmente apenas 34% da quantidade do total de vagas disponíveis (SNS, 2017). Além disso, a equipa sofre de problemas com o tempo de deslocação entre os utentes, devido à grande extensão territorial e dispersão dos utentes pelo concelho. A quilometragem percorrida por essa equipa, com base na estimativa de rotas, é de cerca de 949 km/mês. Quando é necessário percorrer grandes distâncias, no máximo é possível realizar 4 a 5 atendimentos diários. Quando não é necessário percorrer grandes

distâncias, esse número sobe para 8 atendimentos. Os utentes dessa ECCI ficam, em média, 107 dias sob os cuidados da equipa. A equipa dispõe de um veículo ligeiro de 5 lugares.

A ECCI de Vila Verde detém a sua base operacional no Centro de Saúde de Vila Verde, localizado na Rua Dr. Domingos Oliveira Lopes, freguesia de Vila Verde. Esta equipa foi criada no ano de 2010, e atualmente é composta por 3 enfermeiros de reabilitação com uma carga horária de 40, 35 e 25 horas semanais, 1 enfermeiro especialista em saúde materna (14 horas), 1 assistente social (4 horas), 1 nutricionista (4 horas), 2 assistentes operacionais (35 horas), 1 motorista (caso haja necessidade) e 1 assistente técnico administrativo (20 horas). Nesta equipa não há um médico exclusivo para ECCI, sendo que cada utente é atendido pelo seu médico de família. As 20 vagas disponíveis estão normalmente todas ocupadas, mantendo uma média entre 18 a 19 de utentes registados, registando uma taxa de ocupação de 97,82% (SNS, 2017). Além disso, em algumas alturas do ano de 2017, houve utentes na fila de espera por uma vaga. Isso se deve ao facto de o concelho ter uma grande população quando comparado aos demais concelhos do ACES. Uma medida encontrada pela Equipa de Coordenação Local (ECL), a fim de reduzir a fila de espera, foi transferir os utentes pertencentes a uma das freguesias (Valdreu) do concelho para a ECCI de Terras de Bouro. O tempo médio que os utentes ficam sob os cuidados dessa equipa está em torno dos 90 dias. A equipa dispõe de 2 veículos ligeiros para a prestação dos serviços, um ligeiro de 5 lugares (uso exclusivo da ECCI) e um outro disponível na UCC, podendo ser de 4 ou 5 lugares. A quilometragem percorrida por essa equipa, com base na estimativa de rotas, é de 1.377 km/mês.

As instalações da ECCI de Vieira do Minho estão localizadas na Praça Guilherme de Abreu, freguesia de Vieira do Minho, e vêm prestando os cuidados desde outubro de 2010. A ECCI é composta por 2 enfermeiros de cuidados gerais e paliativos, com uma carga horária de 5 e 35 horas semanais, 2 enfermeiros de reabilitação e cuidados paliativos (21 e 28 horas), 1 enfermeiro de saúde materna (7 horas), 1 médico (5 horas), 1 assistente social (5 horas), 1 assistente operacional (35 horas) e 1 assistente técnico (2,5 horas). Atualmente, cerca de 50% do total de vagas (20 vagas) estão ocupadas (SNS, 2017). Os utentes permanecem sob os cuidados da equipa por um período de 60 a 90 dias. Para a prestação dos serviços, a equipa dispõe de um veículo ligeiro de 5 lugares e percorre cerca de 1.030 km/mês, com base na estimativa de rotas.

4.4.3 ACES Cávado III (Barcelos/Esposende)

Os centros de saúde de Barcelos, Barcelinhos e Esposende fazem parte do ACES Cávado III. Nesse ACES há três ECCI, duas no concelho de Barcelos (ECCI Barcelos e ECCI Barcelinhos) e uma em Esposende, conforme apresentado na Figura 18.

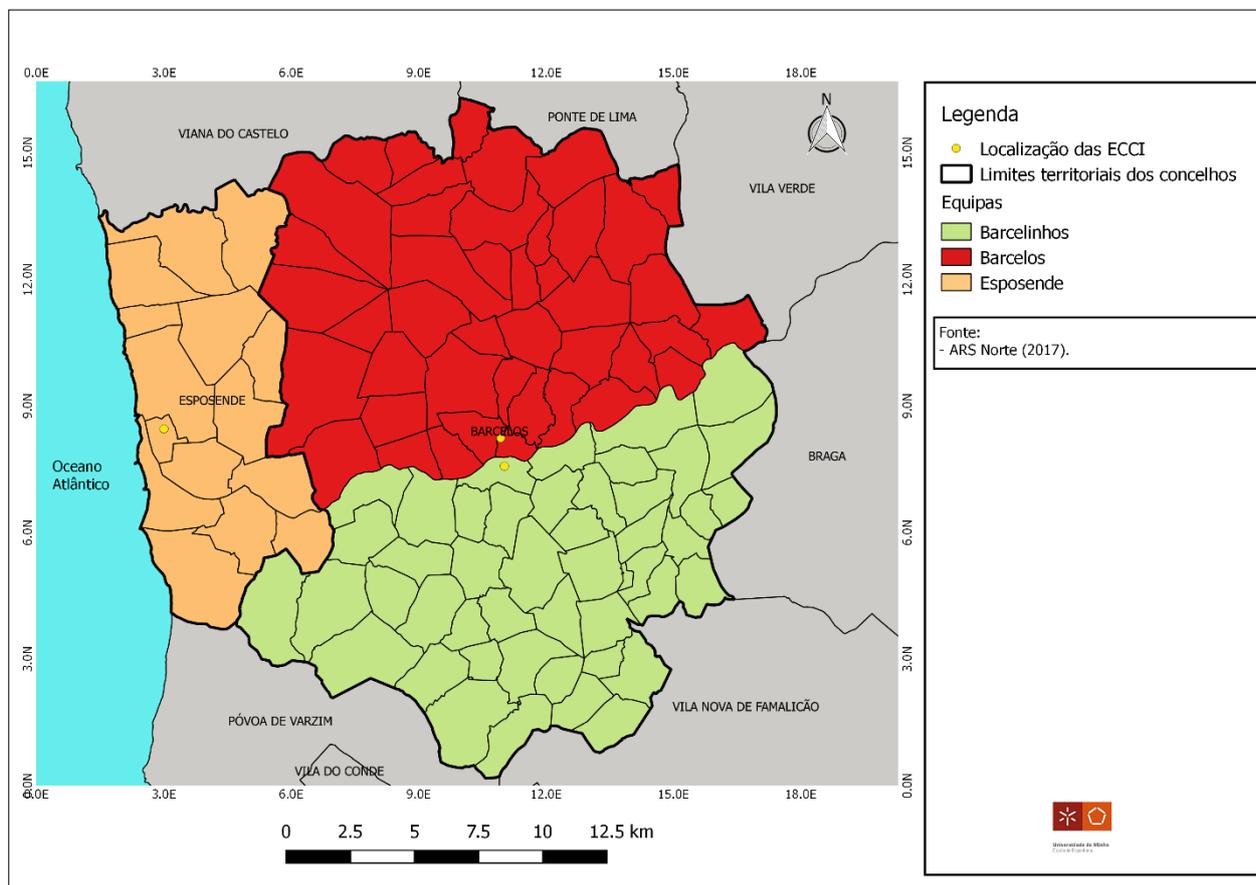


Figura 18 - Zonamento em vigor das ECCI no ACES Cávado III.

A zona de atuação da ECCI de Esposende engloba todas as freguesias do concelho (Esposende). Já as ECCI de Barcelos e Barcelinhos dividem as freguesias do concelho de Barcelos. O ponto de referência da divisão é o rio Cávado, ou seja, as freguesias que estão a sul do rio estão sob responsabilidade da ECCI Barcelinhos, e as que estão a norte estão na zona de atuação da ECCI Barcelos. Os horários de atendimento dessas equipas são das 08:00 às 20:00 de segunda a sexta, e das 09:00 às 16:00 aos fins-de-semana e feriados, quando há necessidade. Cada uma destas equipas dispõe de um veículo ligeiro de 5 lugares. O armazém do concelho de Maia é o responsável pelo fornecimento de materiais para estas equipas. Os custos das suas operações são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Custos mensais das ECCI do ACES Cávado III (Barcelos/Esposende).

Tipos de custos (€/mês)	Equipas de Cuidados Continuados Integrados		
	Barcelinhos	Barcelos	Esposende
Recursos Humanos	5.385,59	5.457,89	2.603,21
Deslocação	528,51	492,03	367,55
Materiais	368,38	694,38	492,26
Custo Total	6.282,48	6.644,30	3.463,02

A ECCI Barcelos está localizada no Centro de Saúde Barcelos, na Avenida São José, 245, freguesia de Barcelos. A equipa presta os cuidados desde dezembro de 2010, sendo composta por 4 enfermeiros de reabilitação e 1 enfermeiro de cuidados gerais com uma carga horária de 35 horas semanais cada, 1 assistente social (17 horas) e 1 médico (5 horas). A taxa média de ocupação das vagas dessa equipa é de cerca de 76% (SNS, 2017). Os utentes se mantêm sob os cuidados da equipa por um período médio de 128 dias. A equipa percorre cerca de 1.295 km/mês, com base na estimativa de rotas.

As instalações da ECCI Barcelinhos estão localizadas no Centro de Saúde de Barcelinhos, na Rua de Ninães, 19, freguesia de Barcelinhos. Os serviços domiciliários vêm sendo prestados desde março de 2011, e, atualmente, a equipa conta com 3 enfermeiros de reabilitação com carga horária de 35 horas semanais cada, 1 enfermeiro médico-cirurgião (35 horas), 1 dentista (2 horas), 1 terapeuta da fala (1 hora), 1 médico (5 horas) e 1 assistente social (8 horas). Essa equipa percorre cerca de 1.391 km/mês, com base na estimativa de rotas. A taxa de ocupação é de cerca de 81,21% (SNS, 2017), e o período médio em que um utente fica sob os cuidados das equipas é de 120 dias.

A ECCI de Esposende está instalada no Centro de Saúde de Esposende, na Rua Dr. Queirós de Faria, freguesia de Esposende. Essa equipa atua no concelho desde setembro de 2011, e atualmente é composta por 2 Enfermeiros de Reabilitação (35 horas), 1 Enfermeiro de Reabilitação (40 horas), 1 Enfermeiro de Reabilitação (25 horas), 1 Enfermeiro de Saúde Infantil (30 horas), 1 Enfermeiro de Saúde materna e obstetrícia (35 horas), 1 Assistente Social (8 horas), 1 Médico (5 horas), 1 Nutricionista (2 horas) e 1 Terapeuta da fala (2 horas). A taxa de ocupação da equipa é de cerca de 92% (SNS, 2017). O tempo médio que um utente permanece sob os cuidados desta equipa é de 109 dias. A equipa percorre cerca de 967 km/mês, com base na estimativa de rotas.

4.4.4 ACES Alto Ave

O ACES do Alto Ave tem a sua área de abrangência nos concelhos Mondim de Basto, Fafe, Cabeceiras de Basto, Guimarães e Vizela. No entanto, para o presente estudo, foram consideradas apenas as ECCI de Guimarães e Taipas, ambas localizadas no concelho de Guimarães. As áreas de atuação destas 2 ECCI estão apresentadas na Figura 19.

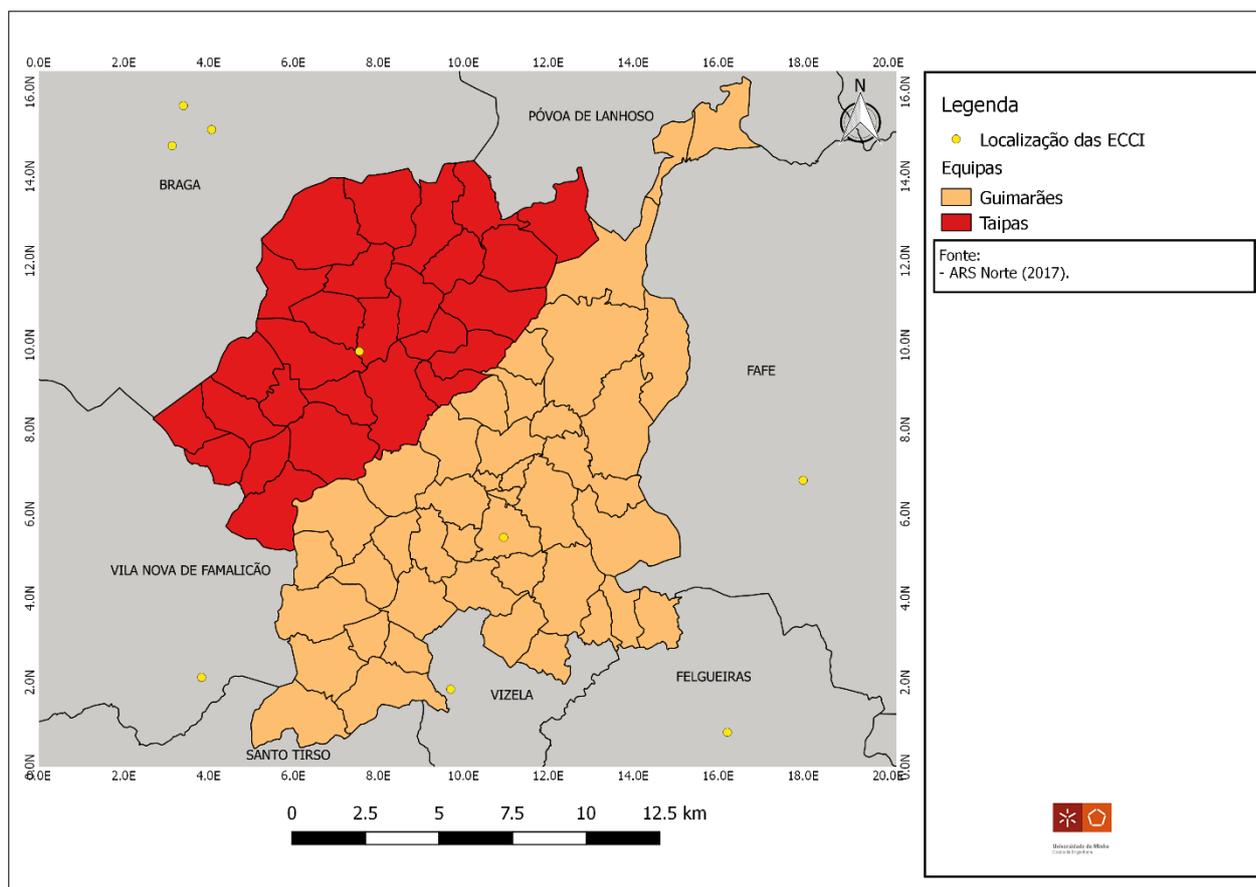


Figura 19 - Zonamento em vigor de 2 das ECCI no ACES Alto Ave.

No ano de 2018, após o processo de recolha de dados, houve mudanças no plano de zonamento das equipas de CSD no concelho de Guimarães. As freguesias de Lordelo, Moreira de Cónegos, Guardizela, Gandarela, Conde, Nespereira e Serzedelo passaram a ser zonas de atendimento da ECCI de Vizela, com o objetivo de reduzir a zona de atuação e utentes da ECCI de Guimarães. Os horários de atendimento das ECCI são das 08:00 às 20:00 de segunda a sexta, e das 09:00 às 16:00 aos fins-de-semana e feriados. O armazém do concelho de Maia é o responsável pelo fornecimento dos materiais para estas equipas. Os custos das operações destas equipas são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Custos mensais das ECCI do ACES Alto Ave (Guimarães).

Tipos de custos (€/mês)	Equipas de Cuidados Continuados Integrados	
	Guimarães	Taipas
Recursos Humanos	12.303,28	3.468,33
Deslocação	310,16	200,73
Materiais	863,90	361,86
Custo Total	13.477,33	4.030,92

O centro de Saúde Urgezes, localizado na Rua da Maina, 104, freguesia de Urgezes é a base operacional da ECCI Guimarães. Os serviços vêm sendo prestados por essa equipa desde abril de 2011. Atualmente, a ECCI é composta por 5 enfermeiros em reabilitação com carga horária de 35 horas semanais, 1 fisioterapeuta (35 horas), 1 médico (5 horas), 3 assistentes sociais (2 horas cada), 1 nutricionista (5 horas) e 1 psicólogo (5 horas). A equipa possui um veículo ligeiro de 5 lugares (exclusivo para os serviços da ECCI) e, durante três dias por semana, no período da tarde, dispõe de um veículo ligeiro alugado de 4 ou 5 lugares. O período médio que os utentes ficam sob os cuidados da ECCI é cerca de 90 dias. A equipa percorre cerca de 816 km/mês, com base na estimativa de rotas. Além disso, diferentemente das outras ECCI, esta equipa tinha um total de 25 vagas em 2017, tendo uma taxa de ocupação de 94,9%. Entretanto, com a criação de uma nova equipa (nas Taipas), o número de vagas reduziu para 20, tendo mantido uma média entre 18 a 20 utentes registados mensalmente.

A ECCI das Taipas iniciou as suas atividades oficialmente em março de 2018, logo após o processo de recolha de dados para esta tese. Com a sua criação, as zonas de atendimento no concelho de Guimarães foram divididas entre as duas equipas. Essa equipa localiza-se no Centro de Saúde das Taipas, localizado na Rua Professor Manuel José Pereira, 588, freguesia de Caldelas das Taipas. Atualmente, a equipa fixa é composta por 2 enfermeiros de reabilitação com carga horária de 25 horas semanais e 1 enfermeiro generalista (35 horas/semanais). Inicialmente, a equipa possuía um total de 8 utentes inscritos. Já referente ao período médio sob os cuidados, não foi possível obter esses dados, devido ao surgimento recente da equipa. A equipa possui um veículo ligeiro de 5 lugares. Essa equipa percorre cerca de 528 km/mês, com base na estimativa de rotas.

4.5 Programa brasileiro Melhor em Casa

No Brasil, estes serviços se expandiram a nível nacional a partir dos anos 90 (maior parte instituições privadas) e apenas foram integrados no sistema de saúde pública em 2013 (Silva, Sena, Seixas, Feuerwerker, & Merhy, 2010). Os serviços domiciliares de saúde no Brasil do sistema público são prestados por meio do “Programa Melhor em Casa”. Esse programa é destinado aos serviços de atenção domiciliar (SAD) e foi instituído pela portaria 2029 em 29 de agosto de 2011. Esta portaria foi substituída, pouco tempo depois, pela portaria 2527 em 27 de outubro de 2011, e integrado junto ao Sistema Único de Saúde (SUS) apenas em 27 de maio de 2013, pela Portaria 963. No entanto, no ano de 2016, o ministério da saúde publicou a Portaria n° 825, de 25 de abril de 2016 que se encontra atualmente em vigor. O Serviço de Atenção Domiciliar (SAD) consiste numa modalidade de saúde substitutiva ou complementar às já existentes, caracterizadas por um conjunto de ações de promoção da saúde, prevenção, tratamento de doenças e reabilitação prestada em domicílio, com garantia de continuidade de cuidados e integrada nas redes de atenção à saúde (PORTARIA N° 825, DE 25 DE ABRIL DE 2016).

A gestão deste programa é do âmbito municipal, ou seja, cada município é responsável por gerir o seu próprio subsistema. Entretanto, parte dos fundos necessários para o funcionamento das equipas são encaminhados pelo governo federal. O orçamento anual disponibilizado pelo governo federal para cada EMAD tipo 1 é de 13.850 euros/mês, 9.418,00 euros/mês para EMAD tipo 2 e 1.662 euros/mês para a EMAP. Esses valores são transferidos mensalmente do Fundo Nacional de Saúde para o fundo de saúde da cidade beneficiada, no entanto é condicionado ao cumprimento de alguns requisitos presentes no artigo 35 da PORTARIA N° 825, DE 25 DE ABRIL DE 2016. Na Figura 20 são apresentados os valores monetários transferidos pelo governo desde a criação do programa Melhor em Casa.

Os valores transferidos pelo governo federal para as equipas foram aumentando substancialmente, de ano para ano, desde 2011 até 2015. Contudo, desde aí, esta tendência de crescimento foi abruptamente interrompida, provavelmente devido à crise financeira e consequentes cortes orçamentais, e os valores reduziram significativamente nos anos de 2016 e 2017, regredindo para valores próximos e abaixo do valor registado em 2012. Esse programa oferece serviços indicados para pessoas que apresentam dificuldades temporárias ou definitivas de sair do espaço da casa para chegar até a uma unidade de saúde, ou ainda para pessoas que estejam em situações nas quais a atenção domiciliar é a mais indicada para o seu tratamento (Portal da Saúde, 2013).

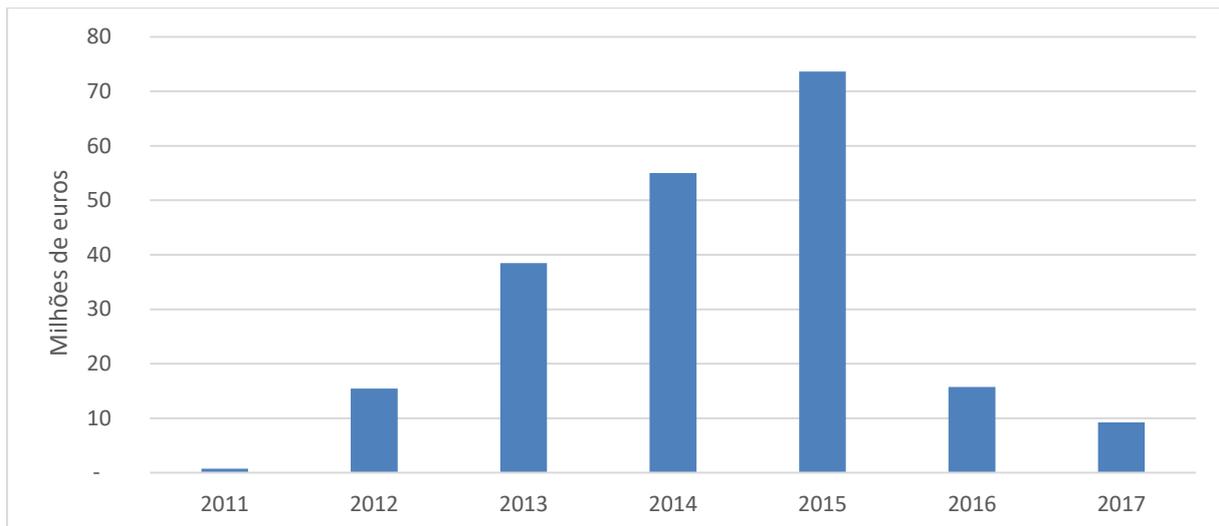


Figura 20 - Comparticipações do governo federal para as equipas do Programa Melhor em Casa.

Fonte: Fundo Nacional de Saúde (2017).

Os serviços oferecidos pelo programa são divididos em três modalidades: AD1, AD2 e AD3. A modalidade AD1 é para os utentes que necessitam de cuidados de menor complexidade, recebendo normalmente visitas mensais das equipas de atenção básica, e poderão ser apoiados pelos Núcleos de Apoio à Saúde da Família (Portaria N° 963, de 27 de maio de 2013). A modalidade AD2 destina-se aos utentes que necessitam de cuidados de maior complexidade que poderão ser feitos em suas próprias residências, como por exemplo: cuidados de penso, reabilitação, acompanhamento domiciliar em pós-operatório, entre outros. Já na modalidade AD3, estão os utentes que necessitam de cuidados de alta complexidade que necessitam de acompanhamento contínuo e uso de equipamentos (Portaria N° 963, de 27 de maio de 2013).

As Equipas Médicas para Atendimento Domiciliar (EMAD) e as Equipas Multiprofissionais de Apoio (EMAP) são responsáveis pelo cuidado dessas duas modalidades (AD2 e AD3). Os tipos de serviços prestados pelas EMAD e EMAP estão disponíveis em municípios com população igual e superior a 40 mil habitantes, classificados como EMAD tipo 1, e nos municípios com população entre 20 e 40 mil habitantes, isoladamente ou em agrupamento de municípios, com população igual ou superior a 20 mil pessoas, classificados como EMAD tipo 2. Além dos fatores populacionais, é necessário que esses municípios tenham disponível um Serviço Móvel de Atenção às Urgências (SAMU) e um hospital de referência. A EMAD é responsável pelo atendimento com uma abrangência populacional de, no máximo, 100 mil pessoas, tendo o apoio da EMAP, caso seja necessário (Portaria N° 963, de 27 de maio de 2013). Como a EMAP é uma equipa apenas de apoio, as zonas de atenção domiciliar são divididas conforme o número de EMAD.

No Brasil, os serviços privados de CSD possuem cerca de 400 empresas e atendem cerca de 1 milhão de utentes por ano (NEAD, 2013). No setor público, a cobertura do programa no ano de 2017 era de 25,88% da população global brasileira (49,3 milhões), e cerca de 425 mil utentes receberam cuidados ao domicílio por essas equipas. Os percentuais da cobertura, desde o surgimento do programa, são apresentados na Figura 21.

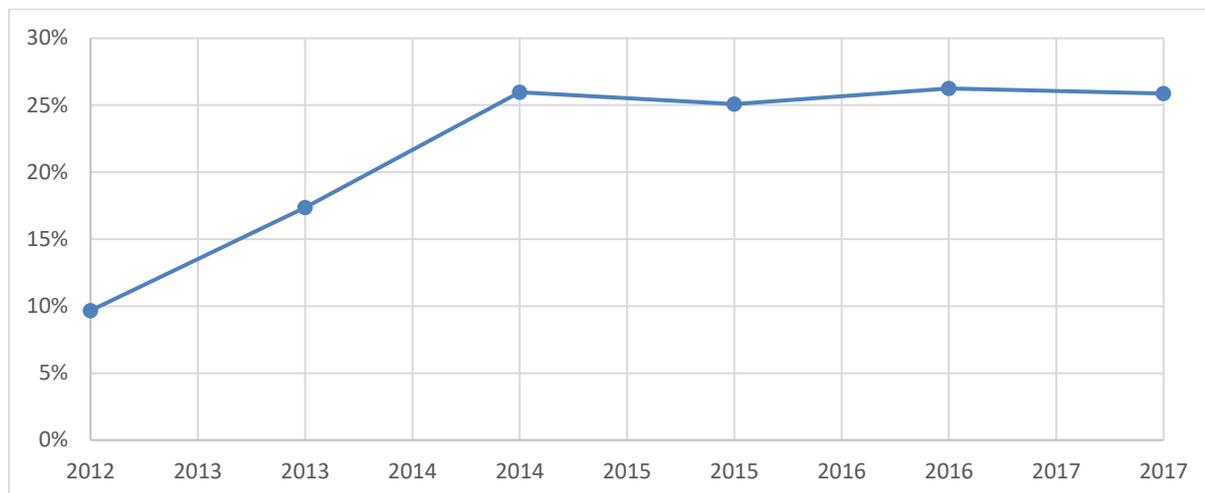


Figura 21- Percentuais da cobertura do Programa Melhor em Casa em relação à população brasileira.
Fonte: IBGE, CGAD/DAHU/SAS/MS (2017).

A criação de novas equipas também foi afetada com a crise de 2015, como é possível observar na Figura 20, devido a baixa no valor das participações do governo federal ao Programa Melhor em Casa. Além disso, entre os anos de 2014 e 2017, houve algumas equipas que deixaram de prestar serviços por falta de condições financeiras de alguns municípios para arcar com a sua parte dos custos ou pela falta de planeamento e gestão necessária exigida pelas normas estabelecidas (Figura 21). Atualmente, 340 municípios são abrangidos pelo Programa Melhor em Casa, tendo um total de 598 EMAD, repartidas pelo território nacional, tal como se apresenta no mapa da Figura 22.

De acordo com os dados obtidos junto ao Programa Melhor em Casa, foi constatado que, desde 2013, a maior parte dos utentes desse programa possuíam uma idade superior a 65 anos. As doenças mais comuns dos utentes eram o acidente vascular cerebral, hipertensão ou problemas cardíacos, alzheimer, câncer, fraturas, diabetes, doença pulmonar obstrutiva crónica, hemiplegia e tetraplegia (Portal da Saúde, 2013). Presume-se que os serviços domiciliários de saúde deverão considerar as regiões com maiores índices de pessoas com idade igual ou superior a 65 anos. Sendo assim, na Figura 23, foi desenvolvido um mapa contendo os valores da população com idade igual ou superior a 65 anos, como feito anteriormente no caso português.

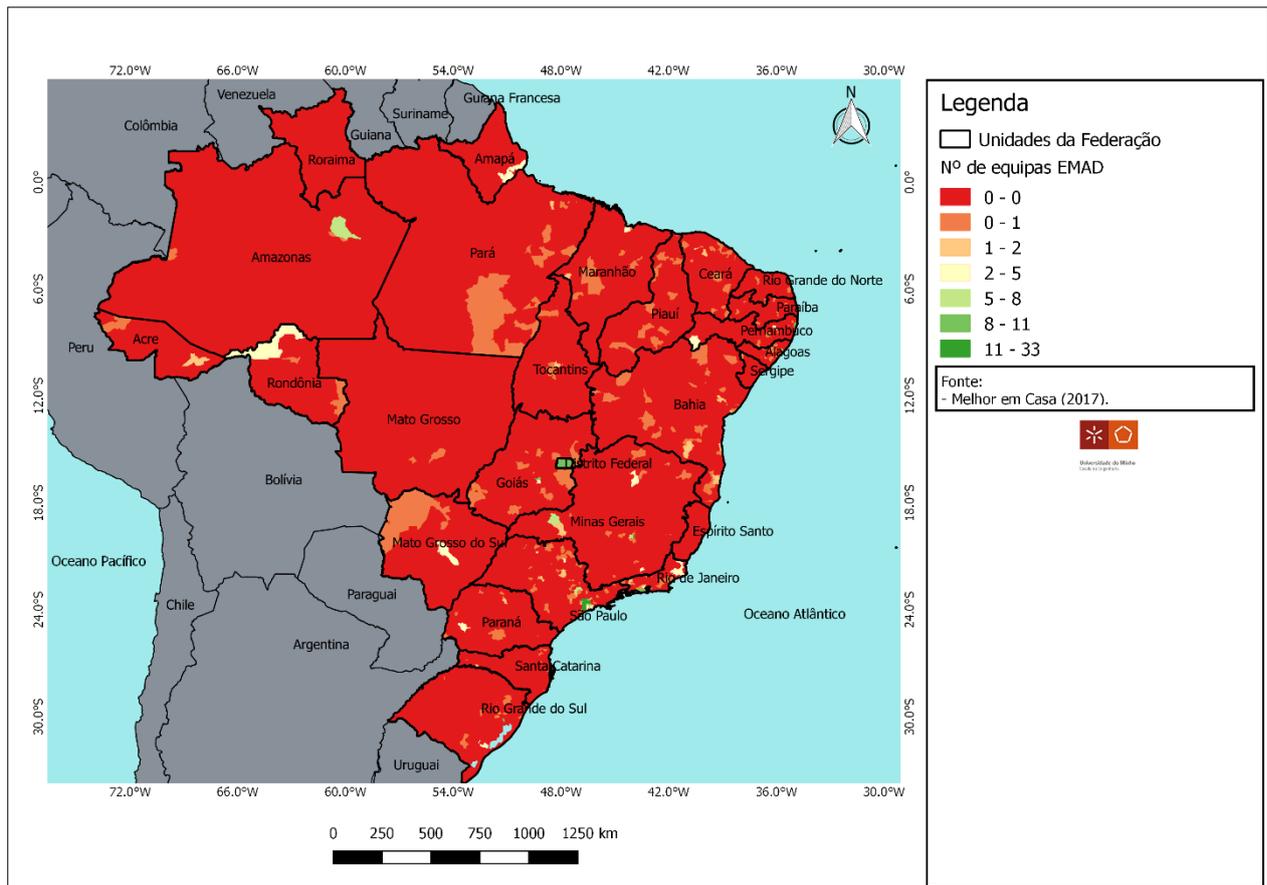


Figura 22 - Distribuição das equipas EMAD por todo o território nacional.

Ao comparar as Figuras 20 e 21, nota-se que maior parte das EMAD se encontram em cidades com um alto número de pessoas com idade igual ou superior a 65 anos, como é o caso de algumas capitais, como São Paulo-SP, Belo Horizonte-MG, Porto Alegre-RS, onde cada cidade possui um número de equipas EMAD superior a 10. Entretanto, há algumas regiões com altos índices de pessoas nessa idade e que não possuem equipas, como é o caso de algumas cidades do interior do estado de São Paulo, no estado do Pará, na região fronteiriça entre Argentina, Uruguai e nas capitais dos estados do Espírito Santo e Roraima (os únicos estados não cobertos pelo Programa). Além disso, esse número também deveria ser considerado para a criação de novas equipas e não somente a população total, conforme informa a PORTARIA Nº 825, DE 25 DE ABRIL DE 2016.

O processo de recolha de dados (no caso brasileiro) foi desenvolvido entre os meses de julho e agosto de 2017 e analisou quatro cidades, conforme consta no Apêndice IV. Os valores recolhidos em reais brasileiros foram convertidos para euros, utilizando uma taxa de câmbio de R\$ 3,61, a taxa média de câmbio referente ao ano de 2017, conforme divulgado pelo Banco Central do Brasil. Os custos relativos às cidades de Blumenau, Curitiba, Uberaba e Uberlândia são apresentados na próxima subsecção.

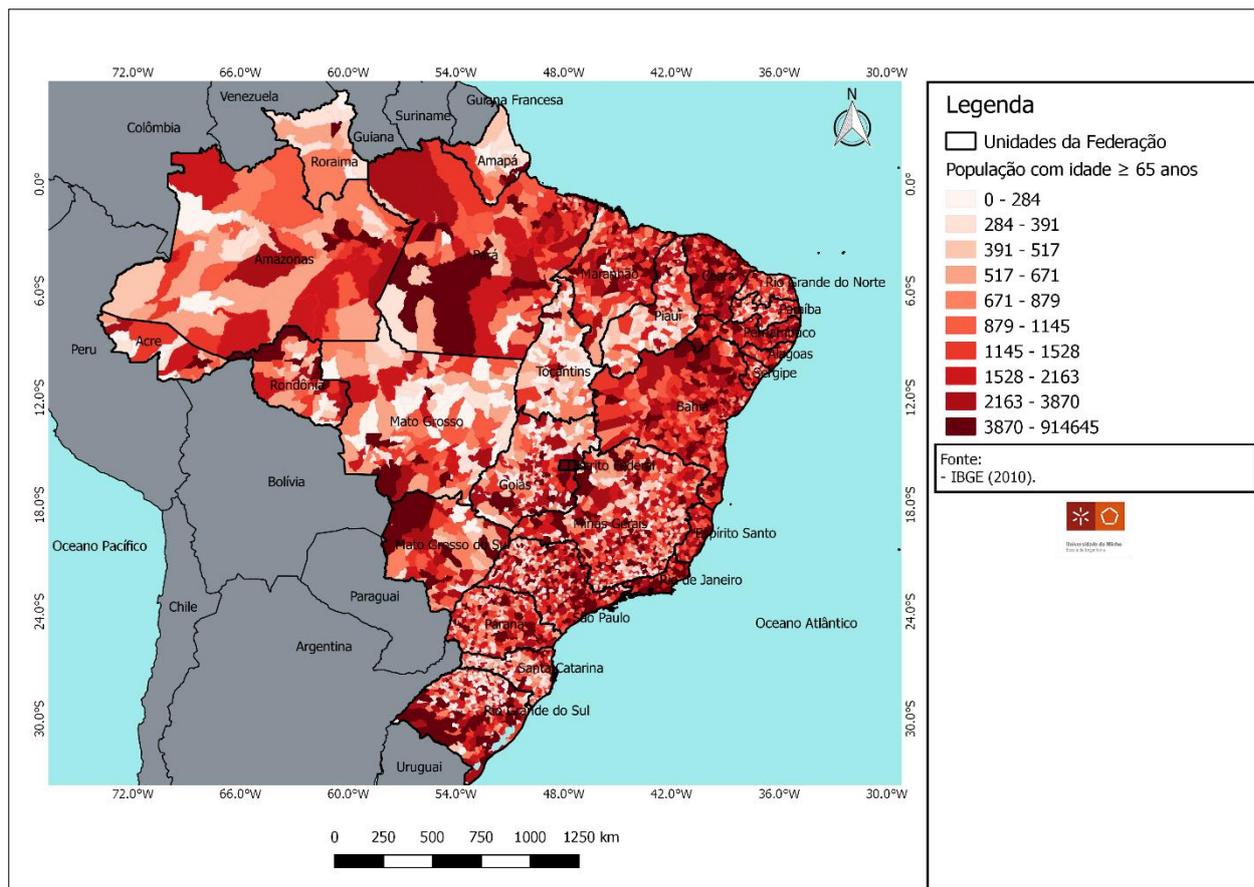


Figura 23 - População com idade \geq 65 anos.

4.6 Caracterização da área de estudo no Brasil

Para o caso brasileiro, foram escolhidas quatro diferentes cidades (Blumenau, Curitiba, Uberaba e Uberlândia) com um total de 18 equipas EMAD. A escolha por cidades se justifica, porque as equipas brasileiras são geridas a nível municipal e não por zonas de ACES, como no caso português. Sendo assim, os custos de operação não são separados por equipa, mas sim por cidade. Nas cidades analisadas, os custos se diferenciam principalmente devido à quantidade de equipas e pela utilização de veículos próprios ou alugados (Tabela 7).

Ao comparar os custos de deslocação na Tabela 27, notam-se algumas diferenças, explicadas com o facto de que, no Brasil, as equipas normalmente alugam os veículos de cooperativas ou locadoras, sendo que, em alguns casos, esse contrato inclui o próprio motorista, como nos casos das cidades de Curitiba e Uberlândia. Em todos os casos analisados no Brasil, apenas a cidade de Uberaba possui frota própria. Na próxima subsecção, as equipas de cada cidade serão apresentadas, juntamente com as suas principais características e o plano de zonamento em vigor.

Tabela 7- Custos mensais das EMAD analisadas no caso brasileiro.

Tipos de custos (€/mês)	Equipas Médicas para Atendimento Domiciliar (EMAD)			
	Blumenau (3 equipas)	Curitiba (8 equipas)	Uberaba (2 equipas)	Uberlândia (5 equipas)
Recursos Humanos	53.507,61	114.580,88	19.467,93	57.106,05
Deslocação	3.357,72	19.594,94	319,11	13.019,39
Materiais	3.050,19	10.525,60	1.293,38	17.826,58
Custo Total	59.915,52	144.701,42	21.080,42	87.952,02

4.6.1 SAD Blumenau

A cidade de Blumenau está localizada no estado de Santa Catarina, região sul do Brasil. Atualmente, esta cidade tem uma população de cerca de 309 mil pessoas e um Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,806 (IBGE, 2010). No município há cerca de 128 estabelecimentos de saúde SUS (IBGE, 2009), 3 EMAD e 1 EMAP (Figura 24).

Estas equipas atuam na cidade desde janeiro de 2012, têm como base operacional o centro de saúde Rosânea Machado Pereira, localizado na Rua dois de setembro 1212, bairro Itoupava Norte. Os horários de atendimento são das 07:00 às 19:00 (segunda a sexta). As EMAD são formadas por 1 médico (40 horas), 1 enfermeiro (40 horas), 1 fisioterapeuta (40 horas) e 3 técnicos de enfermagem (40 horas). A EMAP é composta por 1 psicólogo (40 horas), 1 fonoaudiólogo (40 horas), 1 nutricionista (30 horas) e 2 assistentes sociais (40 horas). Os utentes ficam sob os cuidados das equipas por um período médio de 26 dias, excluindo os casos crónicos. As equipas contam com uma frota de veículos locados composta por 6 veículos ligeiros, 1 com 7 lugares e os restantes com 5 lugares. A distância total percorrida pelas 3 equipas é cerca de 2.567 km/mês, sendo 972 km/mês no SAD 1, 402 km/mês no SAD 2 e 1.193 km/mês no SAD 3, de acordo com a estimativa de rotas. As equipas deste município são as únicas (dos casos analisados), a utilizar *tablets* no domicílio para o registo de informações dos utentes. Isso possibilitou uma redução na perda de informações registadas, além de diminuir significativamente o tempo do registo de informações, face à situação anterior de registo manual em papel, conforme informado pela gestora local.

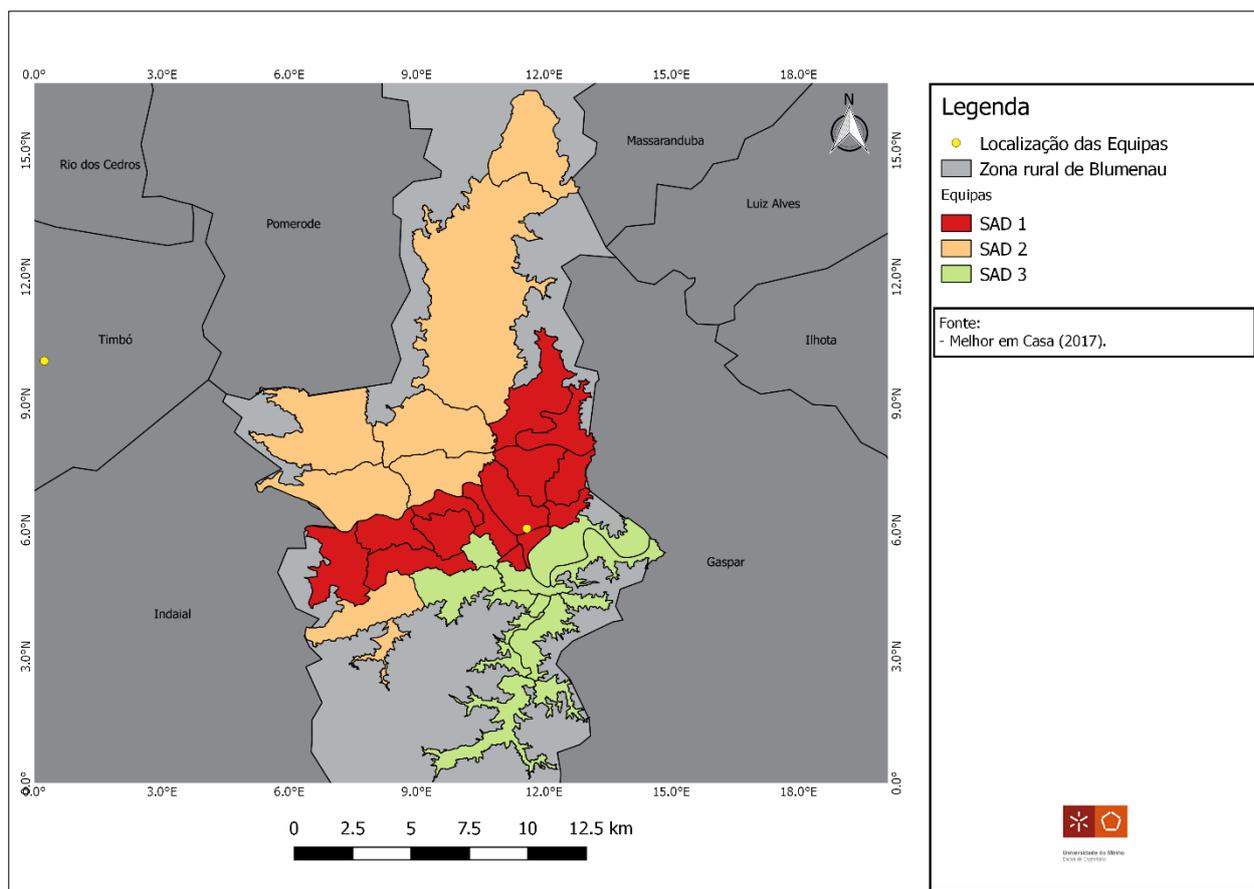


Figura 24 - Zonas de atendimento das equipas CSD na cidade de Blumenau.

4.6.2 SAD Curitiba

A cidade de Curitiba é a capital do estado do Paraná, também localizada na região sul do Brasil. Conforme, os dados do IBGE (2010), há uma população de 1,752 milhões de pessoas, com um IDHM de 0,823. No município, há cerca de 253 estabelecimentos de Saúde SUS (IBGE, 2009) e 8 equipas EMAD e 3 EMAP (Figura 25).

Os CSD prestados no município vêm sendo realizados desde 2012, e as instalações dessas equipas ficam no Hospital Zilda Arns, na Rua Lothário Boutin 90, bairro Pinheirinho. As EMAD são compostas por 2 médicos com carga horária de 20 horas semanais, 1 fisioterapeuta (30 horas), 1 enfermeiro (36 horas) e 4 técnicos de enfermagem (36 horas). A EMAP é composta por 1 farmacêutico (36 horas), 1 fonoaudiólogo (36 horas), 1 nutricionista (40 horas) e 1 assistente social (30 horas). A taxa de ocupação de cada equipa é aproximadamente 80%, e os utentes ficam sob os cuidados das equipas, em média, 49 dias, exceto nos casos de ventilação mecânica.

Os veículos utilizados na prestação dos cuidados são 12 veículos ligeiros, 2 com capacidade para 9 pessoas e 2 com capacidade para 5 pessoas, todos locados a uma empresa terceira que também

disponibiliza os motoristas para condução dos veículos. A distância total percorrida pelas equipas é cerca de 8.071 km/mês, com base na estimativa de rotas. O percentual de cada de equipa referente ao total da quilometragem percorrida nesse período de um mês é apresentado na Figura 26.

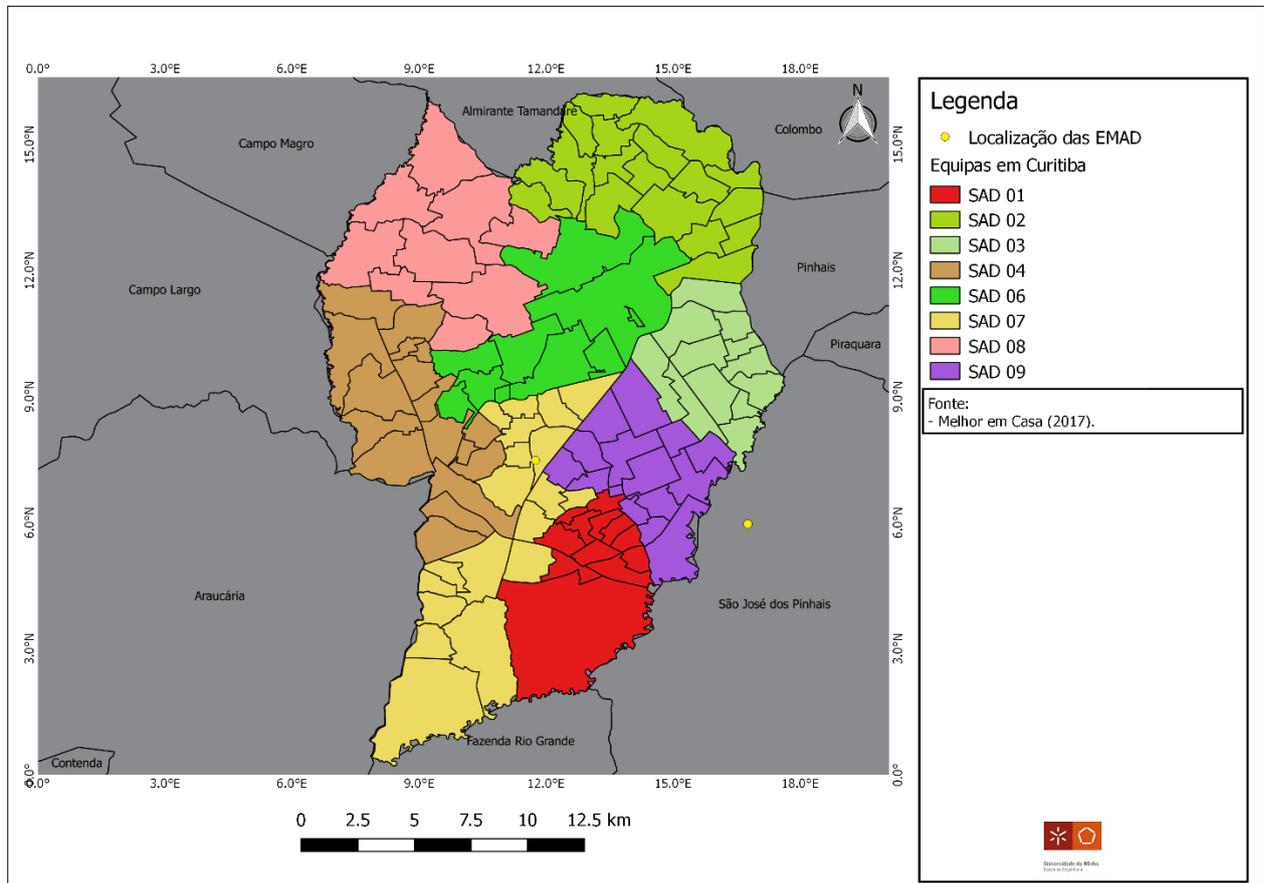


Figura 25 - Zonas de atendimento das equipas CSD na cidade de Curitiba.

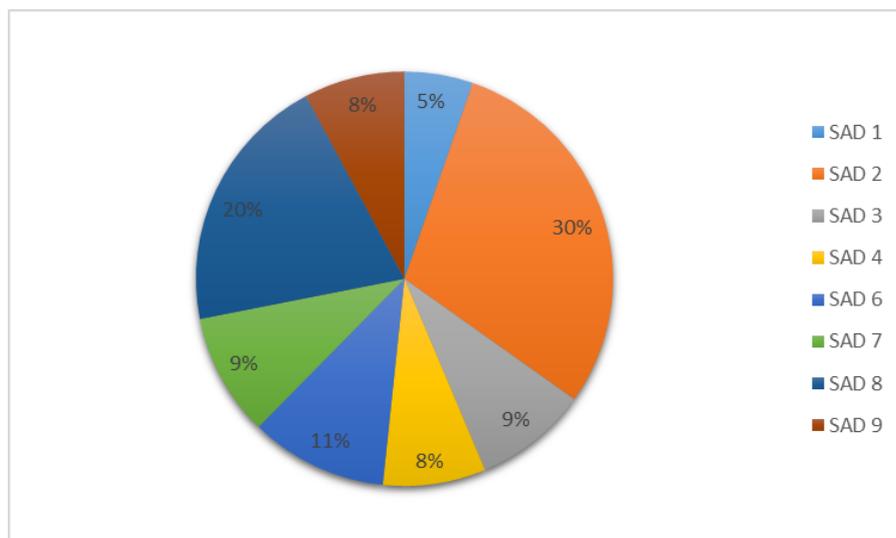


Figura 26 - Percentuais da distância total que é percorrida por cada SAD na cidade de Curitiba.

Ao analisar a Figura 25, nota-se que os SAD 2 e 6 são os que apresentam a maior distância percorrida entre as equipas analisadas. Isto se deve ao facto de estas serem as zonas com maior proximidade à região central da cidade, local de grande densidade populacional e de difícil acesso em determinadas ruas (devido à existência de corredores exclusivos de transporte público), entre outros problemas de mobilidade que envolvem a região central de uma grande cidade. Além disso, na cidade Curitiba, as zonas são formados com base nos 10 distritos sanitários existentes na cidade (Curitiba.Saúde, 2019). Esses distritos sanitários são compostos por um total de 110 unidades de saúde (US), que nada mais é que o território de abrangência da US (centro de saúde). Com base nisso, as unidades básicas desse caso não consideram a divisão de bairros, como acontece nos outros casos, mas sim a referida divisão, conforme sugerido pela coordenadora local.

4.6.3 SAD Uberaba

A cidade de Uberaba, localizada no estado de Minas Gerais, região sudeste do Brasil, possui uma população de 229 mil habitantes e um IDHM 0,772 (IBGE, 2010). O município conta com 71 estabelecimentos de saúde SUS (IBGE, 2009), 2 EMAD e 1 EMAP (Figura 27).

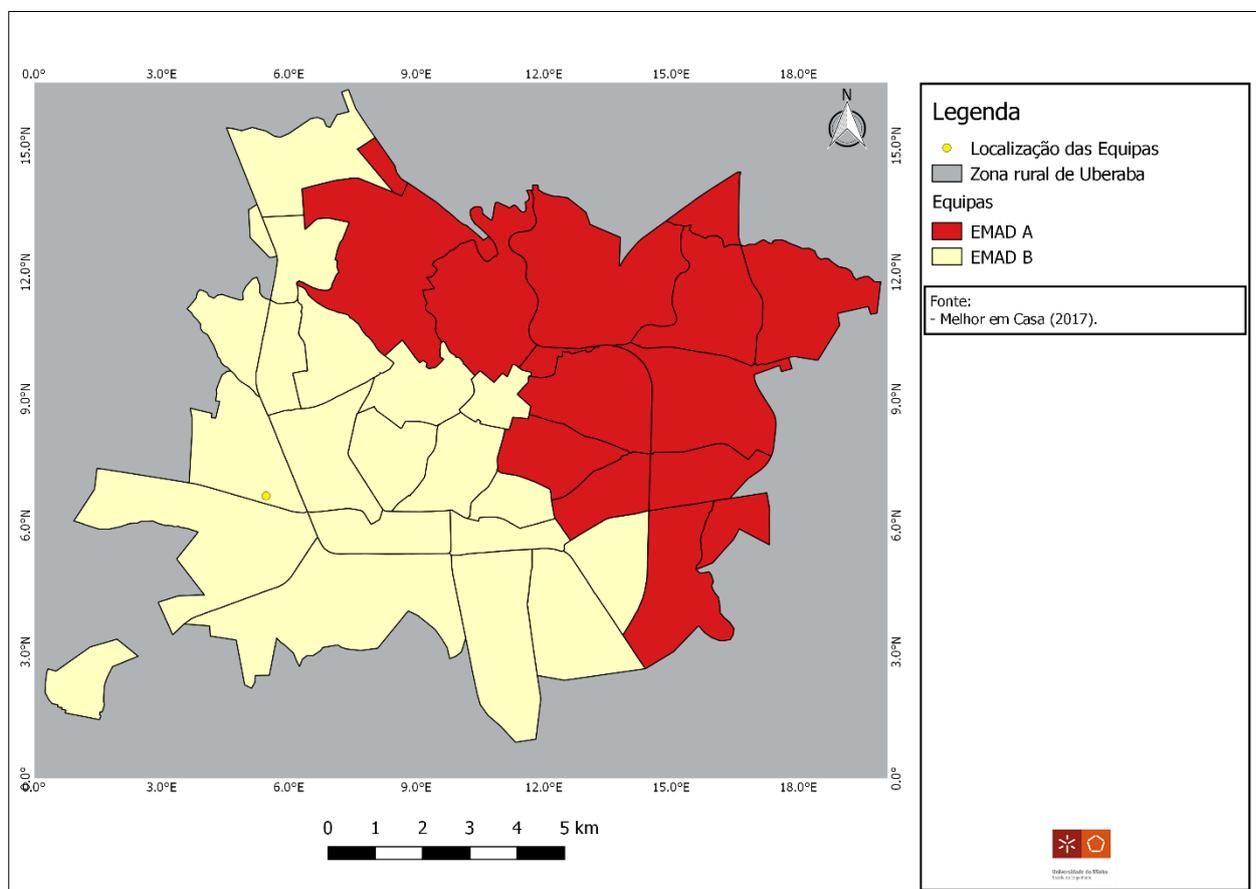


Figura 27 - Zonas de atendimento das equipas de CSD na cidade de Uberaba.

As equipas de CSD dessa cidade prestam os cuidados desde abril de 2012, e ambas se encontram localizadas na Avenida Guilherme Ferreira, 1538, bairro São Benedito. Os profissionais disponíveis nessas EMAD são 1 enfermeiro (40 horas), 1 fisioterapeuta (30 horas), 2 técnicos de enfermagem (30 horas), 1 técnico de enfermagem (40 horas), 1 auxiliar de enfermagem (30 horas) e 1 motorista (40 horas). Atualmente, a taxa de ocupação das vagas é de 67%, e os utentes permanecem sob os cuidados das equipas por um período médio de 10 dias.

As equipas possuem 3 veículos ligeiros com capacidade para 5 pessoas, percorrendo um total de cerca de 1.658 km/mês (sendo 774 km/mês pela EMAD A e 884 km/mês na outra equipa). Uma particularidade dessa cidade é que a área da zona rural (4.285 km²) é maior que a área urbana (256 km²), conforme pode ser notado na Figura 27. A principal atividade económica desta cidade é o agronegócio.

4.6.4 SAD Uberlândia

A cidade de Uberlândia, localizada no estado de Minas Gerais, possui uma população de 604 mil habitantes e o IDHM de 0,789 (IBGE, 2010). Atualmente, a cidade conta com 108 estabelecimentos de saúde SUS (IBGE, 2009), 7 EMAD e 3 EMAP. No entanto, dessas 7 EMAD, apenas 5 serão analisadas no âmbito desta tese (Figura 28).

Ao contrário de outras cidades, Uberlândia já tinha equipas de CSD antes do início do Programa Melhor em Casa, desde 1996. Por esse motivo, esta cidade foi considerada uma cidade modelo pela gerência nacional, nos atendimentos CSD no Brasil, principalmente nos serviços de ventilação mecânica. Além disso, o plano de zonamento dessas equipas é diferente dos outros municípios, pois a divisão foi feita com base no grau de complexidade dos utentes. As 2 EMAD e 1 EMAP têm, como instalações, o Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia, localizado na Avenida Pará, Bloco DU. Uma equipa tem como responsabilidade prestar os cuidados pediátricos, e, a outra, os cuidados a adultos de nível AD3 (maior complexidade). Sendo assim, não há um plano de zonamento específico para as duas equipas. Normalmente, as visitas são feitas por região em cada dia da semana.

Por esse motivo, foram considerados apenas as equipas instaladas na Unidade de Atendimento Integrado (UAI) Tibery Anice Dib Jatene, localizado na Avenida Benjamin Magalhães, 115, bairro Santa Mônica. Nessa unidade de atendimento, há 5 EMAD e 2 EMAP, os quais são responsáveis pelos cuidados dos

utentes de nível AD1 e AD2, tendo uma taxa média de ocupação de 85,4%. As EMAD são compostas por 2 médicos com carga horária semanal de 20 horas, 1 fisioterapeuta (30 horas), 1 enfermeiro (30 horas) e 1 técnico de enfermagem (45 horas). Em cada equipa EMAP possui 2 assistentes sociais (30 horas), 1 nutricionista (40 horas), 1 dentista (20 horas), 1 fonoaudiólogo (40 horas) e 1 terapeuta ocupacional (30 horas).

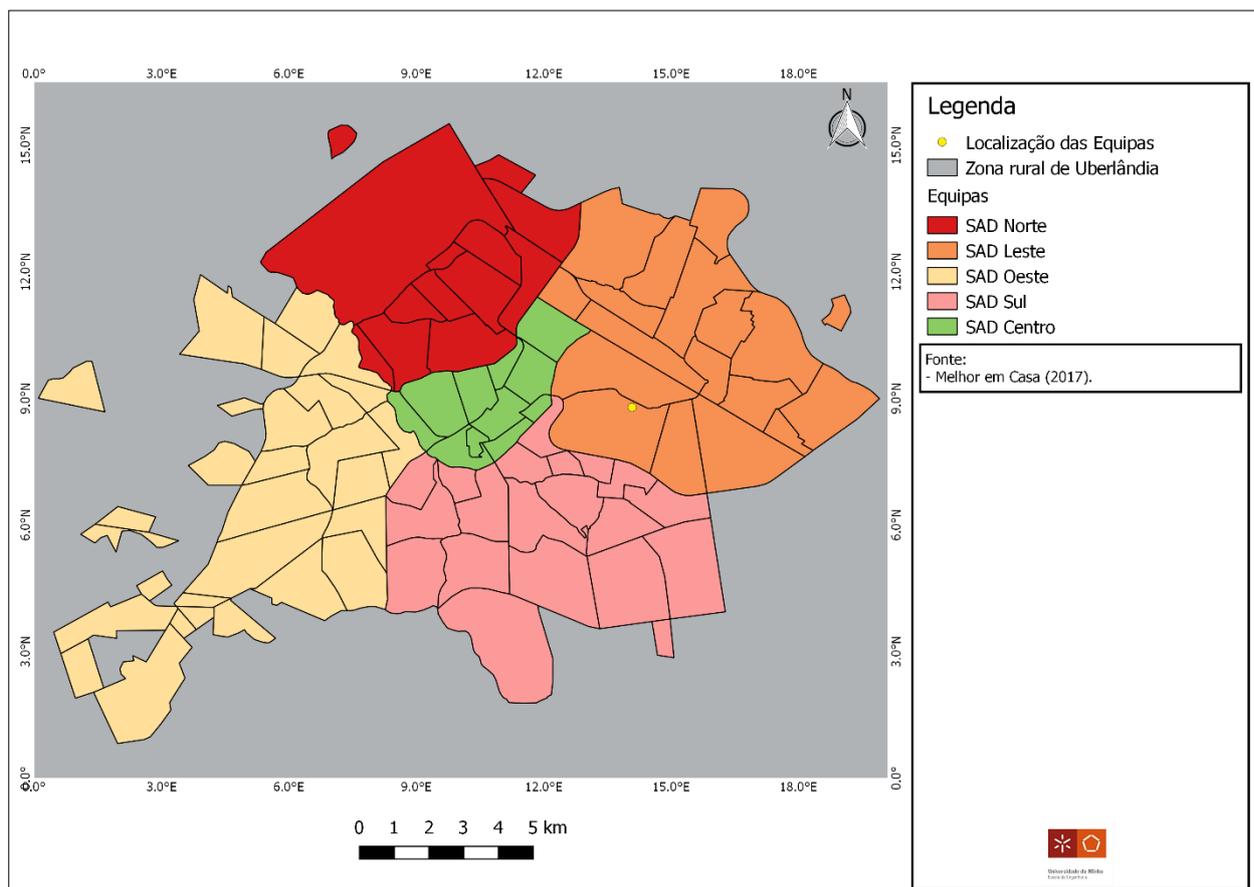


Figura 28 - Zonas de atendimento das equipas CSD de Uberlândia.

Estas equipas possuem um total de 13 veículos à disposição para as operações e percorrem um total de 5.444 km/mês, com base na estimativa de rotas. O SAD Norte percorre cerca de 1.035 km/mês, o SAD Leste 819 km/mês, o SAD Oeste 1534 km/mês, o SAD Sul 1.118 km/mês, e o SAD Centro cerca de 938 km/mês. Os veículos disponíveis para a prestação dos cuidados são todos locados a uma cooperativa local. O acordo entre as equipas e a cooperativa impõe as condições de que todos veículos locados devem ser carros ligeiros, possuir quatro portas e ar condicionado, e devem ser conduzidos por um motorista cadastrado na cooperativa.

4.7 Análise e discussão dos estudos de casos

Os casos brasileiro e português, analisados neste estudo, demonstraram diferenças significativas nas operações dos CSD em seus concelhos e cidades, devido, sobretudo, às diferenças territoriais e geográficas, populacionais e demográficas, e estrutura organizacional.

Em Portugal, os cuidados continuados integrados surgiram no Despacho n° 407/98 dos Ministérios da Saúde e Segurança Social. Logo em 2002, com a Resolução do Conselho de Ministro n° 59/2002, surgiu o Apoio Domiciliário Integrado, e no ano de 2003 foi reformulado com o Decreto-lei n°281/2003. No entanto, estas equipas sempre tiveram muita dificuldade em satisfazer as necessidades globais (Filipe, 2015). Os maiores desenvolvimentos neste setor tiveram apenas início com a criação da Rede Nacional de Cuidados Continuados por meio do Decreto-Lei n° 101/2006.

No Brasil, os CSD do setor público surgiram inicialmente a nível municipal, ou seja, esses projetos eram desenvolvidos e geridos apenas pelas câmaras municipais e não estavam integrados no Sistema Único de Saúde (SUS). Por exemplo, na cidade de São Paulo, as equipas operacionais surgiram no ano de 1993, com a criação do Programa de Atenção Domiciliar no Hospital Municipal do Tatuapé. No entanto, os CSD só obtiveram uma abrangência nacional com a criação do Programa Melhor em Casa, com a portaria 2029 em 29 de agosto de 2011.

A comparação entre esses dois países desenvolveu-se com base nos parâmetros relacionados com a estrutura organizacional e gestão de casos, constituição das equipas, instalações e planos de zonamento, gestão de frotas, gestão de suprimentos, processo de admissão dos utentes, produtividade e orçamentos. Esses parâmetros foram definidos com base nos dados relativos à gestão dos CSD, obtidos por meio do questionário semiestruturado (Anexos I e II). Nas próximas subsecções esses parâmetros serão analisados pormenorizadamente.

4.7.1 Estrutura organizacional e gestão

Foram encontradas algumas diferenças entre os casos brasileiro e português em termos da estrutura organizacional e da gestão. As ECCI em Portugal, inseridas na RNCCI, respondem a três níveis de coordenação: local (ACES), regional (ARS) e nacional. A gestão de cada equipa é feita normalmente pelo coordenador da UCC ou do centro de saúde local. Além disso, em cada equipa há um enfermeiro líder, responsável por auxiliar o coordenador nas tomadas de decisão. Os 278 concelhos de Portugal

Continental estão atualmente quase todos abrangidos pelos serviços de CSD. Em cada concelho há, no mínimo, uma ECCI, com exceção de 54 concelhos (Figura 13).

No Brasil, as equipas respondem apenas às câmaras municipais de cada cidade, sendo, no entanto, também monitoradas pela coordenação nacional. As equipas de cada cidade são geridas por apenas um gestor, mas, assim como em Portugal, cada equipa possui um líder, o qual é responsável por auxiliar o gestor nas tomadas de decisão. As cidades que desejam implementar uma EMAD devem ter uma população mínima de 40.000 habitantes e alguns outros requisitos são necessários, como a existência de um serviço de atendimento móvel de urgência e hospital de referência, de acordo com a Portaria N° 825/2016. Conforme informado pela coordenadora nacional do programa Melhor em Casa, cerca de 320 novas equipas de CSD aguardam atualmente por recursos financeiros para a sua implementação. Isto é devido à crise financeira enfrentada pelo Brasil desde 2015, que se traduziu numa redução significativa dos recursos do Fundo Nacional de Saúde, pelo menos no que concerne aos fundos disponibilizados pelas autoridades para o subsistema de saúde em análise. Ao analisar a Figura 22, nota-se que muitas cidades ainda não foram beneficiadas pelo Programa Melhor em Casa, incluindo algumas capitais, como é o caso da cidade de Vitória, capital do Estado do Espírito Santo com uma população de 211 mil habitantes (IBGE, 2010).

4.7.2 Constituição das equipas

A constituição das equipas e os tipos de cuidados prestados em ambos países se diferenciam, quando comparados. O Anexo VII apresenta uma lista dos tipos de cuidados prestados em cada um dos dois países. Em Portugal, as equipas são constituídas basicamente por enfermeiros, conforme poderá ser observado na Figura 29.

Ao analisar a Figura 29, é possível identificar uma grande diferença no percentual da carga de trabalho semanal entre enfermeiros e outros profissionais. Isto é devido a dois fatores. O primeiro é que os enfermeiros em Portugal, diferentemente do Brasil, estão aptos a realizar mais tipos de cuidados, devido à especificidade da sua formação. Por exemplo, os enfermeiros com especialização em reabilitação prestam cuidados de enfermagem e fisioterapia. Em todas as equipas analisadas no caso português, apenas a ECCI de Guimarães tinha disponível um fisioterapeuta para a prestação dos CSD. O segundo fator está relacionado com o facto de que a maior parte dos tipos de cuidados disponibilizados pelas ECCI são prestados por enfermeiros (ANEXO VII). Com base nos dados obtidos, uma ECCI tem, em média, 165 horas por semana de carga de trabalho disponível, para um total de 20 utentes. No entanto,

apenas 5 dessas horas são destinadas para cuidados médicos (empregadas normalmente nas visitas multidisciplinares), sendo que o médico é o profissional com a menor carga de trabalho na equipa, como abordado em Filipe (2015). Além disso, a carga de trabalho semanal dos enfermeiros no ACES Cávado II é menor que nos casos das restantes ECCI analisadas, algo que pode ser explicado com a inclusão do assistente operacional (detentor de uma carga horária similar a do enfermeiro): esse profissional é responsável por conduzir os veículos e auxiliar os profissionais de saúde em alguns procedimentos, como na preparação dos sacos de materiais clínicos e farmacêuticos.

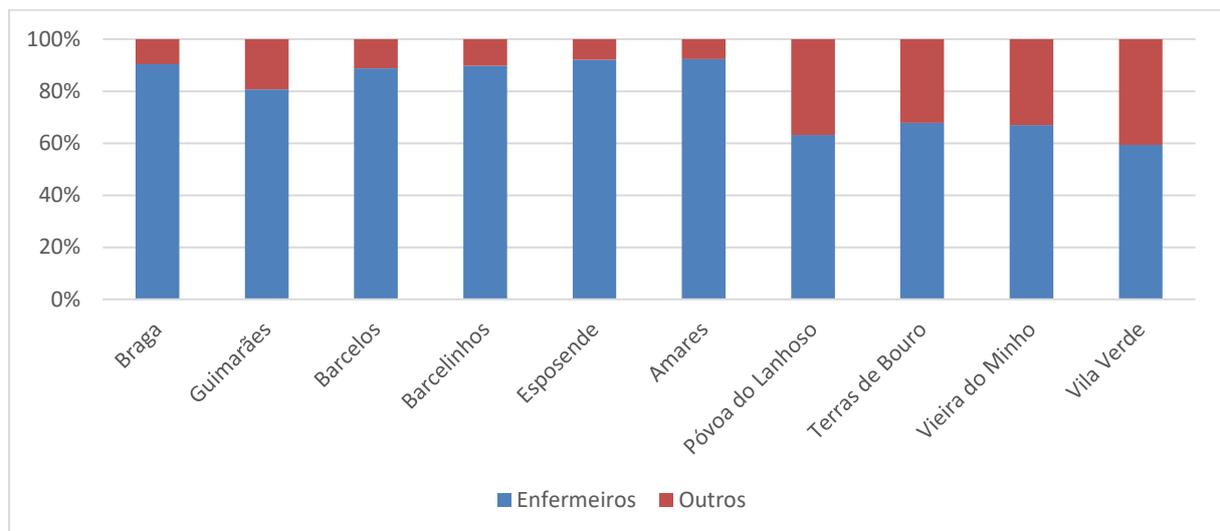


Figura 29 - Comparação do percentual da carga de trabalho semanal entre enfermeiros e outros profissionais no caso português.

No Brasil, a constituição das equipas é determinada com base na Portaria N° 825/2016 do Ministério da Saúde, a qual determina o número mínimo de horas semanais por tipo de profissional em cada tipo de equipa (EMAD e EMAP). Com base nos dados obtidos, uma EMAD tem disponível, em média, cerca de 242 horas por semana, para os cuidados de um total de 60 utentes. A Figura 30 apresenta uma comparação da carga de trabalho semanal entre enfermeiros e outros profissionais.

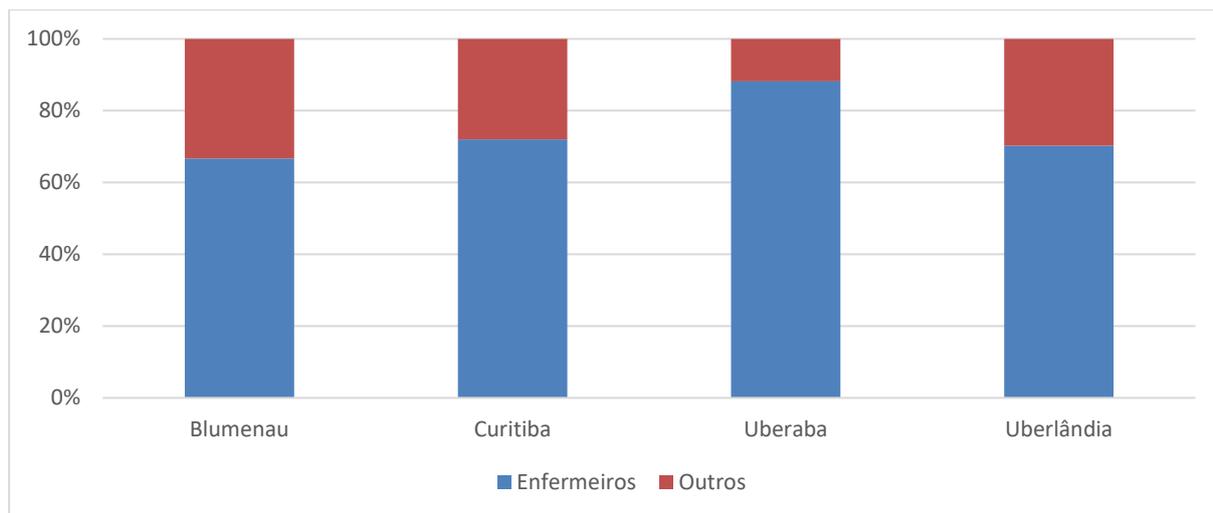


Figura 30 - Comparação do percentual da carga de trabalho semanal entre enfermeiros e outros profissionais no caso brasileiro.

Os dados que suportam a Figura 30 são apenas relativos às EMAD, pois as EMAP não prestam serviços de enfermagem. Além disso, as horas de trabalho dos enfermeiros, neste caso, também incluíram os técnicos de enfermagem. Esses profissionais estão aptos a realizar cuidados de enfermagem em hospitais, clínicas e outros estabelecimentos de assistência médica, embarcações e domicílios, desde que estejam sob a supervisão de um enfermeiro. No Brasil, esse tipo de profissional detém uma formação de nível técnico e é regulamentado pela Lei Federal nº 7.498, de 25 de junho de 1986. Contudo, o percentual médio de horas de enfermeiros nas equipas analisadas no Brasil (74%) é inferior ao caso português (79%). Isso ocorre porque a carga de outros profissionais (ex. fisioterapeuta e médico) são maiores no caso brasileiro. Além disso, as equipas EMAP são compostas por outros profissionais, além de médicos e enfermeiros. Diferentemente das ECCI Portuguesas, os cuidados de reabilitação no Brasil são feitos normalmente por fisioterapeutas. Já os médicos, além das visitas multidisciplinares (como é feito em Portugal), também realizam alguns procedimentos de menor complexidade como a paracentese, o acesso profundo, o desbridamento de lesões e a hemotransfusão. A carga horária de cuidados médicos na EMAD é de, no mínimo, 40 horas por semana, conforme exige a Portaria Nº 825/2016 do Ministério da Saúde.

4.7.3 Instalações e zonamento dos territórios

As instalações ou bases operacionais utilizadas pelas equipas, em ambos países, estão normalmente localizadas em centros de saúde, hospitais e universidades. Nesses locais, há normalmente uma sala de reuniões, um gabinete para o coordenador, um pequeno armazém para os produtos clínicos e farmacêuticos e uma sala com computadores para o registo de informações. Em Portugal, cada equipa

tem as suas próprias instalações, diferentemente do Brasil, onde as instalações são compartilhadas entre todas as equipas de um determinado município.

Os planos de zonamento em Portugal foram desenvolvidos com base nos territórios abrangidos por um determinado centro de saúde, UCC ou apenas pelos limites territoriais de um concelho. Já no Brasil, os planos de zonamento foram desenvolvidos com base nos distritos sanitários de cada cidade. Entretanto, quando há mais distritos sanitários que equipas EMAD, essas zonas são divididas ou distribuídas entre as equipas. Em ambos os países, nenhuma equipa utilizava (à data deste estudo) qualquer tipo de ferramenta para resolver os problemas de zonamento.

4.7.4 Gestão de frotas

A gestão de frotas das equipas em Portugal é feita pela Unidade de Apoio a Gestão (UAG) de cada centro de saúde ou UCC. A frota de veículos é uma frota própria, normalmente compartilhada com os profissionais da UCC. Os enfermeiros são geralmente responsáveis por conduzir e abastecer os veículos (pagando por meio de um cartão corporativo), com exceção das ECCI que têm disponível o assistente operacional em seu quadro funcional. A manutenção dos veículos é feita apenas de forma corretiva, ou seja, os enfermeiros informam a UAG sobre um possível problema mecânico e o veículo é de imediato analisado pelo técnico da UAG e, se necessário, encaminhado para uma empresa especializada em manutenção automóvel. Os veículos que se encontram em manutenção são normalmente substituídos por outros veículos da frota da UCC ou ACES quando há disponibilidade; caso não haja disponibilidade, o serviço de táxi é contratado temporariamente.

No Brasil, na maior parte das cidades analisadas, a frota de veículos é terceirizada, com exceção da cidade de Uberaba que possui uma gestão de frota similar ao caso português. Esses veículos normalmente são alugados a cooperativas locais ou empresas de aluguer (*rental cars*). Em alguns casos, os motoristas estão incluídos nos serviços de aluguer, como por exemplo nas cidades de Uberlândia e Curitiba. Os serviços de manutenção e o abastecimento dos veículos são geralmente geridos pela empresa locadora ou cooperativa, com exceção da cidade de Blumenau que paga diretamente os gastos de combustíveis. Os veículos com problemas de manutenção, ou quando atingem uma determinada quilometragem, são substituídos por outros da mesma categoria, por contratação imediata.

4.7.5 Gestão de materiais

Em Portugal, os materiais clínicos e farmacêuticos das ECCI analisadas, pertencentes à ARS Norte, são comprados e distribuídos pelos armazéns da cidade de Maia e Vila Real (Figura 15). Em cada equipa há um profissional responsável por registar o consumo dos materiais e fazer o pedido mensal desses materiais, por meio de um sistema informático de gestão de inventários da ARS Norte. Sendo assim, esses pedidos são normalmente entregues em conjunto com os materiais requisitados pela UCC ou centro de saúde, em uma data específica. Caso falem materiais de forma inesperada ou por problemas operacionais, são processados pedidos extraordinários que são entregues conforme a urgência da equipa. Além disso, há casos em que as equipas usam materiais emprestados pelos centros de saúde, UCC ou até por outras ECCI do ACES local.

No Brasil, os materiais clínicos e farmacêuticos são geralmente adquiridos pelos Centros de Abastecimento Farmacêutico (CAF) ou hospitais, sendo depois distribuídos pelas equipas, tal como é feito em Portugal. Contudo, nem todas as cidades possuem um sistema informático de gestão de inventários. Em alguns casos, os pedidos são requisitados por correio eletrónico ou telefone. As entregas são normalmente feitas por transportadoras locais, ou a própria equipa encaminha o motorista para o levantamento dos materiais no armazém. Entretanto, no Brasil há casos em que alguns utentes acionam o tribunal de justiça para a compra de medicamentos ou materiais especiais que não são fornecidos pela rede SUS. Após o utente ganhar a causa diante dos tribunais, as equipas utilizam parte dos recursos disponibilizados pelo governo federal para a compra desses materiais ou medicamentos. A gestão de inventários é normalmente feita pelo gestor local ou por algum auxiliar administrativo que faça parte do quadro funcional da equipa.

4.7.6 Processo de admissão dos utentes

Em Portugal, o utente a admitir é encaminhado para as ECCI pela ECL, tal como se referiu no início deste capítulo. Em seguida, é atribuído, ao utente, um enfermeiro denominado gestor de caso, o qual ficará responsável em programar as respetivas visitas. Com base nisso, normalmente é definido o escalonamento semanal de cada equipa, juntamente com o auxílio do coordenador local e o enfermeiro responsável da equipa. Os sacos de materiais a serem utilizados em cada visita são preparados diariamente pelos próprios enfermeiros ou por assistentes operacionais, gastando-se, em média, cerca de 15 a 30 minutos para concluir esse procedimento, de acordo com a análise dos dados obtidos. Os enfermeiros utilizam diferentes critérios para determinar a ordem dos utentes a serem atendidos, mas

normalmente o primeiro critério considerado é a necessidade do utente e, logo depois, a distância a ser percorrida.

Os veículos são geralmente compartilhados entre todos os membros das equipas, que realizam o seu planeamento diário de visitas de acordo com a entrega e recolha dos outros profissionais. As visitas são geralmente realizadas por dois enfermeiros. Contudo, há casos em que os enfermeiros percorrem o caminho a pé, quando dois ou mais utentes se encontram próximos.

No final das visitas, durante os intervalos de almoço ou no final de expediente, os enfermeiros retornam às suas instalações, registam a quilometragem percorrida e as informações referentes aos cuidados prestados durante o dia. A quilometragem é registada em um documento que fica no veículo e que, no final de um determinado período, é recolhido pela UAG. Já as informações referentes aos cuidados prestados são registadas em dois sistemas informáticos. O registo diário dessas informações é feito no sistema S-Clínico. No entanto, é necessário também registar quinzenalmente informações em um segundo sistema, o GESTCARE@CCI, que é um sistema da RNCCI utilizado por todos membros da equipa para o registo da produção de indicadores de natureza clínica. Identificou-se, durante as entrevistas aos gestores, que é despendido muito tempo por parte dos enfermeiros para o registo dessas informações. Conforme os dados obtidos, o tempo de registo varia entre 1 a 2 horas por dia, consumindo cerca de 10 a 20 minutos por utente.

No Brasil, os utentes admitidos são encaminhados a partir de hospitais e centros de saúde para as EMAD. Um utente só será aceito, desde que atenda todos os requisitos estabelecidos na PORTARIA N° 825, DE 25 DE ABRIL DE 2016, para posteriormente ser classificado com AD1, AD2 ou AD3. O processo de admissão poderá ser feito por prontuário físico, sistema informático local ou e-SUS (sistema informático da rede SUS). O escalonamento dos utentes é desenvolvido entre os enfermeiros responsáveis de cada equipa e o gerente local. Os sacos de materiais clínicos e farmacêuticos a serem utilizados nas visitas, na maior parte das cidades, são preparados como nos casos das ECCI em Portugal. Em Blumenau, a preparação desses sacos é gerida de uma outra forma. Nas primeiras visitas, o material é levado; posteriormente, a partir da segunda semana, um enfermeiro ou médico prescreve a relação dos materiais necessários para um determinado período e a equipa do armazém farmacêutico faz a entrega na casa do utente. Assim, os profissionais, nas suas visitas, levam normalmente apenas uma maleta contendo materiais extras para eventuais casos. A ordem dos utentes a serem atendidos

(roteamento) é normalmente feita pelo motorista e o profissional de saúde responsável da equipa (enfermeiro ou médico).

Na maior parte das cidades, os veículos não são compartilhados, ao contrário do caso português. Normalmente, os profissionais presentes no veículo prestam os cuidados no mesmo utente. Essa subequipa é composta por profissionais como médico, enfermeiro ou fisioterapeuta e acompanhados de um ou dois técnicos de enfermagem (variando entre a 2 a 3 profissionais por veículo). Em Curitiba, como os veículos têm capacidade para até 9 pessoas, nas visitas de admissão ou multidisciplinar e em casos especiais, todos os membros da equipa realizam a visita à casa do utente.

Ao retornar das visitas, os membros das equipas normalmente fazem o registo das informações no sistema e-SUS, tal como é feito pelas ECCI em Portugal no respetivo sistema informático. Contudo, há equipas que desenvolveram um formulário físico que é preenchido durante a visita, e que depois é entregue a um auxiliar administrativo para o registo no sistema informático. Na cidade de Blumenau, o registo dessas informações é feito por meio de *tablets*. A gerente local decidiu investir nessa tecnologia a fim de minimizar os tempos para registo e evitar a perda de informações. Sendo assim, essa equipa adquiriu os *tablets* com recursos próprios e entrou no projeto piloto entre SUS e a Universidade Federal de Santa Catarina para implementação do aplicativo e-SUS nesses equipamentos. As informações são registadas durante a visita e os dados são enviados para a rede eletrónica logo depois que o enfermeiro retorna à sua instalação. Aquando da recolha de dados do presente estudo, a gerente local ainda não havia quantificado os resultados referentes a essa forma de registo, recém implementada. Note-se, porém, que, de acordo com Kuo *et al.* (2016) os registos em *tablets* são mais interativos e consomem menos tempo que o método manual.

4.7.7 Produtividade

Os números de visitas diferenciam-se devido a fatores como a complexidade dos serviços a prestar, a área territorial, os congestionamentos, o número de referência médica, a densidade demográfica, a idade da população, as horas de trabalho disponíveis da equipa, entre outros fatores. Os índices de produtividade de cada ECCI, nos casos analisados em Portugal, estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Produtividade mensal das ECCI portuguesas.

ACES	ECCI	Carga de Trabalho (Horas/mês)	Nº visitas/mês	Horas/visitas
ACES Alto Ave	Guimarães	1.004,42	296	3,39
ACES Alto Ave	Taipas	260,40	80	3,26
ACES Cávado I	Braga - Carandá	668,36	201	3,33
ACES Cávado I	Braga - Infias	542,50	192	2,83
ACES Cávado I	Braga - Maximinos	637,98	164	3,89
ACES Cávado II	Amares	564,20	73	7,73
ACES Cávado II	Póvoa do Lanhoso	640,15	43	14,89
ACES Cávado II	Terras de Bouro	529,48	65	8,15
ACES Cávado II	Vieira do Minho	622,79	127	4,90
ACES Cávado II	Vila Verde	833,28	165	5,05
ACES Cávado III	Barcelinhos	677,04	113	5,99
ACES Cávado III	Barcelos	854,98	213	4,01
ACES Cávado III	Esposende	941,78	151	6,24

Ao analisar a Tabela 8, nota-se algumas diferenças entre as cargas de trabalho disponíveis (horas/mês) e os números de visitas/mês por ECCI. No ACES Alto Ave, a ECCI Guimarães ainda detém o maior número de visitas mês e a carga de trabalho mensal disponíveis por ECCI, quando comparada com a ECCI Taipas (criada recentemente). No entanto, o índice de produtividade (horas/visita) da ECCI Taipas é melhor. No ACES Cávado I, ao analisar as três equipas, verificou-se que a ECCI Carandá possui as maiores cargas de trabalho e número de visitas. Ao analisar o índice de produtividade, nota-se que a ECCI Infias é a menor em relação às demais equipas, demonstrando que há uma alta produtividade, mesmo não sendo a equipa com maiores cargas de trabalho e número de visitas. Ao comparar as ECCI do ACES Cávado II, verifica-se que as ECCI Vila Verde e Vieira do Minho têm os melhores índices de produtividade. As ECCI Amares, Póvoa de Lanhoso e Terras de Bouro têm os piores índices de produtividade do conjunto de concelhos analisados em Portugal. No ACES Cávado III, a ECCI Barcelos detém os melhores índices de produtividade. A ECCI Esposende tem o pior índice, mesmo tendo a maior carga de trabalho.

Após analisar as ECCI com os piores índices de produtividade, consta-se que, por meio dos dados obtidos e durante a entrevista com os coordenadores, há algumas explicações para esses maus desempenhos relativos. A ECCI Terras de Bouro, para além de ser a equipa do ACES que percorre maiores distâncias entre seus utentes, sofre com a baixa referência de utentes por parte dos médicos e enfermeiros de família. A ECCI Amares vem sofrendo com a falta de profissionais (com licenças médicas), e, devido a isso, o número de vagas reduziu de 20 para 7 no ano de 2017. Já no caso da ECCI de Póvoa do Lanhoso, durante o mês da recolha de dados, a procura reduziu significativamente, tendo sido um mês atípico de

operação, conforme destacou a coordenadora local. Ao analisar os dados de 3 meses anteriores, constata-se que a equipa conseguiu realizar 119 visitas em um mês, mas esse número foi reduzindo, de mês para mês, até que alcançou o valor atual. Além dessas análises, também é possível observar o desvio no número de visitas em cada ACES, principalmente nos ACES Cávado II e III.

Com base nos dados obtidos junto das equipas Brasileiras, os indicadores de produtividade também foram organizados e sintetizados (Tabela 9).

Pela Tabela 9 é possível verificar que a carga de trabalho, na maior parte dos casos, é semelhante entre as equipas de uma mesma cidade. Isto demonstra que as composições dessas equipas vêm sendo geridas, conforme é exigido pela Portaria N° 825/2016 do Ministério da Saúde. Além disso, as cargas de trabalho das equipas Brasileiras são maiores que as das ECCI analisadas no caso português.

Tabela 9 - Produtividade mensal das EMAD brasileiras.

Cidade	EMAD	Carga de Trabalho (Horas/mês)	N° visitas/mês	Horas/visitas
Blumenau	SAD 1	1.041,60	68	15,32
Blumenau	SAD 2	1.041,60	93	11,20
Blumenau	SAD 3	1.041,60	162	6,43
Curitiba	SAD 01	1.085,00	68	15,96
Curitiba	SAD 02	1.085,00	183	5,93
Curitiba	SAD 03	1.085,00	57	19,04
Curitiba	SAD 04	1.085,00	51	21,27
Curitiba	SAD 06	1.085,00	176	6,16
Curitiba	SAD 07	1.085,00	152	7,14
Curitiba	SAD 08	1.085,00	130	8,35
Curitiba	SAD 09	1.085,00	150	7,23
Uberaba	EMAD A	737,80	135	5,47
Uberaba	EMAD B	1.041,60	162	6,43
Uberlândia	SAD Centro	1.019,90	264	3,86
Uberlândia	SAD Leste	1.019,90	272	3,75
Uberlândia	SAD Norte	1.019,90	206	4,95
Uberlândia	SAD Oeste	1.019,90	197	5,18
Uberlândia	SAD Sul	1.019,90	246	4,15

Em Blumenau, nota-se que duas equipas locais têm um baixo índice de produtividade, com exceção do SAD 3 que realizou cerca de 50% de todas as visitas da cidade. Na cidade de Curitiba, os SAD 03 e 04 têm os piores índices de produtividade de ambos os países. No entanto, ao analisar o número de visitas realizadas pelas equipas de Curitiba, nota-se que a média (cerca de 121 visitas) é baixa quando comparada com as outras cidades analisadas, o que poderá ser o resultado do desequilíbrio entre as cargas de trabalho ou de problemas de deslocação devido aos congestionamentos de trânsito das capitais

e grandes cidades brasileiras. A cidade de Uberaba é o único caso em que as cargas de trabalho não são uniformes entre as duas equipas. No entanto, ambas as equipas possuem índices de produtividade similares, o que poderá indicar que as equipas vêm sendo bem geridas. Por fim, a cidade de Uberlândia obteve os melhores índices de produtividade entre as cidades brasileiras, principalmente os SAD Centro e Leste. Pela análise dos resultados obtidos na estimativa de rotas, o plano de zonamento parece estar sendo bem gerido, como também foi possível analisar através dos indicadores de produtividade. Isso evidencia que a experiência obtida nesta cidade com as equipas de CSD, antes do surgimento do Programa Melhor em Casa, contribuiu para que a cidade mantivesse esse bom nível de gestão.

Ao correlacionar os indicadores entre Brasil e Portugal, conclui-se que o país europeu alcançou os melhores índices produtividade, com uma média de 5,67 horas por visita. Contudo, algumas ECCI vêm sofrendo com problemas operacionais, conforme abordado anteriormente, o que vêm prejudicando o rendimento dessas equipas. O índice médio de produtividade das equipas brasileiras se manteve em 8,77 horas por visita. Isso poderá ser reflexo de um mau aproveitamento dos profissionais, ou poderá estar relacionado com um alto tempo de deslocação entre os utentes, devido aos congestionamentos de trânsito normalmente enfrentados nas cidades brasileiras.

4.7.8 Orçamentos

Em Portugal, como as ECCI estão incluídas na RNCCI, o orçamento disponível para o funcionamento dos CSD está incluído no orçamento conjunto desses serviços com os outros serviços da rede. Por esse motivo, não foi possível obter os valores especificamente destinados às ECCI. No entanto, entre os anos de 2015 e 2017, foram destinados à rede cerca de 121 milhões de euros (Portal SNS, 2018). De acordo com a mesma fonte, a ARS Norte, no ano de 2018, investiu cerca de 49 milhões de euros, para inclusão de mais 2.655 camas em regime de internamento e 1.653 novos lugares nas ECCI.

No Brasil, o Programa Melhor em Casa tem registado orçamentos anuais variáveis, em função da quantidade e do número de equipas. As EMAD tipo 1 recebem 166.205 euros cada, as EMAD tipo 2 recebem 133.019 euros e as EMAP recebem 19.945 euros por ano. No ano de 2017, foram destinados cerca de 101 milhões euros para o conjuntas das 598 EMAD (1 e 2) e das 323 EMAP distribuídas pelo país. Esses valores do “repasso federal”, conforme informado pelos gestores locais, não é suficiente para manter as equipas em funcionamento por doze meses. Sendo assim, as câmaras municipais precisam de suportar os respetivos défices de financiamento federal.

Ao analisar os custos das equipas brasileiras, conforme consta nos Capítulos 6 e 7, notou-se que os custos das EMAD são maiores que as ECCI em Portugal. Isso se deve ao facto de as equipas brasileiras possuírem mais profissionais, os veículos serem alugados e, em certos casos, ser necessário comprar materiais clínicos e farmacêuticos especiais de alto valor, como abordado anteriormente. Entretanto, no caso português, devido aos bons índices de produtividade, notou-se que essas horas disponíveis vêm sendo mais bem aproveitadas do que no caso brasileiro, mesmo tendo uma menor carga de trabalho disponível por equipa.

Os custos dos CSD são menores que os correspondentes custos das unidades de internamento (Filipe, 2015). O custo mensal, por utente, nas unidades de internamento da RNCCI em Portugal é de 60,55 euros na ULDM, 88,08 euros na UMDR, 106,09 euros na UC e UCP (MF, MS, & MSESS, 2016). O custo de internamento diário em uma ECCI é, em média, cerca de 23,07 euros por dia, conforme os dados obtidos no presente estudo. Já o custo mensal das ECCI, para um total 166 utentes, é de 99.662,73 euros, o que representa apenas 24% do custo total de internamento hospitalar, gerando uma poupança de 323 mil euros/mês com as 12 ECCI.

No Brasil, os custos diários de internamento, por utente, no Hospital Municipal de Uberlândia, é de 194,14 euros (sem materiais clínicos e farmacêuticos), 209,91 euros (com materiais clínicos e farmacêuticos) e 231,91 euros (com materiais clínicos, farmacêuticos e exames) (Borges Júnior, 2018). Já o custo diário de internamento domiciliar no Brasil é de cerca de 17,96 euros, de acordo os dados obtidos no presente estudo. O custo domiciliar para 582 utentes, durante o período de um mês, é igual a 313.649,38 euros, representando apenas 8% do custo total de internamento hospitalar para o mesmo número de utentes. O governo brasileiro conseguiria poupar mensalmente, utilizando novos planos de zonamento, cerca de 3,3 milhões de euros no conjunto das 18 EMAD analisadas.

Além dessas poupanças, importa salientar que os CSD também contribuem para a “desospitalização”, possibilitando aos utentes (que realmente necessitam) ter acesso às camas, principalmente no Brasil, devido ao baixo número de camas hospitalares disponíveis no setor público (SUS).

4.7.8 Boas Práticas

As boas práticas (pontos fortes) relativos aos serviços de ambos os casos foram identificados, a fim de resumir a comparação entre eles (Quadro 3).

Quadro 3 - Comparação entre os serviços CSD de Portugal e Brasil.

Indicadores	Boas práticas relativas (melhor no caso assinalado)	
	Portugal	Brasil
Carga horária de outros tipos de profissionais		✓
Cobertura territorial dos serviços	✓	
Distância percorrida entre as instalações	✓	
Equipa multidisciplinar		✓
Gestão de frotas		✓
Gestão de inventários	✓	
Integração entre as equipas		✓
Número de vagas		✓
Orçamento anual	✓	
Produtividade	✓	
Registo de informações		✓

O Quadro 3 foi desenvolvido com base nos dados fornecidos pelos gestores locais de cada equipa de CSD em ambos países, no âmbito do presente estudo. Em Portugal identificou-se que a produtividade (número de horas de trabalho disponíveis por equipa) vem sendo mais bem aproveitada que no caso brasileiro, mesmo considerando que o tempo de deslocação das EMAD são superiores às ECCI. A gestão de inventários em Portugal também parece mais organizada, tendo dois armazéns e um sistema logístico único para todas ECCI da região norte do país.

No Brasil, os sistemas informáticos de gestão inventários não são integrados a nível regional, estadual ou nacional. A cobertura territorial dos CSD, em Portugal, abrange a maior parte do país, havendo poucos concelhos sem o serviço (Figura 13), enquanto no Brasil apenas 6% de todas cidades possuem esse tipo de serviço (representando cerca de 25% da população brasileira). A distância percorrida entre as instalações das equipas no caso português e a zona de atuação é menor que no caso brasileiro, pois cada ECCI possui a sua própria instalação e normalmente esta encontra-se dentro do seu território de atuação. Já no Brasil, como as instalações normalmente são compartilhadas, em alguns casos é necessário percorrer grandes distâncias das instalações até as zonas de atuação. Por fim, o orçamento anual pago pelo estado português é suficiente para manter as ECCI em funcionamento sem a necessidade da ajuda financeira das câmaras municipais, ao contrário do que ocorre no Brasil.

As boas práticas dos CSD brasileiros, quando comparado com o caso português, estão relacionados com a existência de equipas multidisciplinares, gestão de frotas, registo de informações, inexistência de fila de espera e a integração entre as equipas. Os serviços de CSD no Brasil têm uma maior multidisciplinaridade, pois há outros tipos de profissionais com uma carga de trabalho semelhante à dos

enfermeiros, além das equipas EMAP para o apoio das EMAD. Em Portugal, os outros tipos de profissionais tem uma carga de trabalho semanal baixa quando comparada com a dos enfermeiros, como também foi abordado em Filipe (2015). A gestão de frotas também parece ser mais bem gerida pelas equipas brasileiras, tendo diferenciais como motoristas para conduzir os veículos em maior parte das cidades analisadas e um número maior de carros disponíveis. Além disso, caso os veículos apresentem problemas mecânicos, eles são substituídos de forma imediata. Em Portugal, foi possível registar casos de falta de veículos, obrigando as equipas a utilizarem os serviços de táxi para prestação dos cuidados. No estudo de Filipe (2015), a quantidade insuficiente de veículos para as ECCI também foi apontada como uma fraqueza dos CSD em Portugal. No Brasil, há apenas um sistema informático para registo de informações, o e-SUS, diferentemente de Portugal, em que é necessário a utilização de dois sistemas, gerando duplicidade de informações e consumindo mais tempo da carga de trabalho dos profissionais. Além disso, em algumas cidades brasileiras, os *tablets* já são utilizados para o registo das informações durante a visita. O número de vagas nas EMAD (60 vagas) é mais alargado quando comparados com as ECCI (normalmente 20 vagas), reduzindo assim a possibilidade do surgimento de filas de espera, como ocorreu em alguns concelhos em Portugal. Como as equipas brasileiras de uma determinada cidade compartilham as mesmas instalações, isso possibilita uma maior integração diária. Em Portugal, esse tipo de integração não é diário e ocorre apenas durante as reuniões ou encontros de um determinado ACES.

Por fim, em ambos países os problemas logísticos de níveis estratégicos, táticos e operacionais (Figura 1) são resolvidos geralmente de forma empírica, como por exemplo os problemas de zonamento, em que as zonas de atuação são desenvolvidas com base nos territórios de um determinado concelho, área de atuação do centro de saúde, distritos sanitários, entre outros. O uso de novas tecnologias e a aplicação de modelos SSD poderão contribuir na gestão das equipas de ambos países. Como por exemplo, a utilização do *tablet* pelas equipas da cidade de Blumenau para o registo de informações e a utilização do modelo SSD para solução de problemas complexos (diferentes níveis de decisão) em grandes centros urbanos como a cidade de Curitiba.

No próximo capítulo, um novo sistema de suporte à decisão utilizado nos casos brasileiro e português será apresentado. Além dos sistemas, serão abordados os métodos de escalarização, as estratégias de solução utilizadas na presente investigação e a validação e teste do modelo.

“Nós só podemos ver um pouco do futuro, mas o suficiente para perceber que há muito a fazer.”
Alan Turing

5

SISTEMA DE SUPORTE À DECISÃO

CONTEÚDO

5.1 Introdução	100
5.2 Modelo multiobjetivo para problemas de zonamento	101
5.3 Estratégia de solução	105
5.4 Validação e teste do modelo	113
5.5 Síntese.....	123

Publicações resultantes:

- Emiliano, W., Telhada, J., & Carvalho, M. S. (2017). Home Health Care Logistics Planning: a Review and Framework. In *Procedia Manufacturing* (pp. 1–8). Vigo, Spain.
- Emiliano, W. M., Costa, L., Carvalho, M. S., Telhada, J., & Lanzer, E. A. (2019). Multiobjective optimization of transit bus fleets with alternative fuel options: The case of Joinville, Brazil. *International Journal of Sustainable Transportation*, 1-11. <https://doi.org/10.1080/15568318.2018.1518500>
- Emiliano, W. M., Costa, L., Carvalho, M. S., & Telhada, J. (2018). Bus Fleet Management Optimization Using the Augmented Weighted Tchebycheff Method. In: Prof. Dr. A. Ismael F. Vaz, Prof. Dr. João Paulo Almeida, Prof. Dr. José Fernando Oliveira, Prof. Dr. Alberto Adrego Pinto. (Org.). *Springer Proceedings in Mathematics & Statistics*. 1ed.: Springer International Publishing, 223, 201-213.

Neste capítulo, faz-se uma breve introdução da *framework* do sistema de suporte à decisão (SSD) proposto nesse estudo, apresenta-se a formulação do modelo multiobjectivo desenvolvido para a resolução dos problemas de zonamento, e, por fim, definem-se os métodos de solução propostos.

5.1 Introdução

O sistema de suporte à decisão (SSD), desenvolvido nesse estudo, resume-se a um modelo híbrido composto por dois módulos, capaz de resolver problemas de diferentes níveis de decisão (Figura 31).

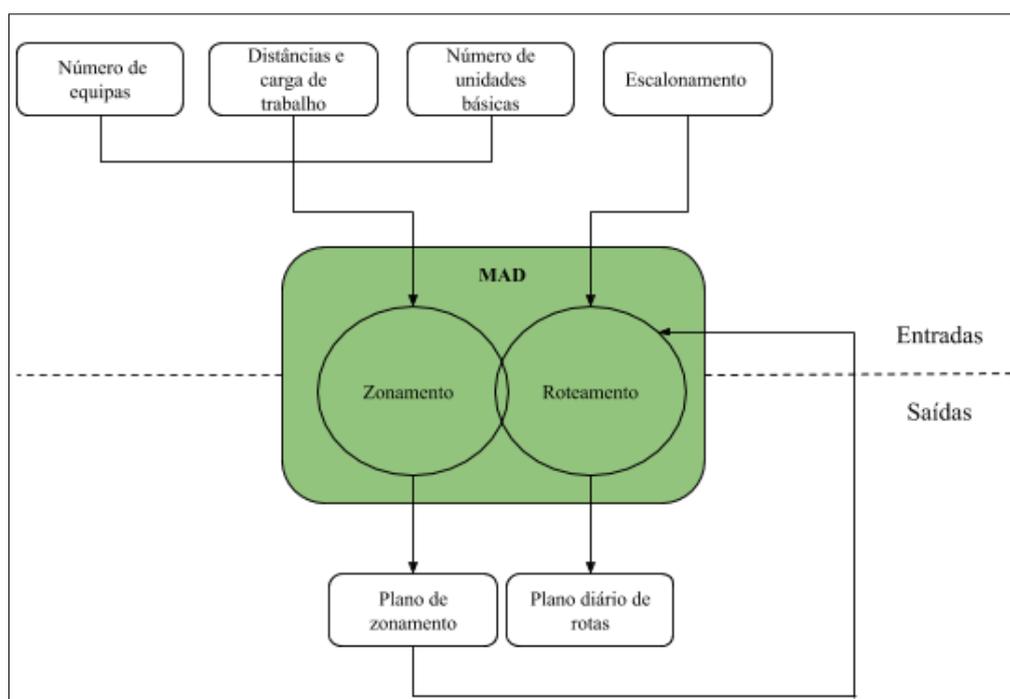


Figura 31 - Sistema de suporte à decisão para os cuidados de saúde ao domicílio

Este sistema integra problemas de nível estratégico e operacional, nomeadamente os problemas de zonamento e roteamento. Para o problema de zonamento, o modelo assume a existência de dados relativos ao número de equipas (número de zonas) e de unidades básicas (UB), a matriz de distâncias entre as UB, e a capacidade (carga de trabalho) disponível em cada UB. Os resultados do módulo de zonamento podem depois também ser usados pelo módulo que resolve o problema de planeamento de rotas, permitindo, assim, estimar o impacto de diferentes planos de zonamento nos custos logísticos de transporte. O módulo de elaboração de rotas usa dados relativos às distâncias entre entidades (centro de saúde local e utentes) e informação relativa ao escalonamento diário das equipas. Isto possibilitará obter o planeamento de rotas para cada plano de zonamento alternativo, sendo também possível comparar esses planos com os planos de zonamento atualmente em vigor. Adicionalmente, pela

estimação de rotas, será possível testar os planos de zonamento obtidos por meio de um modelo multiobjectivo (MO), algo que normalmente não é abordado na literatura atual.

O problema de zonamento é resolvido por meio de um modelo MO, conforme será apresentado na próxima subsecção. Já o problema de rotas será resolvido por meio de uma variante da heurística das poupanças (Clark e Wright, 1964), especificada no Anexo IX.

5.2 Modelo multiobjetivo para problemas de zonamento

Um problema de otimização MO com objetivos e variáveis de decisão podem ser formulados matematicamente como segue representado na Equação (15), (Miettinen, 1999):

$$\min F(x) = (f_1(x), f_2(x), \dots, f_S(x))^T \text{ sujeito a } x \in \Omega \quad (15)$$

onde x é o vetor de variáveis de decisão definido no espaço de decisão Ω , e $f(x)$ é o vetor de objetivos com S objetivos $f_i(x)$ definidos no espaço dos objetivos F^m . Então, o espaço dos objetivos é multidimensional, onde as soluções são comparadas na base da dominância de Pareto. Para um problema de minimização MO, uma solução \mathbf{a} é dita dominar uma solução \mathbf{b} , $\mathbf{a} < \mathbf{b}$, se $\forall i \in \{1, \dots, S\} : f_i(\mathbf{a}) \leq f_i(\mathbf{b})$ e $\exists j \in \{1, \dots, S\} : f_j(\mathbf{a}) < f_j(\mathbf{b})$. Diferentemente da otimização com um único objetivo, a solução de problemas de otimização multiobjectivo não possui uma única solução, mas sim um conjunto de soluções não dominadas, chamadas soluções ótimas de Pareto. Uma solução é considerada ótima de Pareto, se $\nexists \mathbf{b} \in \Omega : \mathbf{b} < \mathbf{a}$, isto é, se não houver uma solução viável \mathbf{b} tal que \mathbf{b} domine \mathbf{a} . O principal objetivo da otimização multiobjetivo é obter um conjunto de soluções ótimas de Pareto que correspondam a diferentes compromissos (*trade-offs*) entre os objetivos.

A otimização MO vem sendo utilizada na literatura atual para problemas de zonamento em setores como a eletricidade, zonamento político, distribuição de produtos, CSD, entre outros. Além disso, a principal vantagem da otimização MO, em relação à otimização de um único objetivo, é que os resultados da otimização MO são um conjunto de soluções não dominadas, gerados a partir de várias combinações de peso (Dächert, Gorski, & Klamroth, 2012). Isso permite que o gestor possa escolher a solução que mais se adeque à sua realidade atual e atribuir diferentes pesos aos objetivos consoante a importância atribuída a cada um deles. O modelo utilizado como base, no presente estudo, foi o DPHHC (*Districting Problem in Home Health Care*) desenvolvido por Gutierrez e Vidal (2015). No entanto, o presente estudo considerou, complementarmente, as condições (restrições) de compacidade e contiguidade das áreas.

Isso permitirá a obtenção de planos de zonamento contíguos para os cuidados de saúde ao domicílio, diferentemente do que vêm sendo abordado na literatura atual. Para a resolução dos problemas de zonamento do presente estudo, um modelo de otimização multiobjectivo, tendo como base os modelos de Gutierrez e Vidal (2015) e Salazar-Aguilar *et al.* (2011), foi desenvolvido e segue apresentado em baixo:

Índices e conjuntos:

I : é o conjunto de Unidades Básicas (UB), representadas por freguesias, bairros ou unidades básicas de saúde.

M : é o conjunto de zonas, formado por um agrupamento de UB e representado pelo número de equipas presentes em uma ou mais cidades ou concelhos.

Variáveis de decisão:

x_{ijm} : variáveis binárias de decisão para inclusão dos pares das UB i e j no distrito m

y_{im} : variáveis binárias de decisão para inclusão da UB i no distrito m

$\delta_m^- + \delta_m^+$: variáveis de decisão para quantificar o maior e menor desvio da carga de trabalho para cada distrito m

Formulação:

$$\text{Min: } f_1 = \sum_{m \in M} \sum_{i \in I} \sum_{j \in I | j > i} t_{ij} x_{ijm} \quad (16)$$

$$\text{Min: } f_2 = \sum_{m \in M} (\delta_m^- + \delta_m^+) \quad (17)$$

$$\text{Min: } f_3 = \sum_{m \in M} \sum_{i \in I} \sum_{j \in I | j > i} t_{ij} x_{ijm} - \sum_{m \in M} \sum_{i \in I} \sum_{j \in I | j > i} t_{ij} q_{ijm} x_{ijm} \quad (18)$$

Sujeito a:

$$\sum_{m \in M} y_{im} = 1, \forall i \in I \quad (19)$$

$$\sum_{m \in M} \sum_{i \in I} x_{ijm} = 0, \forall j \in R \quad (x_{ijm} \geq \beta \bar{T}) \quad (20)$$

$$x_{ijm} \leq y_{im}, \forall (i, j) \text{ pairs} | j > i, m \in M \quad (21)$$

$$x_{ijm} \leq y_{jm}, \forall (i, j) \text{ pairs} | j > i, m \in M \quad (22)$$

$$y_{im} + y_{jm} - x_{ijm} \leq 1, \forall (i, j) \in I | j > i, m \in M \quad (23)$$

$$W_m = \sum_{i \in I} y_{im} d_i, \forall m \in M \quad (24)$$

$$\sum_{m \in M} W_m / |M| = \bar{W} \quad (25)$$

$$W_m + \delta_m^- - \delta_m^+ = \bar{W}, \forall m \in M \quad (26)$$

$$x_{ijm} \in \{0,1\}, \forall (i,j) \text{ pairs} | j > i, m \in M \quad (27)$$

$$y_{im} \in \{0,1\}, \forall i \in I, m \in M \quad (28)$$

$$\delta_m^-, \delta_m^+ \geq 0, \forall m \in M \quad (29)$$

A função objetivo (16) visa a minimização da distância total percorrida ou tempo de viagem entre as UB i e j (t_{ij}) para cada distrito m . A função objetivo (17) visa a minimização da soma total dos desvios da carga média de trabalho (\bar{W}). A função objetivo (18) inclui um peso de atribuição q_{ijm} e visa a minimização da distância total percorrida ou tempo de viagem, a fim de garantir a contiguidade entre as UB i e j (t_{ij}) para cada distrito (m). A restrição (19) assegura que cada unidade básica deverá ser atribuída a apenas um distrito. A restrição de compacidade (20) é utilizada para reduzir o número de variáveis de decisão binárias e, conseqüentemente, reduzir o tempo computacional. Para isso, fixou-se $x_{ijm} = 0$, que desconsidera todas as UB cuja distância seja superior a um fator β de distância ou tempo de viagem. Para cada i é, pois, possível reduzir o número de variáveis de decisão binárias (I) a ($I - R$). Além disso, a compacidade poderá contribuir para que haja um plano de zonamento contíguo. No entanto, não se garante que um plano compacto seja totalmente contíguo (Shirabe, 2009). As restrições (21) e (22) asseguram que x_{ijm} seja 0, a menos que y_{im} e y_{jm} sejam ambos iguais a 1. As restrições (21), (22) e (23) são as expressões lógicas de desigualdade que controlam a atribuição de cada unidade básica por zona, e também a atribuição das unidades (i) e (j) para o distrito (m). A restrições (24) e (25) são responsáveis pela manutenção do equilíbrio da carga de trabalho em cada distrito (m). Na restrição (26), os desvios inferiores e superiores em relação à carga média de trabalho (\bar{W}) de cada distrito (m) são quantificados. As restrições (27) e (28) definem que as respectivas variáveis de decisão são binárias. Por fim, a restrição (29) define que as variáveis de decisão referentes às minimizações do desequilíbrio da carga de trabalho são inteiras.

A contiguidade é normalmente incluída como restrição, no entanto isso poderá aumentar, em muito, o grau de complexidade computacional do(s) método(s) de solução. Além disso, a restrição de contiguidade não é garantida, principalmente em problemas de grandes instâncias (Shirabe, 2009). Por esses motivos, normalmente esses modelos são resolvidos, primeiramente, sem essa restrição, e, caso seja necessário, ela é incluída posteriormente (ex., Ríos-Mercado e López-Pérez, 2013; Ríos-Mercado, 2016). Entretanto,

há estudos que não consideram a contiguidade, pois normalmente esta tende a piorar os valores das funções objetivo (Gutierrez & Vidal, 2015). Há empresas que preferem um plano de zonamento eficiente, não necessariamente contíguo. Por esse motivo, nesse estudo, foi desenvolvida uma função objetivo (18) para minimizar a não contiguidade em cada distrito, tendo como base a função objetivo de Ríos-Mercado e López-Pérez (2013), que inclui um peso de atribuição sobre as UB contíguas, com a especificidade seguinte:

q_{ijm} : peso de atribuição é igual a 0,5 se a UB i for conectada a UB j pertencente ao distrito m , e 0, caso contrário. Caso não seja possível obter contiguidade com esse peso, o valor é aumentado. Para que seja possível identificar a contiguidade entre as unidades básicas, cria-se um parâmetro matricial com a seguinte definição:

$$q_{ijm} : \begin{cases} 1 & \text{se a UB } i \text{ for contígua a UB } j \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Esse parâmetro é similar ao que é usado em Ríos-Mercado e López-Pérez (2013) para garantir que a maior parte das UB permaneçam no mesmo distrito, conforme consta no plano de zonamento definido pela empresa de distribuição de bebidas (no estudo de caso do referido estudo). Entretanto, para o presente estudo, o parâmetro foi utilizado para garantir a contiguidade entre as UB de um determinado distrito m .

5.3 Estratégia de solução

Ao definir o modelo de zonamento, é necessário recolher e organizar os dados necessários para serem utilizados como *inputs*. As matrizes de distâncias utilizadas como *inputs* para este modelo são geradas a partir do *Google Maps*, por meio de uma macro desenvolvida em *MS Excel VBA*. Esses dados correspondem às distâncias, ao longo da rede viária, entre os centros (região central) de cada freguesia ou bairro. Após a obtenção de todos esses dados, os mesmos são convertidos para linguagem *MatLab*. As cargas de trabalho das equipas também são incluídas. No entanto, como nenhuma das equipas possuía dados relativos à quantidade de tempo gasto em cada utente, definiu-se, como carga de trabalho, apenas o número de visitas da equipa em cada freguesia ou bairro, tal como proposto por Gutierrez e Vidal (2015).

O modelo MO, desenvolvido em *MatLab*, é resolvido com o auxílio da aplicação comercial *Gurobi Optimizer (versão 7.5.2)*. A escolha desta aplicação comercial se justifica, principalmente, devido à sua

grande capacidade de resolver problemas de grandes instâncias, e pela não limitação da licença académica. Após uma pesquisa na base de dados Scopus, considerando a palavra “Gurobi” em título, resumo ou palavras-chave, foram encontrados 149 artigos com aplicação em diversas áreas como Ciências da computação (83), Engenharia (69) e Matemática (60). Ao adicionar o termo “Home Care”, dois artigos foram detetados. No estudo de Lin *et al.* (2017) o *Gurobi Optimizer*, juntamente com a heurística *greedy*, foi utilizado para resolver um problema de Programação Inteira Mista para zonamento nos serviços CSD de Hong Kong. Já em Shi *et al.* (2018), o *Gurobi Optimizer*, juntamente com quatro diferentes algoritmos, foi utilizado para resolver um problema de entregas e coletas com viagens estocásticas e tempos de atendimento. Em ambos casos, os respetivos autores referem que o *Gurobi Optimizer* é um bom *solver* comercial, devido aos resultados obtidos com baixo tempo computacional. No caso de grandes instâncias, a heurística *greedy* no referido em Shi *et al.* (2018) obteve resultados similares ao do *Gurobi Optimizer*, mas com um tempo de computação menor.

No presente estudo, apenas a aplicação comercial *Gurobi Optimizer* foi utilizado para resolver os problemas de zonamento no caso brasileiro e português. Essa escolha justifica-se pelo facto de que este *software* obtém soluções ótimas em um baixo tempo computacional em problemas de pequena e média instâncias, como observado na literatura atual. Além disso, o *Gurobi Optimizer* pode ser integrado com o *MatLab*.

Em ambos casos, os problemas tratados neste estudo foram resolvidos no *cluster* SeARCH da Universidade do Minho. Esse *cluster* é uma infraestrutura de computação baseada na plataforma *Rocks*, possuindo 800 núcleos distribuídos em 54 nodos com processadores *dual Intel Xeon*, essencialmente divididos em dois segmentos. O segmento homogéneo é suportado em processadores *Ivy Bridge (E5-2650v2, E5-2670v2, E5-2695v2)*, fornecendo 504 núcleos, distribuídos por 28 nodos com a seguinte configuração: 64GB de RAM, SSD de 240GB, conexões de rede de 1 e 10Gb (*Myrinet*). O outro segmento, o segmento heterogéneo, é baseado em processadores *Nehalem (E5520, X5650, E5649)*, correspondendo a 176 núcleos, distribuídos por 16 nodos. As configurações individuais desses nodos são: RAM 8, 12 e 48GB; *Gigabit Ethernet* (10Gb *Mirynet* também em 4 nós); *drives SATA* com diferentes capacidades. Além disso, o referido *cluster* também tem 21 aceleradores distribuídos em 12 nós: 9 *Intel Xeon Phi* (8 × 7120 1 × 5110 e) e 12 *NVIDIA Tesla* (5x *K20m Kepler*, *Fermi M2090 1x, 2x e 4x Fermi M2070 Fermi C2050*). Devido a estas configurações (e respetiva capacidade) do *cluster*, acredita-se que,

em alguns casos, seja possível obter soluções ótimas, que não são possíveis de obter em um computador pessoal.

Devido ao número de concelhos e cidades analisados em cada país, limitou-se o tempo de computação (para cada cenário) a um máximo de 48 horas. Note-se, contudo, que, na maior parte dos casos, obtiveram-se soluções ótimas muito antes de atingir esse tempo máximo de computação. Nos casos em que não se obteve a solução ótima ao fim desse tempo máximo predefinido, registou-se a melhor solução encontrada até ao momento por meio da sua heurística.

5.3.1 Método de solução

O método de escalarização Tchebycheff pesado e aumentado foi utilizado para resolver o problema de otimização multiobjectivo. Este método foi introduzido inicialmente por Steuer e Choo (1983), cujo objetivo foi evitar a geração de pontos fracamente não dominados. As abordagens para esse tipo de método são usadas principalmente para problemas de otimização contínuos, bem como para multicritérios discretos (Dächert et al., 2012). O termo de acréscimo também pode ser aplicado no método de escalarização ε -constraint, a fim de evitar pontos fracamente não dominados. Já Mavrotas (2009) propõe a aplicação do método ε -constraint aumentado (AUGMECON), com a incorporação, na função objetivo, da soma dos pesos das variáveis de folga multiplicada por uma pequena constante.

O método Tchebycheff pesado e aumentado possui as mesmas vantagens da abordagem original (não aumentada) proposta por Bowman (1976), para problemas de otimização MO. O que os diferenciam é a inclusão de um l_1 -termo, para algum parâmetro de peso $\rho > 0$, para o peso l_∞ - distância entre um ponto de referência e o conjunto viável de um determinado problema (Dächert et al., 2012). As diversas combinações de pesos permitem obter diferentes aproximações das soluções ótimas de Pareto. O método Tchebycheff pesado e aumentado é resolvido como um problema de otimização de um único objetivo, conforme definido na Equação (30).

$$\min \max[w_i |f_i(x) - z_i^*|] + \rho \sum_{i=1}^s |f_i(x) - z_i^*|, \quad (30)$$

onde w_i é o coeficiente de peso para o objetivo i , z_i^* é um ponto referência, e ρ é um pequeno valor positivo (Dächert et al., 2012). As soluções do problema de otimização definido pela Equação (30) são soluções ótimas de Pareto. O problema de otimização com um único objetivo, expressado pela Equação

(30), é não linear. Entretanto, esse problema pode ser reformulado como um problema linear com a introdução de uma variável de folga λ e restrições de desvio ponderado. O problema linear Tchebycheff pesado e aumentado é apresentado na Equação (31).

$$\begin{aligned} \min \lambda + \rho \sum_{i=1}^S (f_i(x) - z_i^*) \\ \text{sujeito a } w_i(f_i(x) - z_i^*) - \lambda \leq 0 \text{ para } i = 1, \dots, S. \end{aligned} \quad (31)$$

O método Tchebycheff pesado e aumentado foi abordado em alguns estudos, como em Alves e Climaco (2000), que usaram este método de escalarização na resolução de um problema de otimização MO de Programação Inteira Mista. No estudo de Dächert *et al.* (2012), os métodos de escalarização lexicográfico, ε -*constraint* e Tchebycheff pesado e aumentado, foram testados em um problema MO da mochila (*knapsack*). Ralphs *et al.* (2006) também utilizaram o problema da mochila para avaliar os métodos lexicográfico e Tchebycheff pesado e aumentado. Por fim, em Emiliano *et al.* (2019), os dois métodos de escalarização Tchebycheff (original, e pesado e aumentado) foram utilizados em um problema MO para a gestão de uma frota de autocarros urbanos.

A escolha do método de escalarização Tchebycheff pesado e aumentado se justifica por dois motivos. O primeiro é devido à eficácia em não obter pontos fracamente não dominados e, segundo, pelo baixo tempo computacional quando comparado aos demais métodos, como por exemplo o método lexicográfico utilizado em Gutierrez e Vidal (2015). Em Emiliano *et al.* (2019), os resultados demonstraram que o método Tchebycheff pesado e aumentado não obteve um ponto fracamente não dominado encontrado pelo método Tchebycheff original. No estudo de Dächert *et al.* (2012), os resultados apontaram que o método Tchebycheff pesado e aumentado foi o único a encontrar todos os pontos não dominados sem prejudicar o tempo de CPU (Unidade Central de Processamento). Já com o método ε -*constraint*, em problemas cujo $n=150$, 0,01% dos pontos não dominados não foram encontrados, e, além disso, registaram-se altos tempos de CPU. Diferentemente, o método Tchebycheff é resolvido como um problema de um único objetivo, independentemente do número de funções objetivo. Isso permite que menos tempo de CPU seja necessário para a resolução desses problemas (Miettinen, 1999).

O método de escalarização referido parece ser a melhor opção para o problema de zonamento do presente estudo, pelas vantagens apresentadas anteriormente. Além disso, as combinações de pesos

w_1, \dots, w_M , poderão ser utilizadas para modelar as preferências dos tomadores de decisão, direcionando-os para a pesquisa de pontos não dominados para uma região preferida do espaço de soluções.

5.3.2 Abordagem de solução

Uma abordagem de solução foi desenvolvida para a resolução do SSD, conforme segue representado na Figura 32.

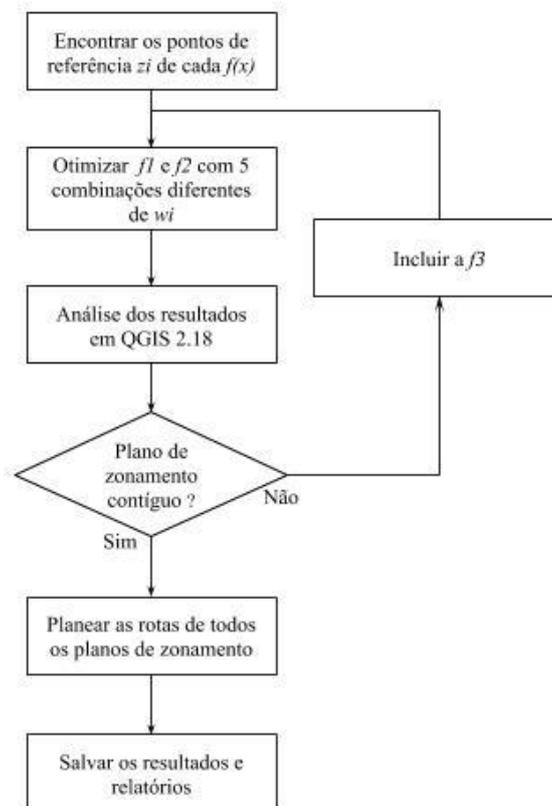


Figura 32 - Estratégia de solução para o modelo de apoio à decisão.

Inicialmente, obtiveram-se os pontos de referência z_i^* de cada função objetivo (f_1 a f_3). Com isso, cada função objetivo foi otimizada individualmente sujeita às restrições (19) a (29). Os fatores β utilizados na restrição (20), podem variar de caso para caso. Normalmente, os casos de grandes instâncias têm um valor inferior a 1; já nos casos de menores instâncias, todos foram superiores a 1. Entretanto, o valor atribuído sempre será o menor valor possível para otimização, a fim de tornar o zonamento mais compacto e com um menor número de variáveis de decisão. A determinação dos valores dos fatores β , serão feitas logo na otimização dos pontos de referência z_i^* e, depois, para as demais otimizações (5 diferentes cenários) esse valor será mantido.

Após obter os pontos de referência z_i^* de cada função objetivo, cinco combinações de pesos w_i serão consideradas, para as funções objetivos f_1 e f_2 , de acordo com a especificação numérica da Tabela 10.

Tabela 10 - Combinações de pesos utilizadas na resolução dos problemas.

Cenários	Combinações de Pesos w_i	
	f_1	f_2
1	0,00	1,00
2	1,00	0,00
3	0,50	0,50
4	0,25	0,75
5	0,75	0,25

A função objetivo (f_3) para contiguidade será desconsiderada inicialmente, a fim de evitar um aumento da complexidade computacional. Essa função objetivo apenas será utilizada nos casos em que não se obtém contiguidade nos resultados iniciais, como recomendado em Ríos-Mercado e López-Pérez (2013), Shirabe (2009) e Ríos-Mercado (2016).

Logo depois, cada cenário será otimizado e os resultados guardados em folha de cálculo no *MS Excel*. Ao guardar os resultados, os mesmos serão utilizados como *inputs* para o *software* de geoprocessamento QGIS para análise dos mapas, fronteiras, contiguidade e redes viárias. Caso o plano de zonamento não seja contíguo, a função objetivo (f_3) de contiguidade será considerada. O peso w_i considerado para essa função objetivo será de 0,5. Para as funções objetivo f_1 e f_2 se mantém os valores da Tabela 3. Como não se trata de uma restrição, nos casos em que não for possível obter contiguidade com esse peso, o valor w_i de f_3 poderá sofrer um acréscimo de 0,5 até que seja possível encontrar um plano de zonamento contíguo.

Os resultados que satisfaçam os requisitos de contiguidade serão utilizados como *inputs* no modelo de programação de rotas. A fim de comparar os resultados obtidos nos diversos cenários com o plano de zonamento em vigor das equipas de CSD, usaram-se indicadores de distância percorrida e tempo de trabalho necessários. Para isso, implementou-se a Heurística de Clarke e Wright (1964) em *MS Excel/VBA*, a fim de determinar os planos de rotas em todos cenários. Ao utilizar essa heurística, estimou-se a quilometragem percorrida e o número de horas trabalhadas no período de um mês pelas equipas. Com isso, será possível estimar a quilometragem e a quantidade de horas de todos planos de zonamento obtidos e compará-los. Para esse caso foi utilizada a versão paralela da heurística Clarke e Wright (1964).

Esta versão da heurística procura obter, a cada passo, e mediante determinadas regras específicas, a melhor união possível de duas rotas, previamente definidas no espaço de soluções, que possam ser compatíveis (Guerreiro, 2009). A definição da heurística pode ser consultada no Anexo IX.

Para adaptar a heurística ao caso os problemas dos CSD, serão incluídos a quilometragem média da cidade ou concelho analisado, obtida através da utilização do *Google Maps*. Considera-se que o tempo médio de atendimento a um determinado utente é 1 hora, o tempo médio estimado a partir dos dados recolhidos na globalidade dos casos de estudo (brasileiro e português) considerados. Além disso, uma restrição de carga horária máxima de 5 horas por rota será definida. Isso irá ser considerado para que os profissionais da equipa possam fazer um intervalo para almoço ou troca de turno, conforme ocorre na realidade. No Brasil, o serviço normalmente inicia às 07:00 e tem uma pausa para almoço às 12:00; já em Portugal, inicia-se às 08:00 com pausa para almoço às 13:00. Em ambos os casos, não serão consideradas rotas distintas, conforme o tipo de profissional. (Por exemplo, seria natural considerar que um médico percorresse uma rota, tendo apenas em conta os utentes que necessitassem de cuidados médicos). Essa distinção não irá ser possível, devido à falta de dados referentes aos tipos de cuidados que foram prestados ao utente e qual o tipo de profissional que o prestou. A localização exata dos utentes também foi algo que não possível obter junto das equipas: foram fornecidos apenas o escalonamento, tendo o nome da freguesia ou bairro de cada utente. Como base nisso, a matriz de distâncias é a mesma utilizada para o plano de zonamento, considerando a distância entre os centros de cada freguesia ou bairro até ao utente e entre utentes. Sendo assim, para o planeamento de rotas dos utentes localizados na mesma freguesia ou bairro será considerada uma distância igual a 0 entre eles.

Note-se, contudo, que o objetivo dessa estimativa não é comparar os valores de f_1 e f_2 com os valores obtidos no problema de zonamento, mas sim comparar os diferentes planos de rotas obtidas em cada plano de zonamento. As distâncias (f_1) calculadas no plano de zonamento, nada mais representam que as deslocções mensais entre todas as UB. Por outro lado, na estimativa de rotas, essas distâncias são calculadas com base na quilometragem percorrida pelas equipas nas UB em que há utentes recebendo cuidados. Além disso, os valores de f_2 no plano de zonamento são representados apenas pela quantidade de visitas em cada freguesia. Por outro lado, na estimativa de rotas, esse valor é obtido com base no tempo médio por visita (60 minutos), com o acréscimo do tempo de deslocção até a freguesia onde se encontra o utente. Após a obtenção dos resultados, os mesmos foram guardados em uma folha de cálculo *MS Excel*.

Por fim, os valores obtidos na f_1 e f_2 serão quantificados em euros/mês, para que seja possível fazer uma análise económica entre os resultados dos diversos cenários. Os valores estimados em reais brasileiros serão convertidos para euros utilizando uma taxa de câmbio de R\$ 3,61, sendo a taxa média de câmbio referente ao ano de 2017, conforme divulgado pelo Banco Central do Brasil. A f_1 referente à distância mensal percorrida em ambos casos serão quantificadas em euros, conforme segue representado na Equação (32).

Custo total da f_1 =

$$vp \sum km_m \quad (32)$$

onde:

vp = custo por quilómetro percorrido (incluindo combustível, manutenção, aluguer do veículo e motorista, quando necessário).
 km_m = quilometragem mensal percorrida no distrito m.

Já referente a f_2 (desequilíbrio da carga de trabalho), estima-se que esses desvios deverão ser considerados custos adicionais, além dos salários, pois, quando há desvios, uma equipa sempre estará a trabalhar mais do que uma outra equipa. A Equação (33) serve de modelo para estimar os custos referentes a esses desvios.

Custo total da f_2 =

$$\frac{\sum cmax_m}{\sum sa_m} \sum dht_m \quad (33)$$

onde:

$cmax_m$: carga horária máxima de trabalho de uma determinada equipa no distrito m.
 sa_m : custo total em salários gastos por uma determinada equipa no distrito m.
 dht_m : desvio de horas de trabalho no período de um mês por uma equipa no distrito m.

Essas fórmulas serão aplicadas em ambos casos, propondo uma análise económica e para uma possível comparação entre os CSD de Portugal e Brasil, a fim de responder ao primeiro objetivo central da tese.

5.4 Validação e teste do modelo

Após o desenvolvimento do sistema de suporte à decisão (SSD), é necessário desenvolver a análise de sensibilidade e robustez do modelo MO, para que seja verificado os possíveis efeitos dos resultados com

as alterações nos valores de alguns parâmetros. Como o SSD é composto por dois módulos contendo diferentes tipos de problemas, ambos deveriam ser validados. No entanto, como a heurística das poupanças de Clark e Wright (1964), para problemas de roteamento, foi citada em cerca de 4.423 estudos, de acordo com a plataforma *Google*, considera-se que a respetiva validação já se encontra consolidada na literatura atual (devido à sua utilização em diversos contextos e cenários, além de obter resultados satisfatórios). No contexto dos CSD, a heurística foi utilizada no estudo de Bastos *et al.* (2015) para a resolução de um problema de rotas nos CSD de Bragança. Essa heurística alcançou bons resultados e também foi utilizada para o desenvolvimento de um aplicativo para essa equipa.

Por outro lado, o modelo MO, desenvolvido neste estudo, teve como base os modelos abordados em Gutierrez e Vidal (2015) e Salazar-Aguilar *et al.* (2011). No entanto, houve algumas alterações, como a inclusão da restrição de compacidade similar à utilizada em Ríos-Mercado e López-Pérez (2013), a inclusão da contiguidade como função objetivo, e não como restrição, além da utilização do método de escalarização de Tchebycheff, pesado e aumentado, abordado em Emiliano *et al.* (2019), e o solver comercial *Gurobi* para a resolução do problema. Devido a esses fatores, presume-se a importância da validação do modelo MO proposto nesta tese, principalmente nos parâmetros relacionados com a restrição de compacidade e na função objetivo para contiguidade.

Com base nisso, a validação do modelo MO considerou os efeitos referentes à restrição de compacidade, a distribuição de pesos na função objetivo, o aumento no número de zonas e sob a função objetivo de contiguidade, como será abordado nas próximas subsecções.

5.4.1 Efeitos da restrição de compacidade

A validação do modelo MO para problemas de zonamento analisou inicialmente o parâmetro β , o qual foi utilizado na restrição de compacidade (20). Essa restrição tinha como função reduzir o número de variáveis binárias ($x_{ijm} = 0$) e, conseqüentemente, as dimensões do problema, conforme foi abordado em Ríos-Mercado e López-Pérez (2013). Para essa análise, cinco diferentes valores de β foram utilizados, iniciando com $\beta = 2$ (menor valor possível em que se obtém uma solução viável) e indo até $\beta = 3,1$, com acréscimos sucessivos de 0,3. Neste sentido, foi proposta uma otimização individual em cada um dos objetivos (f_1 e f_2) e, por último, foram atribuídos os mesmos pesos do cenário 3 ($f_1 = 0,5$; $f_2 = 0,5$), a fim de verificar os possíveis efeitos nessas três diferentes análises. Na primeira análise, a f_1 foi otimizada individualmente e os resultados encontrados são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 - Efeitos dos resultados obtidos na primeira análise (f_1).

β	f_1		
	$f(x)$	Nº de $x_{ijm} = 0$	Tempo de CPU (segundos)
2,00	2.188,00	58	1,76
2,30	2.188,00	26	1,52
2,60	2.188,00	6	19,82
2,90	2.188,00	0	86,92
3,10	2.188,00	0	91,31

Ao analisar os resultados da Tabela 11, nota-se que, com o menor valor de β , se obteve um baixo tempo de CPU e 58 variáveis de decisão binárias foram eliminadas do problema. Com exceção do cenário 2 ($\beta = 2,3$), o tempo de CPU aumenta com o aumento do valor de β . Os resultados obtidos por meio da otimização individual do objetivo f_2 são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 -Efeitos dos resultados obtidos na segunda análise (f_2).

β	f_2		
	$f(x)$	Nº de $x_{ijm} = 0$	Tempo de CPU (segundos)
2,00	1,00	58,00	1,70
2,30	1,00	26,00	0,56
2,60	1,00	6,00	0,66
2,90	1,00	0,00	1,30
3,10	1,00	0,00	1,30

Ao analisar os resultados expostos na Tabela 12, nota-se que o menor valor de β gerou os resultados com um maior tempo de CPU, ao contrário da análise anterior, pois quando o peso é considerado sob a f_1 , o problema torna-se mais complexo devido ao maior número de variáveis de decisão geradas pela matriz de distâncias.

Ao inserir o menor valor de β , a tendência é que sejam eliminadas o maior número variáveis de decisão binárias possíveis, e, como resultado, obtém-se um território mais compacto e com algumas UB conectadas, sendo para isso exigido um pouco mais de tempo de computação (CPU) do que quando o valor de β é maior. Os menores tempos de CPU foram obtidos nos cenários 2 ($\beta=2,3$) e 3 ($\beta=2,6$). Para uma outra análise, são apresentados, na Tabela 13, os resultados obtidos ao incluir os pesos do cenário 3.

Tabela 13 - Efeitos dos resultados obtidos na terceira análise ($f_1 = 0,5; f_2 = 0,5$).

β	Cenário 3				
	$f_{(1)}$	$f_{(2)}$	$f_{(x)}$	N° de $x_{ijm_m} = 0$	Tempo de CPU (segundos)
2,00	2.230,10	47,00	23,00	58	4,42
2,30	2.230,10	47,00	23,00	26	5,14
2,60	2.230,10	47,00	23,00	6	87,03
2,90	2.230,10	47,00	23,00	0	273,06
3,10	2.230,10	47,00	23,00	0	264,83

Após analisar os resultados da Tabela 13, verifica-se um aumento significativo no tempo de CPU entre o cenário 1 ($\beta=2$) e o cenário 5 ($\beta=3,1$), sem alterações nos restantes resultados. Isso confirma o que foi abordado em Ríos-Mercado e López-Pérez (2013), ou seja, em um problema onde são considerados as variáveis de decisão binárias da matriz de distâncias, quanto maior o número de x_{ijm} eliminados do problema, menor será o tempo de CPU, principalmente quando algum peso (w_i) é atribuído a f_1 (distâncias). Isso ficou evidente na segunda análise realizada, onde apenas a f_2 é considerada: os tempos não reduziram, ao contrário do que aconteceu na primeira e terceira análises. Então, com base nestas experiências, pode concluir-se que a melhor opção será utilizar o menor valor de β possível, pois isso permitirá obter soluções ótimas em um menor intervalo de tempo.

5.4.2 Efeitos da distribuição de pesos entre as funções objetivo

Após a análise dos valores de β , o número de cenários contendo os pesos atribuídos aos dois objetivos (Tabela 10) foi ampliado de cinco para onze. O objetivo é encontrar o maior número de soluções possíveis sob essas combinações de pesos (Tabela 14).

Tabela 14 - Onze diferentes combinações de pesos utilizadas na validação do modelo.

Cenários	Combinações de Pesos w_i	
	f_1	f_2
1	0	1
2	0,1	0,9
3	0,2	0,8
4	0,3	0,7
5	0,4	0,6
6	0,5	0,5
7	0,6	0,4
8	0,7	0,3
9	0,8	0,2
10	0,9	0,1
11	1	0

Com estas onze combinações, foi possível obter sete diferentes soluções, conforme se apresenta na Tabela 15.

Tabela 15 - Resultados obtidos nos diversos cenários na cidade de Uberaba.

Cenários	f_1 (km/mês)	f_2 (Número de visitas/mês)	$f(x)$	CPU (segundos)
1	2.449,70	1,00	0,00	0,31
2	2.277,90	3,00	8,99	0,93
3	2.254,80	19,00	14,40	4,13
4	2.240,30	27,00	18,20	3,12
5	2.240,30	27,00	20,91	3,68
6	2.230,10	47,00	23,00	4,65
7	2.240,30	27,00	20,91	4,03
8	2.240,30	27,00	18,20	3,50
9	2.187,96	85,00	16,80	7,67
10	2.187,96	85,00	8,40	3,42
11	2.187,96	86,00	0,00	3,18

Ao analisar a Tabela 15, verifica-se que, em todos os casos, foi possível obter sete soluções viáveis e com um baixo tempo de CPU. Neste caso, houve dois conjuntos de cenários que obtiveram soluções iguais. No primeiro conjunto, foram as soluções dos cenários 4, 5, 7 e 8; no segundo conjunto, foram as soluções dos cenários 9 e 10. Sendo assim, a escolha de apenas cinco cenários, conforme a Tabela 10, parece não estar muito distante do número de soluções obtidas nesta validação do modelo.

5.4.3 Efeitos do aumento do número de zonas

O próximo passo da análise de sensibilidade é verificar as mudanças que poderão ser geradas por meio do aumento do número de zonas. Como desenvolvido em Gutierrez e Vidal (2015) e Shirabe (2009), o número de zonas máximo a ser considerado será inferior a metade do número de UB, pois, de acordo com Shirabe (2009), ao considerar-se o mesmo número de zonas e UB, o problema se torna trivial, porque consistirá em determinar a que distrito deve cada UB ficar exclusivamente alocada. Além disso, na análise de sensibilidade desenvolvida por Shirabe (2009), verificou-se não ser possível encontrar soluções ótimas nos cenários onde o número de zonas é maior que a metade do número de UB. Sendo assim, quatro diferentes números de zonas (4, 6, 10 e 14) serão considerados nos cinco cenários de distribuição de peso, conforme foi anteriormente apresentado na Tabela 3. Com isso, será possível analisar as alterações (contiguidade, f_1 e f_2) e efeitos nos resultados devidos ao aumento das zonas (Tabela 16).

Tabela 16 - Resultados do plano de zonamento contendo diferentes números de zonas.

Nº zonas	Cenários	f_1 (km / mês)	f_2 (Número de visitas/mês)	$f(x)$	Contiguidade	CPU (segundos)
4	1	1.213,70	1,5	0	Não	1,15
4	2	770,46	72	0	Sim	142,90
4	3	801,40	33,5	16	Não	160,70
4	4	816,70	17	11,63	Não	116,26
4	5	785,58	46,86	11,34	Sim	128,80
6	1	983,06	3	0	Não	8,66
6	2	394,35	130	0	Sim	254,90
6	3	423,40	34	15,5	Não	208,02
6	4	442,45	19	12,03	Não	188,27
6	5	409,64	61	14,5	Não	148,12
10	1	451,23	15,2	0	Não	74,10
10	2	172,12	164	4,23	Sim	588,25
10	3	192,44	39,76	12,28	Não	547,04
10	4	202,31	26,68	8,61	Não	1.095,78
10	5	187,83	78,80	15,9	Não	298,51
14	1	684,01	50,71	0	Não	6,05
14	2	89,54	192	0,50	Não	1.720,98
14	3	108,10	69,77	9,53	Não	1.043,59
14	4	116,03	59,71	6,75	Não	2.250,63
14	5	101,49	88,06	9,34	Não	1.358,72

Ao analisar os resultados da Tabela 16, comparativamente aos resultados da Tabela 15 ($m=2$), verifica-se algumas alterações em ambos os objetivos, na contiguidade das zonas e no tempo de CPU.

Relativamente ao primeiro objetivo, relacionado com a distância mensal percorrida, verificou-se uma redução significativa, passando de uma média de 2.272,57 km/mês ($m=2$) para 877,57 km/mês ($m=4$), 530,58 km/mês ($m=6$), 241,9 km/mês ($m=10$) e 219,83 ($m=14$). Relativamente ao segundo objetivo, os desvios das cargas de trabalho registaram valores de 1 ($m=2$) até 88 visitas ($m=14$). Isto corrobora o que se esperava, e o que também foi verificado por Gutierrez e Vidal (2015), i.e. o aumento do número de zonas se traduz numa diminuição da quilometragem a percorrer e num aumento dos desvios da carga de trabalho entre diferentes equipas.

Uma outra observação registada foi o aumento na complexidade computacional na resolução dos problemas nestes cenários, como pode ser verificado com o aumento do tempo de CPU. De facto, é lógico que o aumento do número de zonas no problema exigirá mais variáveis de decisão e restrições no modelo, aumentando a exigência computacional do método de solução e podendo tornar o modelo intratável, sendo necessário a utilização de heurísticas, além de prejudicar a contiguidade dos zonas formados (Shirabe, 2012). Nos testes realizados, notou-se que, com o aumento do número de zonas, o número de planos de zonamento com contiguidade reduziu, como pode ser observado no Apêndice XIII. Nos cinco cenários, contendo 14 zonas, não foi possível obter nenhum plano de zonamento com contiguidade. Com base nessas observações, conclui-se que o aumento no número de zonas num determinado modelo altera significativamente os resultados das duas funções objetivo. Além disso, deve considerar-se a possibilidade de que, com um aumento significativo no número de zonas, o modelo poderá ser intratável e as soluções obtidas não obedecerem à restrição de contiguidade.

5.4.4 Efeitos da função objetivo para contiguidade

O último teste realizado foi relativo à contiguidade. Diferentemente dos modelos de zonamento disponíveis na literatura (que utilizam uma restrição para tentar obter a contiguidade), o modelo proposto nesta tese pretende resolver o problema com a inclusão de mais uma função objetivo (f_3), como se explicou no Capítulo 5. Neste sentido, decidiu-se incluir essa terceira função objetivo e resolver novamente os cenários, apresentados na Tabela 16, em que não foi possível obter contiguidade. Sendo assim, cinco diferentes pesos sob a f_3 foram testados para obter contiguidade. Esses pesos são incluídos na f_3 . Já os pesos das outras funções objetivo (f_1 e f_2) mantêm os valores dos cinco cenários da Tabela 10. Esta análise de sensibilidade permitiu testar a fiabilidade dessa função objetivo nos diferentes cenários, além de testar os impactos dos diferentes pesos sob a f_3 . Uma análise foi feita antes da definição dos pesos sob a f_3 , tendo-se verificado que, com a maior parte dos pesos abaixo de 0,5, não

foi possível obter contiguidade. Sendo assim, estes valores foram desconsiderados nas análises seguintes. A Tabela 17 apresenta os resultados obtidos nos problemas com 4 zonas, no qual não foi possível obter contiguidade nos cenários 1, 3 e 4.

Tabela 17 - Resultados obtidos nos planos de zonamento com quatro zonas (cenários 1, 3 e 4).

Cenários	Pesos sob f_3	f_1 (km /mês)	f_2 (Número de visitas/mês)	$f(x)$	Contiguidade	CPU (segundos)
1	0,5	1.309,90	21,00	13,03	Não	137,11
1	1	1.616,10	38,50	18,51	Não	124,88
1	1,5	1.913,90	52,50	20,40	Não	46,61
1	2	1.263,40	60,50	71,66	Sim	71,66
1	2,5	2.057,40	74,50	20,86	Sim	123,72
3	0,5	822,36	39	17,43	Sim	68,72
3	1	848,97	86,38	21,22	Sim	62,97
3	1,5	897,17	91	25,34	Sim	43,27
3	2	922,79	111,35	26,58	Sim	42,30
3	2,5	942,27	109	27,53	Sim	19,56
4	0,5	855,34	35	16,75	Sim	70,56
4	1	941,21	43,5	21,34	Sim	68,30
4	1,5	979,32	37	24,14	Sim	55,01
4	2	1.027,50	98,50	25,24	Sim	51,81
4	2,5	1.114,80	95	24,60	Sim	27,20

Após analisar a Tabela 17, verifica-se que apenas no cenário 1 houve dificuldades em obter a contiguidade, sendo necessário um peso igual a 2 para a atingir. Nos outros casos, foi possível obter um plano de zonamento com contiguidade em todos os cenários. Na Tabela 18 são apresentados os resultados obtidos nos planos com seis zonas, contendo os cenários 1, 3, 4 e 5, em que não foi possível obter contiguidade.

Os resultados obtidos na Tabela 18 mostram que foi possível obter planos de zonamento com contiguidade em todos os cenários analisados. Além disso, verifica-se que o cenário 1 precisou de mais tempo de CPU que os outros cenários, principalmente quando o peso de f_3 está entre 0,5 e 1. Os resultados dos planos de zonamento com dez zonas e sem contiguidade são apresentados de seguida, na Tabela 19.

Tabela 18 - Resultados obtidos nos planos de zonamento com seis zonas (cenários 1, 3, 4 e 5).

Cenários	Pesos sob f_3	f_1 (km /mês)	f_2 (Número de visitas/mês)	$f(x)$	Contiguidade	CPU (segundos)
1	0,5	735,46	36,24	22,16	Sim	251,43
1	1	1.367,40	65,74	31,37	Sim	250,90
1	1,5	1.378,60	86	34,10	Sim	148,27
1	2	1.372,30	97	34,41	Sim	110,43
1	2,5	1.387,60	124	34,57	Sim	64,67
3	0,5	472,93	81	26,37	Sim	201,03
3	1	520,45	134	34,28	Sim	185,68
3	1,5	576,71	173	36,47	Sim	69,14
3	2	614,82	129	37,17	Sim	119,41
3	2,5	644,79	148	38,83	Sim	68,76
4	0,5	547,91	49	25,76	Sim	179,13
4	1	617,68	87	31,96	Sim	84,50
4	1,5	671,99	114	33,30	Sim	192,03
4	2	746,25	138	34,21	Sim	88,02
4	2,5	836,07	160,74	33,80	Sim	52,97
5	0,5	448,36	124	27,67	Sim	144,99
5	1	489,52	145	37,16	Sim	101,16
5	1,5	520,45	134	41,13	Sim	86,92
5	2	558,58	129	42,33	Sim	81,92
5	2,5	588,56	129	42,01	Sim	46,32

Tabela 19 - Resultados obtidos nos planos de zonamento com dez zonas (cenários 1, 3, 4 e 5).

Cenários	Pesos sob f_3	f_1 (km /mês)	f_2 (Número de visitas/mês)	$f(x)$	Contiguidade	CPU (segundos)
1	0,5	1.036,70	67,50	34,87	Sim	591,14
1	1	1.056,20	105,60	45,46	Sim	280,06
1	1,5	1.153,70	136,81	48,64	Sim	176,40
1	2	1.050,90	165,60	50,13	Sim	221,67
1	2,5	1.333,70	183,60	48,11	Sim	128,98
3	0,5	279,28	128,40	39,07	Sim	538,83
3	1	362,66	211,35	49,04	Sim	163,57
3	1,5	418,81	269	50,80	Sim	95,98
3	2	467,71	269	50,50	Sim	170,43
3	2,5	509,22	269	49,53	Sim	116,81
4	0,5	387,95	84,40	36,76	Sim	1.165,40
4	1	522,48	122,40	44,82	Sim	253,98
4	1,5	623,00	169,60	46,32	Sim	148,22
4	2	717,86	199,60	46,10	Sim	108,04
4	2,5	683,40	229	45,81	Sim	134,90
5	0,5	248,43	145	41,25	Sim	264,92
5	1	311,37	221	53,81	Sim	288,11
5	1,5	359,99	221	57,90	Sim	166,82
5	2	402,17	239	59,28	Sim	227,88
5	2,5	437,59	826	58,07	Sim	150,96

Os resultados obtidos na Tabela 19 indicam que foi possível obter contiguidade em todos os planos de zonamento analisados nos diversos cenários, tal como aconteceu no caso anterior. Por fim, a Tabela 20 apresenta os resultados obtidos quando catorze zonas são consideradas.

Tabela 20 - Resultados obtidos nos planos de zonamento com catorze zonas (cenários 1 a 5).

Cenários	Pesos sob f_3	f_1 (km / mês)	f_2 (Número de visitas/mês)	$f_{(x)}$	Contiguidade	CPU (segundos)
1	0,5	1.145,20	110,29	41,61	Sim	748,95
1	1	1.172,50	157	53,14	Sim	798,67
1	1,5	1.495,30	193	57,04	Sim	467,55
1	2	1.769,70	221,86	57,05	Sim	436,18
1	2,5	1.509,30	243,89	55,19	Sim	280,45
2	0,5	168,44	220	52,93	Sim	233,25
2	1	220,60	258	66,38	Sim	1.749,20
2	1,5	266,20	286	71,08	Sim	571,86
2	2	303,54	300	71,85	Sim	535,37
2	2,5	337,26	314	71,62	Sim	430,34
3	0,5	227	187,86	45,99	Sim	2.993,20
3	1	304,85	269	54,57	Sim	1.188,40
3	1,5	373,98	321,86	56,99	Sim	509,80
3	2	427,09	388,76	56,34	Sim	365,50
3	2,5	467,71	353,93	54,10	Sim	320,63
4	0,5	339,14	136,14	42,82	Sim	3.309,80
4	1	502,21	188,44	51,65	Sim	1.811,25
4	1,5	590,27	229	53,49	Sim	890,71
4	2	585,16	262	52,82	Sim	317,57
4	2,5	613,75	285,86	50,39	Sim	328,65
5	0,5	187,57	245	49,64	Sim	1.061,60
5	1	251,99	254,57	61,37	Sim	1.148,90
5	1,5	303,54	297	64,66	Sim	629,06
5	2	349,07	339,43	65,54	Sim	366,45
5	2,5	389,94	954,46	64,55	Sim	278,00

Ao analisar os resultados na Tabela 20, verifica-se que, uma vez mais, foi possível obter soluções com contiguidade em todos cenários analisados. No entanto, os tempos de CPU, nesse caso, foram superiores aos demais, tal como se esperava. Além disso, é possível identificar algumas relações e alterações conforme as distribuições dos pesos sob f_3 . A primeira é que os tempos de CPU tendem a ser maiores quando o peso sob f_3 está entre 0,5 e 1. Note-se que, à medida que o peso é aumentado, o número de zonas tende a diminuir e o problema tende a ficar mais simples, como pode ser observado nos mapas do Apêndice XIV. Ao analisar os resultados relativos à contiguidade (z_3) nos mapas produzidos pelo *software QGIS*, nota-se que os planos de zonamento são geralmente formados por poucas zonas, menos

que a quantidade estabelecida no problema. Sendo assim, cada vez que o peso de f_3 é aumentado, a solução ficará mais próxima da solução encontrada em z_3 .

Observa-se também que as melhores soluções encontradas são quando o peso de f_3 está entre 0,5 e 1, principalmente nos casos em que há peso sob f_1 , pois, quando são consideradas as distâncias mensais percorridas, os planos tendem a obter contiguidade, tal como aconteceu, recorde-se, nos vários casos onde foi possível obter contiguidade sem a necessidade de incluir a f_3 . Já nos cenários em que todo o peso, ou a sua maior parte, está sob f_2 , o modelo encontra dificuldades em obter planos de zonamento com contiguidade, formando um plano de zonamento com menos desvios da carga de trabalho e com uma maior distância a ser percorrida pelas equipas. Este aspeto foi abordado por Gutierrez e Vidal (2015), que optaram por planos de zonamento com baixos desvios de carga de trabalho e desconsideraram a contiguidade entre as UB. No presente estudo, não foi possível obter nenhum plano de zonamento com contiguidade no cenário 1, sem a inclusão da f_3 . Além disso, as soluções tendem a piorar quando a f_3 é considerada, e isso também ocorre quando uma restrição de contiguidade é considerada, algo que está de acordo com os resultados dos estudos de Shirabe (2009), Ríos-Mercado e López-Pérez (2013) e Gutierrez e Vidal (2015).

Em suma, com base nas análises realizadas, pode afirmar-se que, com a inclusão de f_3 no modelo MO, é possível obter planos de zonamento com contiguidade. Contudo, os pesos atribuídos a f_3 deverão ser incluídos na medida certa (menor possível), para que não haja uma deterioração das soluções obtidas. Além disso, deve ter-se em conta um provável aumento (significativo) no tempo de CPU quando a f_3 é inserida no problema, algo que foi também detetado por Mercado e López-Pérez (2013) ao incluírem a restrição de contiguidade.

5.5 Síntese

No decorrer desse capítulo foram apresentados o SSD, os métodos de escalarização e a estratégia de solução adotada nesse estudo. O SSD desenvolvido nesse estudo integrou dois problemas de diferentes níveis de decisão (estratégico e operacional) para resolver problemas de zonamento e comparar os resultados com os casos vigentes por meio da estimativa de rotas. O modelo multiobjectivo teve como base os modelos para zonamento de Gutierrez e Vidal (2015) e Salazar-Aguilar *et al.* (2011). Além disso, o modelo para problemas de zonamento sofreu algumas alterações a fim de o tornar capaz de resolver problemas como a compacidade e a contiguidade, não considerados nos estudos para zonamento no

contexto CSD. Para a resolução desse problema, o método de escalarização Tchebycheff pesado e aumentado foi utilizado. Trata-se do mesmo método de escalarização utilizado no estudo de Emiliano *et al.* (2019) no planeamento de uma frota de autocarros urbanos e que obteve resultados superiores ao método Tchebycheff original. Já a inclusão de um modelo para problemas de rotas, a fim de comparar os planos de zonamento obtidos nos diferentes cenários e no caso em vigor também é algo que diferencia o presente estudo dos demais.

Essas alterações no modelo, o tornam diferente dos que vinham sendo aplicados no contexto dos CSD, principalmente por integrar dois diferentes problemas, envolver dois diferentes países, lidar com problemas de compacidade (redução do número de variáveis de decisão) e contiguidade (com a inclusão de uma função objetivo e não uma restrição) de uma forma diferente. Além disso, foi utilizado um *cluster* computacional, em vez de um computador pessoal, para possibilitar obter soluções ótimas na maior parte possível dos cenários. Todas estas particularidades, adotadas neste estudo, contribuíram significativamente para que fosse possível obter bons planos de zonamento em ambos países, como será reportado nos próximos capítulos. Como abordado anteriormente, com o desenvolvimento desse SSD, foi também possível preencher algumas lacunas no contexto dos CSD existentes na literatura atual, tanto quanto é do conhecimento do autor desta tese.

Uma validação do modelo MO foi desenvolvido, a fim de testar os efeitos dos resultados sob possíveis alterações nos parâmetros, considerando o plano de zonamento da cidade de Uberaba. O primeiro teste ocorreu sob possíveis alterações nos parâmetros β da restrição de compacidade, onde cinco diferentes valores foram considerados. Contudo, identificou-se que a melhor opção sempre será utilizar o menor valor de β possível para obter soluções ótimas em um curto tempo de CPU. No segundo teste, aumentou-se o espectro da distribuição de pesos entre os objetivos, passando-se de 5 para 11 combinações. Ao analisar os resultados, por meio dessas combinações, foi possível obter sete diferentes soluções, o que parece não estar muito distante da limitação de cinco cenários para cada cidade ou ACES utilizado nesse estudo. O próximo passo foi verificar as mudanças que poderão ser geradas devido ao aumento do número de zonas. Verificou-se que tal aumento altera significativamente os resultados das duas funções objetivo, podendo, inclusivamente, tornar o modelo intratável e sem contiguidade, dependendo da grandeza desse aumento e do conseqüente incremento na complexidade de resolução. Diferentemente dos modelos de zonamento disponíveis na literatura, que utilizam explicitamente uma restrição para garantir a contiguidade, o teste realizado (relativo à contiguidade) resolveu o problema com a inclusão de mais uma função objetivo (f_3). Então, com base nessas análises, pode afirmar-se que, com a inclusão

de f_3 no modelo MO, é possível obter planos de zonamento com contiguidade. Entretanto, os pesos atribuídos em f_3 deverão ser incluídos na medida certa (menor possível), para que não haja deterioração nas soluções, assim como foi possível observar nos resultados apresentados anteriormente. Além disso, notou-se um aumento no tempo de CPU quando a f_3 é inserida no problema; o mesmo efeito foi detetado por Mercado e López-Pérez (2013) ao incluir a restrição de contiguidade.

No próximo capítulo serão apresentados os resultados obtidos por meio dos modelos de zonamento e roteamento, juntamente com os novos planos de zonamento, além da análise e discussão dos resultados para atingir o primeiro objetivo central da tese, relativo ao desenvolvimento de um sistema de suporte à decisão (SSD), capaz de resolver simultaneamente os dois problemas referidos.

“Há um punhado de homens que conseguem enriquecer simplesmente porque prestam atenção aos pormenores que a maioria despreza.”

Henry Ford

6

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

CONTEÚDO

6.1 Caso português.....	128
6.2 Caso brasileiro	141
6.3 Sistema de suporte à decisão.....	153
6.4 Síntese.....	161

Neste capítulo apresenta-se a análise e discussão dos resultados referentes aos casos brasileiro e português. Inicialmente, os resultados obtidos em cada país são apresentados. Logo depois, a discussão será feita em torno dos resultados obtidos pela aplicação do SSD.

6.1 Caso português

Os resultados obtidos no caso português serão apresentados nos próximos subcapítulos. Os resultados para o problema de zonamento foram obtidos por meio de um modelo MO, considerando dois objetivos: (1) minimizar a distância percorrida pelas equipas (f_1), e (2) minimizar os desvios da carga de trabalho entre as equipas (f_2). (Nas situações em que não foi possível obter contiguidade no plano de zonamento obtido, a terceira função objetivo (f_3) foi incluída para forçar a contiguidade nesse plano de zonamento). Logo depois, os resultados obtidos por meio da estimativa de rotas com a utilização da heurística Clarke e Wright (1964) são apresentados, comparando o plano de zonamento em vigor com os planos obtidos por meio do modelo MO.

6.1.1 Problema de zonamento

No caso português, foi possível obter soluções ótimas em todos os casos e cenários, devido à utilização do *cluster* computacional. Os tempos de otimização (CPU) se mantiveram entre 0,46 e 22.927 segundos. Contudo, em alguns cenários, foi necessário incluir a função objetivo para minimizar a não contiguidade entre as zonas formadas. Os resultados dos quatro ACES analisados são apresentados de seguida.

O ACES Cávado I, localizado no concelho de Braga, possui atualmente três ECCI e o seu plano de zonamento em vigor está representado na Figura 16. Os resultados obtidos por meio do modelo de zonamento para este caso constam estão apresentados na Tabela 21.

Tabela 21 - Resultados do ACES Cávado I.

Cenários	f_1 (km / mês)	f_2 (Número de visitas/mês)	$f_{(x)}$	$w_i (f_3)$	CPU (segundos)
1	6.168,80	1,33	1,33	-	0,46
1	4.086,60	38,50	12,83	1,00	51,95
2	3.703,20	362,00	3.703,21	-	76,05
3	3.944,20	1,33	0,00	-	126,87
4	3.914,95	43,33	52,94	-	133,03
4	3.703,20	134,40	308,60	1,00	119,02
5	3.760,86	190,67	47,33	-	122,32

Da análise dos valores da tabela acima, nota-se um aumento significativo da quilometragem mensal a ser percorrida no caso da função f_1 quando todo o peso (w_i) é atribuído à função f_2 . Então, foi necessário incluir a função f_3 para forçar a contiguidade nos dois casos, no cenário 1, onde todo peso é atribuído na f_2 e, no cenário 4, onde são atribuídos os pesos de 0,25 a f_1 e 0,75 a f_2 . Em ambos os casos, foi necessário incluir apenas o valor do peso igual a 1 na f_3 para obter a contiguidade entre as UB. Na Figura 33, os compromissos entre as soluções, em termos dos objetivos, são apresentados. As soluções estão rotuladas conforme os respectivos cenários.

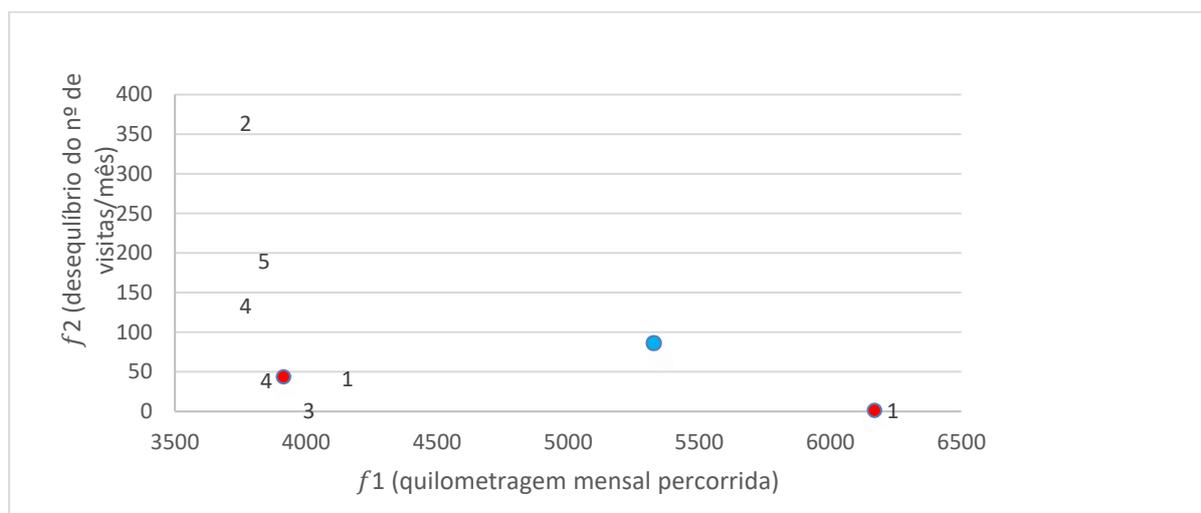


Figura 33 - Compromissos (trade-offs) entre as sete soluções obtidas no ACES Cávado I.

As duas soluções apresentadas na cor vermelha são as que não obtiveram contiguidade, e foram otimizadas novamente com a inclusão da f_3 para forçar a contiguidade. Ao analisar as soluções, é possível verificar que a solução encontrada no cenário 3 é melhor que as soluções 1, com e sem contiguidade, pois detém a menor distância percorrida e um baixo desequilíbrio da carga de trabalho no período de um mês analisado. Também a solução 4 é melhor que as soluções 2 e 5, mas é incomparável com a solução do cenário 3.

Os planos de zonamento obtidos, nesse caso, foram gerados em mapas por meio do *software* QGIS e são apresentados nos Apêndice (V). Ao analisar os mapas e ao compará-los com o plano em vigor, notam-se algumas diferenças, principalmente quando as soluções 3 e 4 são comparadas com a solução em vigor. Além disso, foram também apresentadas em mapas as duas soluções sem contiguidade. Como no cenário 1, o plano de zonamento obtido sem a f_3 , há várias UB sem contiguidade. Esse tipo de zonamento não é normalmente recomendado, devido aos vários enclaves que são formados e por aumentar significativamente a distância a ser percorrida mensalmente pelas equipas (as zonas possuem

UB distribuídas praticamente em todo território). Por fim, no cenário 4, registou-se apenas uma UB que não apresentava contiguidade, na área de operação da equipa de Maximinos.

O ACES Cávado II, representado pelas ECCI dos concelhos de Amares, Póvoa de Lanhoso, Terras de Bouro, Vieira do Minho e Vila Verde, foram analisados como apenas um território, com cinco equipas de CSD. Com isso, o plano de zonamento desse ACES não respeitou as fronteiras de cada concelho. As freguesias de um determinado concelho foram atribuídas às equipas de outros concelhos. Tomou-se esta decisão porque, durante o processo de recolha de dados, o principal problema detetado nessas equipas foi o desequilíbrio da carga de trabalho. Como este problema já vinha sendo tratado nesse ACES pela ECL, com a atribuição de algumas freguesias do concelho de Vila Verde à equipa de Terras de Bouro, optou-se por aplicar essa estratégia. Sendo assim, nota-se que foi possível obter bons resultados, principalmente quando a f_2 é analisada (Tabela 22).

Tabela 22 - Resultados do ACES Cávado II.

Cenários	f_1 (km /mês)	f_2 (Número de visitas/mês)	$f(x)$	$w_i (f_3)$	CPU (segundos)
1	53.127,07	2,40	2,40	-	1.223,80
1	28.822,00	101,60	20,87	1,50	2.081,40
2	23.410,85	98,00	23.410,87	-	2.588,70
3	23.743,65	31,60	280,65	-	22.927,00
4	25.459,00	69,60	82,32	-	4.107,40
4	25.902,00	107,60	62,14	1,00	6.406,00
5	23.303,39	82,80	20,1	-	7.796,40

Ao analisar os resultados do caso ACES Cávado II, percebe-se que, nos cenários 2, 3 e 5, foi possível obter boas soluções. Nesse caso, há duas soluções (cenários 1 e 4) que não respeitam a contiguidade, assim como no caso do ACES Cávado I. Para uma melhor análise, essas soluções estão representadas graficamente na Figura 34.

Pela análise do gráfico da Figura 34, verifica-se que a solução do cenário 3 é melhor que as soluções encontradas nos cenários 1 (com contiguidades) e 4 (ambas as soluções). Já a solução do cenário 5 é melhor que as dos cenários 1 (com contiguidade), 2 e 4, mas é incomparável com as dos cenários 1 (sem contiguidade) e 3, pois é melhor em apenas um dos dois objetivos analisados. As soluções dos cenários 3 e 5 apresentaram bons resultados nos dois objetivos e detêm contiguidade no plano de zonamento. As soluções sem contiguidade dos casos 1 e 4 podem também ser analisadas no Apêndice VI. No cenário 1, as zonas são formadas por UB espalhadas por quase todo o território, tornando inviável a sua aplicação em um caso prático. Já no cenário 4, a falta de contiguidade foi de apenas uma UB, no

território da equipa de Póvoa de Lanhoso. Por fim, ao analisar todas as soluções representadas (por meio dos mapas no Apêndice VI), observa-se que, em todos os casos, as fronteiras dos 5 concelhos não foram respeitadas, o que poderá reforçar a falta de equilíbrio da carga de trabalhos vivenciada por essas equipas do ACES Cávado II, como já era esperado.

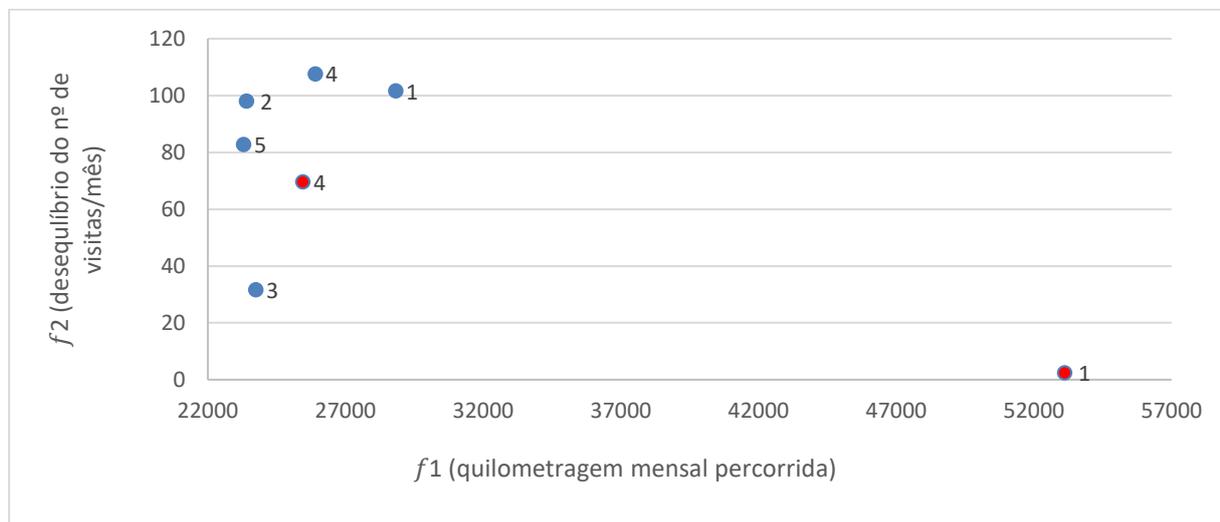


Figura 34 - Compromissos entre as sete soluções obtidas no ACES Cávado II.

Assim como no caso anterior, o ACES Cávado III (formado pelos concelhos de Barcelos e Esposende) foi considerado um único território, composto por três equipas CSD. Também aqui se observou (no processo de recolha de dados) um desequilíbrio da carga de trabalho entre essas três equipas. Os resultados obtidos para esse caso estão representados na Tabela 23.

Tabela 23 - Resultados do ACES Cávado III.

Cenários	f_1 (km /mês)	f_2 (Número de visitas/mês)	$f(x)$	$w_i (f_3)$	CPU (segundos)
1	27.983,73	0,00	0,03	-	35,51
1	21.997,00	146,00	10,32	1	99,54
2	18.042,97	150,00	18.042,99	-	112,02
3	18.656,54	106,00	613,54	-	50,28
3	22.645,61	228,00	3.082,01	1	51,98
4	18.656,54	106,00	153,39	-	31,16
4	19.238,00	112,00	48,02	1	39,19
5	18.196,31	92,00	114,99	-	55,79

Conforme analisado na Tabela 23, para esse caso houve três cenários (1, 3 e 4) em que não foi possível obter contiguidade. Nos cenários 3 e 4 sem a f_3 , há duas soluções com valores iguais. Para uma melhor apreciação das soluções obtidas, as mesmas foram representadas graficamente na Figura 35.

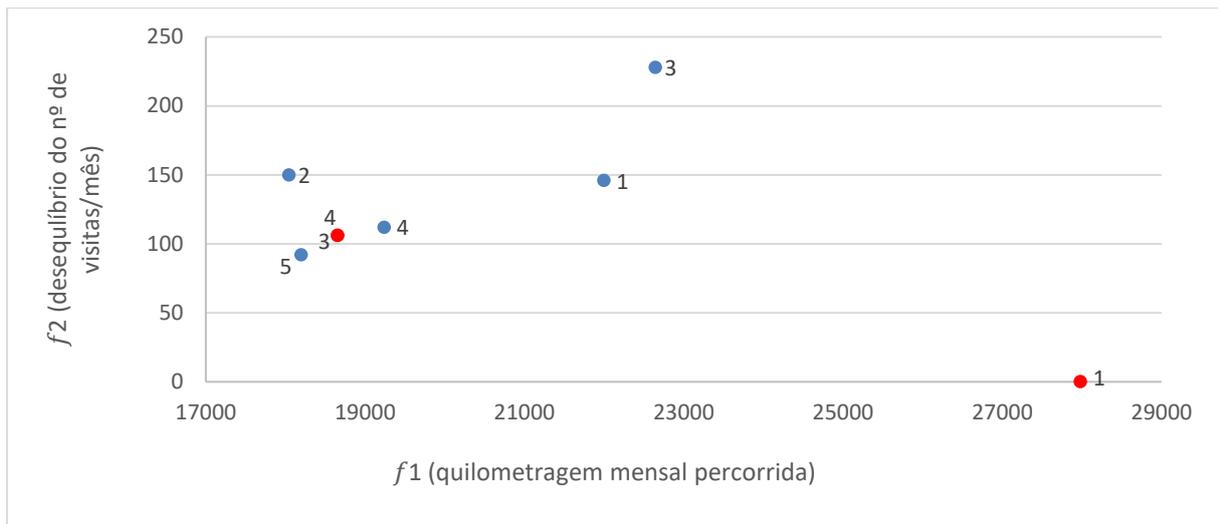


Figura 35 - Compromisso entre as oitos soluções obtidas no ACES Cávado III.

Nota-se que a solução do cenário 5 é melhor que as soluções dos cenários 1 (com contiguidade), 3 e 4, mas é incomparável com as soluções dos cenários 1 (sem contiguidade) e 2. Ao comparar o plano de zonamento em vigor (Figura 18), com as soluções dos cenários 2 e 5 (Apêndice VII), é possível verificar que várias freguesias pertencentes ao distrito da ECCI de Barcelos e uma freguesia da ECCI Barcelinhos foram alocadas ao território da ECCI de Esposende, aumentando o seu território de atuação. Este desequilíbrio entre as equipas já havia sido identificado no momento da recolha de dados, principalmente no distrito da equipa de Barcelos. Os planos de zonamento sem contiguidade do cenário 1 e 3 possuem UB distribuídas em todo o território. Já no cenário 4, apenas uma UB, Barcelinhos, não apresenta contiguidade. De notar que a solução do cenário 1 piorou muito com o aumento do peso (w_i) para forçar a contiguidade nesse plano de zonamento.

Por fim, o ACES Alto Ave, apenas integrando o concelho de Guimarães, possui duas ECCI. Esse foi o caso analisado com menor dimensão no contexto português, considerando-se o número de equipas e UB analisadas. As soluções obtidas por meio do modelo MO estão apresentadas na Tabela 24.

Tabela 24 - Resultados do ACES Alto Ave.

Cenários	f_1 (km /mês)	f_2 (Número de visitas/mês)	$f_{(x)}$	$w_i (f_3)$	CPU (segundos)
1	14.330,97	0,00	0,00	-	14,05
1	13.062,00	22,00	18,81	1,00	19,95
2	11.150,25	238,00	11.150,26	-	1.773,70
3	11.204,78	59,99	60,00	-	48,93
4	11.269,47	39,74	29,81	-	99,50
4	11.424,00	62,00	19,28	1,00	53,97
5	11.165,14	76,00	19,00	-	71,12

Neste caso, apenas para dois planos de zonamento não foi possível obter contiguidade (cenários 1 e 4). Uma diferença destes resultados, em relação aos demais casos, é a de que não foi possível obter soluções com contiguidade e com baixo desequilíbrio da carga de trabalho (menor valor 22), como no caso do concelho de Braga (menor valor 1,33). As soluções estão representadas graficamente na Figura 36, para uma melhor análise.

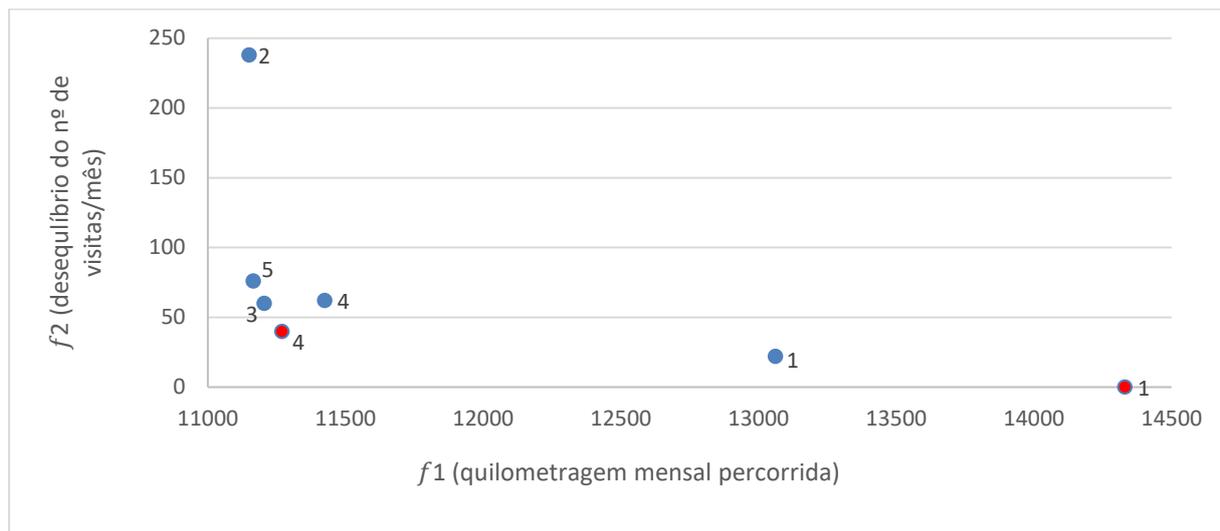


Figura 36 - Compromisso entre as setes soluções obtidas no ACES Alto Ave.

As soluções encontradas nos cenários 3 e 5 dominam a solução 4 (sem contiguidade), mas são incomparáveis entre elas e com as dos cenários 2, 1 e 4 (sem contiguidade). Ao comparar os planos de zonamento das soluções 5 e 3 (Apêndice VIII), nota-se que, no cenário 3, para aceder a uma UB do território da ECCI Taipas é necessário atravessar uma freguesia do concelho vizinho de Póvoa de Lanhoso. No entanto, mesmo com a existência desse “enclave”, a distância total a percorrer pelas equipas é menor do que no caso do cenário 5. Nos dois casos (cenário 1 e 4) sem contiguidade, apenas o cenário 1 possui várias UB sem contiguidade. Já no cenário 4, há apenas uma UB (da ECCI Taipas) sem contiguidade. Pela análise dos resultados nos mapas (Apêndice VIII), verifica-se que o território da ECCI Taipas aumentou a sua área de atuação, quando comparado com o plano de zonamento em vigor, com exceção do cenário 1 (com contiguidade).

Os resultados obtidos no caso português demonstram que, por meio do modelo MO proposto, foi possível minimizar os dois objetivos e obter boas soluções nos cinco cenários analisados. Além disso, com a inclusão da f_3 em alguns casos, principalmente nos cenários 1 e 4 (cujo peso sob a f_2 é maior que o peso sob a f_1), foi possível satisfazer as condições de contiguidade. Contudo, como não há dados referentes ao plano de zonamento em vigor dessas equipas, a fim de comparar as soluções obtidas por

meio do modelo MO, decidiu-se estimar as rotas com o auxílio da heurística de Clarke e Wright (1964) para todos os planos de zonamento, incluindo o plano em vigor. Esta análise será reportada na subsecção seguinte.

6.1.2 Problema de roteamento

Após obter os planos de zonamento por meio do modelo MO, verificou-se a necessidade de compará-los principalmente com o caso em vigor, para analisar os possíveis ganhos ou perdas entre os vários cenários. Como o zonamento é um problema de nível estratégico, decidiu-se integrar esse tipo de problema com um problema de nível operacional, nesse caso o problema de rotas. Os estudos que abordaram a integração destes dois tipos de problemas no contexto de CSD, até o presente momento, são desconhecidos pelo investigador. Além disso, os resultados dessa estimativa também poderão auxiliar os gestores no processo de decisão. Os resultados obtidos no ACES Cávado I, responsável pelos CSD no concelho de Braga, estão apresentados na Figura 37.

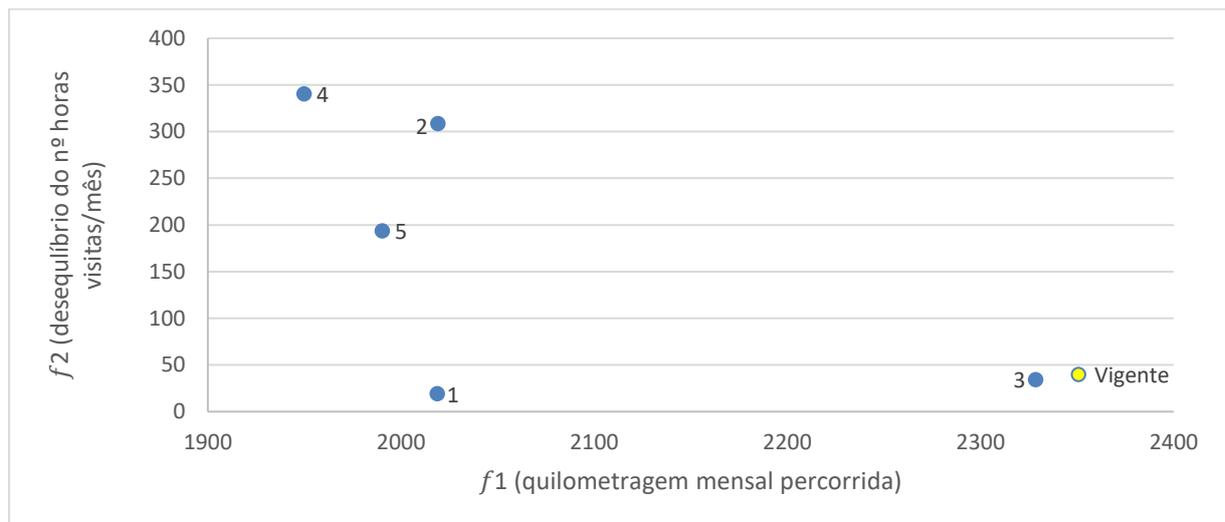


Figura 37 - Compromisso entre as seis soluções obtidas no plano de rotas do ACES Cávado I.

Ao analisar as soluções encontradas no plano de rotas, nota-se que a solução do cenário em vigor (destacada a cor amarela) é pior que a de outros cenários, como por exemplo, os cenários 1 e 3. No entanto, a solução encontrada no cenário 1 é melhor que as soluções dos cenários 2 e 3, mas é incomparável com as soluções dos cenários 4 e 5, pois é melhor em apenas um dos dois objetivos analisados. Os resultados obtidos na estimativa de rotas foram quantificados utilizando as Equações (32) e (33), para uma comparação económica entre todos os planos de zonamento (Tabela 25).

Tabela 25 - Relação de custos mensais (€/mês) de ambos os objetivos nos diversos cenários do ACES Cávado I.

Objetivos	Cenários					
	Em vigor	1	2	3	4	5
$f_{(1)}$	893,35	767,16 (-14%)	767,30 (-14%)	884,87 (-1%)	740,91 (-17%)	756,30 (-15%)
$f_{(2)}$	534,93	257,96 (-52%)	4.159,76	464,08 (-13%)	4.589,15	2.610,97
Custo total	1.428,28	1.025,11(-28%)	4.927,05	1.348,96 (-6%)	5.330,06	3.367,27

Ao analisar os custos da Tabela 25, nota-se que, com a escolha solução do cenário 1, é possível ter uma economia total de cerca de 403 €/mês (-28%) em relação à solução em vigor. Observa-se também que, com a solução do cenário 3, é possível poupar 6% nos custos totais em relação ao plano em vigor. Pode concluir-se que, com base nas estimativas de rotas desenvolvidas nesse caso, os planos de zonamento obtidos por meio do modelo de MO nos cenários 1 e 3 aparentam ser melhores que a do plano em vigor. Note-se que o plano em vigor apresenta um nível considerável de desvio da carga de trabalho entre as equipas, quando comparado aos planos de zonamento obtidos por meio do modelo MO.

Os resultados relativos ao ACES Cávado II (Gerês-Cabreira), o segundo caso analisado no contexto português, são apresentados na Figura 38.

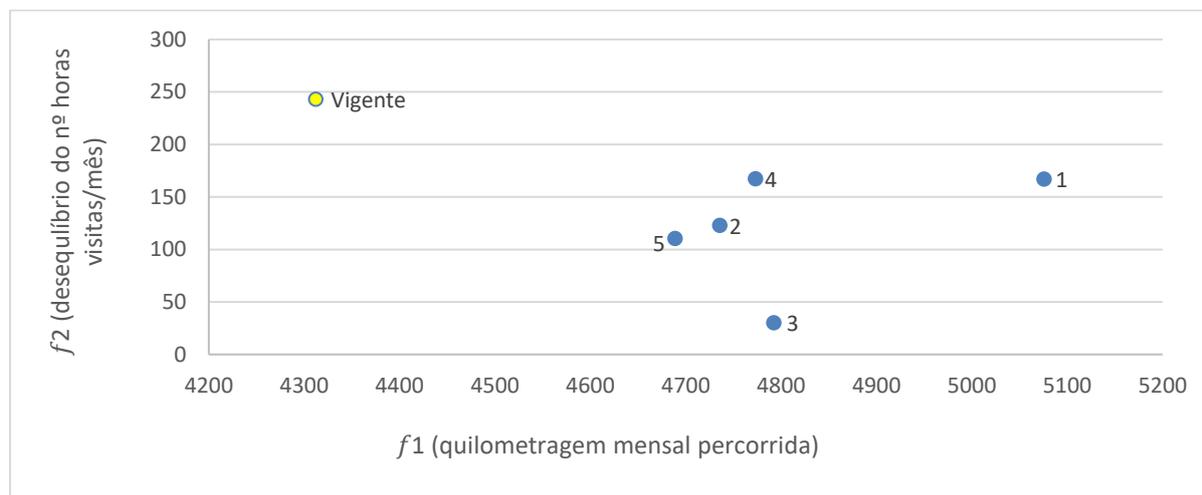


Figura 38 - Compromisso entre as seis soluções obtidas no plano de rotas do ACES Cávado II.

Ao analisar as soluções obtidas, nota-se que a solução do cenário em vigor detém a menor quilometragem percorrida mensalmente (um total de 4.312 km) entre as demais, mas o desequilíbrio da carga de trabalho ainda é muito alto (cerca de 242 horas/mês). No entanto, há outras alternativas de

soluções com um menor desequilíbrio da carga de trabalho, mas com quilometragem mensal percorrida maior, como é o caso das soluções dos cenários 3 e 5. No cenário 3, foi possível reduzir o desequilíbrio da carga de trabalho para 30 horas/mês, mas com uma distância de 4.792 km/mês. Já no cenário 5, o f_2 se manteve em 110 horas e o f_1 em 4.689 km/mês. Estes resultados podem ser explicados pelo aumento significativo das faixas territoriais das ECCI de Amares, Póvoa do Lanhoso e Terras de Bouro, ao incluir peso na f_2 , como pode ser observado pelos mapas do Apêndice VI. Note-se que as ECCI destes dois concelhos têm os menores números de utentes registados no conjunto das ECCI do ACES Cávado II.

Para uma análise económica dessas soluções, os resultados foram traduzidos em unidades monetárias e registados na Tabela 26.

Tabela 26 - Relação de custos mensais (€/mês) de ambos os objetivos nos diversos cenários do ACES Cávado II.

Objetivos	Cenários					
	Em vigor	1	2	3	4	5
$f_{(1)}$	1.638,64	1.928,84	1.799,63	1.821,11	1.813,82	1.781,84
$f_{(2)}$	2.663,76	1.830,63 (-31%)	1.347,78 (-49%)	330,16 (-88%)	1.836,45 (-31%)	1.211,77 (-55%)
Custo total	4.302,40	3.759,47 (-13%)	3.147,42 (-27%)	2.151,27 (-50%)	3.650,26 (-15%)	2.993,61 (-30%)

Ao comparar os custos da solução em vigor com os demais cenários, verifica-se que todas as soluções obtidas são melhores, sendo, pois, possível reduzir os custos totais. Estima-se que a implementação da solução do cenário 3 poderá permitir uma poupança de cerca de 50% dos custos totais (-2.151 euros/mês) em relação ao plano de zonamento em vigor. Já no caso da solução 5, a redução poderá atingir cerca de 1.308,79 €/mês (-30%). Os resultados encontrados, nesse caso, reforçam ainda mais a ideia, que já havia sido abordada pelos gestores desse ACES durante o processo de recolha de dados, de que havia um grande desequilíbrio da carga de trabalho entre as equipas. No entanto, o plano de zonamento em vigor ainda é a melhor opção, quando apenas a quilometragem mensal percorrida é considerada. Contudo, ao considerar os dois objetivos (custos e equilíbrio de cargas), a solução obtida no cenário 3 parece ser a mais adequada, principalmente por permitir reduzir o desequilíbrio da carga de trabalho entre essas equipas.

A estimativa de rotas do ACES Cávado III, formados pelas ECCI de Barcelos, Barcelinhos e Esposende, dos planos de zonamento obtidos no modelo MO e do caso em vigor, seguem apresentados na Figura 39.

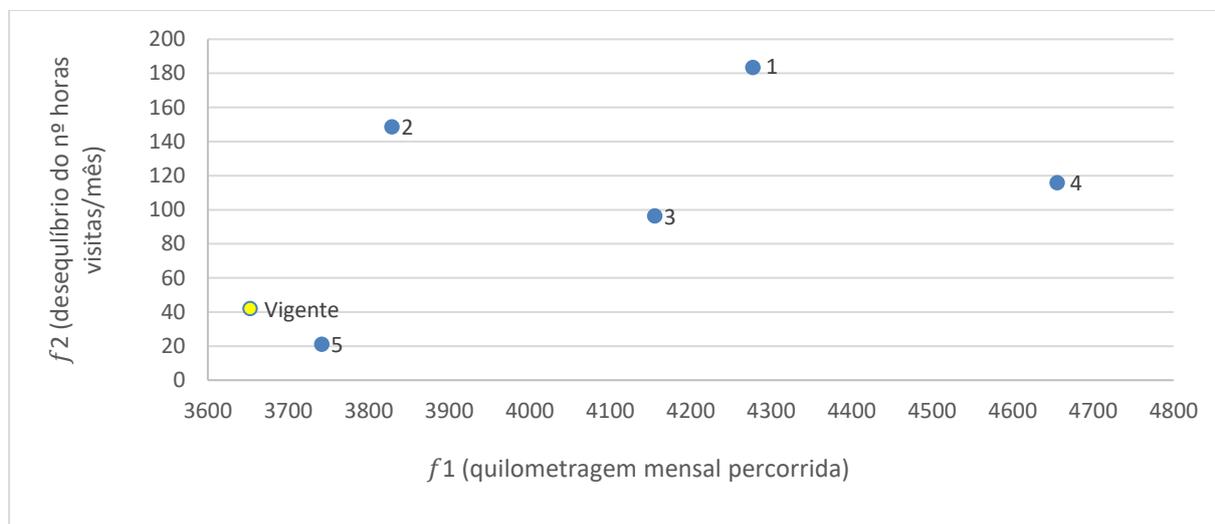


Figura 39 - Compromisso entre as seis soluções obtidas na estimativa de rotas do ACES Cávado III.

Na Figura 39, a solução em vigor, assim como no caso analisado anteriormente, detém a menor distância mensal percorrida, mas um desequilíbrio da carga de trabalho pior que a do cenário 5. Ao comparar o f_2 da solução em vigor e a do cenário 5, a diferença é menor que 100 km/mês. Já relativamente à diferença entre os desequilíbrios, o valor da solução em vigor (41 horas/mês) é quase o dobro da solução 5 (21 horas/mês).

A quantificação dos custos, para os vários cenários do ACES Cávado III, está sumariada na Tabela 27. Ao analisar estes resultados, nota-se que, com a escolha da solução no cenário 5, será possível obter uma poupança de até 79,31 €/mês (-5%). A solução em vigor obteve bons resultados em termos de custos, sendo melhor que as soluções encontradas nos cenários 1, 2, 3 e 4. Portanto, com base nas estimativas desenvolvidos no caso ACES Cávado III, estima-se que a implementação do plano do cenário 5 poderá permitir reduzir a metade o desequilíbrio da carga de trabalho entre as equipas analisadas, embora com uma quilometragem um pouco pior que a atual, mas gerando uma poupança de 5% em relação os custos do plano em vigor. Além disso, através dos mapas no Apêndice VII, nota-se que a faixa territorial da ECCI aumentou em todos cenários, principalmente quando o peso na f_2 é considerado.

Tabela 27 - Relação de custos mensais (€/mês) de ambos os objetivos nos diversos cenários do ACES Cávado III.

Objetivos	Cenários					
	Em vigor	1	2	3	4	5
$f_{(1)}$	1.388,09	1.578,99	1.625,35	1.454,90	1.769,00	1.421,77
$f_{(2)}$	227,11	522,38	995,01	806,42	628,76	114,12 (-50%)
Custo total	1.615,20	2.101,37	2.620,36	2.261,32	2.397,76	1.535,89 (-5%)

Por fim, os resultados obtidos na estimativa de rotas das ECCI Taipas e Guimarães são apresentados na Figura 40.

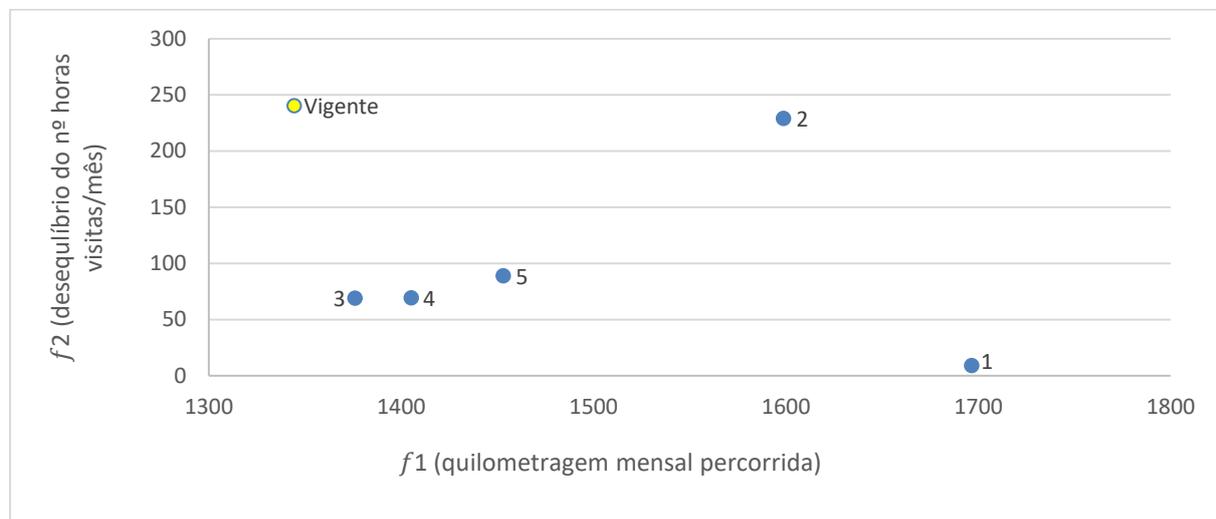


Figura 40 - Compromisso entre as seis soluções obtidas na estimativa de rotas do ACES Alto Ave.

Após analisar os resultados da Figura 40, é possível identificar que, em todas as soluções encontradas através da aplicação do modelo MO, foi possível minimizar os desvios da carga de trabalho quando comparado com a solução em vigor. Entretanto, a distância mensal percorrida relativa ao plano de zonamento em vigor é um pouco menor que as correspondentes distâncias relativas às soluções dos cenários 3 e 4. Nesse caso, em todos os cenários analisados, nota-se que a faixa territorial da ECCI Taipas aumentou em relação ao plano de zonamento em vigor. Os resultados apresentados na Figura 40 foram convertidos em custos, para uma análise económica entre todos cenários (Tabela 28).

Tabela 28 - Relação de custos mensais (€/mês) de ambos objetivos nos diversos cenários do ACES Alto Ave.

Objetivos	Cenários					
	Em vigor	1	2	3	4	5
$f_{(1)}$	510,88	644,70	607,54	533,98	522,87	552,16
$f_{(2)}$	2.994,36	112,23 (-96%)	2.854,06 (-5%)	862,98 (-71%)	1.109,73 (-63%)	860,61 (-71%)
Custo total	3.505,24	756,92 (-78%)	3.461,60 (-1%)	1.396,96 (-60%)	1.632,60 (-53%)	1.412,76 (-60%)

Da análise da informação da Tabela 28, verifica-se que os resultados obtidos por meio do modelo MO são melhores que os resultados da solução em vigor. A solução do cenário 1 obteve o menor custo em relação as demais. Isso é devido ao baixo desvio da carga de trabalho obtido nesse plano de zonamento. Além disso, com a escolha do cenário 1, será possível poupar cerca de 2.748 €/mês (-78%) face ao plano de zonamento em vigor. Ao analisar os resultados obtidos para as ECCL do concelho de Guimarães, pode concluir-se que, após as estimativas de rotas, todos os planos de zonamento obtidos por meio do modelo MO são melhores do que o plano em vigor, principalmente quando a f_2 é considerada.

Por fim, ao analisar os resultados obtidos na estimativa de rotas no contexto português, verificou-se que, em todos os casos analisados, os planos de zonamento gerados pelo modelo MO são melhores que os casos em vigor. A f_2 reduziu significativamente na maior parte dos casos, tornando os planos de zonamento mais equilibrados que os que se encontram em operação. Já referente a f_1 , também foi possível reduzir a distância mensal percorrida, em alguns casos. Ao analisar os custos, concluiu-se que, com a aplicação dos planos de zonamento obtidos por meio do modelo MO, é possível reduzir significativamente os custos operacionais.

6.2 Caso brasileiro

Os resultados obtidos por meio do modelo de otimização MO para problemas de zonamento no caso brasileiro seguem apresentados nas próximas subsecções, juntamente com os resultados de custos de operação obtidos pelas estimativas de rotas.

6.2.1 Problema de zonamento

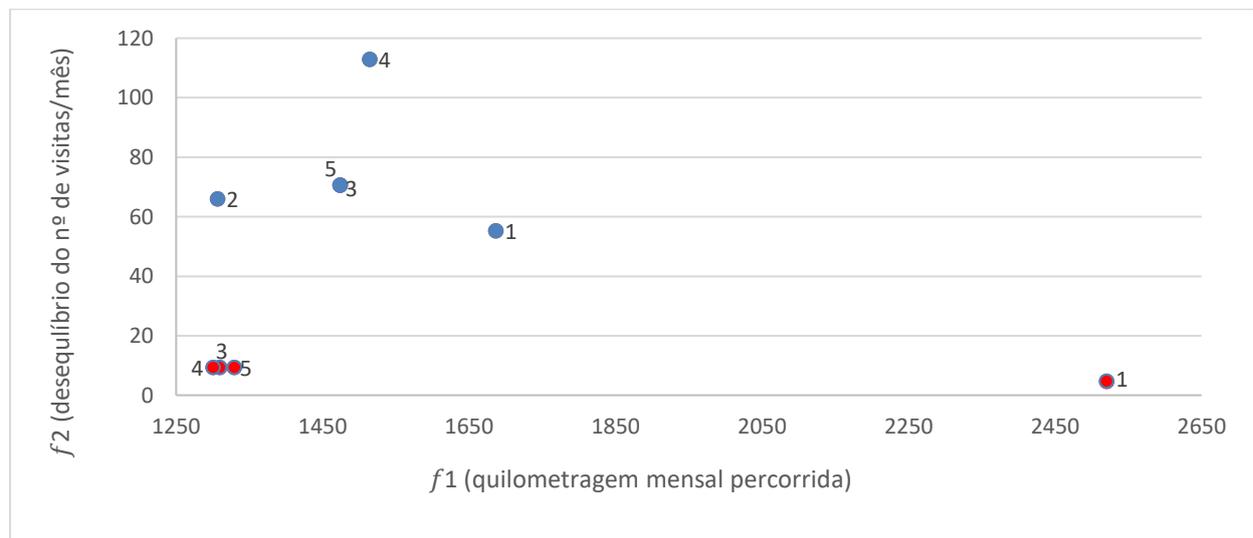
Todos os resultados (planos de zonamento) obtidos por meio do modelo MO correspondem a soluções ótimas. Tal como no caso português, em alguns casos foi necessário utilizar a f_3 para forçar a

contiguidade. A cidade de Blumenau, localizada no estado de Santa Catarina, possui atualmente três equipes EMAD, responsáveis pelos CSD. Os resultados obtidos para essa cidade são apresentados na Tabela 29.

Tabela 29 - Resultados da cidade de Blumenau.

Cenários	f_1 (km /mês)	f_2 (Número de visitas/mês)	$f(x)$	$w_i (f_3)$	CPU (segundos)
1	2.520,60	4,67	4,67	-	0,56
1	1.686,43	55,33	16,89	1,00	1,39
2	1.306,72	66,00	1.306,72	-	0,66
3	1.309,60	9,33	1.314,26	-	0,78
3	1.473,90	70,67	10,81	1,00	1,89
4	1.300,69	9,33	332,17	-	1,56
4	1.514,20	112,88	14,39	1,00	1,79
5	1.329,56	9,33	999,50	-	2,61
5	1.473,90	70,67	14,41	1,00	2,79

Num grande número de cenários, obteve-se resultados sem contiguidade, sendo necessário a inclusão da f_3 com um peso máximo (w_i) de 1. Além disso, nota-se que a f_2 piorou muito com a inclusão da f_3 . Para uma melhor análise, estes resultados são apresentados graficamente através da fronteira de Pareto (Figura 41).

Figura 41 - Compromisso (*trade-offs*) entre as nove soluções obtidas na cidade de Blumenau

Ao analisar a Figura 41, verifica-se a existência de duas boas soluções, nomeadamente as soluções correspondentes aos cenários 1 e 2 (com contiguidade). A solução encontrada no cenário 1 possui o

menor valor da f_2 , mas a sua f_1 é pior que a da solução encontrada no cenário 2. Quando são analisados os planos de zonamento obtidos por meio do modelo (Apêndice IX), nota-se que, em todos os cenários, há algumas diferenças em relação ao plano em vigor. No plano em vigor (Figura 24), há uma UB do distrito pertencente ao SAD 2 em que não existe contiguidade, e há um aumento da faixa territorial dos SAD 1 e 3 em alguns cenários. Além disso, nos cenários em que não foi possível obter contiguidade, com exceção do cenário 1, nota-se que foi sempre a mesma UB, o bairro Vorstadt, pertencente ao distrito do SAD 2. Isto pode ser devido ao alto número de visitas (12 visitas) verificadas no período de um mês, nessa UB, sendo superior à média mensal de todas UB (9 visitas). Então, ao incluir essa UB no distrito do SAD 3 (com a f_3), identificou-se um aumento significativo no desequilíbrio da carga de trabalho entre as equipas.

Em Curitiba, capital do estado Paraná, atuam oito EMAD nos CSD. Esta cidade é considerada a maior cidade analisada no caso brasileiro. Os resultados obtidos por meio do modelo de otimização MO para problemas de zonamento são apresentados na Tabela 30.

Tabela 30 - Resultados da cidade de Curitiba.

Cenários	f_1 (km /mês)	f_2 (Número de visitas/mês)	$f(x)$	$w_i (f_3)$	CPU (segundos)
1	12.019,19	1,75	1,75	-	229,00
1	4.456,50	177,75	13,73	1,50	439,90
2	3.726,84	340	3.726,85	-	3.595,80
3	4.001,84	119,25	0,00	-	67.930,00
4	4.063,08	114,75	84,75	-	80.358,00
4	3.914,10	191,25	16,47	1,00	147.530,00
5	3.744,06	81,5	19,94	-	110.210,00

Ao analisar a Tabela 30, constata-se a existência de duas soluções (nos cenários 1 e 4), em que não foi possível obter contiguidade. Devido ao tamanho do problema (8 zonas (m) e 110 UB (i)), os tempos de processamento foram superiores aos demais casos analisados, no entanto ainda foi possível obter soluções ótimas. Para uma melhor análise, os resultados são apresentados graficamente na Figura 42.

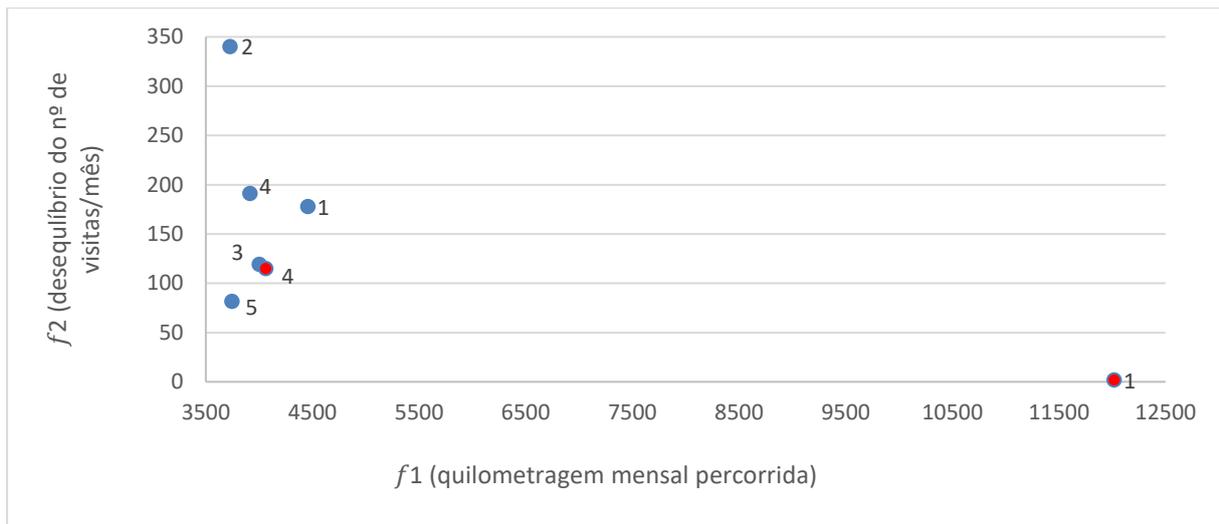


Figura 42 - Compromisso entre as nove soluções obtidas na cidade de Curitiba.

Na Figura 42, nota-se que apenas em dois cenários (1 e 4), não foi possível obter contiguidade entre as zonas formadas. Contudo, obteve-se boas soluções nos cenários 3, 4 e 5, sendo que a solução do cenário 5 dominou todas as outras, com exceção das soluções dos cenários 1 (sem contiguidade) e 2, que são incomparáveis. Após uma análise das soluções representadas em mapas (Apêndice X), constatou-se uma melhor compactação entre as zonas dos planos de zonamento obtidos por meio do modelo quando comparado com o plano em vigor (Figura 25). O plano de zonamento da solução do cenário 4 (sem contiguidade), possui poucas zonas não contíguas, diferentemente da solução do cenário 1, o qual possui UB espalhadas por todo território. Além disso, foi possível reduzir significativamente o desequilíbrio da carga de trabalho entre as equipas, principalmente na solução do cenário 5.

A cidade de Uberaba, localizada no estado de Minas Gerais, a menor das cidades brasileiras analisadas, tem 2 zonas (m) e 36 UB (i). Os resultados obtidos nesse caso estão apresentados na Tabela 31.

Tabela 31 - Resultados da cidade de Uberaba.

Cenários	f_1 (km / mês)	f_2 (Número de visitas/mês)	$f(x)$	$w_i (f_3)$	CPU (segundos)
1	2.449,70	1,00	1,0	-	0,31
1	2.642,53	3,00	0,7	2,00	1,78
2	2.187,96	86,00	2.188,0	-	3,18
3	2.230,10	47,00	46,0	-	4,65
4	2.254,80	19,00	16,0	-	4,25
5	2.240,30	27,00	19,45	-	3,98

De acordo com os resultados da Tabela 31, apenas na solução do cenário 1 não foi possível obter contiguidade. Contudo, pode destacar-se os baixos tempos de CPU obtidos nesse caso. Para uma melhor análise, estes resultados foram organizados em um gráfico (Figura 43).

Na Figura 43, é possível identificar que as soluções encontradas nos cenários 1, 2, 3, 4 e 5 são incomparáveis em termos de dominância, no entanto as soluções 1 e 4 obtiveram os menores desvios em relação aos demais. Ao comparar os planos de zonamento obtidos por meio do modelo MO (Apêndice XI), nota-se as várias diferenças nas faixas territoriais de cada cenário analisado. Além disso, no cenário 1 (sem contiguidade), constata-se que apenas três UB pertencentes ao distrito da SAD B não possuem contiguidade. Note-se que, tratando-se de um problema de pequena instância, a contiguidade é mais fácil de ser obtida (Shirabe, 2009). Nesse caso, as UB no cenário 1 sem contiguidade (Apêndice XI, Figura 97) não ficaram distribuídas por todo o território, como nos casos anteriores.

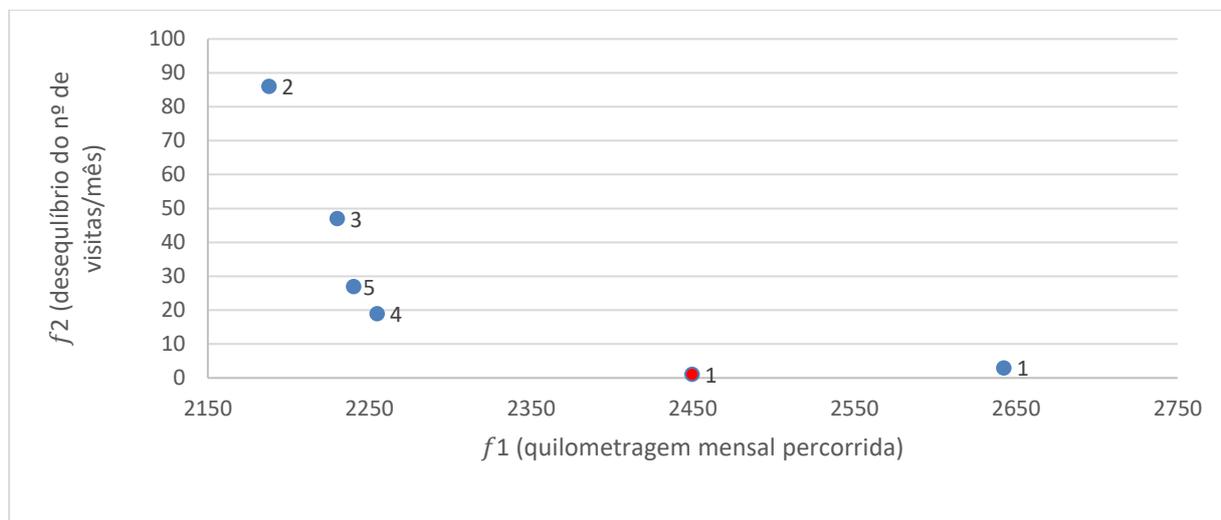


Figura 43 - Compromisso entre as seis soluções obtidas na cidade de Uberaba.

Por fim, foi analisada a cidade de Uberlândia, localizada no estado de Minas Gerais, também conhecida como cidade modelo nos CSD no país. Os resultados obtidos, nesse caso, são apresentados na Tabela 32.

Verifica-se que, em 4 cenários, foi necessário incluir a restrição de contiguidade, com o peso $w_i=1,5$ na f_3 em dois casos. Além disso, nota-se que os valores em f_2 pioram significativamente com a inclusão da f_3 , como, por exemplo no cenário 1, onde o desequilíbrio da carga de trabalho passou de 0 para 200 visitas/mês. Por outro lado, nas zonas em que há contiguidade, o f_1 reduziu, como no cenário 1, que

passou de 10.691,4 para 5.628,4 km/mês. Para uma melhor análise da tendência de variações entre as soluções, apresentam-se os resultados na forma de gráfico (Figura 44).

Tabela 32 - Resultados da cidade de Uberlândia.

Cenários	f_1 (km /mês)	f_2 (Número de visitas/mês)	$f(x)$	$w_i (f_3)$	CPU (segundos)
1	10.691,40	0,00	0,00	-	28,01
1	5.628,40	200,00	26,00	1,50	30,32
2	4.653,30	533,00	4.653,40	-	78.518,00
3	4.783,80	128,30	130,40	-	151,05
3	4.800,70	196,00	38,00	1,00	189,82
4	5.590,70	131,00	234,30	-	152,91
4	5.013,90	186,00	35,50	1,50	196,25
5	4.719,90	214,00	53,50	-	125,75
5	4.771,90	486,00	37,10	1,00	281,85

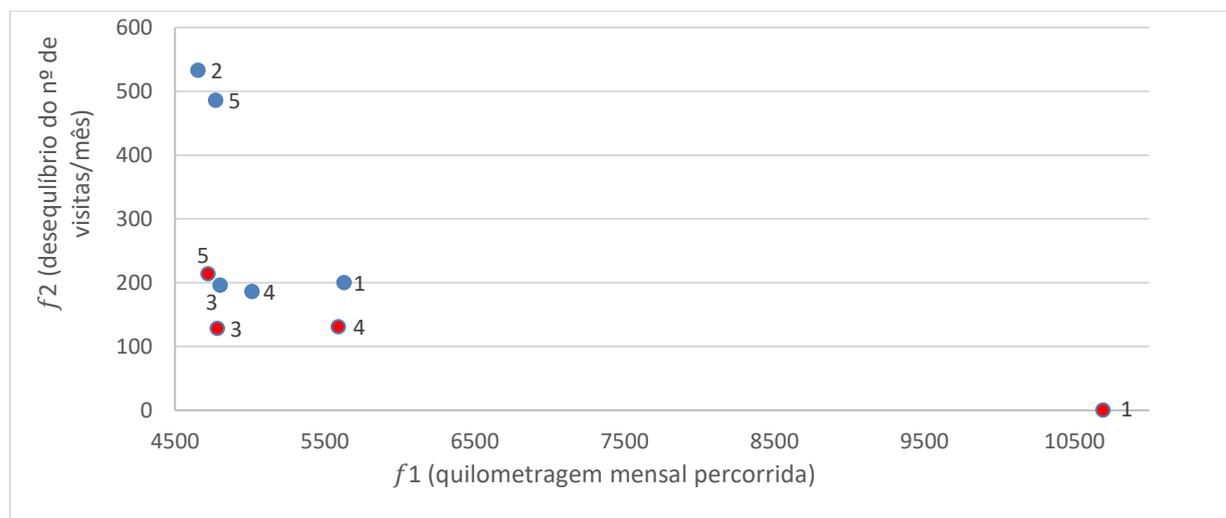


Figura 44 - Compromisso entre as nove soluções obtidas na cidade de Uberlândia.

As soluções obtidas no caso de Uberlândia têm como principal solução a que foi encontrada no cenário 3, por dominar todas as outras. Ao analisar as quatro soluções sem contiguidade (destacadas a cor vermelha), nota-se que a solução do cenário 3 é melhor que a do cenário 1 e incomparável com as demais soluções. Além disso, destaca-se o aumento da faixa territorial do SAD Centro nos cenários 2, 3, 4 e 5, quando comparado ao plano de zonamento em vigor (Figura 28).

Ao analisar os resultados obtidos por meio do modelo MO no caso brasileiro, pode afirmar-se que foi possível obter bons planos de zonamento, tendo em conta a contiguidade, compacidade e os dois

objetivos (custos e equilíbrio de cargas). Tal como no caso português, os cenários 1 e 4 foram os que mais necessitaram da inclusão da f_3 para forçar a contiguidade. A cidade de Curitiba, o estudo de caso de maior instância analisado, obteve bons resultados, tornando as zonas mais compactas quando comparado com o plano atual. Assim, como proposto no caso português, e a fim de comparar os planos obtidos, por meio do modelo MO, com os planos em vigor, estimou-se os planos de rotas com o auxílio da heurística de Clarke e Wright (1964). Os resultados desta análise serão reportados na subsecção seguinte.

6.2.2 Problema de roteamento

Tal como se fez para o caso português, a estimativa para rotas foi desenvolvida para os planos de zonamento das cidades brasileiras, tendo como objetivo a comparação dos resultados nos diversos cenários com o caso em vigor. Isso permitiu avaliar os planos de zonamento por meio de um problema de nível operacional e verificar quais as melhores opções em relação ao plano em vigor. Os resultados referentes às equipas de CSD da cidade de Blumenau estão apresentados na Figura 45 e Apêndice (IX).

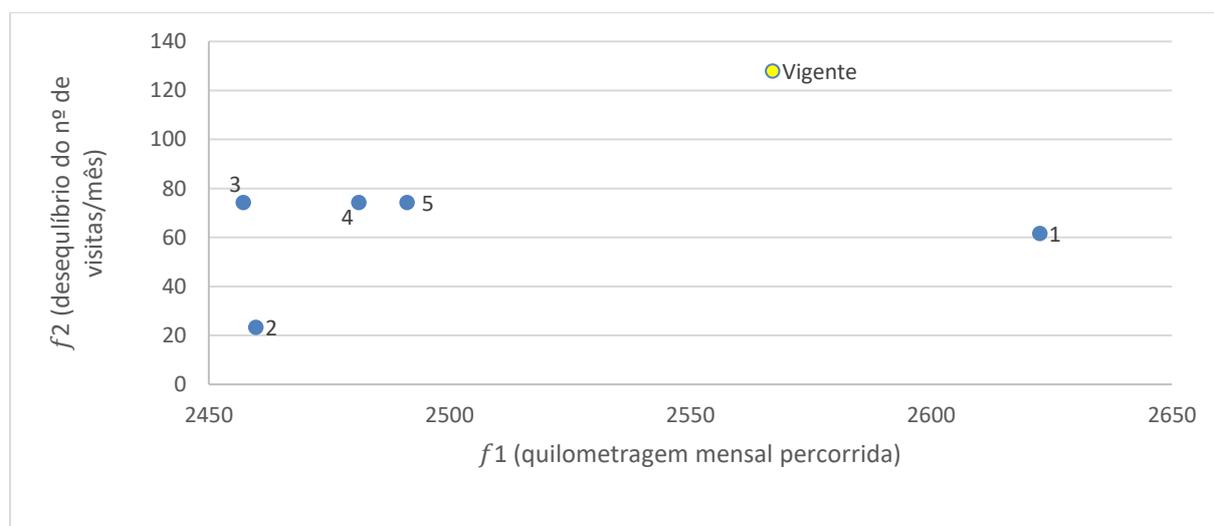


Figura 45 - Compromisso entre as seis soluções obtidas no plano de rotas em Blumenau.

Ao analisar os resultados, é possível verificar que a solução em vigor é pior que a maior parte das soluções obtidas por meio do modelo MO. A solução encontrada no cenário 2 parece dominar todas as outras, com exceção da solução 3, que é incomparável. Já as soluções dos cenários 3, 4 e 5 estão muito próximas quando analisadas em relação a f_1 e f_2 . A solução em vigor apresenta um alto desequilíbrio da carga trabalho, sendo superior a todas as outras soluções, além de possuir o segundo pior resultado de f_1 (cerca de 2.567 km/mês). Para uma análise sob outra ótica, os resultados foram quantificados em termos de custos operacionais (Tabela 33).

Tabela 33 - Relação de custos mensais (€/mês) de ambos os objetivos nos diversos cenários em Blumenau.

Objetivos	Cenários					
	Em vigor	1	2	3	4	5
$f_{(1)}$	3.354,31	3.374,69	3.314,91 (-1%)	3.313,95	3.322,76 (-1%)	3.326,43 (-1%)
$f_{(2)}$	1.733,15	834,28 (-52%)	314,71 (-82%)	1.005,49 (-52%)	1.005,49 (-42%)	1.005,49 (-42%)
Custo total	5.087,46	4.208,96 (-17%)	3.629,62 (-29%)	4.319,43 (-17%)	4.328,24 (-15%)	4.331,92 (-15%)

Verifica-se que o custo da solução em vigor é pior que os custos das demais soluções. Ao comparar a solução em vigor com a solução encontrada no cenário 2, verifica-se que será possível economizar cerca de 1.458 €/mês (-29%) com a implementação desse novo plano de zonamento. Os custos de deslocação das equipas destas cidades são superiores aos casos de Portugal, pois além de considerar custos como consumo de combustível e manutenção, o valor do aluguer do veículo também foi incluído. Este valor de aluguer corresponde a um valor fixo de 2.411,93 €/mês. Já para o consumo de combustível e a manutenção dos veículos, o custo variável utilizado foi de 0,37 €/km.

Por fim, conclui-se, com base nas estimativas de rotas, que o modelo MO permitiu obter melhores soluções de plano de zonamento do que a solução em vigor, sendo possível prever-se reduzir significativamente os custos com a implementação desses novos planos, além de reduzir significativamente os desvios das cargas de trabalho entre as equipas. Em particular, foi possível obter 5 soluções melhores que a do caso em vigor.

O segundo caso analisado foi a cidade de Curitiba (estudo de maior instância). Os resultados obtidos estão apresentados na Figura 46.

Com base na Figura 46, pode afirmar-se que a solução 5 domina todas as outras, com exceção da solução do cenário 2, que é incomparável. A solução em vigor possui um alto desequilíbrio da carga de trabalho (cerca de 451 horas/mês), sendo a pior em relação às restantes soluções. Relativamente à distância (f_1), a atual solução é pior que as soluções encontradas nos cenários 2 e 5. Na comparação entre os mapas das soluções em vigor e a do cenário 5 (Figura 25 e Figura 7 do Apêndice X), verifica-se como o mapa da solução 5 é mais compacto, tendo uma distribuição da faixa territorial mais uniforme,

sendo fundamental para obter baixos valores na f_1 . Para uma outra análise, os resultados obtidos na estimativa de rotas foram quantificados em termos de custos (Tabela 34).

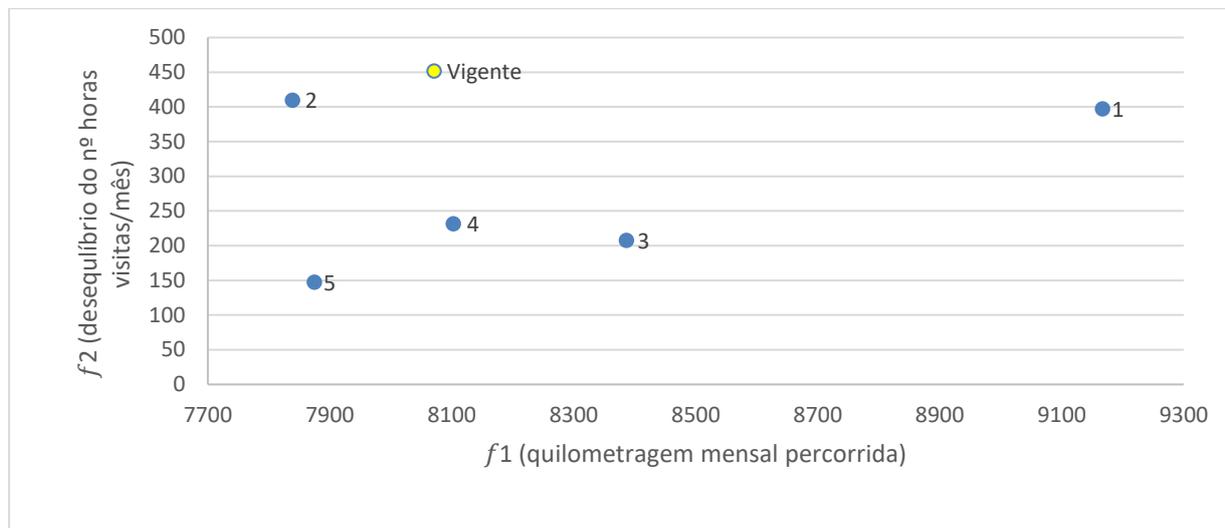


Figura 46 - Compromisso entre as seis soluções obtidas no plano de rotas em Curitiba.

Tabela 34 - Relação de custos mensais (€/mês) de ambos os objetivos nos diversos cenários em Curitiba.

Objetivos	Cenários					
	Em vigor	1	2	3	4	5
$f_{(1)}$	19.594,94	20.339,93	19.436,92 (-1%)	19.809,15	19.616,17	19.461,34 (-1%)
$f_{(2)}$	4.914,22	4.323,13 (-12%)	4.461,09 (-9%)	2.261,61 (-54%)	2.519,91 (-49%)	1.605,38 (-67%)
Custo total	24.509,16	24.663,06	23.898,01 (-2%)	22.070,77 (-10%)	22.136,08 (-10%)	21.066,71 (-14%)

Assim como na análise anterior, a solução encontrada no cenário 5 obteve os menores custos em ambos os objetivos. Ao comparar os custos entre a solução em vigor e a do cenário 5, com a implementação do novo plano de zonamento obtido por meio do modelo MO, será possível minimizar os custos em até 3.422,45 €/mês (-14%). Além disso, nota-se que a solução em vigor só não é pior que a solução encontrada no cenário 1. Os custos de deslocamento utilizados, nesse caso, além do consumo de combustível e manutenção, também incluem o aluguer e motorista para condução dos veículos durante as operações. O custo fixo, incluindo o aluguer do veículo e o honorário do motorista, é de 14.108,36 €/mês, e o custo variável, referente à manutenção e consumo de combustível, é de 0.68 €/km.

Portanto, com base nessa estimativa de rotas, pode afirmar-se que o modelo MO permitiu obter melhores planos de zonamento do que o atual, para além de permitir minimizar os custos das equipas e melhorar as suas operações (reduzindo os desvios da carga de trabalho) com essas soluções obtidas. Nesse caso, foi possível obter 4 soluções melhores (2, 3, 4 e 5) que a solução em vigor.

Os resultados obtidos por meio da estimativa de rotas na cidade de Uberaba, o terceiro caso analisado entre as cidades brasileiras, são apresentados na Figura 47.

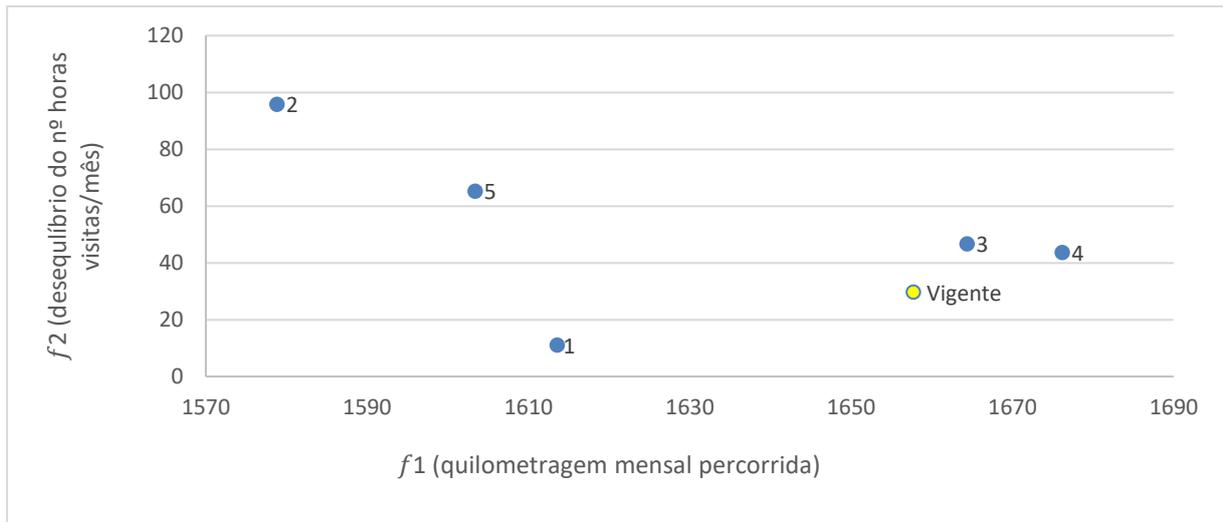


Figura 47- Compromisso entre as seis soluções obtidas no plano de rotas em Uberaba.

Ao analisar os resultados obtidos na cidade de Uberaba, fica claro que o plano de zonamento em vigor não é a melhor opção (Apêndice XI). A solução 1 parece ter o menor f_2 , mesmo sendo pior na f_1 que as soluções 2 e 5. A fim de proceder a uma análise sob uma outra ótica, estimaram-se os respectivos custos operacionais (Tabela 35).

Tabela 35 - Relação de custos mensais (€/mês) de ambos os objetivos nos diversos cenários em Uberaba.

Objetivos	Cenários					
	Em vigor	1	2	3	4	5
$f_{(1)}$	319,11	310,61 (-3%)	303,92 (-5%)	320,39	322,66	308,65 (-3%)
$f_{(2)}$	237,90	88,90 (-63%)	767,35	374,30	350,17	522,44
Custo total	557,02	399,51 (-28%)	1.071,26	694,69	672,84	831,09

Na Tabela 35, ao analisar os resultados, nota-se que, com a implementação da solução do cenário 1, será possível reduzir os custos em até 157,51 €/mês (-28%), quando comparado com o plano em vigor. Os custos relacionados a essas equipas são menores que os outros casos. Isso se deve ao tamanho do problema ($m=2$ e $i=36$), pois os custos de deslocação consideram apenas o consumo de combustível e manutenção (custo de 0,20 €/km). Então, com base na estimativa de rotas, conclui-se que o modelo MO conseguiu obter um plano de zonamento melhor do que o atual em operação na cidade de Uberaba. Além disso, com a implantação do plano de zonamento no cenário 1, será possível minimizar os custos e os desvios da carga de trabalho entre as duas equipas.

Os resultados obtidos na cidade de Uberlândia, referente à estimativa de rotas, são apresentados na Figura 48 e Apêndice XII.

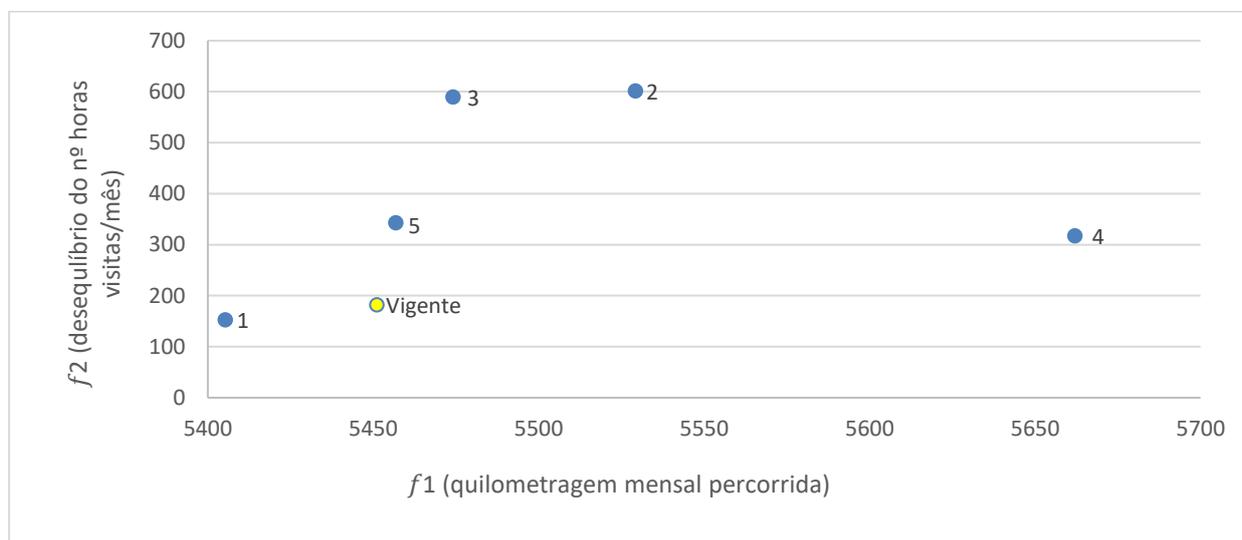


Figura 48 - Compromisso entre as seis soluções obtidas no plano de rotas em Uberlândia.

Os resultados mostram que a solução obtida no cenário 1 dominou as demais soluções. Contudo, note-se que a solução em vigor desse caso também é uma boa solução, sendo pior apenas que a solução obtida no cenário 1. Isso pode ser reflexo de uma boa gestão que vem sendo feita nessa cidade, como já foi destacado anteriormente (cidade modelo nos CSD no Brasil). Ao comparar os planos de zonamento em vigor e a solução encontrada no cenário 1, por meio dos mapas (Figura 28 e Figura 2 do Apêndice XII), nota-se uma similaridade nas formações das zonas. Os resultados da estimativa de rotas, em termos de custos, são apresentados na Tabela 36.

Tabela 36 - Relação de custos mensais (€/mês) de ambos os objetivos nos diversos cenários em Uberlândia.

Objetivos	Cenários					
	Em vigor	1	2	3	4	5
$f_{(1)}$	13.019,39	12.988,73	13.071,59	13.034,74	13.160,44	13.023,19
$f_{(2)}$	1.540,09	1.290,45 (-16%)	5.087,82	4.987,17	2.685,34	2.903,81
Custo total	14.559,48	14.279,18 (-2%)	18.159,41	18.021,91	15.845,78	15.927,00

A solução encontrada no cenário 1 regista os menores custos em relação às demais soluções. Ao implementar esta solução, será possível reduzir os custos mensais em até 280,30 euros (-2%), quando comparado ao plano em vigor. Os custos de deslocação dessas equipas, além de considerar o consumo de combustível e manutenção, também consideraram o valor do aluguer dos veículos e os motoristas. O custo fixo que inclui o aluguer de veículos e motoristas é igual a 9.373,96 €/mês. O custo variável de manutenção e consumo de combustível é de 0,67 €/km.

Portanto, com base nos resultados obtidos na estimativa de rotas, conclui-se que, mesmo para o caso da cidade de Uberlândia, que tem atualmente um bom plano de zonamento, foi possível obter, por meio do modelo MO, um plano de zonamento um pouco melhor. Com a aplicação do plano de zonamento do cenário 1 é possível minimizar os custos em ambos os objetivos, e reduzir os desvios da carga de trabalho entre as equipas.

Por fim, ao analisar os vários casos nas cidades brasileiras por meio da estimativa de rotas, detetou-se, em todos os casos, ser possível obter planos de zonamento melhores do que os planos atualmente implementados, com o auxílio do modelo de MO. Diferentemente do caso português, onde apenas em um ACES foi possível minimizar f_1 , as soluções propostas no caso brasileiro reduziram f_1 e f_2 na maior parte dos casos, tornando os planos de zonamento mais equilibrados e compactos, relativamente aos que se encontram em operação.

6.3 Sistema de suporte à decisão

Os resultados obtidos por meio do modelo de MO foram apresentados e discutidos apenas a nível nacional. Nesta secção, discutem-se alguns dos aspetos comuns e aspetos diferenciadores entre os dois

países. Inicialmente, serão abordadas as diferenças entre os modelos de cada país. Logo depois, serão comparados os planos de zonamento obtidos por meio do modelo MO com os planos atualmente em vigor.

As principais diferenças identificadas entre os modelos MO dos casos português e brasileiro foram referentes ao número de equipas em ACES, concelhos ou cidades. Em Portugal, e para que fosse possível comparar com o caso brasileiro, em alguns casos foi necessário definir planos de zonamento a partir do ACES. Por exemplo, nos ACES do Cávado II e III, havendo apenas uma ECCI em cada um dos concelhos, optou-se por desconsiderar as fronteiras territoriais dos concelhos pertencentes a esse ACES, e desenvolver um plano de zonamento para essas equipas, como pode ser observado nos Apêndice VI e VII. No Brasil, as quatro cidades analisadas tinham duas ou mais EMAD em seu território, não sendo necessário utilizar essa mesma metodologia de solução aplicada no caso português. Com exceção disso, não houve mais diferenças entre os modelos de ambos os países. Isso reforça ainda mais a convicção de que, com o presente modelo MO, será possível resolver problemas de zonamento para CSD em diferentes contextos geográficos (ex. países, cidades, concelhos), como foi possível observar nos resultados do presente estudo.

Ao analisar os resultados da validação do modelo, notou-se que o modelo MO obteve soluções ótimas em todos cenários, mesmo com algumas alterações, como o aumento no número de zonas, diferentes valores de β na restrição de compacidade, onze diferentes combinações de pesos e a inclusão função objetivo (f_3) para contiguidade. A contiguidade foi o principal desafio nesse processo de validação, pois, tanto quanto é do conhecimento do autor, não foram encontrados estudos que resolvessem o problema de contiguidade com a inclusão de mais uma função objetivo. Além disso, essa função objetivo foi desenvolvida tendo como base o modelo de Ríos-Mercado e López-Pérez (2013), que tinha como objetivo garantir que a maior parte das UB permanecessem no mesmo território, conforme constava no plano de zonamento em vigor. Em ambos os países, obteve-se contiguidade nos planos de zonamento com a inclusão da f_3 . Com a inclusão da função objetivo, os tempos de CPU aumentaram e as soluções deterioraram (f_1 e f_2) na maior parte dos casos, mas obtiveram-se soluções ótimas em todos os cenários.

Os resultados obtidos em ambos países, pelo modelo MO, demonstraram ser melhores que as soluções em vigor, quando são comparadas as distâncias a percorrer mensalmente e o desvio da carga de trabalho entre as equipas (Tabela 37). A fim de comparar os resultados de ambos os países, nos cinco cenários

de distribuição de peso (Tabela 10), as distâncias e os custos de deslocação das soluções obtidas no modelo MO de ambos países foram comparados com os seus respetivos planos em vigor.

Tabela 37 - Comparação dos resultados (z_1) com os planos de zonamento em vigor em Portugal e Brasil.

Cenários	Portugal			Brasil		
	ACES	Δ (km/mês)	Δ (€/mês)	Cidades	Δ (km/mês)	Δ (€/mês)
1	Cávado I	-332,08	-126,19	Blumenau	55,51	20,38
	Cávado II	763,67	290,20	Curitiba	1.095,94	744,99
	Cávado III	502,36	190,90	Uberaba	-44,17	-8,50
	Alto Ave	352,14	133,82	Uberlândia	-45,85	-30,66
2	Cávado I	-331,73	-126,05	Blumenau	-107,33	-39,40
	Cávado II	423,67	160,99	Curitiba	-232,47	-158,02
	Cávado III	624,35	237,25	Uberaba	-78,95	-15,19
	Alto Ave	254,37	96,66	Uberlândia	78,06	52,20
3	Cávado I	-22,31	-8,48	Blumenau	-109,94	-40,36
	Cávado II	480,17	182,47	Curitiba	315,12	214,21
	Cávado III	175,81	66,81	Uberaba	6,63	1,28
	Alto Ave	60,77	23,10	Uberlândia	22,96	15,35
4	Cávado I	-401,15	-152,44	Blumenau	-85,94	-31,55
	Cávado II	460,99	175,18	Curitiba	31,22	21,23
	Cávado III	1.002,40	380,91	Uberaba	18,45	3,55
	Alto Ave	31,56	11,99	Uberlândia	210,91	141,05
5	Cávado I	-360,67	-137,05	Blumenau	-75,94	-27,88
	Cávado II	376,84	143,20	Curitiba	-196,55	-133,60
	Cávado III	88,62	33,67	Uberaba	-54,38	-10,46
	Alto Ave	108,61	41,28	Uberlândia	5,68	3,80

Ao analisar os resultados da Tabela 37, identificou-se que nos casos brasileiros obtiveram-se mais casos de melhorias (menor distância percorrida que a solução em vigor) na f_1 . Isso já era esperado, pois no cenário 1 todo o peso é atribuído a f_2 (desvio da carga de trabalho), desconsiderando assim a distância, que normalmente é pior que nos outros cenários, como foi também observado em Gutierrez e Vidal (2015).

No cenário 1, entre os concelhos Portugueses, apenas a solução encontrada no Cávado I foi melhor que a solução em vigor, sendo possível reduzir cerca de 332 km/mês e poupar um total de cerca de 126 euros/mês nos custos de deslocação. No caso brasileiro, apenas as cidades de Uberaba e Uberlândia obtiveram soluções melhores que os seus respetivos planos em vigor. Entretanto, note-se o quanto a solução da cidade Curitiba é pior que a respetiva solução em vigor: mais cerca de 1.096 km/mês e um custo de deslocação da ordem dos 745 euros/mês.

No cenário 2, apenas a solução do ACES Cávado I é melhor que o plano em vigor, sendo possível reduzir cerca de 332 km da distância mensal a percorrer e poupar cerca de 126 euros por mês nos custos de deslocação. No caso brasileiro, conseguiu-se obter melhores soluções que o plano em vigor em duas cidades, designadamente nas cidades de Blumenau, Curitiba e Uberaba. Com as soluções obtidas nessas duas cidades, é possível reduzir cerca de 419 km/mês e gerar uma poupança de 213 euros/mês nos custos de deslocação. Como já era esperado, nesse cenário obteve-se o maior número de soluções melhores que a do plano em vigor, pois o peso é todo atribuído a f_1 (distância percorrida mensalmente).

Nos cenários 3 e 4, apenas no ACES Cávado I e a cidade de Blumenau obtiveram soluções melhores que os respetivos planos de zonamento em vigor. Com a solução encontrada no ACES Cávado I no cenário 4, a menor encontrada nos casos entre os dois países, é possível reduzir até 401 km/mês e poupar 152 euros/mês nos custos de deslocação. Ao analisar os planos de zonamento formados no ACES Cávado I, conforme consta no Apêndice V, nota-se que as faixas territoriais das zonas formadas nessa solução são menores e mais compactas, assim como na maior parte dos planos de zonamento formados no caso brasileiro.

O cenário 5, onde o peso sob a f_1 é maior que a f_2 , no caso português apenas a cidade de Braga obteve uma solução melhor que a do plano em vigor. Já no cenário 5 do caso brasileiro, as cidades de Blumenau, Curitiba e Uberaba obtiveram soluções melhores do que a solução atual, sendo possível reduzir 326,87 km/mês e garantir uma poupança de 171,94 euros/mês no conjunto dos planos.

Por fim, com bases nessas comparações, conclui-se que, no caso brasileiro, será possível alcançar um número maior de soluções em que as distâncias mensais a percorrer serão menores que a dos planos de zonamento em vigor. As soluções obtidas nas cidades de Blumenau, Curitiba e Uberaba estavam presentes em mais de um cenário. Isto reflete o problema enfrentado por essas equipas, principalmente por ter zonas com uma faixa territorial superior aos planos obtidos no modelo MO, como pode ser observado nos Apêndices (IX, X e XI). No caso português, após desconsiderar os limites fronteiriços de cada concelho, as mudanças foram inversas, quando comparado ao caso brasileiro. As faixas territoriais das zonas aumentaram, tornando-as mais compactas que os planos de zonamento em vigor. No entanto, a distância a percorrer pelas equipas aumentou. O ACES Cávado I, diferente dos outros ACES por estar presente em apenas um concelho, obteve melhores soluções em todos cenários. Isto significa que o plano de zonamento não estava adequado e necessitava de alterações.

Contudo, também é necessário analisar os resultados da f_2 sob a mesma ótica, para que essa comparação seja feita entre as soluções encontradas em ambos países, conforme segue na Tabela 38.

Tabela 38 - Comparação dos resultados (z_2) com os planos de zonamento em vigor entre Portugal e Brasil.

Cenários	Portugal			Brasil		
	ACES	Δ (horas/mês)	Δ (€/mês)	Cidades	Δ (horas/mês)	Δ (€/mês)
1	Cávado I	-20,55	-276,97	Blumenau	-66,35	-898,87
	Cávado II	-75,98	-833,13	Curitiba	-54,31	-591,09
	Cávado III	54,42	295,27	Uberaba	-18,60	-149,00
	Alto Ave	-231,22	-2.882,13	Uberlândia	-29,50	-249,64
2	Cávado I	268,97	3.624,83	Blumenau	-104,70	-1.457,84
	Cávado II	-120,01	-1.315,98	Curitiba	-41,64	-453,13
	Cávado III	141,54	767,90	Uberaba	66,10	529,45
	Alto Ave	-11,26	-140,30	Uberlândia	419,27	3.547,73
3	Cávado I	-5,26	-70,85	Blumenau	-53,71	-727,66
	Cávado II	-212,81	-2.333,60	Curitiba	-243,75	-2.652,61
	Cávado III	106,77	579,30	Uberaba	17,03	136,40
	Alto Ave	-170,99	-2.131,38	Uberlândia	407,37	3.447,08
4	Cávado I	300,84	4.054,22	Blumenau	-53,71	-727,66
	Cávado II	-75,45	-827,31	Curitiba	-220,01	-2.394,31
	Cávado III	74,03	401,65	Uberaba	14,02	112,27
	Alto Ave	-151,20	-1.884,63	Uberlândia	135,34	1.145,25
5	Cávado I	154,05	2.076,04	Blumenau	-53,71	-727,66
	Cávado II	-132,41	-1.451,99	Curitiba	-304,05	-3.308,84
	Cávado III	-20,83	-112,99	Uberaba	35,52	284,54
	Alto Ave	-171,184	-2.133,75	Uberlândia	161,16	1.363,72

Com a análise dos resultados na Tabela 38, nota-se que foi possível obter um número maior de melhores soluções em f_2 quando comparado com o plano de zonamento em vigor. No cenário 1, encontrou-se três soluções nos ACES Cávado I, II e Alto Ave, onde foi possível superar o plano de zonamento em vigor. Com a implementação desses planos de zonamento, será possível reduzir cerca de 328 horas/mês de desvio da carga trabalho, além de se gerar uma poupança mensal de 3.992 euros. No Brasil, em todas as cidades, foi possível obter soluções melhores que a do plano em vigor, possibilitando uma redução de 169 horas/mês de desvio na carga de trabalho e uma poupança total de até 1.889 euros/mês. Este foi o cenário com as melhores soluções obtidas em ambos os países, quando comparado com os planos em vigor.

No cenário 2, onde todo peso é atribuído a f_1 , apenas duas soluções foram superiores às dos planos em vigor nos casos português e brasileiro. Em Portugal, para os ACES do Cávado II e Alto Ave encontrou-se

soluções que podem reduzir o desvio mensal da carga de trabalho em até 131 horas e gerar uma poupança de 1.456 euros/mês. Já nas cidades de Blumenau e Curitiba, com a implementação dessas soluções, será possível reduzir o desvio mensal da carga de trabalho em cerca de 146 horas/mês e reduzir os custos em até 1.910,97 euros/mês.

No cenário 3, as melhores soluções encontradas no caso português pertencem ao ACES Cávado I, II e Alto Ave. Já as soluções das cidades brasileiras de Blumenau e Curitiba foram as únicas que superaram os respectivos planos em vigor. No cenário 4, foram os ACES Cávado II e Alto Ave (Portugal), e Curitiba e Blumenau (Brasil) que superaram os respectivos planos em vigor. No cenário 5, as soluções dos ACES Cávado II e III, além das cidades Brasileiras Blumenau e Curitiba, foram as únicas que superaram as soluções do plano em vigor. Com a implementação dessas soluções, no caso português, será possível diminuir o desvio da carga de trabalho em até 389 horas/mês (cenário 3), 227 horas/mês (cenário 4) ou 303 horas/mês (cenário 5), além de uma poupança mensal de 4.536 euros (cenário 3), 2.712 euros (cenário 4) ou 3.699 euros (cenário 5). Já no caso brasileiro, será possível reduzir os desvios da carga de trabalho em até 297 horas/mês (cenário 3), 274 horas/mês (cenário 4) ou 358 (cenário 5), além de uma poupança mensal de 3.380 euros (cenário 3), 3.122 euros (cenário 4) ou 4.037 euros (cenário 5).

Na Figura 49, a fim de melhor esclarecer as diferenças, faz-se uma comparação entre as poupanças geradas em função do objetivo e do país. Ao analisar os resultados, nota-se que, com as soluções encontradas no caso português obtiveram-se poupanças superiores ao caso brasileiro. Contudo, as primeiras poupanças em f_2 , no caso brasileiro, foram as melhores obtidas entre todas as outras.

Com a implantação desses planos na ARS Norte, estima-se que seja possível poupar cerca de 5.381 euros/mês (14% do custo total mensal). Já no Brasil, com a aplicação desses planos nas quatro cidades, estima-se que seja possível obter uma poupança mensal de até 5.377,47 euros (2% do custo total mensal). Os planos de zonamento com as maiores poupanças são o do ACES Cávado I e da cidade Curitiba, sendo que a soma das poupanças de ambos é equivalente a 58% do total das poupanças em ambos países. Isto ocorre devido aos altos índices de desvio da carga de trabalho nos planos de zonamento em vigor de ambos os casos.

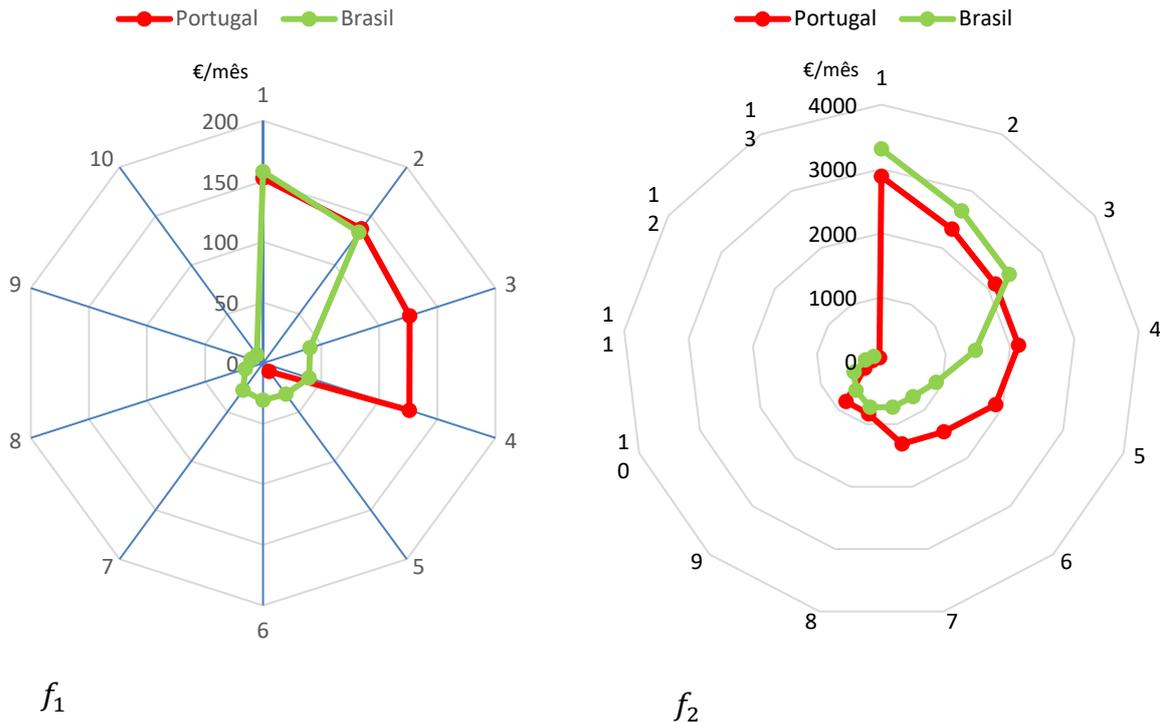


Figura 49 - Comparação das poupanças obtidas entre os dois países e objetivos.

Por fim, ao analisar os resultados em ambos países, verifica-se que os planos de zonamento por meio do modelo MO apresentam algumas particularidades. No caso português, os planos de zonamento em vigor necessitavam de mudanças principalmente em relação ao desvio da carga de trabalho entre as equipas. Este facto já havia sido detetado durante o processo de recolha de dados, ao constatar-se que algumas equipas de um mesmo ACES tinham utentes aguardando vagas para admissão. Já na outra equipa, apenas 20% do número de vagas haviam sido preenchidas. Ao obter os planos de zonamento com o modelo de MO, e comparando-os com os planos em vigor, por meio da estimativa de rotas, os altos índices de desvios ficaram ainda mais evidentes, o que atesta as dificuldades operacionais enfrentadas por essas equipas. A única exceção foi o ACES Cávado I, que, além das melhorias obtidas no desvio da carga de trabalho, apresentou também melhorias na distância a percorrer mensalmente.

No caso brasileiro, além dos desvios da carga de trabalho, houve também algumas cidades que obtiveram melhorias significativas nas distâncias a percorrer, como nos casos das cidades de Blumenau e Curitiba. De notar que, ao analisar-se os planos em vigor destas cidades, detetaram-se alguns problemas como enclaves e não compactação das zonas, como pode ser observado nas Figuras 24 e 25. No entanto, ao analisar os resultados da estimativa de rotas, ficou claro o quanto esses problemas afetam as distâncias a serem percorridas mensalmente pelas equipas. Entretanto, no estudo de Gutierrez e Vidal (2015), mesmo sabendo-se desse tipo de problema, optou-se em priorizar os planos de

zonamento com o menor desvio da carga de trabalho possível (mesmo sem contiguidade e compacidade), desconsiderando a distância a ser percorrida mensalmente pelas equipas. Além disso, no presente estudo, os resultados apontaram que, no caso brasileiro, também houve melhorias significativas em relação aos desvios da carga de trabalho, principalmente na cidade de Curitiba.

Conclui-se ainda que os planos de zonamento em vigor de Portugal necessitavam de melhorias, principalmente no desvio da carga de trabalho entre as equipas. Isso demonstra que a utilização dos limites fronteiriços de um determinado concelho, como definidor dos zonamentos, poderá não ser a melhor estratégia a ser utilizada. Ao desconsiderar este critério nos novos planos, observou-se que é possível minimizar os custos logísticos das equipas e, o mais importante, que é possível disponibilizar mais vagas para novas admissões de utentes nos CSD. Por exemplo, no caso do ACES Cávado II, há utentes em unidades de internamento à espera de vagas nos CSD, gerando altos custos de internamento, desnecessariamente, além de ocupar vagas que, em situações de sobrelotação, poderiam ser destinadas a outros utentes com maior necessidade. Com o equilíbrio da carga de trabalho entre as equipas, mais vagas poderão ser disponibilizadas, sendo possível reduzir ou extinguir a fila de espera em determinadas ECCI.

Os planos em vigor no caso brasileiro apresentaram problemas nos dois objetivos analisados pelo modelo MO. Em todas as cidades analisadas, foi possível obter planos de zonamento com menores distâncias (f_1) e desvios (f_2). Isso poderá confirmar que a estratégia utilizada pelas equipas, que consiste em utilizar os territórios dos distritos sanitários para o efeito dos CSD, não vem apresentando bons resultados, principalmente na cidade de Curitiba, onde foi possível obter soluções que poderão melhorar significativamente as operações dos CSD. Além disso, ao analisar os planos de zonamento gerados pelo modelo MO, verifica-se que eles são mais compactos e não apresentam problemas de enclaves, tais como os que se existem atualmente.

6.4 Síntese

Neste capítulo, a análise e discussão dos resultados de ambos objetivos foi desenvolvida. Inicialmente, uma discussão foi desenvolvida em torno dos resultados obtidos no SSD entre os dois países. Após isso, uma comparação entre os CSD de Portugal e Brasil foi realizada, tendo como base alguns indicadores, como a produtividade (número de utentes atendidos), tipos de cuidados prestados, constituição das equipas, custos, orçamentos, planeamento diário, gestão de frotas, registos de informações e tecnologias empregadas. Esses indicadores estão relacionados com os problemas logísticos no contexto dos CSD e

foram obtidos por meio da recolha de dados.

Na discussão referente ao primeiro objetivo central, os resultados demonstraram que o SSD foi capaz de resolver o problema de zonamento, de forma eficaz, nos dois países. Em Portugal, essas melhorias concentram-se principalmente na minimização do desvio da carga de trabalho entre as equipas, com exceção do caso ACES Cávado I, que, adicionalmente, também reduziu as distâncias a serem percorridas. No Brasil, as melhorias concentram-se nos dois objetivos, pois o plano de zonamento em vigor apresentava problemas em relação às distâncias percorridas e nos desvios da carga de trabalho.

Após a discussão relativa ao segundo objetivo central, identificou-se que as principais vantagens dos CSD brasileiros, ao comparar com os CSD Portugueses, estão relacionadas com a equipa multidisciplinar, gestão de frotas, registo de informações, inexistência de fila de espera e a integração entre as equipas. Já no caso português, obtiveram-se melhores índices de produtividade, a gestão de inventário pareceu estar mais automatizada e mais bem gerida, a oferta dos CSD abrange a generalidade do território, a distância das equipas é menor devido à localização das suas instalações e o orçamento anual disponível é geralmente suficiente para suportar os custos operacionais. Entretanto, os resultados estimados neste estudo evidenciam ser possível adotar planos de zonamento mais eficazes e eficientes do que os atuais.

O estudo permitiu ainda compreender as diferentes operações e como vêm sendo geridos os problemas logísticos em cada país. Em geral, o estudo contribui para o enriquecimento da literatura científica no tema, e para o cumprimento dos objetivos centrais da tese.

No próximo capítulo, serão apresentadas as conclusões obtidas no presente estudo, juntamente com as suas limitações e os trabalhos que se propõe realizar futuramente no âmbito do tema geral da tese e outros relativos aos sistemas de CSD.

“A vitória é a flor mais bonita, brilhante e colorida.
Transporte é o caule sem o qual ela nunca teria
desabrochado”.

Sir Winston S.
Churchill

7

CONCLUSÕES

CONTEÚDO

7.1 Conclusões	164
7.2 Limitações do estudo.....	166
7.3 Trabalho futuro.....	167

7.1 Conclusões

Os Cuidados de Saúde ao Domicílio (CSD) prestados por equipas multidisciplinares vêm sendo uma solução encontrado pelos governos, principalmente para a redução dos custos e sobrelotações hospitalares. Em alguns países que sofrem com o envelhecimento da população, os CSD vêm contribuindo significativamente para o bem-estar social e económico, como é o caso de Portugal, que desde a criação dos CSD no setor público em 2006 pela RNCCI, vem ampliando estes serviços e já atua na quase totalidade do seu território. Já no Brasil, os CSD surgiram em 2011 e, atualmente, abrangem apenas cerca de um quarto da população brasileira. Ao analisar esses dois países, notam-se diferentes realidades, apesar do recente surgimento dos CSD em ambos os países. Em Portugal, o envelhecimento da população já é um problema atual, enquanto no Brasil e em outros países da América Latina antevê-se que o mesmo problema possa surgir nos próximos 30 anos.

No entanto, os sistemas de CSD apresentam, em ambos os casos, diversos problemas logísticos de níveis estratégico, tático e operacional, que deverão ser geridos de forma eficaz e eficiente, a fim de garantir um bom funcionamento desses sistemas. Contudo, não foi possível encontrar muitos estudos na literatura científica que abordem problemas logísticos no âmbito dos CSD, e a maior parte dos que foram encontrados concentram-se em problemas de escalonamento e roteamento (nível tático e operacional). Além disso, em nenhum desses estudos os problemas logísticos são resolvidos de forma integrada, e também não há estudos comparativos entre diferentes países, neste âmbito.

Com base nestas duas principais lacunas encontradas na literatura, o presente estudo tinha dois objetivos centrais. O primeiro objetivo concentrou-se em analisar os problemas logísticos relacionados com os CSD, e promover uma comparação entre os CSD de Brasil e Portugal, tendo como base os dados obtidos no processo de recolha de dados junto as equipas brasileiras do programa Melhor em Casa e das equipas portuguesas do ACES Norte. Essa comparação considerou alguns indicadores de desempenho, como a produtividade (número de utentes atendidos), tipos de cuidados prestados, constituição das equipas, custos, orçamentos, planeamento diário, gestão de frotas, registos de informações e tecnologias empregadas.

A comparação entre os CSD de Portugal e Brasil permitiu analisar as diferentes realidades vivenciadas nestes dois países e como esses problemas logísticos vêm sendo tratados pelos gestores locais. Concluiu-se que os CSD em Portugal apresentam melhores índices de produtividade, a gestão de inventário parece

estar mais automatizada e mais bem gerida, a cobertura dos CSD abrange a quase totalidade do território e, com um orçamento anual relativamente maior, é possível pagar todos os custos operacionais. No Brasil, os CSD são mais multidisciplinares (porque integram mais valências nas visitas), a gestão de frotas (com veículos alugados) apresentou melhores resultados, o registo de informações é feita numa base de dados integrada e algumas equipas já utilizam *tablets* para o registo de informações no domicílio, o número de vagas parece ser suficiente e não acarreta possíveis fila de espera, e as equipas aparentam estar mais integradas devido à estratégia utilizada de compartilhamento das instalações com outras equipas do próprio município. Esta comparação demonstrou que, em ambos os países, há necessidades de melhorias dos CSD, principalmente porque a maior parte dos respetivos problemas logísticos ainda são resolvidos de forma empírica. Promissoriamente, os resultados deste estudo evidenciam que é possível obter melhores soluções (e resolver grande parte desses problemas), através da utilização de modelos para o apoio na tomada decisão, algo que foi abordado no âmbito do segundo objetivo central da tese.

O segundo objetivo central concentrou-se em desenvolver um modelo de apoio à decisão, capaz de resolver os problemas de zonamento (nível estratégico) para as equipas de CSD em um conjunto de concelhos portugueses e cidades brasileiras, garantindo manter o melhor compromisso possível entre a carga de trabalho ou ocupação das equipas, a contiguidade e a compacidade entre as zonas afetas a cada equipa. Adicionalmente, um modelo para planeamento de rotas foi atribuído para a comparação dos novos planos de zonamento com os que se encontram em vigor.

Os resultados mostraram que o Sistema de Suporte à Decisão (SSD) foi capaz de resolver o problema de zonamento de forma eficaz nos dois países. Em todas as cidades e concelhos analisados, foi possível obter planos de zonamento melhores que os se encontram em vigor, em termos de alguns critérios (indicadores) relevantes. Em Portugal, essas melhorias se concentraram principalmente na minimização do desvio da carga de trabalho entre as equipas, com exceção do ACES Cávado I, em que, adicionalmente, também registou uma redução nas distâncias a percorrer. Já no Brasil, os planos de zonamento em vigor apresentaram problemas relacionados com as distâncias percorridas e com desequilíbrios na carga de trabalho de diferentes equipas, como foi o caso da cidade de Curitiba, onde foi possível melhorar significativamente o plano de zonamento em relação a ambos os objetivos. Com a eventual implementação dos planos de zonamento obtidos pelo SSD, será possível melhorar as operações das equipas, minimizar os custos operacionais e evitar custos desnecessários em unidades

de internamento com a abertura de novas vagas nos CSD, minimizando assim o surgimento de filas de espera dos clientes para entrarem na lista de atendimento.

As principais contribuições desta tese estão relacionadas com:

- O estudo da problemática dos CSD através de uma vasta revisão de literatura que permitiu classificar as diferentes problemáticas e desafios associados à gestão dos CSD;
- O desenvolvimento de um estudo comparativo dos CSD em dois países com realidades sociais, políticas e culturais muito dispares: Portugal e Brasil. O qual foi possível identificar as distintas realidades no âmbito dos CSD, como são geridos os problemas logísticos e as boas práticas das equipas de cada país que poderão ser partilhadas afim de melhorias dos seus pontos fracos.
- O desenvolvimento e aplicação de um SSD, que poderá constituir uma ferramenta de grande valia para os gestores locais, permitindo ganhos económicos (minimização dos custos de deslocação e no desequilíbrio da carga de trabalho entre as equipas) e sociais (mais utentes sendo atendidos no domicílio). Por exemplo, as soluções aqui propostas permitem perspetivar uma redução do custo operacional total dos CSD dos casos portugueses aqui analisados em 14% e dos casos brasileiros, que foram aqui analisados, em cerca de 2%. Apesar das diferenças, é possível utilizar um único SSD para resolver os respetivos problemas de zonamento, garantindo-se compacidade e contiguidade nos planos. A disponibilização desta ferramenta de gestão, e respetiva proposta metodológica, vem contribuir cientificamente para literatura atual, no contexto dos CSD, pois até ao presente momento não havia estudos com abordagens similares.

Como resultado dessas contribuições, espera-se que, dada a relevância do tema, esse estudo possa desencadear uma maior discussão na literatura, a começar pela divulgação deste estudo, através da publicação da tese e dos artigos científicos a ela relacionados, já publicados ou a publicar futuramente, e promover o desenvolvimento de novos modelos, ferramentas ou *softwares* para resolver os problemas de zonamento (e programação de rotas, entre outros) no contexto dos CSD.

7.2 Limitações do estudo e dos modelos desenvolvidos

- Os dados utilizados nesse estudo consideraram apenas o período de um mês, pois, na maior parte dos casos, as equipas não tinham mais dados disponíveis em formato digital (no final de cada mês, algumas equipas descartam as folhas de controlo e não guardam essas informações). Os sistemas informáticos de ambos países são ainda limitados e também não fornecem os dados para as equipas, como seria de esperar. Sendo assim, optou-se por escolher o período de um mês, devido a estas dificuldades enfrentadas pelo investigador.
- Não foi possível obter dados adequadamente desagregados (ex. rua) sobre a localização dos utentes, por questões de sigilo. Sendo assim, os dados de distâncias utilizados correspondem às distâncias, através das redes viárias, entre os centros de saúde e as regiões centrais de cada freguesia ou bairro.
- Apenas se abordaram instâncias de pequenas e médias dimensões dos problemas, não tendo sido necessário a utilização de heurísticas ou meta-heurísticas para resolver os modelos de zonamento. Com problemas de grande dimensão, teria sido possível testar o SSD desenvolvido (muito provavelmente com a incorporação de diferentes métodos de solução) e confirmar a sua aplicabilidade em casos de maior exigência de recursos computacionais.
- O SSD integra apenas problemas de níveis estratégico e operacional (zonamento e planeamento de rotas), e desconsidera problemas do nível tático como atribuição de frotas, escalonamento e política de inventários.

7.3 Trabalho futuro

No processo de desenvolvimento desta tese, foi possível identificar algumas questões pertinentes que poderão ser exploradas como trabalho futuro. Estas questões foram organizadas, conforme os dois objetivos centrais:

Comparação de diferentes realidades (cenários):

- A comparação económica e social entre o internamento hospitalar e domiciliar;

- O desenvolvimento de uma correlação com outros parâmetros não considerados no presente estudo, tais como os serviços de saúde ao domicílio do setor público e privado, serviços domiciliares integrados (médicos e não médicos) e entre outros.

Resolução dos problemas logísticos:

- A utilização de heurísticas ou meta-heurísticas para a resolução de problemas de zonamento de grandes instâncias no contexto dos CSD, tendo como base o modelo desenvolvido nesse estudo;
- A resolução, de forma integrada, de problemas logísticos, contendo os três diferentes níveis de decisão no contexto dos CSD. Além disso, considerando também fatores como a obrigatoriedade dos cuidadores e a utilização de veículos elétricos, transporte público e outros meios de transporte mais sustentável;
- O desenvolvimento de um estudo aprofundado sobre a viabilidade económica e social de cada sistema ou subsistema de CSD, tendo em conta fatores como o previsível aumento da procura (pelos efeitos do envelhecimento da população, e cada vez maior consciência social do direito a ter acesso a este tipo de serviço). Além disso, correlacionar a ampliação deste tipo de serviço com a diminuição das necessidades de internamento hospitalar, e potenciais ganhos económicos e sociais daí resultantes.

Referências

- ACSS. (2015). *Monitorização da Rede Nacional de Cuidados Continuados Integrados (RNCCI)*. Lisboa.
- 'Ageing well must be global priority', warns UN health agency in new study | UN News. (2016). Retrieved February 16, 2019, from https://news.un.org/en/story/2014/11/483012#.VFyq6_nF-z4
- Allaoua, H., Borne, S., Létocart, L., & Wolfler Calvo, R. (2013). A matheuristic approach for solving a home health care problem. *Electronic Notes in Discrete Mathematics*, 41, 471–478. <https://doi.org/10.1016/j.endm.2013.05.127>
- Alves, F., Pereira, A. I., Fernandes, A., & Leitão, P. (2018). Optimization of Home Care Visits Schedule by Genetic Algorithm (pp. 1–12). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91641-5_1
- Alves, F., Pereira, A. I., Fernandes, F. P., Fernandes, A., Leitão, P., & Martins, A. (2017). Optimal Schedule of Home Care Visits for a Health Care Center (pp. 135–147). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-62398-6_10
- Alves, M. J., & Clímaco, J. (2000). An interactive reference point approach for multiobjective mixed-integer programming using branch-and-bound. *European Journal of Operational Research*, 124(3), 478–494. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00183-6](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00183-6)
- Anaya Fuentes, G. E., Hernández Gress, E. S., Seck Tuoh Mora, J. C., & Medina Marín, J. (2016). Solución al Problema de Secuenciación de Trabajos mediante el Problema del Agente Viajero. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI*, 13(4), 430–437. <https://doi.org/10.1016/j.riai.2016.07.003>
- ARS Norte. (2014). *Manual de procedimentos para implementação e desenvolvimento da ECCI*. Porto.
- Assis, L. S. de, Franca, P. M., & Usberti, F. L. (2014). A redistricting problem applied to meter reading in power distribution networks. *Computers and Operations Research*, 41(1), 65–75. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2013.08.002>
- Aydin, R., Unal, E., Gokler, M. E., Metintas, S., Emiral, G. O., Ozay, O., ... Isikli, B. (2015). An evaluation of home health care needs and Quality of Life among the elderly in a semi-rural area of Western Turkey. *European Geriatric Medicine*. <https://doi.org/10.1016/j.eurger.2015.10.005>
- Bajpai, N. (2011). *Business research methods* (1st ed.). Pearson.
- Bandara, D., & Mayorga, M. E. (2011). Optimal Geographical Districting of Emergency Vehicles. *Proceedings of the 2011 Industrial Engineering Research Conference*, 8.

- Bastos, B., Heleno, T., Trigo, A., & Martins, P. (2015). Web Based Application for Home Care Visits' Optimization of Health Professionals' Teams of Health Centers. In CIM Series in Mathematical Sciences (Ed.), *IO 2013 - XVI Congress of APDIO*, (pp. 37–52). Bragança: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-20328-7_3
- Benzarti, E, Sahin, E., & Dallery, Y. (2010). Modeling Approaches for the home health care districting problem. In *Conférence Internationale de Modélisation et Simulation* (pp. 1–10).
- Benzarti, Emna, Sahin, E., & Dallery, Y. (2013). Operations management applied to home care services: Analysis of the districting problem. *Decision Support Systems*, *55*(2), 587–598. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2012.10.015>
- Blais, M., Lapierre, S. D., & Laporte, G. (2003). Solving a home-care districting problem in an urban setting. *Journal of the Operational Research Society*, *54*(11), 1141–1147. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2601625>
- Borges Júnior, L. H. (2018). *Análise de Custo Efetividade do Serviço de Atenção Domiciliar*. Universidade Federal de Uberlândia.
- Bowman, V. J. (1976). On the Relationship of the Tchebycheff Norm and the Efficient Frontier of Multiple-Criteria Objectives (pp. 76–86). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-87563-2_5
- Bozkaya, B., Erkut, E., & Laporte, G. (2003). A tabu search heuristic and adaptive memory procedure for political districting. *European Journal of Operational Research*, *144*(1), 12–26. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(01\)00380-0](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00380-0)
- Braekers, K., Hartl, R. F., Parragh, S. N., & Tricoire, F. (2016). A bi-objective home care scheduling problem: Analyzing the trade-off between costs and client inconvenience. *European Journal of Operational Research*, *248*(2), 428–443. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.07.028>
- Brandenburg, M., Govindan, K., Sarkis, J. & Seuring, S. (2014). Quantitative models for sustainable supply chain management: Developments and directions. *European Journal of Operational Research*, *233*(2), 299–312. <https://doi.org/10.1016/J.EJOR.2013.09.032>
- Camacho-Collados, M., & Liberatore, F. (2015). A Decision Support System for predictive police patrolling. *Decision Support Systems*, *75*, 25–37. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2015.04.012>
- Camacho-Collados, M., Liberatore, F., & Angulo, J. M. (2015). A multi-criteria Police Districting Problem for the efficient and effective design of patrol sector. *European Journal of Operational Research*, *246*(2), 674–684. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.05.023>
- Caserta, M., & Voß, S. (2009). Metaheuristics: Intelligent Problem Solving (pp. 1–38). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1306-7_1

- Chao, I.-M., Golden, B. L., & Wasil, E. A. (1995). A new heuristic for the period traveling salesman problem. *Computers & Operations Research*, *22*(5), 553–565. [https://doi.org/10.1016/0305-0548\(94\)00031-3](https://doi.org/10.1016/0305-0548(94)00031-3)
- Chaves, C., & Santos, M. (2016). Patient Satisfaction in Relation to Nursing Care at Home. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *217*, 1124–1132. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.02.127>
- Clarke, G., & Wright, J. W. (1964). Scheduling of Vehicles from a Central Depot to a Number of Delivery Points. *Operations Research*, *12*(4), 568–581. <https://doi.org/10.1287/opre.12.4.568>
- Contreras, I., Fernández, E., & Reinelt, G. (2012). Minimizing the maximum travel time in a combined model of facility location and network design. *Omega*, *40*(6), 847–860. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2012.01.006>
- Cordeau, J.-F., & Laporte, G. (2007). The dial-a-ride problem: models and algorithms. *Annals of Operations Research*, *153*(1), 29–46. <https://doi.org/10.1007/s10479-007-0170-8>
- D'Amico, S. J., Wang, S.-J., Batta, R., & Rump, C. M. (2002). A simulated annealing approach to police district design. *Computers & Operations Research*, *29*(6), 667–684. [https://doi.org/10.1016/S0305-0548\(01\)00056-9](https://doi.org/10.1016/S0305-0548(01)00056-9)
- Dächert, K., Gorski, J., & Klamroth, K. (2012). An augmented weighted Tchebycheff method with adaptively chosen parameters for discrete bicriteria optimization problems. *Computers & Operations Research*, *39*(12), 2929–2943. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2012.02.021>
- Dantzig, G. B., & Ramser, J. H. (1959). The Truck Dispatching Problem. *Management Science*, *6*(1), 80–91. <https://doi.org/10.1287/mnsc.6.1.80>
- Datta, D., Figueira, J. R., Gourtani, A. M., & Morton, A. (2013). Optimal administrative geographies: An algorithmic approach. *Socio-Economic Planning Sciences*, *47*(3), 247–257. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2013.03.002>
- Datta, Dilip, Malczewski, J., & Figueira, J. R. (2012). Spatial Aggregation and Compactness of Census Areas with a Multiobjective Genetic Algorithm: A Case Study in Canada. *Environment and Planning B: Planning and Design*, *39*(2), 376–392. <https://doi.org/10.1068/b38078>
- Decerle, J., Grunder, O., El Hassani, A. H., & Barakat, O. (2016). A two-phases matheuristic for the home care routing and scheduling problem. *IFAC-PapersOnLine*, *49*(12), 1484–1489. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.781>
- Decreto Lei n.º 28/2008 de Fevereiro, Pub. L. No. Diário da República, I série, N.º 38, 1182 (2008). Lisboa.

- Eksioglu, B., Vural, A. V., & Reisman, A. (2009). The vehicle routing problem: A taxonomic review. *Computers & Industrial Engineering*, 57(4), 1472–1483. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2009.05.009>
- Emiliano, W., Costa, L., Carvalho, S. M., Telhada, J., & A. Lanzer, E. (2019). Multiobjective optimization of transit bus fleets with alternative fuel options: The case of Joinville, Brazil. *International Journal of Sustainable Transportation*, 1–11. <https://doi.org/10.1080/15568318.2018.1518500>
- Emiliano, W., Telhada, J., & Carvalho, M. S. (2017). Home Health Care Logistics Planning: a Review and Framework. In *Procedia Manufacturing* (pp. 1–8). Vigo, Spain.
- En-nahli, L., Afifi, S., Allaoui, H., & Nouaouri, I. (2016). Local Search Analysis for a Vehicle Routing Problem with Synchronization and Time Windows Constraints in Home Health Care Services. *IFAC-PapersOnLine*, 49(12), 1210–1215. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.674>
- En-nahli, L., Allaoui, H., & Nouaouri, I. (2015). A Multi-objective Modelling to Human Resource Assignment and Routing Problem for Home Health Care Services. *IFAC-PapersOnLine*, 48(3), 698–703. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.164>
- Fikar, C., & Hirsch, P. (2015). A matheuristic for routing real-world home service transport systems facilitating walking. *Journal of Cleaner Production*, 105, 300–310. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.07.013>
- Fikar, C., & Hirsch, P. (2016). Home health care routing and scheduling: A review. *Computers & Operations Research*, 77, 86–95. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2016.07.019>
- Filipe, M. M. L. (2015). *Contributo para um modelo de contratualização de cuidados em contexto domiciliário: estudo exploratório sobre os custos de funcionamento das ECCI*. Universidade Católica Portuguesa.
- Fomin, F. V., & Kratsch, D. (2010). *Exact Exponential Algorithms*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-16533-7>
- Garfinkel, R. S., & Nemhauser, G. L. (1970). Optimal Political Districting by Implicit Enumeration Techniques. *Management Science*, 16(8), B495–B508.
- Genet, N., Boerma, W. G., Kringos, D. S., Bouman, A., Francke, A. L., Fagerström, C., ... Devillé, W. (2011). Home care in Europe: a systematic literature review. *BMC Health Services Research*, 11, 207. <https://doi.org/10.1186/1472-6963-11-207>
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. Atlas.
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1989). *Fourth generation evaluation*. Sage Publications.

- Guerreiro, A. F. (2009). *Construção de uma Metaheurística de Optimização de Rotas de Veículos: Aplicação na Indústria de Distribuição*. Universidade Técnica de Lisboa.
- Gutiérrez, E. V., Galvis, O. D., López, D. A., Mock-Kow, J. S., Zapata, I., & Vidal, C. J. (2014). Gestión logística en la prestación de servicios de hospitalización domiciliaria en el Valle del Cauca: caracterización y diagnóstico. *Estudios Gerenciales*, 30(133), 441–450. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2014.06.004>
- Gutierrez, E. V., & Vidal, C. J. (2015). A Home Health Care Districting Problem in a Rapid-Growing City. *Ingeniería y Universidad*, 19(1), 87. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.iyu19-1.ahhc>
- Gutiérrez, E. V., & Vidal, C. J. (2013). Home Health Care Logistics Management: Framework and Research Perspectives. *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 4(3), 1–9.
- Hess, S. W., & Samuels, S. A. (1971). Experiences with a Sales Districting Model: Criteria and Implementation. *Management Science*, 18(4-part-ii), P-41-P-54. <https://doi.org/10.1287/mnsc.18.4.P41>
- IBGE. (2009). Estabelecimentos de Saúde. Retrieved August 10, 2018, from <https://cidades.ibge.gov.br/brasil>
- IBGE. (2010). Censo 2010. Retrieved August 17, 2018, from <https://censo2010.ibge.gov.br/>
- INE. (2011). *Censos 2011 – Resultados Provisórios*. (Instituto Nacional de Estatística, Ed.). Lisboa.
- Issaoui, B., Zidi, I., Marcon, E., & Ghedira, K. (2015). *New Multi-Objective Approach for the Home Care Service Problem Based on Scheduling Algorithms and Variable Neighborhood Descent*. *Electronic Notes in Discrete Mathematics* (Vol. 47). North-Holland. <https://doi.org/10.1016/j.endm.2014.11.024>
- Kergosien, Y., Lenté, C., & Billaut, J. (2009). Home health care problem. *Multidisciplinary International Conference on Scheduling: Theory and Applications (MISTA 2009)*, (August), 1–8.
- Krippendorff, K. (2004). *Content Analysis: An Introduction to Its Methodology* (Second). Sage Publications.
- Kuo, M.-H., Wang, S.-L., & Chen, W.-T. (2016). Using information and mobile technology improved elderly home care services. *Health Policy and Technology*, 5(2), 131–142. <https://doi.org/10.1016/j.hlpt.2016.02.004>
- Lage Junior, M., & Godinho Filho, M. (2010). Variations of the kanban system: Literature review and classification. *International Journal of Production Economics*, 125(1), 13–21. <https://doi.org/10.1016/J.IJPE.2010.01.009>

- Lahrichi, N., Lapierre, S. D., Hertz, A., Talib, A., & Bouvier, L. (2006). Analysis of a territorial approach to the delivery of nursing home care services based on historical data. *Journal of Medical Systems*, 30(4), 283–291. <https://doi.org/10.1007/s10916-006-9015-2>
- Lanzarone, E., Matta, A., & Sahin, E. (2012). Operations Management Applied to Home Care Services: The Problem of Assigning Human Resources to Patients. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans*, 42(6), 1346–1363. <https://doi.org/10.1109/TSMCA.2012.2210207>
- Laporte, G. (1992). The traveling salesman problem: An overview of exact and approximate algorithms. *European Journal of Operational Research*, 59(2), 231–247. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(92\)90138-Y](https://doi.org/10.1016/0377-2217(92)90138-Y)
- Laporte, G. (2007). What you should know about the vehicle routing problem. *Naval Research Logistics*, 54(8), 811–819. <https://doi.org/10.1002/nav.20261>
- Lin, M., Chin, K.-S., Fu, C., & Tsui, K.-L. (2017). An effective greedy method for the Meals-On-Wheels service districting problem. *Computers & Industrial Engineering*, 106, 1–19. <https://doi.org/10.1016/J.CIE.2017.01.022>
- Liu, L.-J., Fu, Y.-F., Qu, L., & Wang, Y. (2014). Home Health Care Needs and Willingness to Pay for Home Health Care Among the Empty-nest Elderly in Shanghai, China. *International Journal of Gerontology*, 8(1), 31–36. <https://doi.org/10.1016/j.ijge.2013.01.013>
- Liu, R., Xie, X., Augusto, V., & Rodriguez, C. (2013). Heuristic algorithms for a vehicle routing problem with simultaneous delivery and pickup and time windows in home health care. *European Journal of Operational Research*, 230(3), 475–486. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2013.04.044>
- Liu, R., Xie, X., & Garaix, T. (2014). Hybridization of tabu search with feasible and infeasible local searches for periodic home health care logistics. *Omega*, 47, 17–32. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2014.03.003>
- Mankowska, D. S., Meisel, F., & Bierwirth, C. (2014). The home health care routing and scheduling problem with interdependent services. *Health Care Management Science*, 17(1), 15–30. <https://doi.org/10.1007/s10729-013-9243-1>
- Martí, R., & Reinelt, G. (2011). Heuristic Methods. In Springer (Ed.), *The Linear Ordering Problem Exact and Heuristic Methods in Combinatorial Optimization* (175th ed., pp. 17–40). https://doi.org/10.1007/978-3-642-16729-4_2
- Mauri, G. R., & Lorena, L. A. N. (2009). Uma nova abordagem para o problema dial-a-ride. *Produção*, 19(1), 41–54. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132009000100004>

- Mavrotas, G. (2009). Effective implementation of the ϵ -constraint method in Multi-Objective Mathematical Programming problems. *Applied Mathematics and Computation*, 213(2), 455–465. <https://doi.org/10.1016/J.AMC.2009.03.037>
- Maya Duque, P. A., Castro, M., Sørensen, K., & Goos, P. (2015). Home care service planning. The case of Landelijke Thuiszorg. *European Journal of Operational Research*, 243(1), 292–301. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.11.008>
- Miettinen, K. (1999). *Nonlinear multiobjective optimization*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Ministério da Saúde. Despacho nº 10143, Pub. L. No. Diário da República, II série, N.º 74, 3 (2009). Portugal.
- Mkansi, M., & Acheampong, E. A. (2012). Research Philosophy Debates and Classifications: Student's Dilemma. *Electronic Journal on Business Research Methods*, 10(2), 132–140.
- NEAD. (2013). Censo NEAD mostra setor em crescimento e números que impressionam – Nead Saúde. Retrieved March 7, 2019, from <http://www.neadsaude.org.br/censo-nead-mostra-setor-em-crescimento-e-numeros-que-impressionam/>
- Nickel, S., Schröder, M., & Steeg, J. (2012). Mid-term and short-term planning support for home health care services. *European Journal of Operational Research*, 219(3), 574–587. <https://doi.org/10.1016/J.EJOR.2011.10.042>
- Nightingale, A. (2009). A guide to systematic literature reviews. *Surgery (Oxford)*, 27(9), 381–384. <https://doi.org/10.1016/J.MPSUR.2009.07.005>
- Portal da Saúde. (2013). Retrieved June 23, 2016, from <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/cidadao/acoes-e-programas/melhor-em-casa>
- Portal SNS. (2018). RNCCI | Norte investe 49 M€ – SNS. Retrieved March 1, 2019, from <https://www.sns.gov.pt/noticias/2018/01/30/rncci-norte-investe-49-me/>
- Portaria 176/2016, P. Série I de 2016-06-23 (2016).
- PORTARIA Nº 825, DE 25 DE ABRIL DE 2016.* (2016).
- Puchia, C., & Jara, P. (2015). Enfermería y el cuidado domiciliario de los mayores en la era de la globalización. *Enfermería Universitaria*, 12(4), 219–225. <https://doi.org/10.1016/j.reu.2015.08.002>
- Quintana, D., Cervantes, A., Saez, Y., & Isasi, P. (2017). Clustering technique for large-scale home care crew scheduling problems. *Applied Intelligence*, 47(2), 443–455. <https://doi.org/10.1007/s10489-017-0908-1>

- Ralphs, T. K., Saltzman, M. J., & Wiecek, M. M. (2006). An improved algorithm for solving biobjective integer programs. *Annals of Operations Research*, *147*(1), 43–70. <https://doi.org/10.1007/s10479-006-0058-z>
- Rasmussen, M. S., Justesen, T., Dohn, A., & Larsen, J. (2012). The Home Care Crew Scheduling Problem: Preference-based visit clustering and temporal dependencies. *European Journal of Operational Research*, *219*(3), 598–610. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2011.10.048>
- Redjem, R., & Marcon, E. (2016). Operations management in the home care services: a heuristic for the caregivers' routing problem. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, *28*(1–2), 280–303. <https://doi.org/10.1007/s10696-015-9220-8>
- Rest, K. D., & Hirsch, P. (2015). Supporting urban home health care in daily business and times of disasters. *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)*, *48*(3), 686–691. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.162>
- Ríos-Mercado, R. Z. (2016). Assessing a Metaheuristic for Large-Scale Commercial Districting. *Cybernetics and Systems*, *47*(4), 321–338. <https://doi.org/10.1080/01969722.2016.1182361>
- Ríos-Mercado, R. Z., & López-Pérez, J. F. (2013). Commercial territory design planning with realignment and disjoint assignment requirements. *Omega*, *41*(3), 525–535. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2012.08.002>
- Ríos-Mercado, R. Z., & Salazar-Acosta, J. C. (2011). A GRASP with Strategic Oscillation for a Commercial Territory Design Problem with a Routing Budget Constraint (pp. 307–318). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-25330-0_27
- Ritchie, J., & Lewis, J. (2003). *Qualitative research practice: a guide for social science students and researches*. SAGE PublicationsSage UK: London, England.
- RNCCI. (2008). *Diretiva técnica nr 1/UMCCI*. Lisboa.
- RNCCI. (2015). *Plano de Desenvolvimento da RNCCI 2016-2019*.
- SAGE. (2019). SAGE - Sala de Apoio à Gestão Estratégica. Retrieved March 13, 2019, from <http://sage.saude.gov.br/#>
- Salazar-Aguilar, M. A., Ríos-Mercado, R. Z., & González-Velarde, J. L. (2011). A bi-objective programming model for designing compact and balanced territories in commercial districting. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, *19*(5), 885–895. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2010.09.011>
- SAUDE.Curitiba. (2019). Localização de Serviços da Saúde. Retrieved March 7, 2019, from <http://www.saude.curitiba.pr.gov.br/a-secretaria/localizacao-de-servicos-da-saude.html>

- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2012). *Research Methods for Business Students* (Sixth). Harlow, England: Financial Times/Prentice Hall.
- Shi, Y., Boudouh, T., Grunder, O., & Wang, D. (2018). Modeling and solving simultaneous delivery and pick-up problem with stochastic travel and service times in home health care. *Expert Systems with Applications*, *102*, 218–233. <https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2018.02.025>
- Shirabe, T. (2009). Districting Modeling with Exact Contiguity Constraints. *Environment and Planning B: Planning and Design*, *36*(6), 1053–1066. <https://doi.org/10.1068/b34104>
- Shirabe, T. (2012). Prescriptive modeling with map algebra for multi-zone allocation with size constraints. *Computers, Environment and Urban Systems*, *36*(5), 456–469. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2011.12.003>
- Silva, K. L., Sena, R. R. de, Seixas, C. T., Feuerwerker, L. C. M., & Merhy, E. E. (2010). Atenção domiciliar como mudança do modelo tecnoassistencial. *Rev Saúde Pública*, *44*(1), 166–176. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102010000100018>
- Steiner, M. T. A., Datta, D., Steiner Neto, P. J., Scarpin, C. T., & Rui Figueira, J. (2015). Multi-objective optimization in partitioning the healthcare system of Parana State in Brazil. *Omega*, *52*, 53–64. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2014.10.005>
- Steuer, R. E., & Choo, E.-U. (1983). An interactive weighted Tchebycheff procedure for multiple objective programming. *Mathematical Programming*, *26*(3), 326–344. <https://doi.org/10.1007/BF02591870>
- Suddaby, R. (2006). FROM THE EDITORS: WHAT GROUNDED THEORY IS NOT. *Academy of Management Journal*, *49*(4), 633–642. <https://doi.org/10.5465/AMJ.2006.22083020>
- Tao, Z., Cheng, Y., Dai, T., & Rosenberg, M. W. (2014). Spatial optimization of residential care facility locations in Beijing, China: maximum equity in accessibility. *International Journal of Health Geographics*, *13*, 33. <https://doi.org/10.1186/1476-072X-13-33>
- Teixeira, F. R., Mayr, L. R., Paisana, A. V., & Vieira, F. D. (2014). Escolhas metodológicas em investigação científica: aplicação da abordagem de Saunders no estudo da influência da cultura na competitividade de clusters. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E2), 85–98. <https://doi.org/10.17013/risti.n.85-98>
- Tran, T.-C., Dinh, T. B., & Gascon, V. (2017). Meta-heuristics to Solve a Districting Problem of a Public Medical Clinic. In *Proceedings of the Eighth International Symposium on Information and Communication Technology - SolCT 2017* (pp. 127–134). New York, New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/3155133.3155146>

Wang, J. Y. (2008). *Operation Research I*. College of Management.

Xie, S., & Ouyang, Y. (2016). Railroad caller districting with reliability, contiguity, balance, and compactness considerations. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 73, 65–76. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2016.10.008>

Apêndices

I - Questionário semiestruturado

Registo de dados sobre a entrevista (local, data, duração):

REGISTO DE DADOS SOBRE O ENTREVISTADO:

a) Perfil académico:

b) Anos de experiência no setor:

c) Posição e responsabilidades atuais:

Notas:

1. CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS SERVIÇOS

a) Quais os tipos de serviços prestados ao domicílio?

b) Quais os territórios abrangidos pelas equipas (em termos de utilizadores)?

c) Há um tempo mínimo ou máximo para a execução de cada tipo de serviço?

d) Qual a capacidade máxima de utentes permitidos para as equipas locais?

e) Qual o período médio que um utente fica sob os cuidados das equipas?

f) Quais os horários de funcionamento dos serviços domiciliários de saúde?

g) Além desta instalação há algum outro local que as equipas desta zona utilizam?

h) Desde quando os serviços vêm sendo prestados nesta zona?

2. RECURSOS NECESSÁRIOS

a) Qual é o número de equipas que prestam os serviços domiciliários nesta zona?

b) Qual a quantidade e o tipo de profissionais presentes em cada equipa?

c) Qual a capacidade diária de prestação de serviços por equipa e por de tipo de profissional? Qual o número de utentes atendidos diariamente e mensalmente por todas as equipas desse centro?

d) Quais os serviços que um tipo de profissional está apto a prestarem?

e) Quantos veículos são necessários para a prestação dos serviços na região? Quais os modelos e as configurações dos veículos presentes na frota? Qual a vida útil dos veículos (tempo que ele permanece em operação antes de sere substituído)?

f) Quais são as médias de consumo de combustível por tipo de veículo?

g) Quais os custos mensais ou anuais de manutenção por tipo de veículo?

h) Qual é o profissional responsável pela gestão de frota?

i) A admissão, altas e controlos de utentes são feitas manualmente ou por meio de um *software* da RNCCI?

j) Os profissionais possuem PDA para acesso a este sistema, ou o acesso é feito apenas em um computador nas instalações da equipa?

k) As equipas têm disponível algum tipo de *software* para planeamento (zonamento, roteamento ou escalonamento)?

l) As equipas possuem equipamentos GPS ou telemóveis com este recurso para a deslocação entre os utentes?

3. PLANEAMENTO

a) A divisão territorial existente (ou plano de zonamento) como foi elaborada? Quais os critérios considerados neste tipo de planeamento?

b) A divisão territorial é alterada constantemente?

c) Como é feito o escalonamento diário das visitas (atribuição de enfermeiros para a prestação de cuidados a determinado utente)? Quais os critérios utilizados? Quem é o profissional responsável por esse planeamento?

d) Como é desenvolvido o planeamento diário das rotas? Quem é o profissional responsável por esse planeamento? Quais os critérios utilizados?

e) Como é elaborado o planeamento para o controlo de combustível e manutenção dos veículos?

4. MATERIAIS

a) Quais as quantidades necessárias de materiais e/ou medicamentos por tipo de serviço prestado?

b) Como é desenvolvido o processo de separação e montagem dos *kits* de medicamentos ou/e materiais necessários para as visitas? Quem são os responsáveis e qual o tempo necessário para essa operação?

c) Como é feito o controlo de estoque dos medicamentos ou/e materiais utilizados nos atendimentos? O controlo é feito rigorosamente?

d) Como são geridas as compras para o reabastecimento desses medicamentos ou/e materiais? Os materiais são comprados pelo centro ou são apenas transferidos de um armazém central? Elas são feitas mensalmente, quinzenalmente, semanalmente ou conforme o consumo?

e) Quais as localizações geográficas desses fornecedores ou armazéns?

5. REGISTOS

a) Em casos de atrasos devido a congestionamentos, falhas mecânicas nos veículos, falta de profissionais ou férias, como é feito o planeamento? Há uma equipa ou profissionais suplentes para esses casos?

b) Há problemas de fronteiras entre as zonas de atendimento? Como isso é gerido?

c) Em casos de falta de medicamentos ou/e materiais antes do período de compra ou requisição, como é gerido o processo de reabastecimento?

d) Há algum desequilíbrio na carga de trabalho dos profissionais? Como isso é gerido?

e) Como é feito o preenchimento do formulário do estado dos utentes? Isso é feito após cada visita ou somente ao término de todas visitas? Qual o tempo necessário para execução dessa atividade?

f) Como é gerida a fila de espera de utentes que necessitam dos serviços? Qual o tempo médio de espera?

II - Dados necessários para investigação

- 1) Mapa contendo a região de atendimento das equipas e suas respectivas divisões por equipa caso haja.
- 2) Uma relação dos utentes atendidos no período de um mês (não é necessário o nome do utente) contendo suas localizações geográficas, os tipos de serviços que foram prestados e quais profissionais prestaram o atendimento.
- 3) Uma listagem contendo todos os tipos serviços prestados pelas equipas e por quais tipos de profissionais eles poderão ser prestados (habilidades necessárias). Caso tenha o tempo médio de execução por tipo de atividade.
- 4) O número e tipo de profissionais separados por equipa, com sua respectiva carga horária semanal.
- 5) Os escalonamentos elaborados nesse período de um mês contendo a relação diária de utentes por profissional.
- 6) A relação de veículos disponíveis para as equipas contendo seus respectivos custos de combustível e manutenção por um período de um mês ou ano.
- 7) Uma relação referente a quantidade de materiais gastos por tipo de serviço.
- 8) A relação de materiais ou/e medicamentos requisitados no período de um mês e o número de pedidos feitos, classificando-os como normal ou emergencial.
- 9) A relação de custos por equipa considerando salários dos profissionais, materiais ou/e medicamentos, combustíveis e manutenção dos veículos entre outros custos necessários para operação.
- 10) Por último, se for possível informar o orçamento mensal ou anual disponibilizado para as operações desse centro.

III – Recolha de dados em Portugal

Em Portugal, antes do processo de recolha de dados, foi necessário submeter um projeto do estudo e uns documentos necessários para a Comissão de ética da ARS (Administração Regional de Saúde) Norte. O objetivo desse procedimento é verificar se o parecer vem acompanhado de toda a documentação necessária e pertinente, além de pronunciar-se sobre o valor científico do projeto, conforme o estipulado no artigo 19º do Regulamento da CES (2015-2018).

Sendo assim, o projeto e documentos necessários foram submetidos no mês março de 2017 para a primeira avaliação que ocorreria no próximo mês. Logo no primeiro parecer, algumas questões e sugestões foram feitas pela Comissão de Ética. Após os ajustes necessários, o documento foi submetido novamente ao setor responsável, e, no mês de maio, o mesmo obteve o parecer necessário, conforme segue no Anexo (II).

Após conclusão dessa etapa, o investigador obteve os contatos dos diretores de cada ACES junto da ARS Norte. Os procedimentos internos em Portugal exigem que cada diretor deverá autorizar a realização do estudo em seu ACES. Assim, no mês de maio, o investigador encaminhou os documentos necessários a 13 equipas de 5 diferentes ACES. A escolha das equipas teve em conta sua heterogeneidade, considerando diferentes densidades populacionais, taxas de ocupação e o número de atendimentos apresentadas no relatório de indicadores por unidade), disponibilizado na página do Serviço Nacional de Saúde, para além da distância das equipas em relação à Universidade do Minho, onde o estudo foi realizado.

A recolha de dados ocorreu em duas fases, inicialmente 12 equipas foram escolhidas, mas apenas 6 demonstraram interesse em participar do estudo. Então devido a essas baixas, o investigador e orientadores decidiram incluir outras equipas. Como feito anteriormente, foi solicitado novamente ao diretor de ACES a autorização para a recolha de dados junto a essas novas equipas. As autorizações de ambos ACES foram encaminhadas via correio eletrónico no mês de novembro. Após a obter as autorizações, as visitas foram agendadas para o mês de dezembro juntos aos gestores, conforme representado no Quadro 4.

Quadro 4 - Cronograma de atividades referente a primeira recolha de dados em Portugal.

ACES	Equipas	Junho	Julho	Outubro	Dezembro
Alto Ave	Guimarães				
Alto Ave	Taipas				
Cávado I	Braga Carandá				
Cávado I	Braga Infias				
Cávado I	Braga Maximinos				
Cávado II	Amares				
Cávado II	Póvoa Lanhoso				
Cávado II	Vieira do Minho				
Cávado II	Vila Verde				
Cávado II	Terras de Bouro				
Cávado III	Barcelinhos				
Cávado III	Barcelos				
Cávado III	Esposende				

Após a aplicação do inquérito, algumas equipas atrasaram a entrega de alguns dados, principalmente os dados sobre as operações diárias das equipas. Uma dificuldade detetada foi referente à recolha de dados relacionados com custos, mais precisamente as questões 6, 9 e 10 presentes na relação de dados necessários (Apêndice II). Os gestores das equipas alegaram que os custos que envolvem suas operações são geridos exclusivamente pelas Unidades de Apoio à Gestão (UAG) local. Com isso, foram encaminhados alguns correios eletrônicos as UAG de todas ECCI analisadas. Entretanto, apenas uma UAG (das quatro analisadas) encaminhou uma relação contendo esses custos.

IV – Recolha de dados no Brasil

Para o contexto brasileiro, inicialmente foi necessário obter o contato da coordenadora nacional do Programa Melhor em Casa para obter os contatos (emails e números de telefone) de equipas de 10 diferentes cidades. Essas escolhas foram planeadas junto aos orientadores e a coordenadora nacional. Para esses casos foram consideradas cidades com diferentes densidades populacionais, destaques na prestação de serviço, equipas com problemas operacionais, números de equipas, e que se encontram nas proximidades da residência do aluno no Brasil (<1.500 km). Após várias conversas com a Coordenadora Nacional do Programa Melhor em Casa, no mês de janeiro foi enviado uma listagem atualizada contendo os contatos dos responsáveis e uma declaração de anuência do presente estudo (Anexo III).

Um correio eletrónico contendo a carta de apresentação foi enviado aos gestores de cada cidade, entretanto de 10 cidades apenas 7 retornaram. As três capitais pertencentes a amostragem definida, exigiram a submissão de um projeto de investigação e de alguns documentos necessários junto a Plataforma Brasil. Dentre eles um parecer ético da Universidade do Minho referente ao estudo (Anexo IV). De acordo com o Portal da Saúde (2018) a plataforma Brasil é uma base nacional e unificada de registos de investigação que envolvem seres humanos para todo o sistema Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) / Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP). O tempo necessário para obter toda documentação e o parecer a nível nacional (Anexo V) e municipal (Anexo VI) foram cerca de 3 meses (entre janeiro e março de 2017). Já as outras cidades exigiram apenas o envio do projeto de investigação, sem a necessidade de submissão em qualquer plataforma de comissão de ética.

Inicialmente, a programação incluía setes cidades, no entanto uma equipe trocou de supervisão e o aluno por inúmeras vezes tentou contatos via correio eletrónico e telefone para o agendamento da entrevista, mas não obteve sucesso. Sendo assim, após uma conversa com seus orientadores, eles decidiram excluir algumas cidades do estudo e continuar com apenas quatro cidades (mesma quantidade de ACES no caso português), conforme segue representado no Quadro 5.

Quadro 5 - Cronograma de atividades referente a coleta de dados no Brasil.

Estado	Cidade	Julho	Agosto	Setembro
Santa Catarina	Blumenau			
Paraná	Curitiba			
Minas Gerais	Uberaba			
Minas Gerais	Uberlândia			

No final das entrevistas, alguns gestores não conseguiram entregar os dados necessários presentes na relação. Com isso, eles se comprometeram e encaminhar via correio eletrônico em até um mês depois da entrevista. Os custos diferentemente do caso português foram encaminhados por todos gestores das equipas analisadas.

V – Planos de zonamento no ACES Cávado I

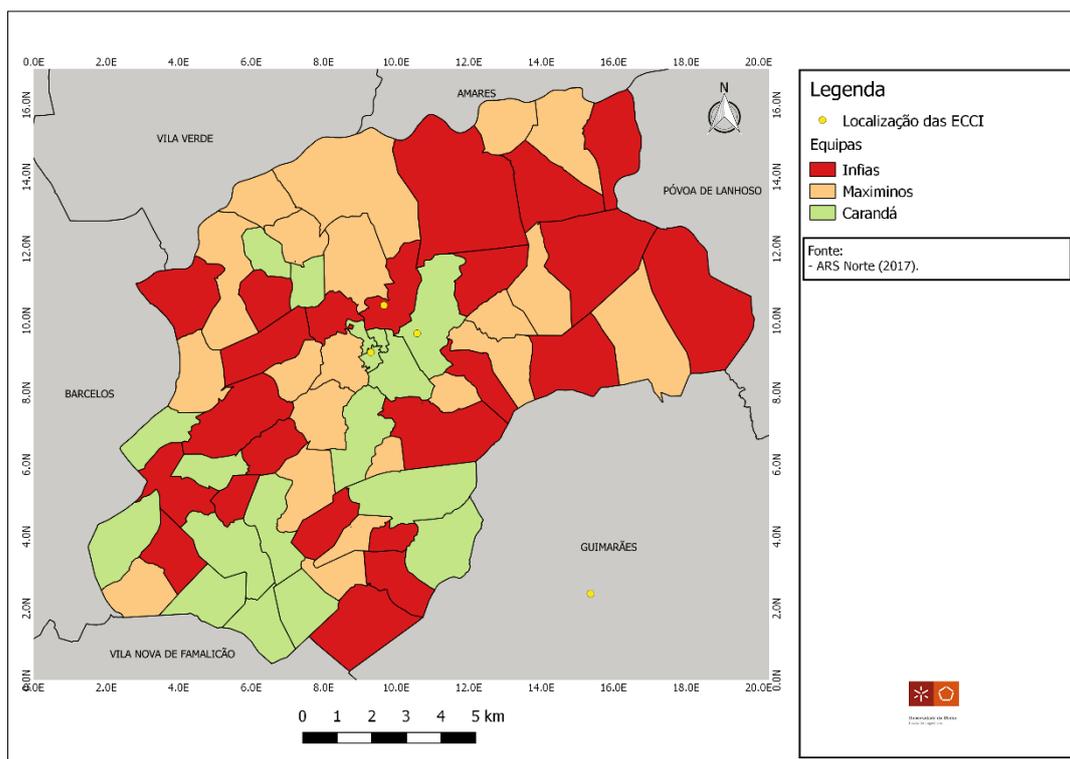


Figura 50 - Cenário 1 (sem contiguidade) no ACES Cávado I.

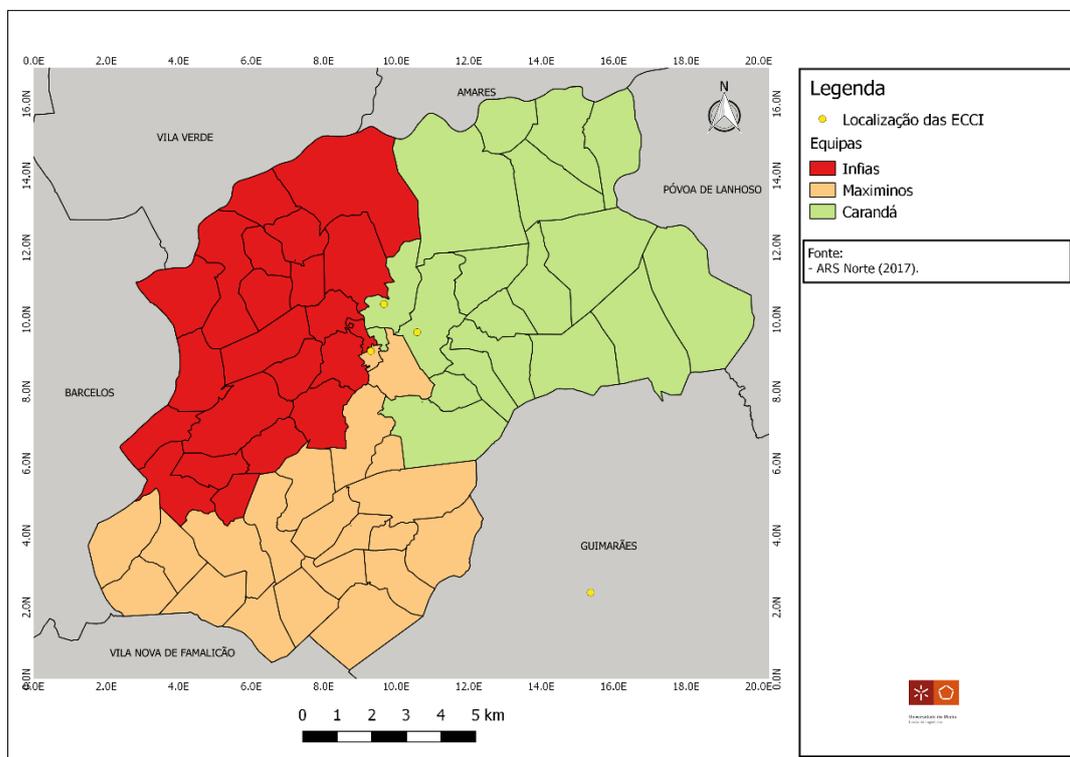


Figura 51 - Cenário 1 (com contiguidade) no ACES Cávado I.

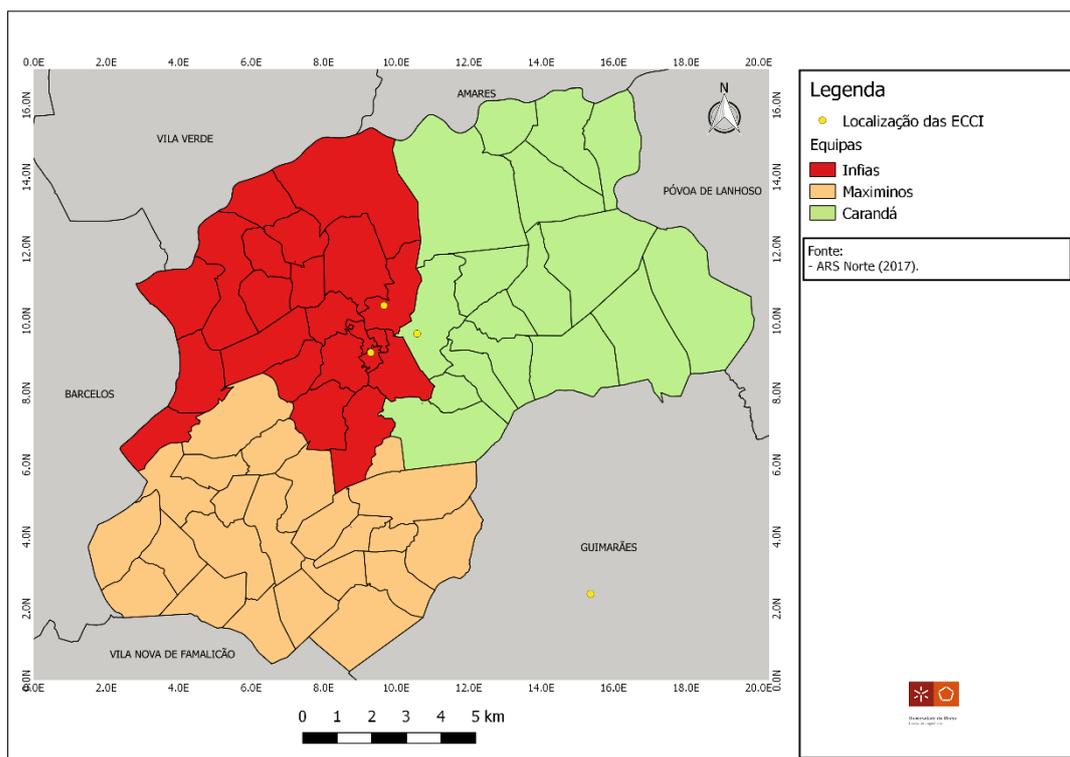


Figura 52 - Cenário 2 no ACES Cávado I.

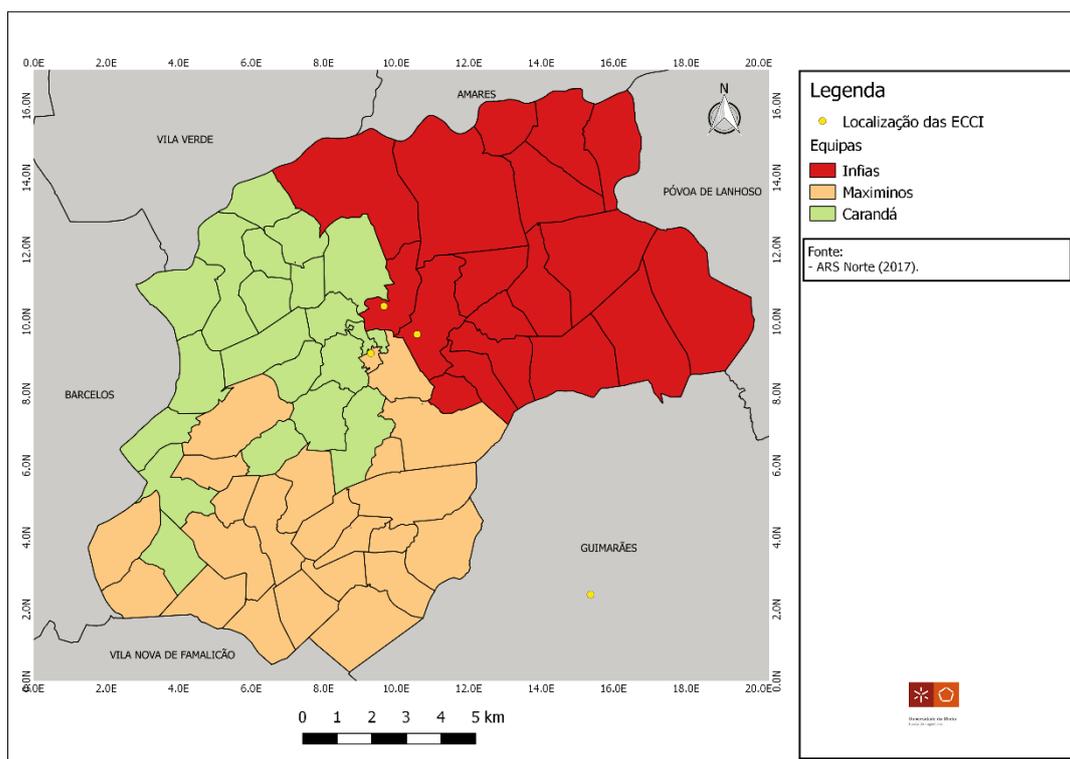


Figura 53 - Cenário 3 no ACES Cávado I.

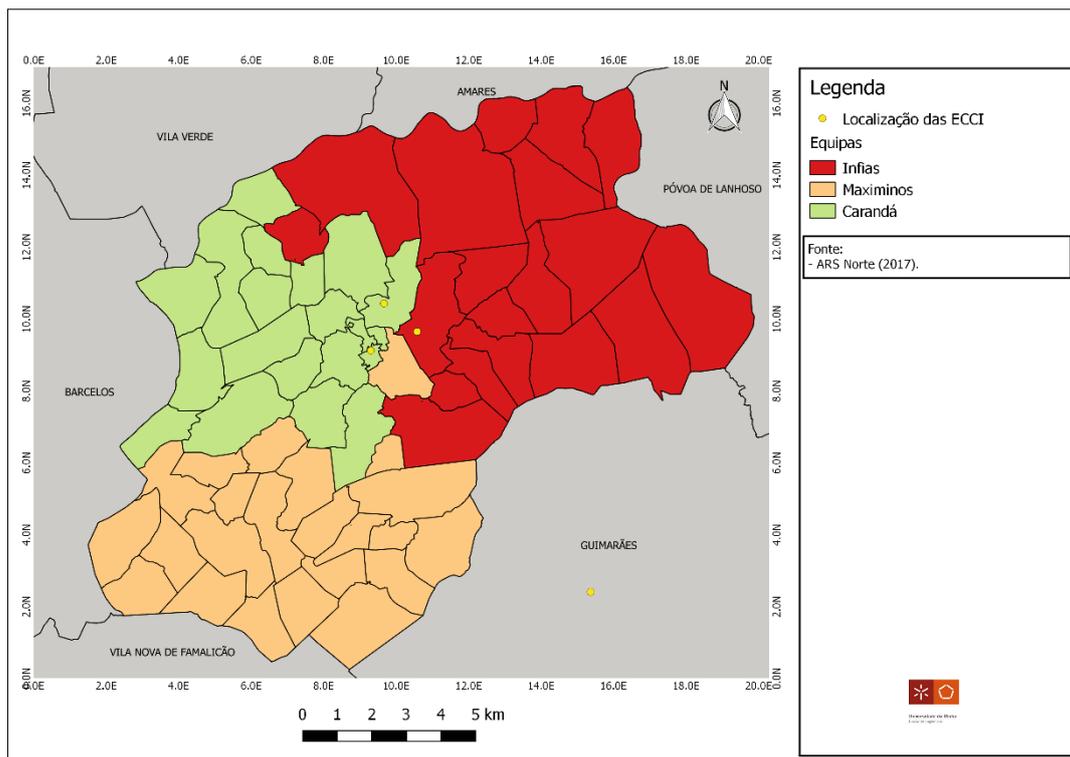


Figura 54 - Cenário 4 (sem contiguidade) no ACES Cávado I.

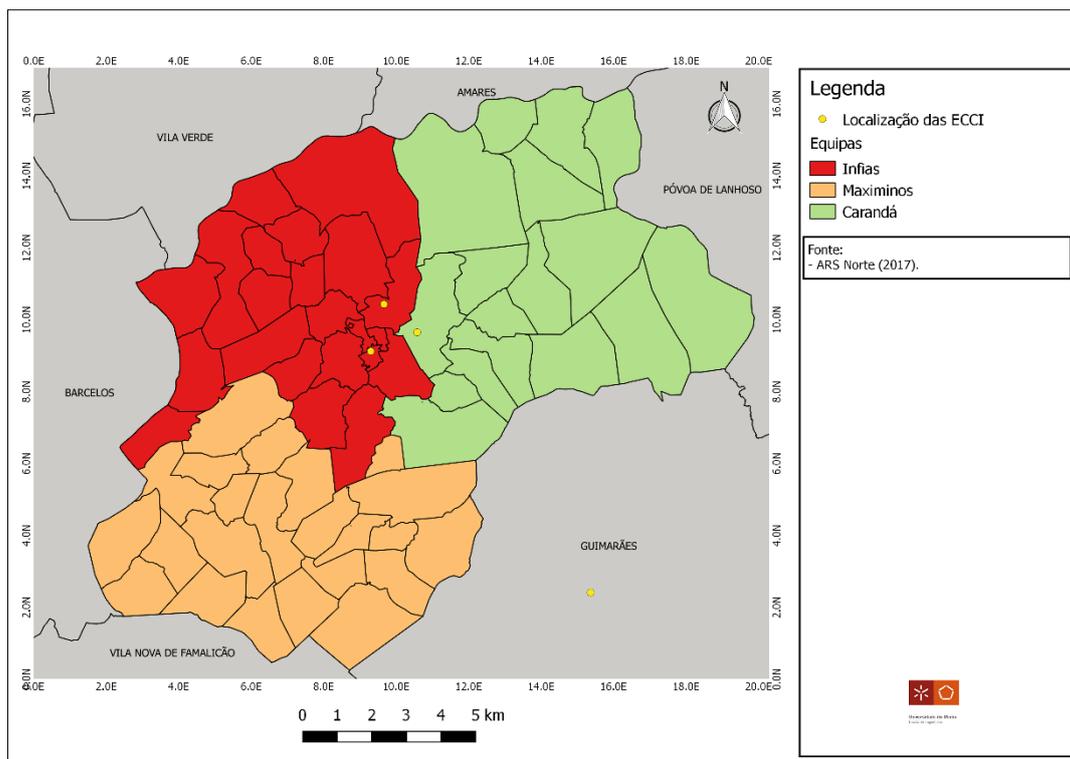


Figura 55 - Cenário 4 no ACES Cávado I.

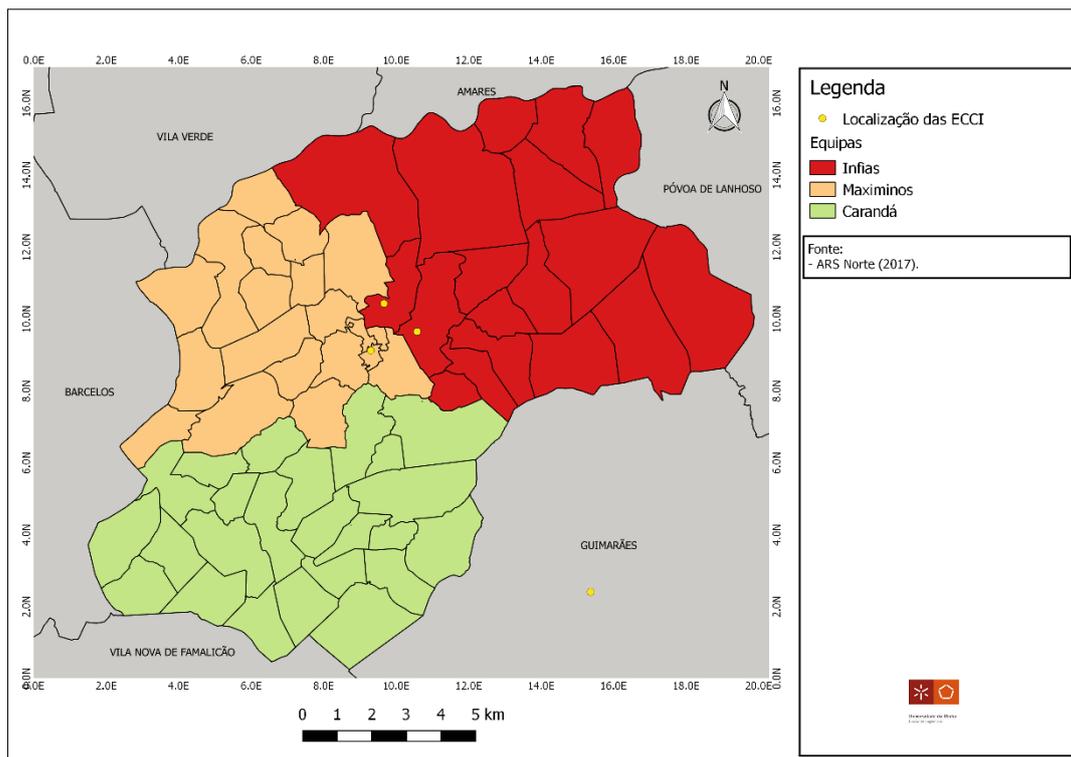


Figura 56 - Cenário 5 no ACES Cávado I.

VI – Planos de zonamento no ACES Cávado II

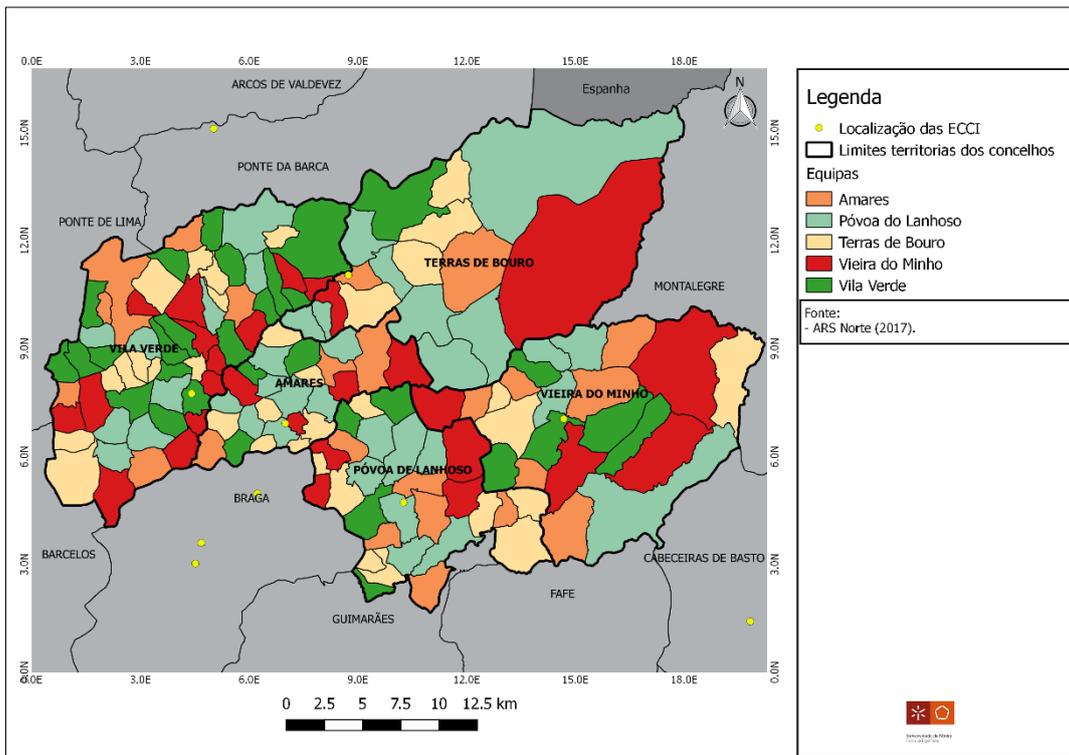


Figura 57 - Cenário 1 (sem contiguidade) no ACES Cávado II.

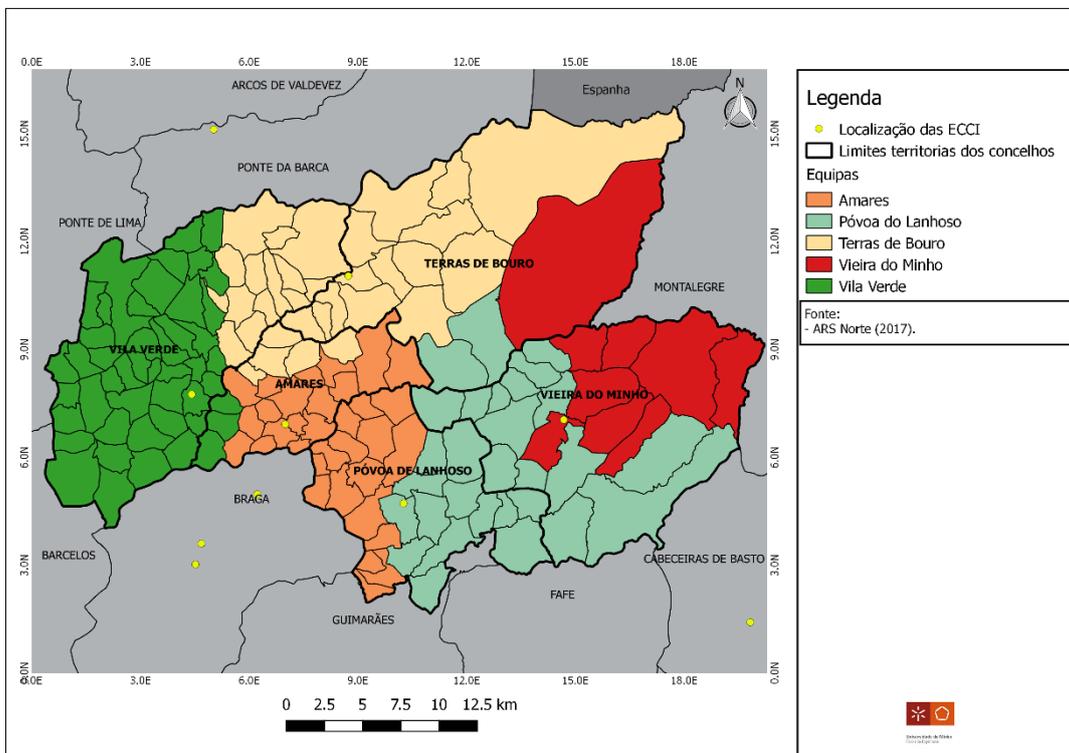


Figura 58 - Cenário 1 no ACES Cávado II.

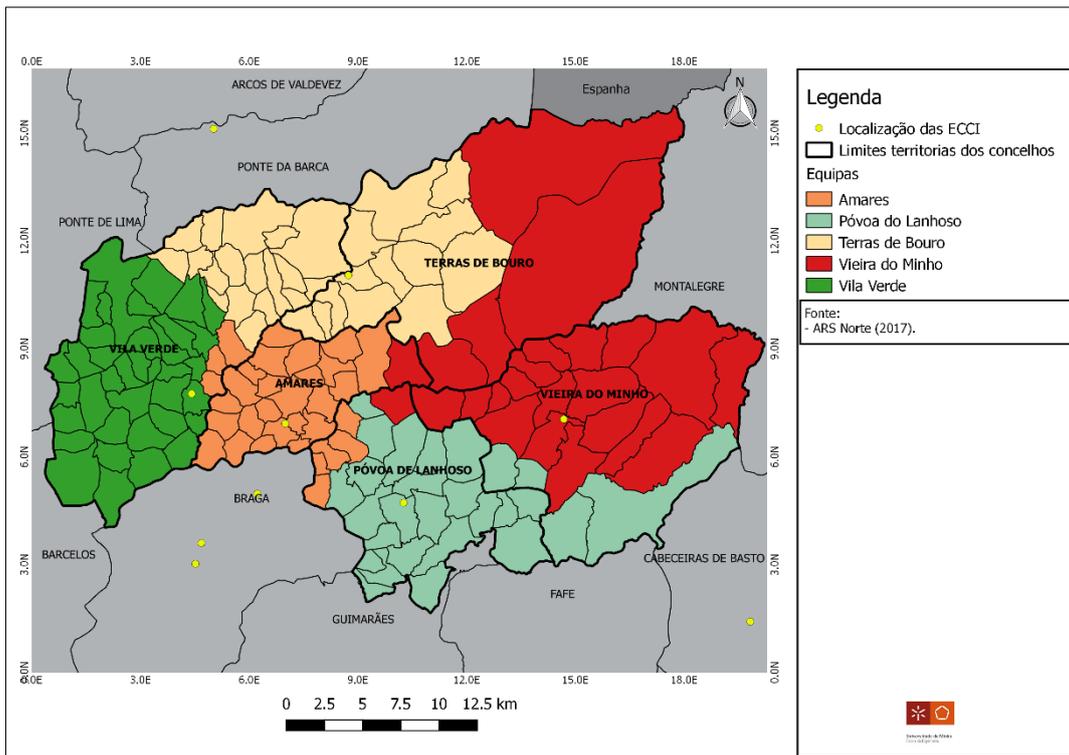


Figura 59 - Cenário 2 no ACES Cávado II.

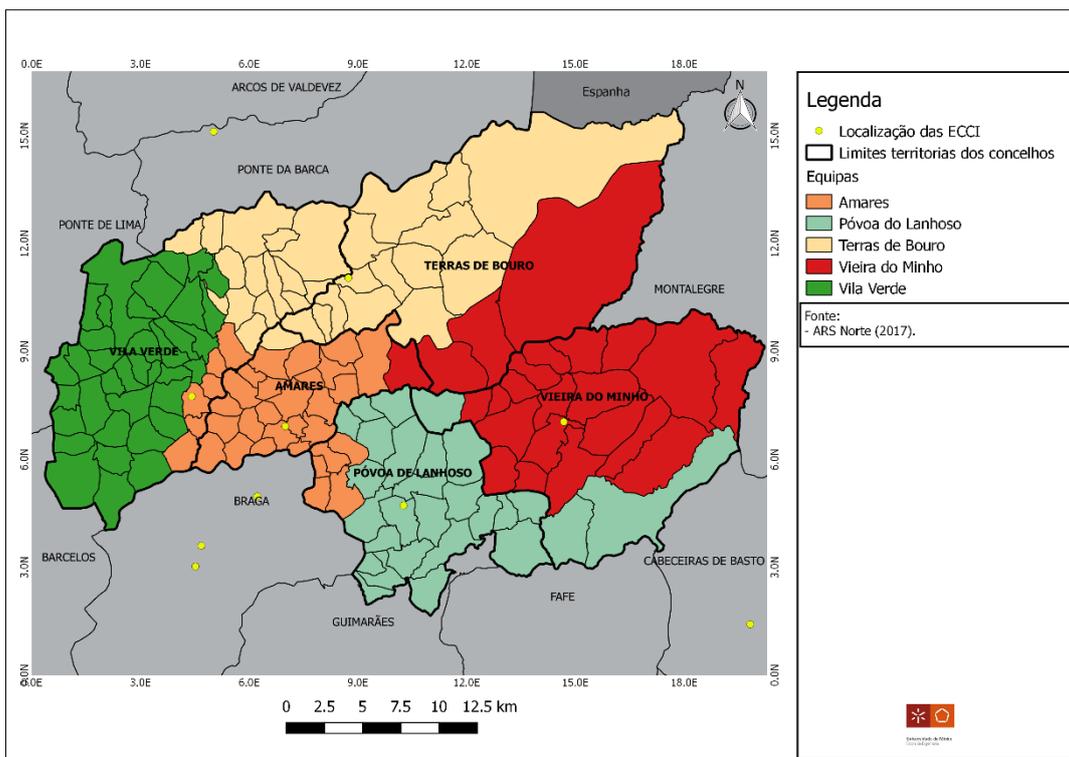


Figura 60 - Cenário 3 no ACES Cávado II.

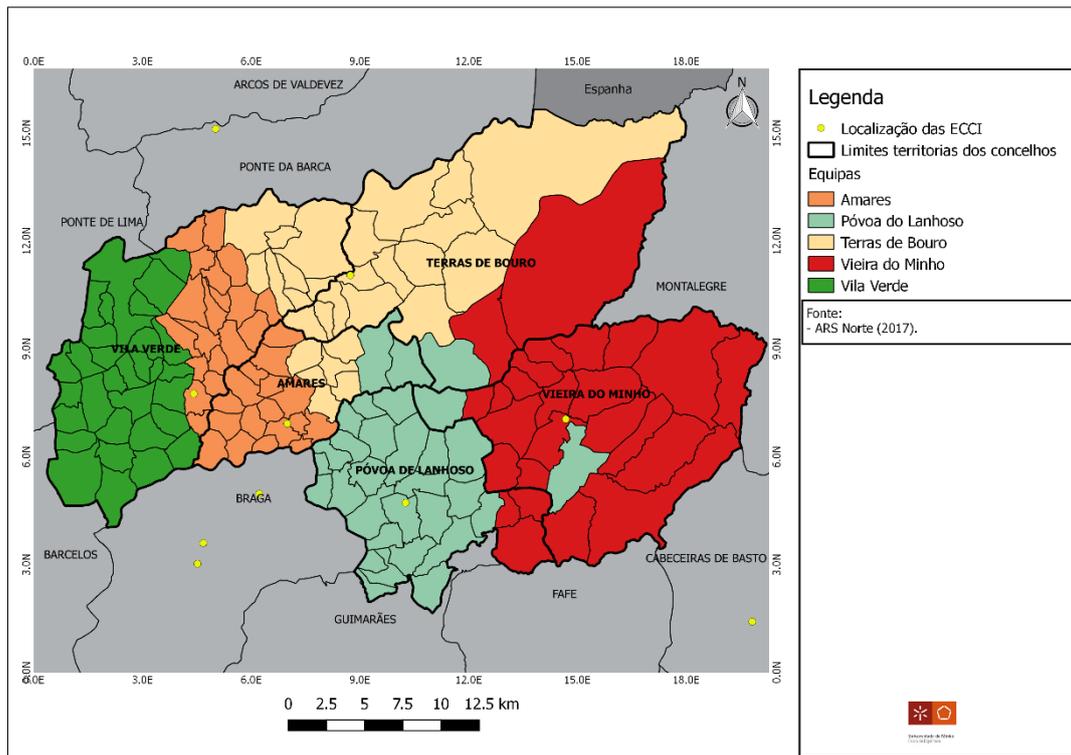


Figura 61 - Cenário 4 (sem contiguidade) no ACES Cávado II.

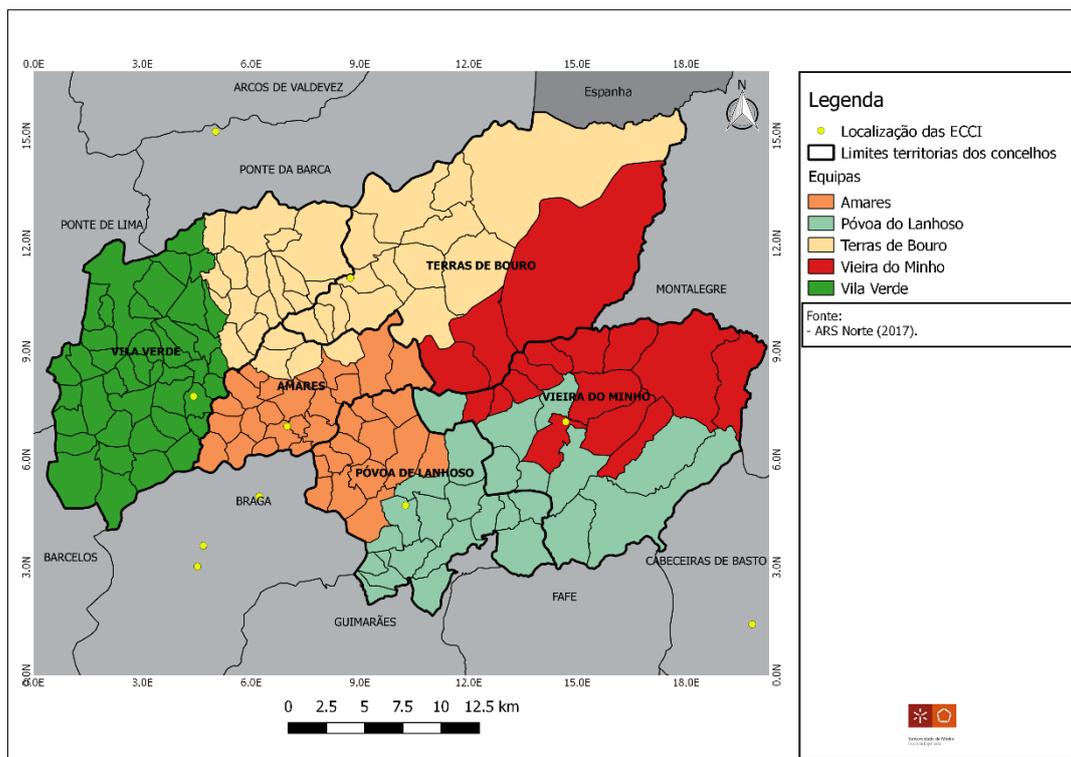


Figura 62 - Cenário 4 no ACES Cávado II.

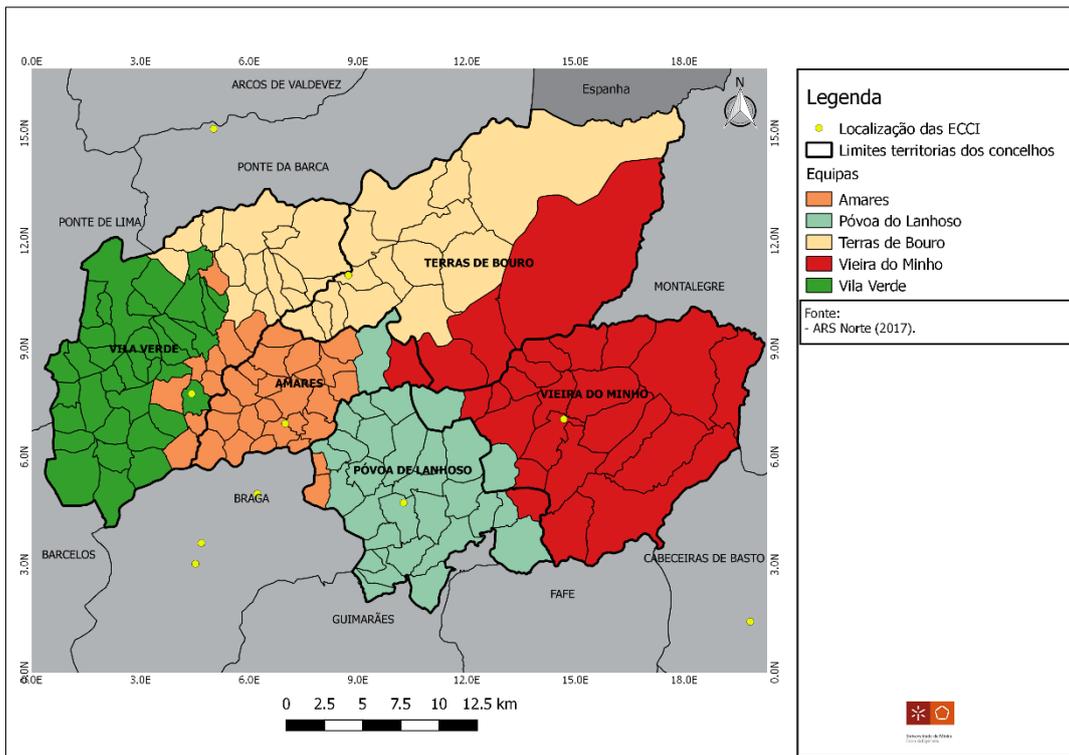


Figura 63 - Cenário 5 (sem contiguidade) no ACES Cávado II.

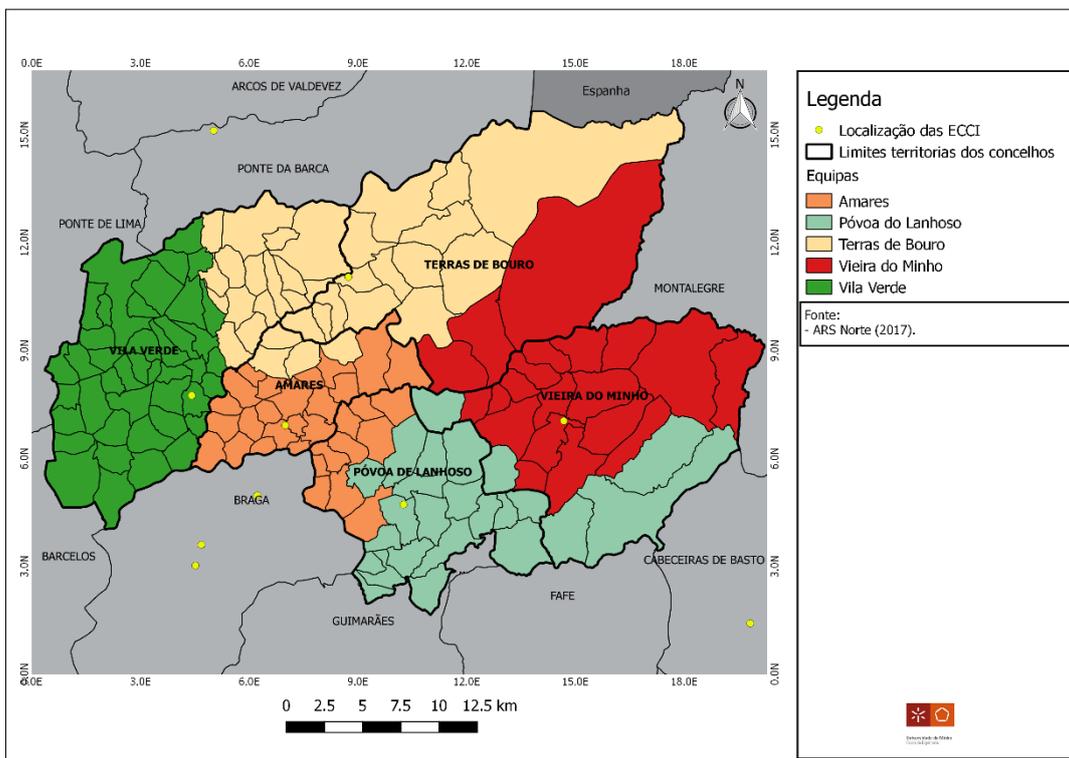


Figura 64 - Cenário 5 no ACES Cávado II.

VII – Planos de zonamento no ACES Cávado III

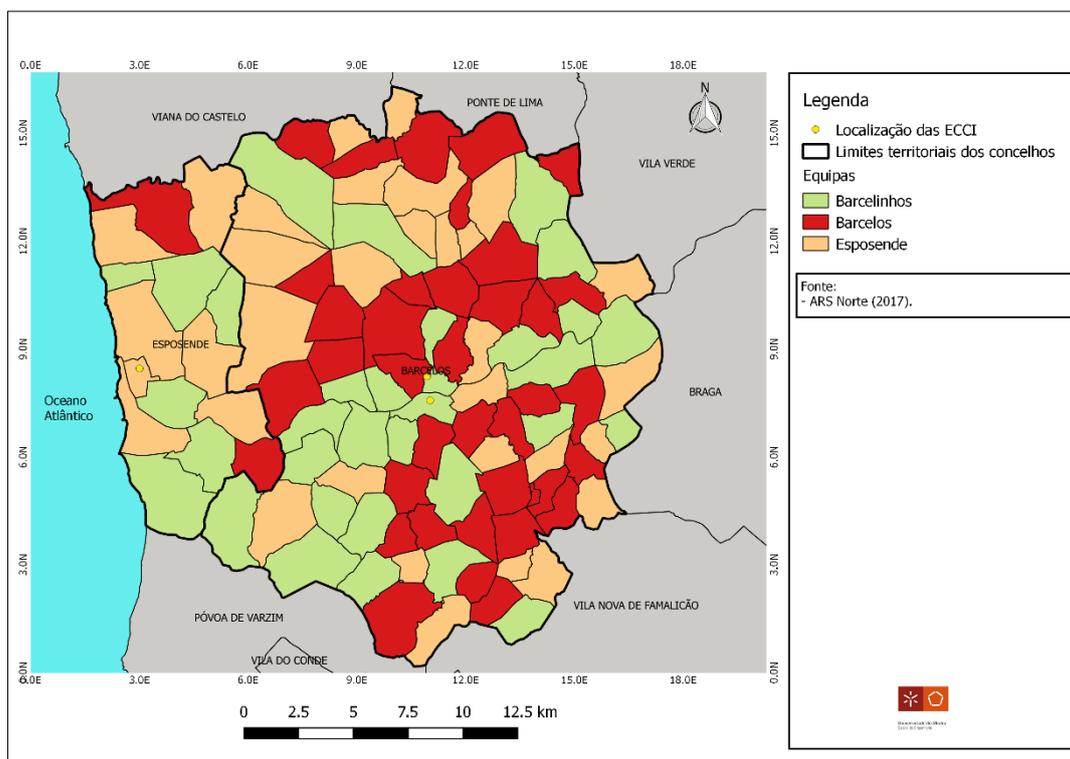


Figura 65 - Cenário 1 (sem contiguidade) no ACES Cávado III.

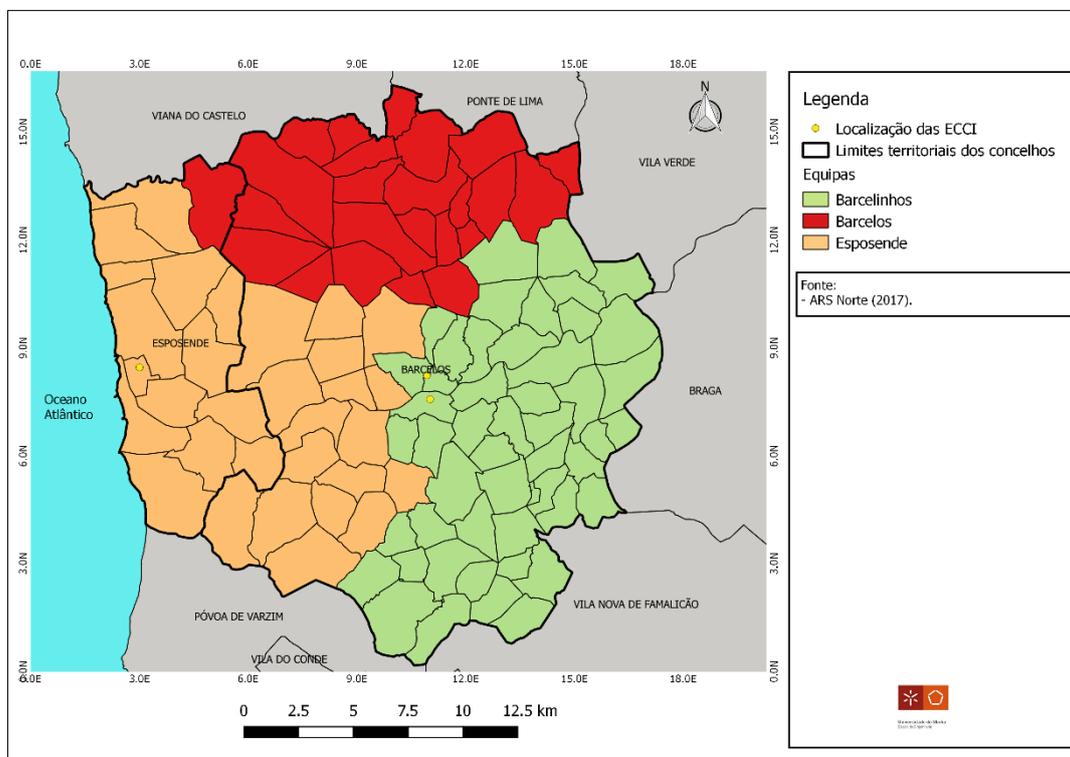


Figura 66 - Cenário 1 no ACES Cávado III.

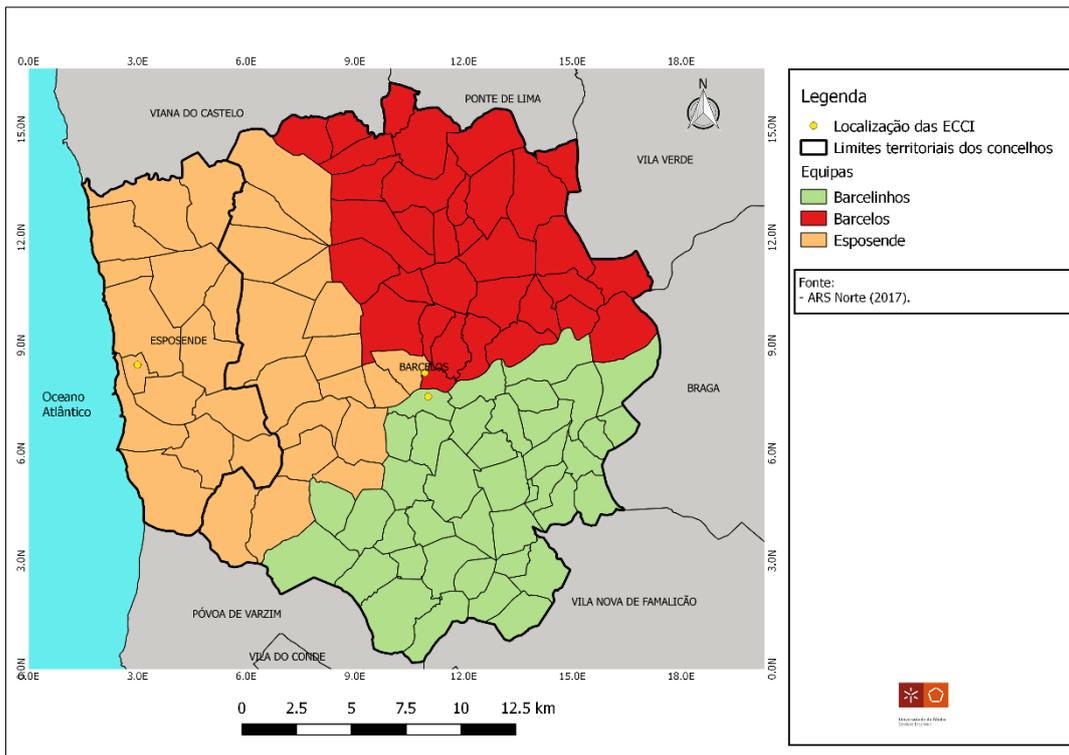


Figura 67 - Cenário 2 no ACES Cávado III.

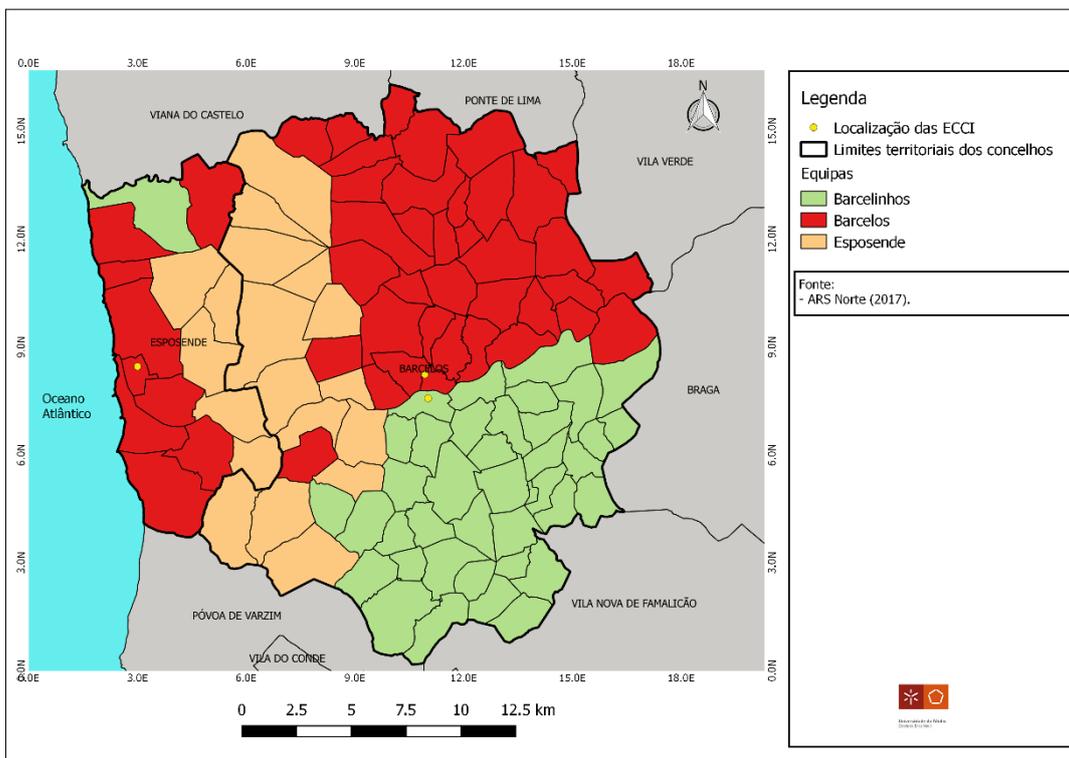


Figura 68 - Cenário 3 (sem contiguidade) no ACES Cávado III.

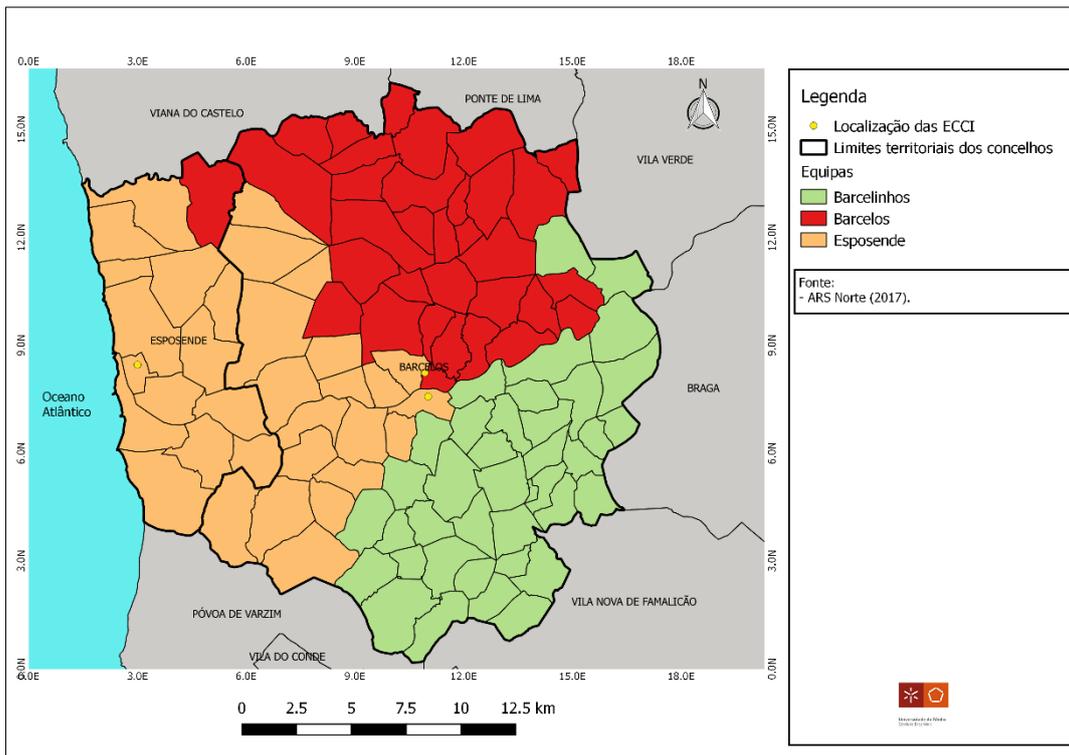


Figura 69 - Cenário 3 no ACES Cávado III.

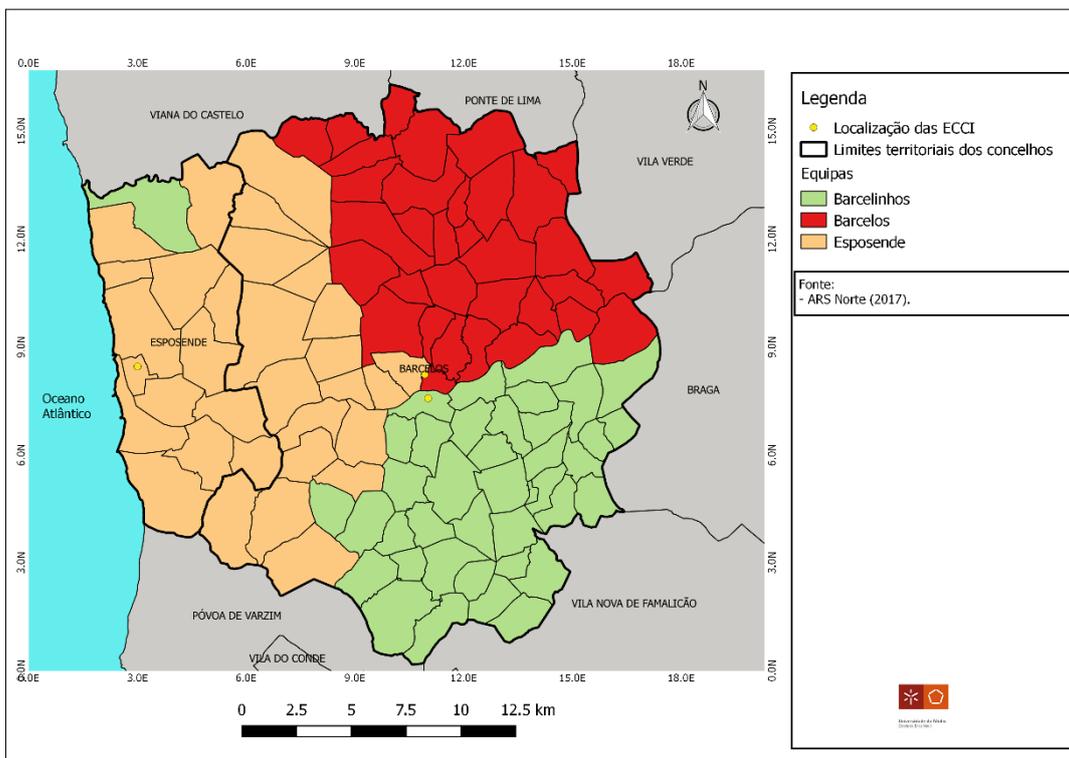


Figura 70 - Cenário 4 (sem contiguidade) no ACES Cávado III.

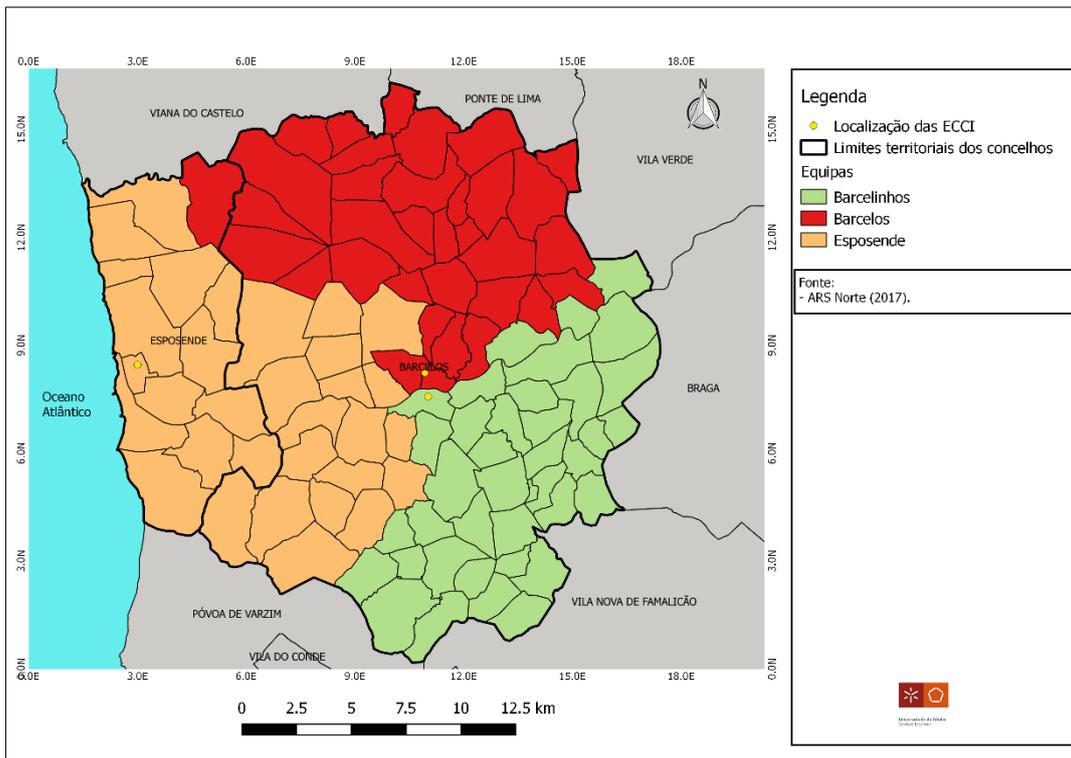


Figura 71 - Cenário 4 no ACES Cávado III.

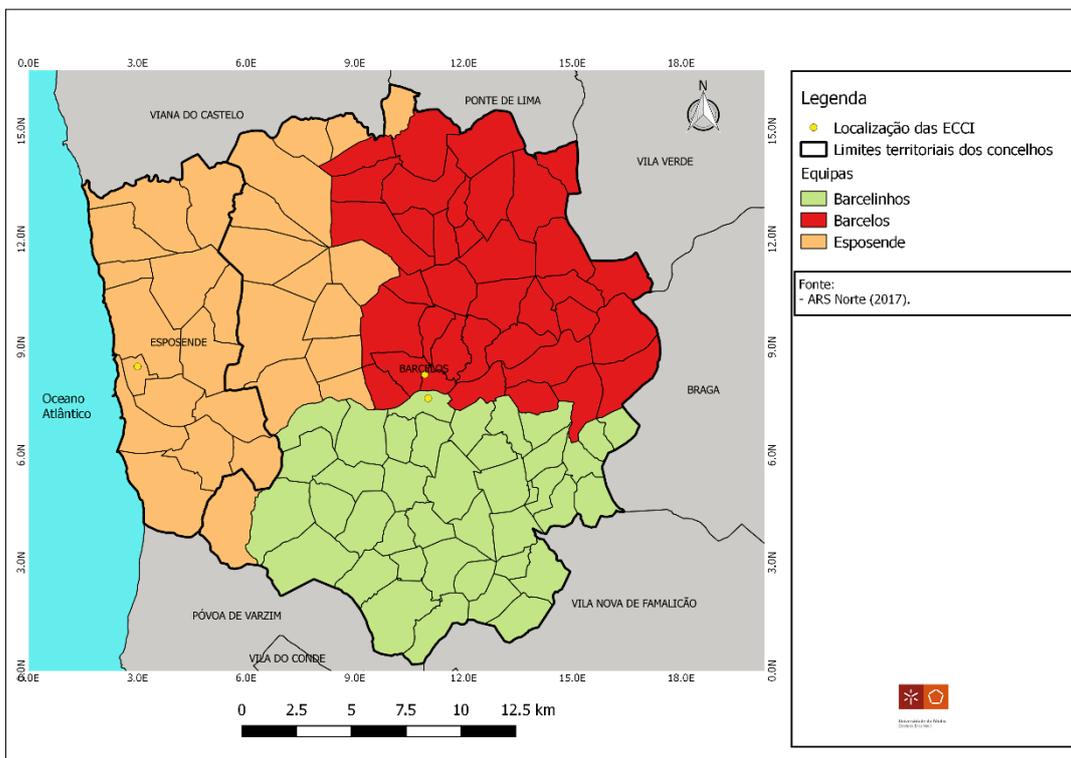


Figura 72 - Cenário 5 no ACES Cávado III.

VIII – Planos de zonamento no ACES Alto Ave

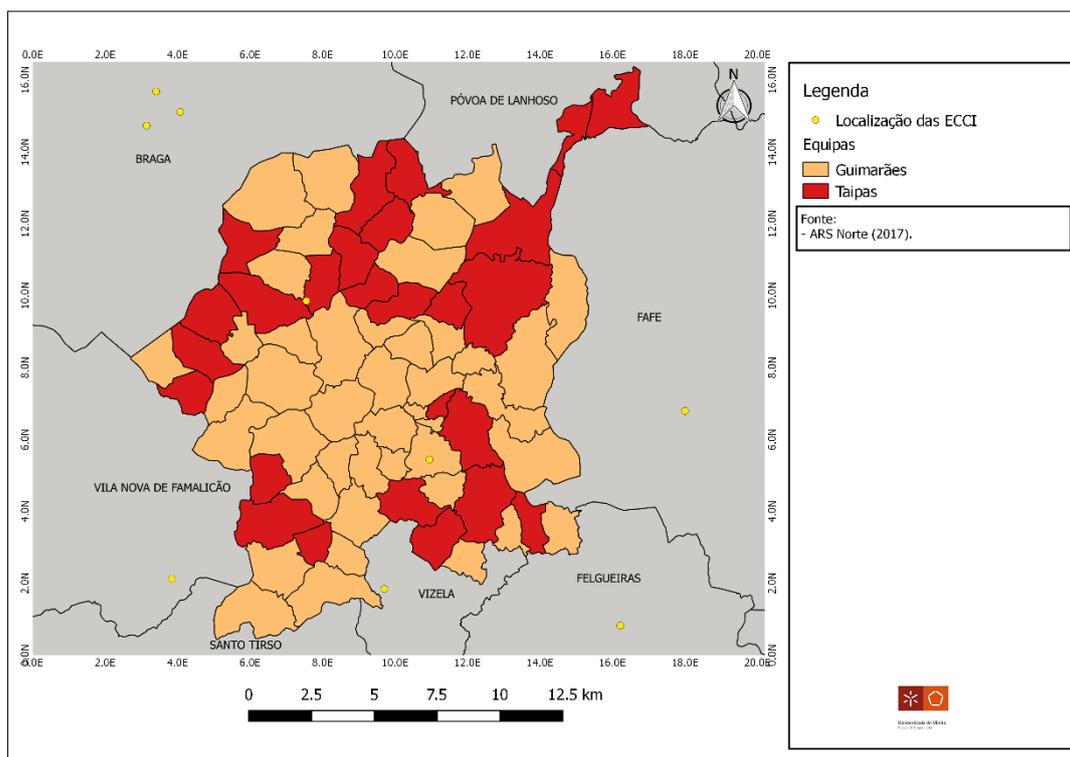


Figura 73 - Cenário 1 (sem contiguidade) no ACES Alto Ave.

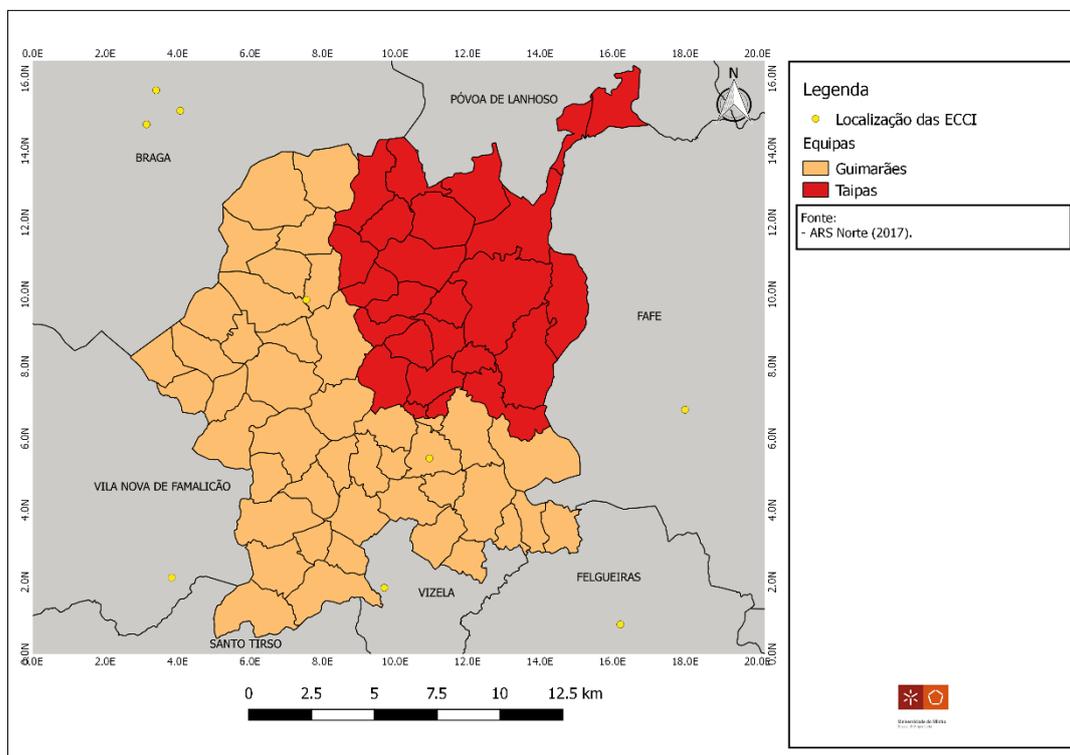


Figura 74 - Cenário 1 no ACES Alto Ave.

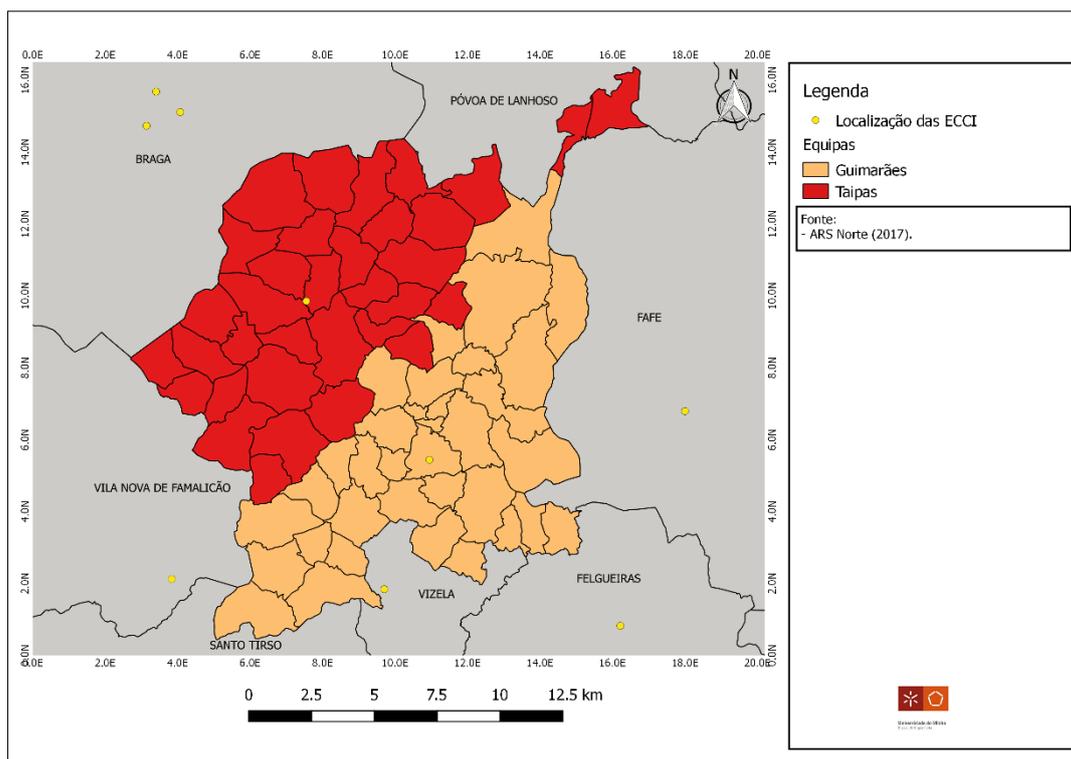


Figura 75 - Cenário 2 no ACES Alto Ave.

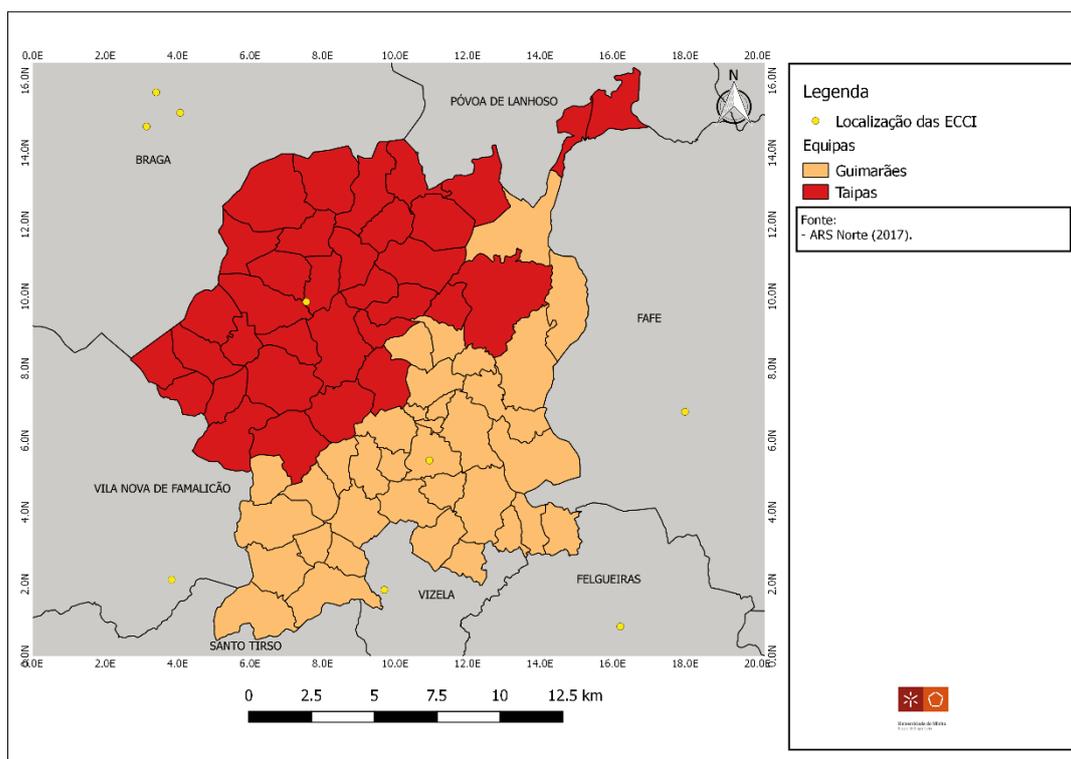


Figura 76 - Cenário 3 no ACES Alto Ave.

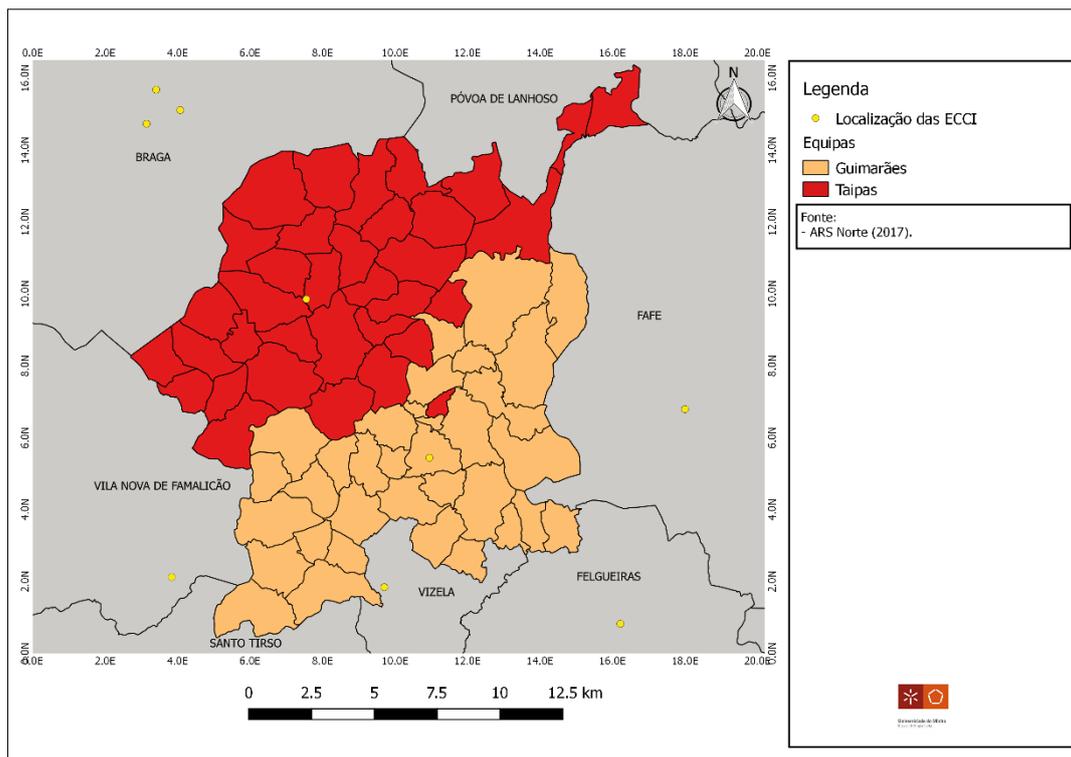


Figura 77 - Cenário 4 (sem contiguidade) no ACES Alto Ave.

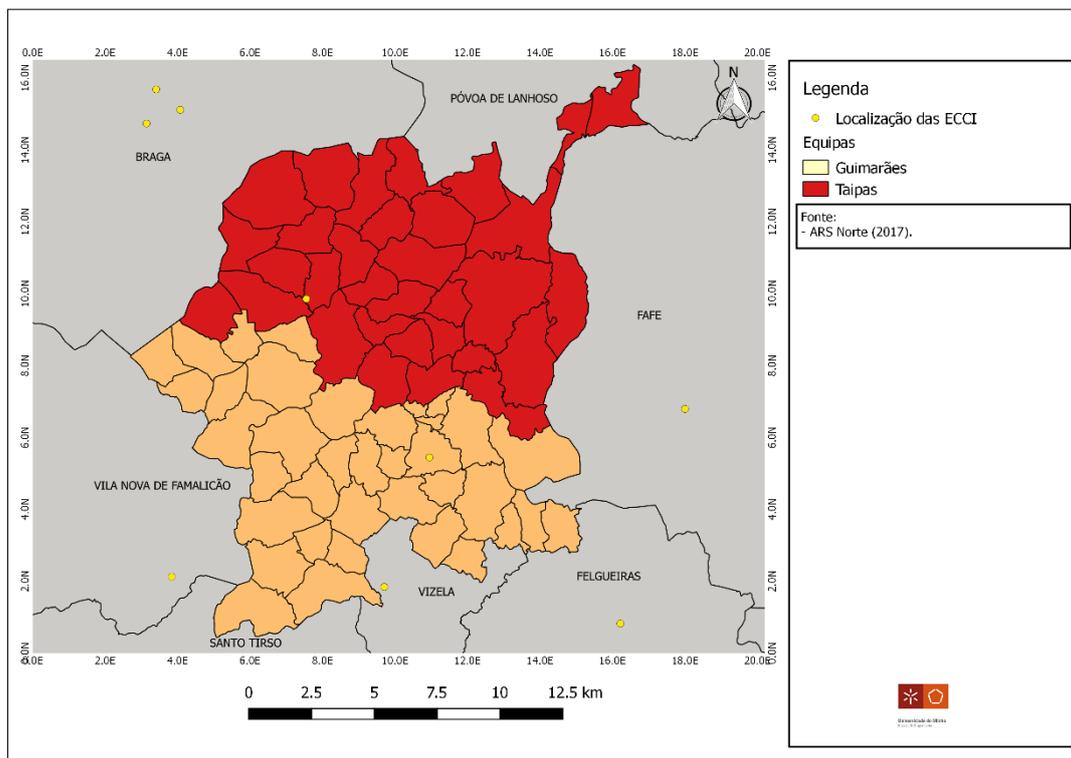


Figura 78 - Cenário 4 no ACES Alto Ave.

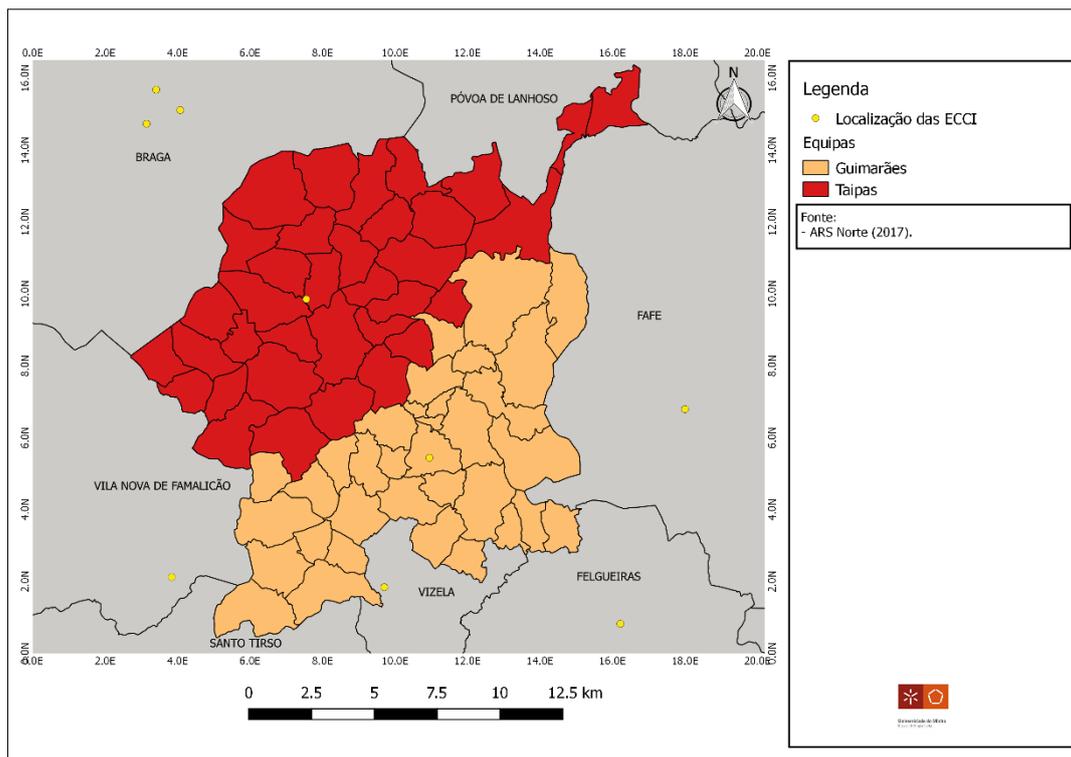


Figura 79 - Cenário 5 no ACES Alto Ave.

IX – Planos de zonamento na cidade de Blumenau

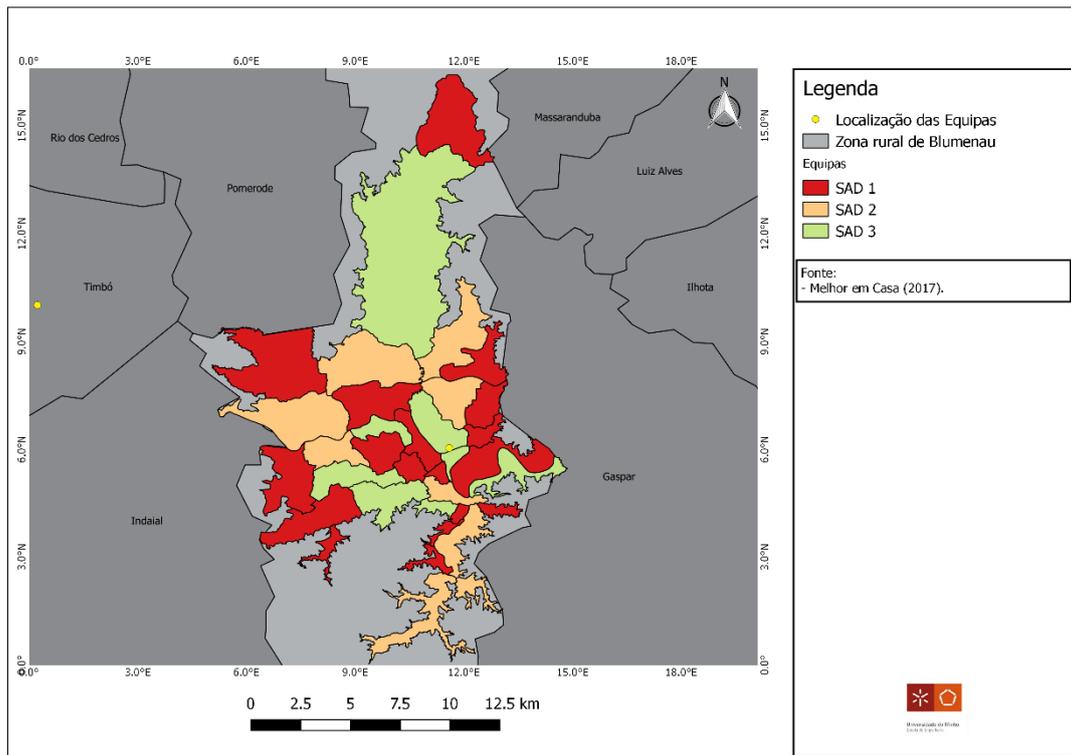


Figura 80 - Cenário 1 (sem contiguidade) na cidade de Blumenau.

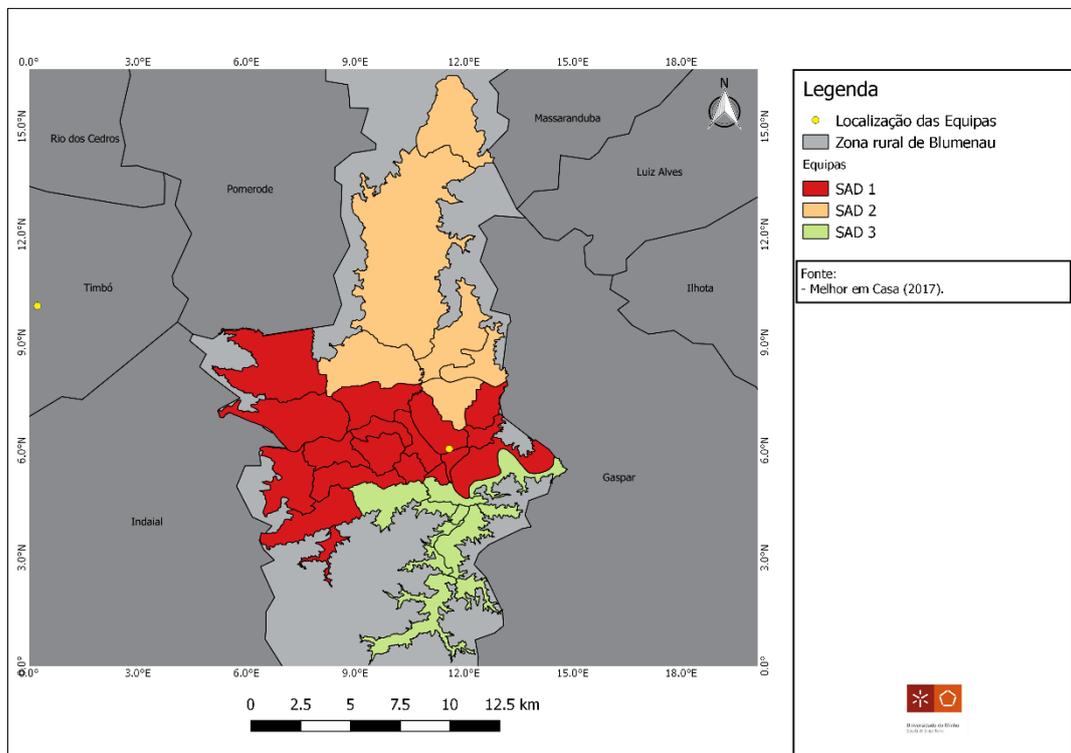


Figura 81 - Cenário 1 na cidade de Blumenau.

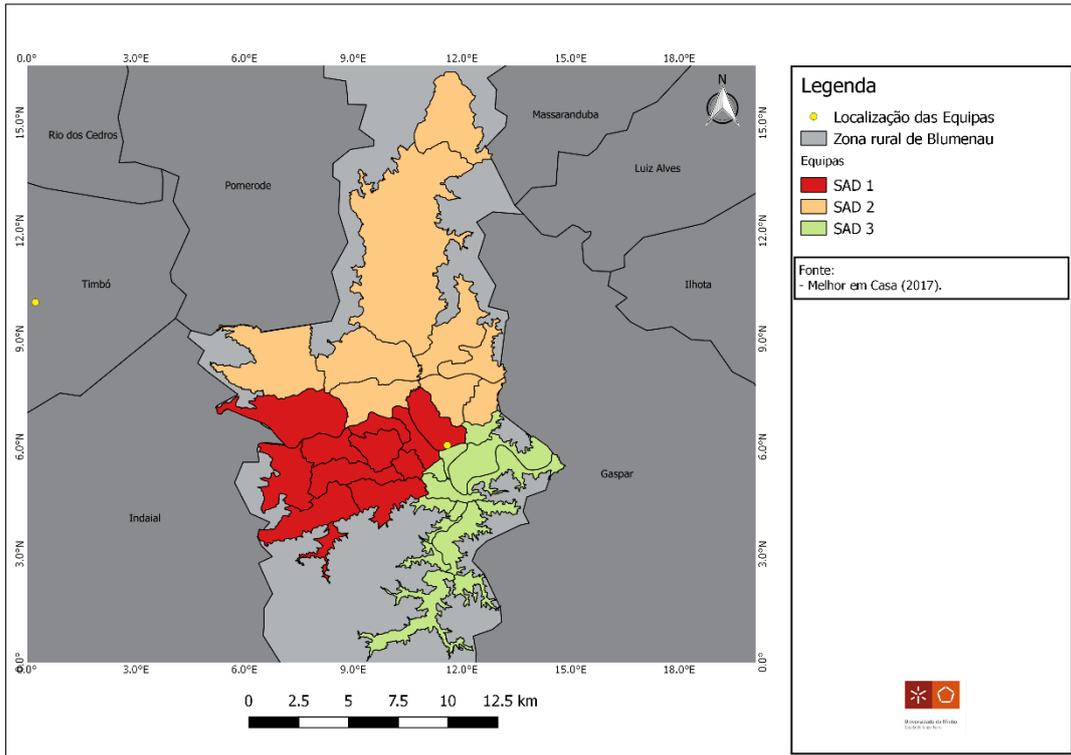


Figura 82 - Cenário 2 na cidade de Blumenau.

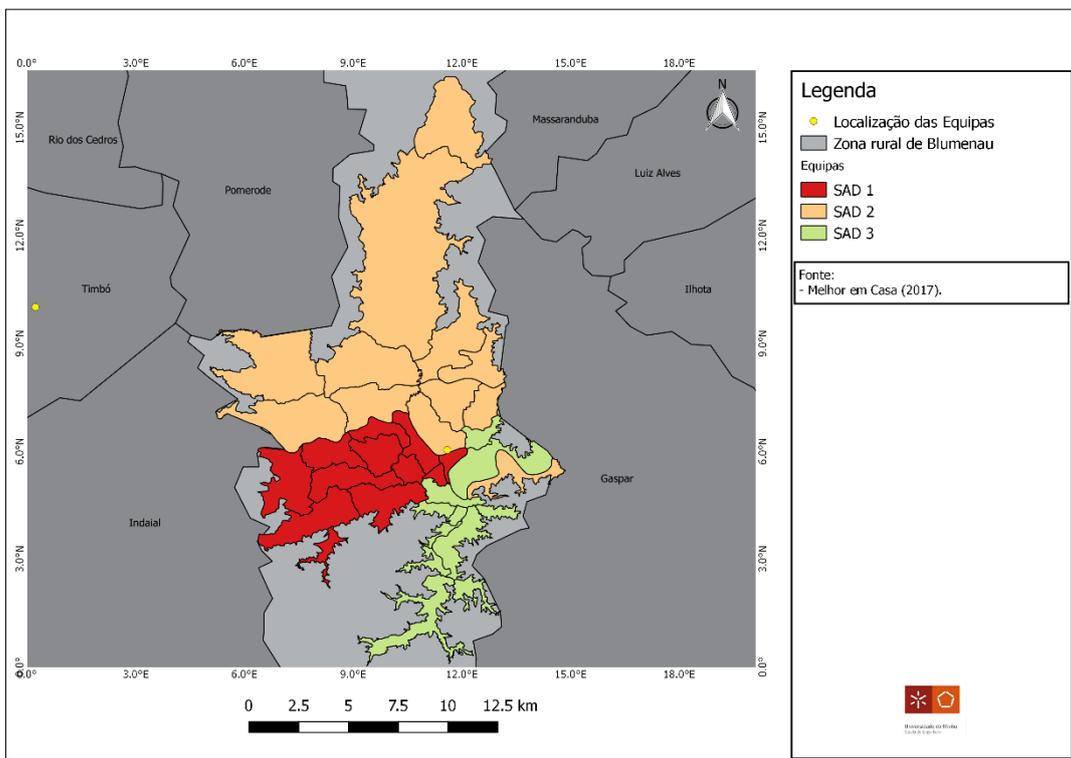


Figura 83 - Cenário 3 (sem contiguidade) na cidade de Blumenau.

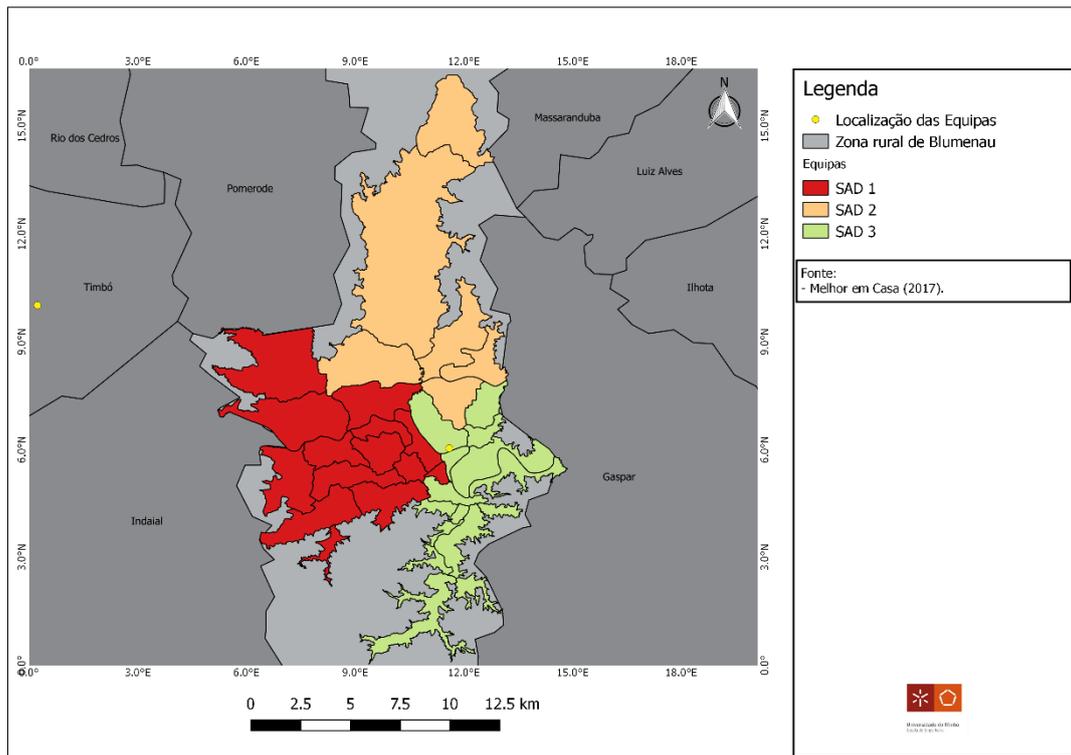


Figura 84 - Cenário 3 na cidade de Blumenau.

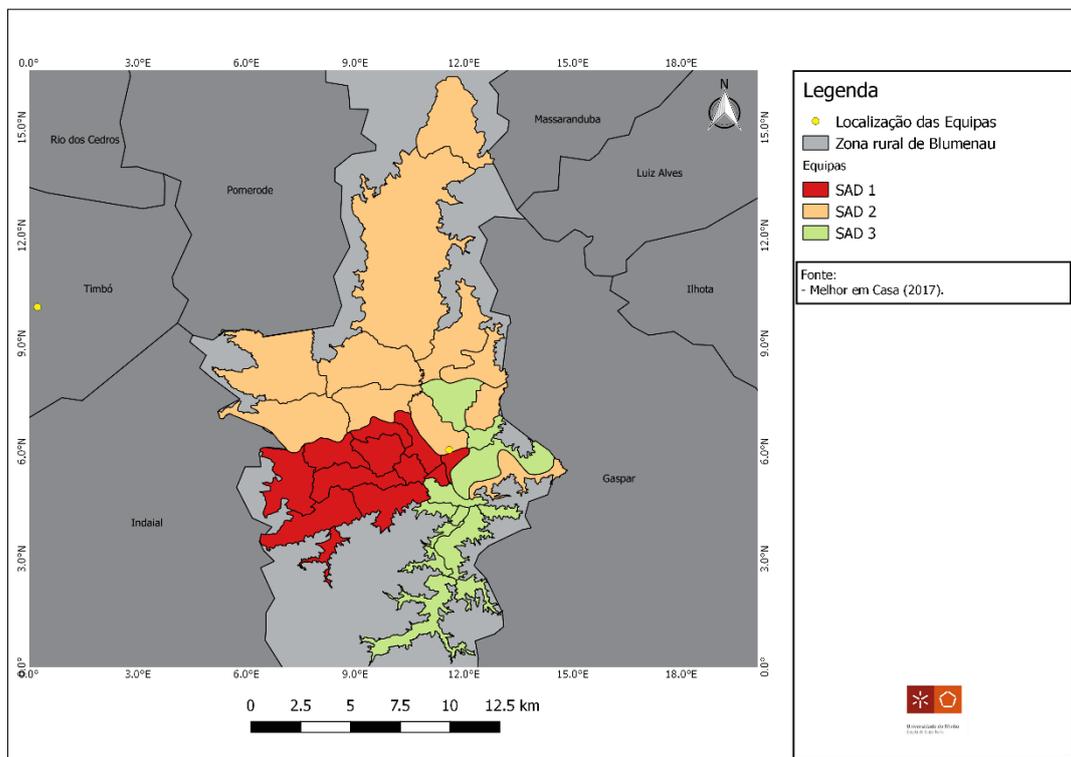


Figura 85 - Cenário 4 (sem contiguidade) na cidade de Blumenau.

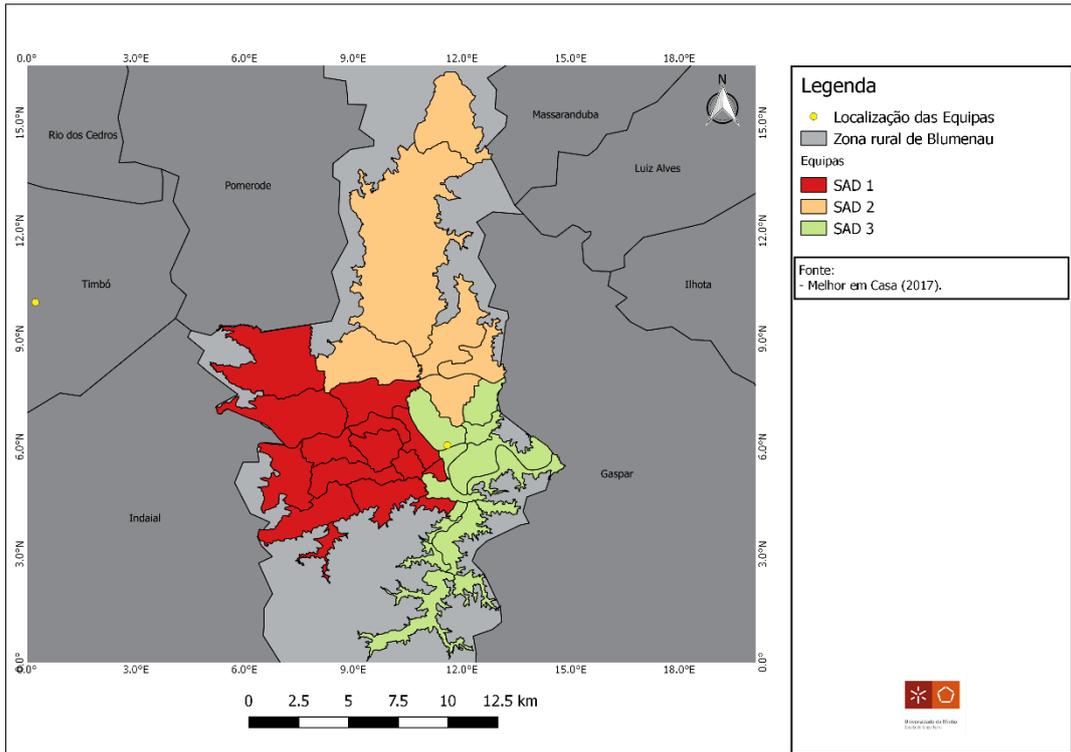


Figura 86 - Cenário 4 na cidade de Blumenau.

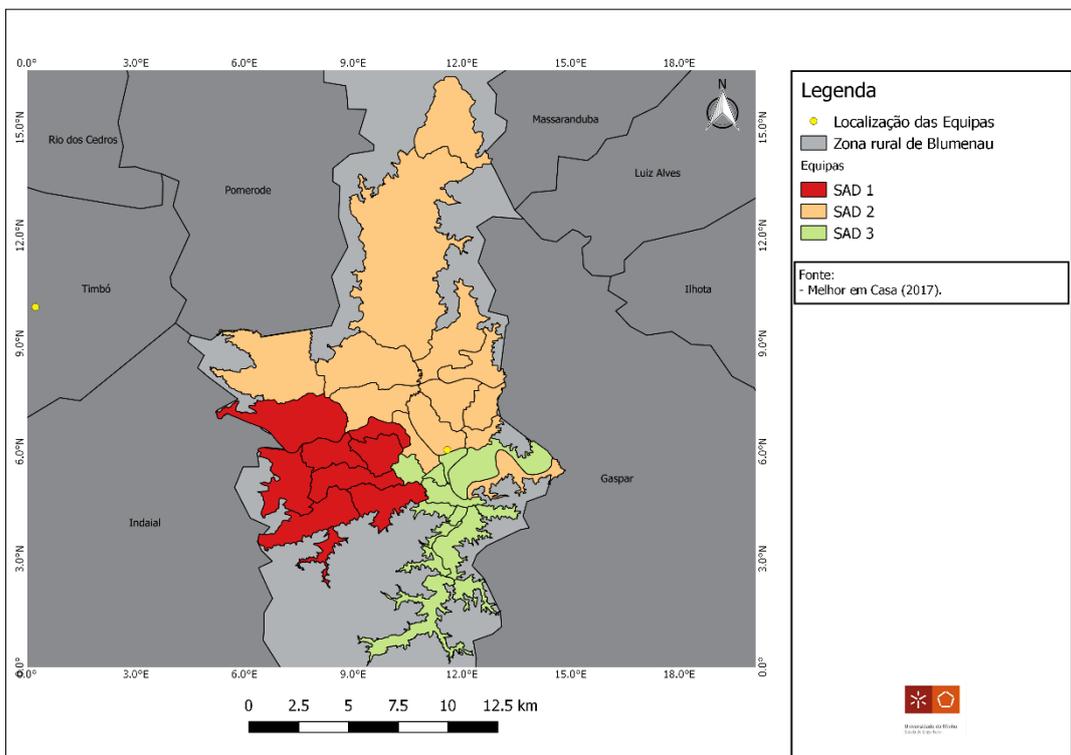


Figura 87 - Cenário 5 (sem contiguidade) na cidade de Blumenau.

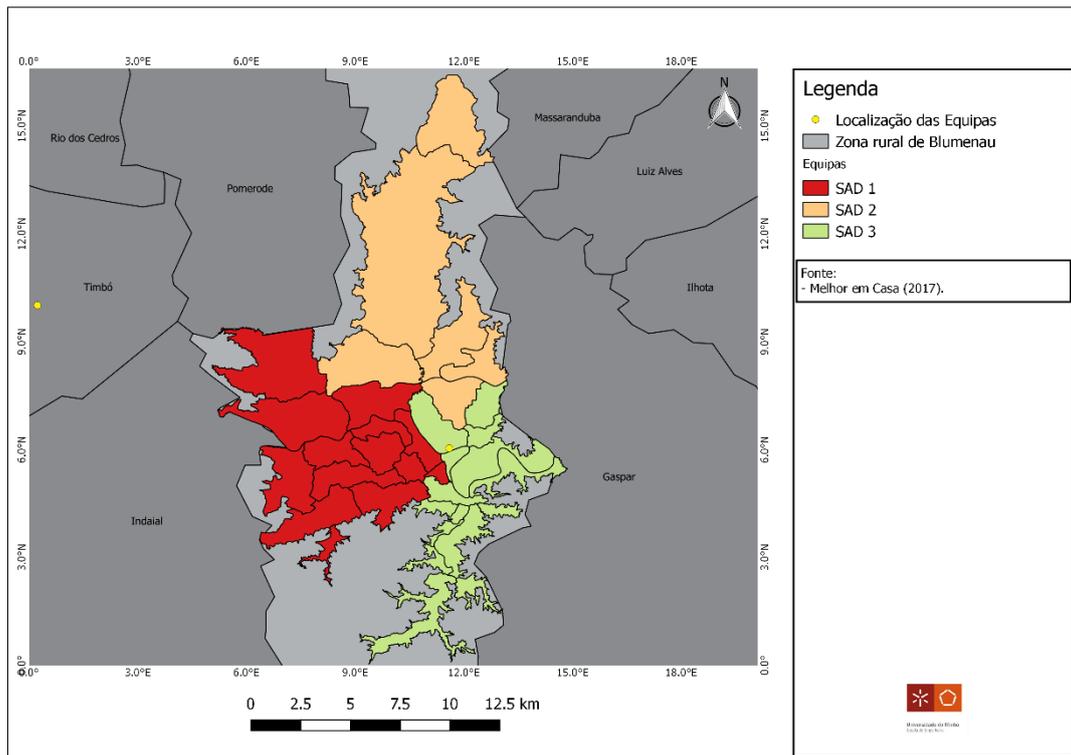


Figura 88 - Cenário 5 na cidade de Blumenau.

X – Planos de zonamento na cidade de Curitiba

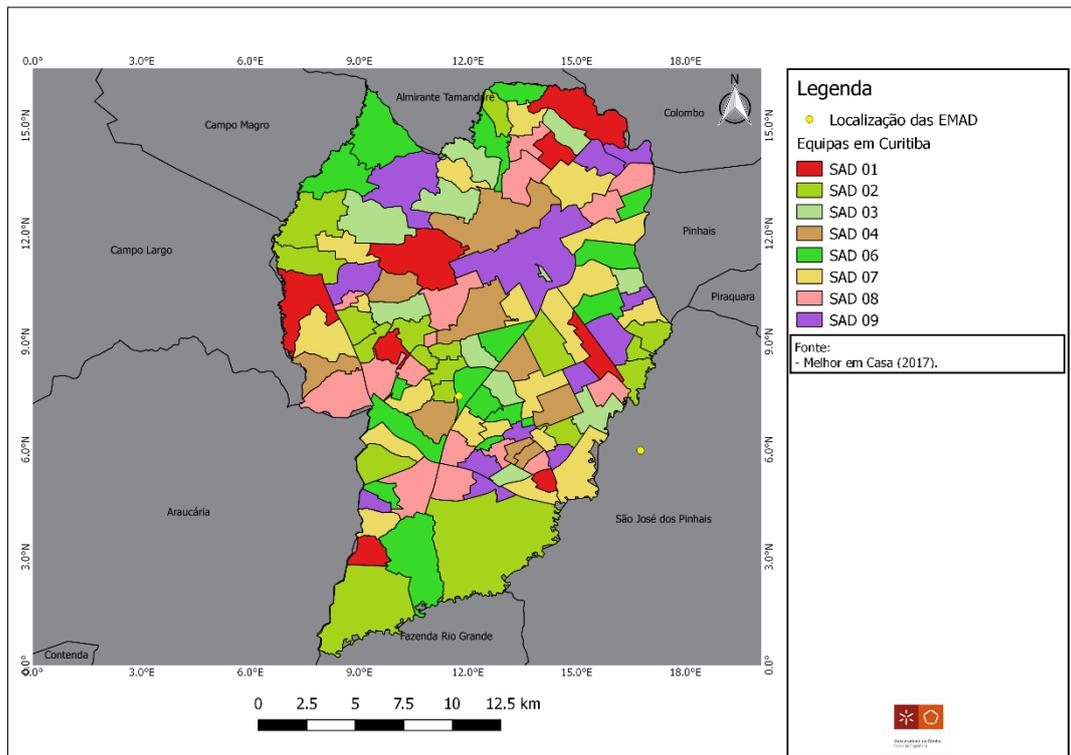


Figura 89 - Cenário 1 (sem contiguidade) na cidade de Curitiba.

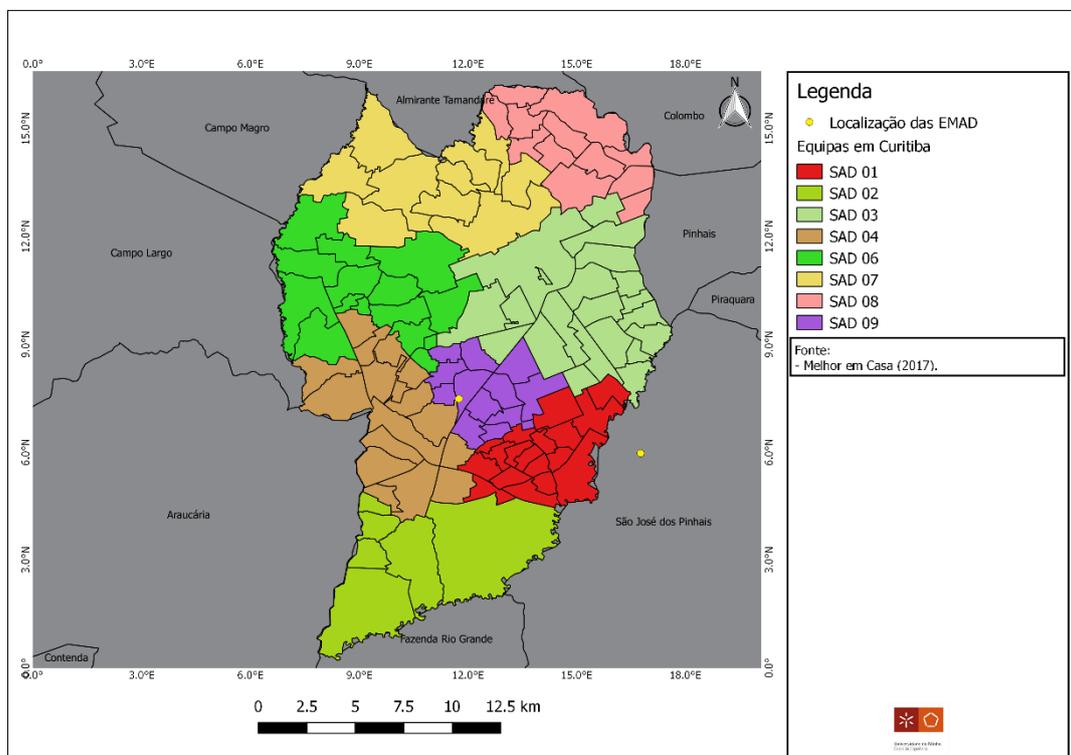


Figura 90 - Cenário 1 na cidade de Curitiba.

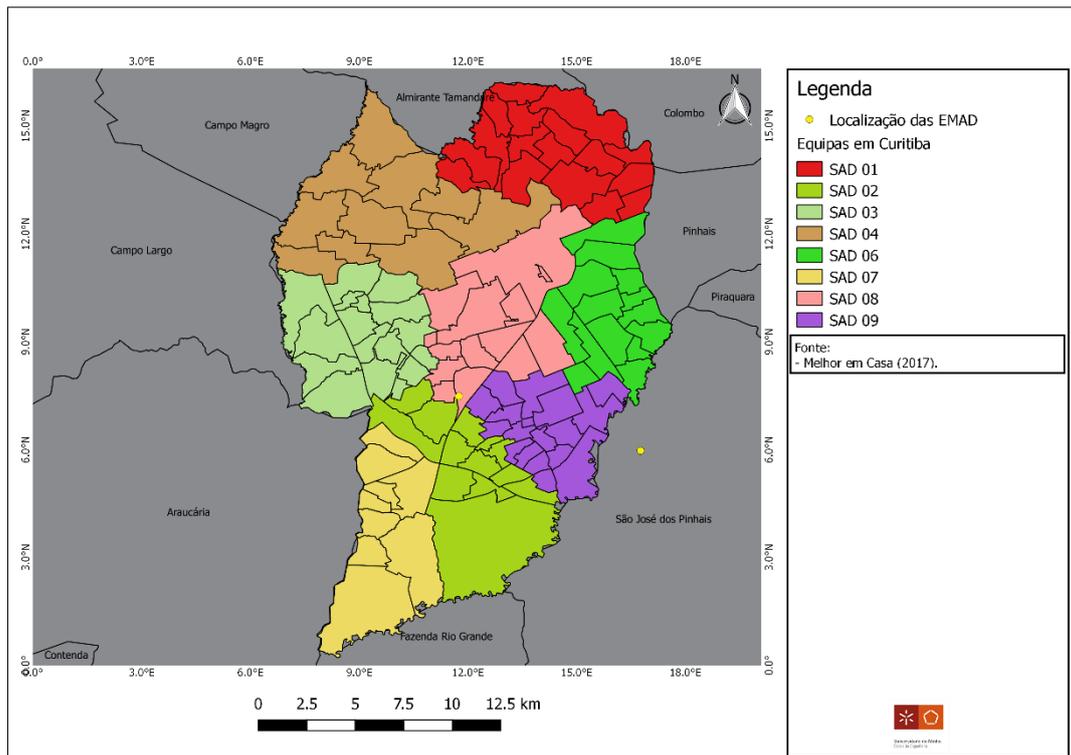


Figura 91 - Cenário 2 na cidade de Curitiba.

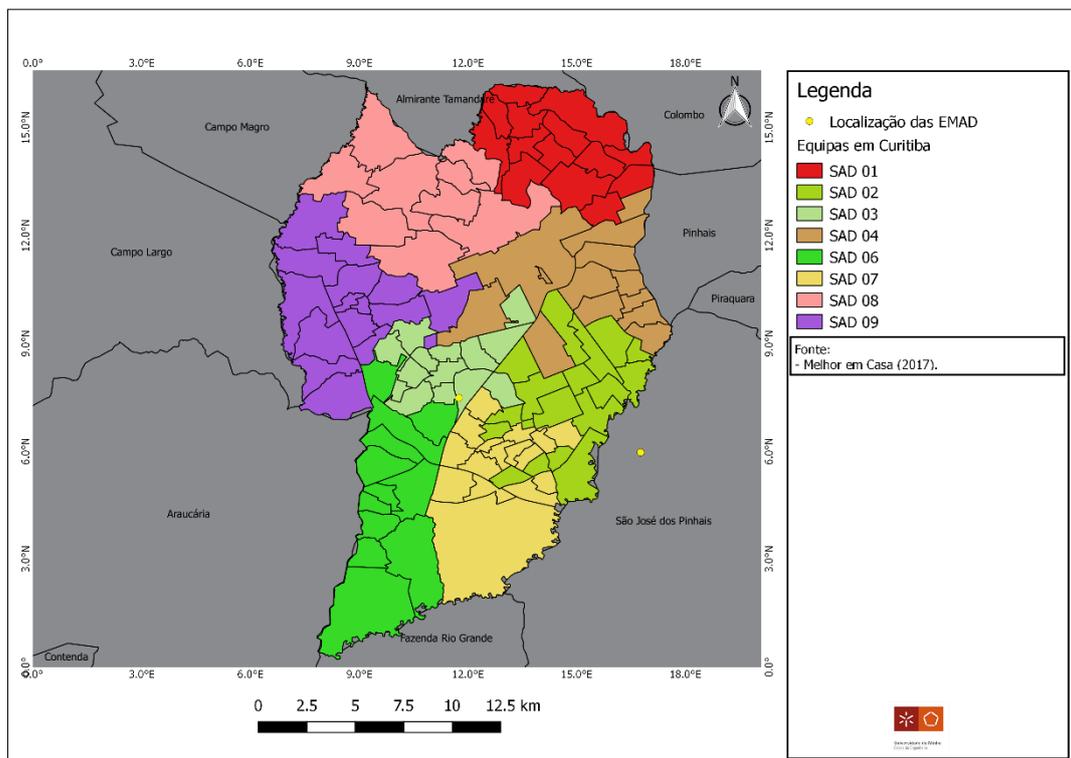


Figura 92 - Cenário 3 na cidade de Curitiba.

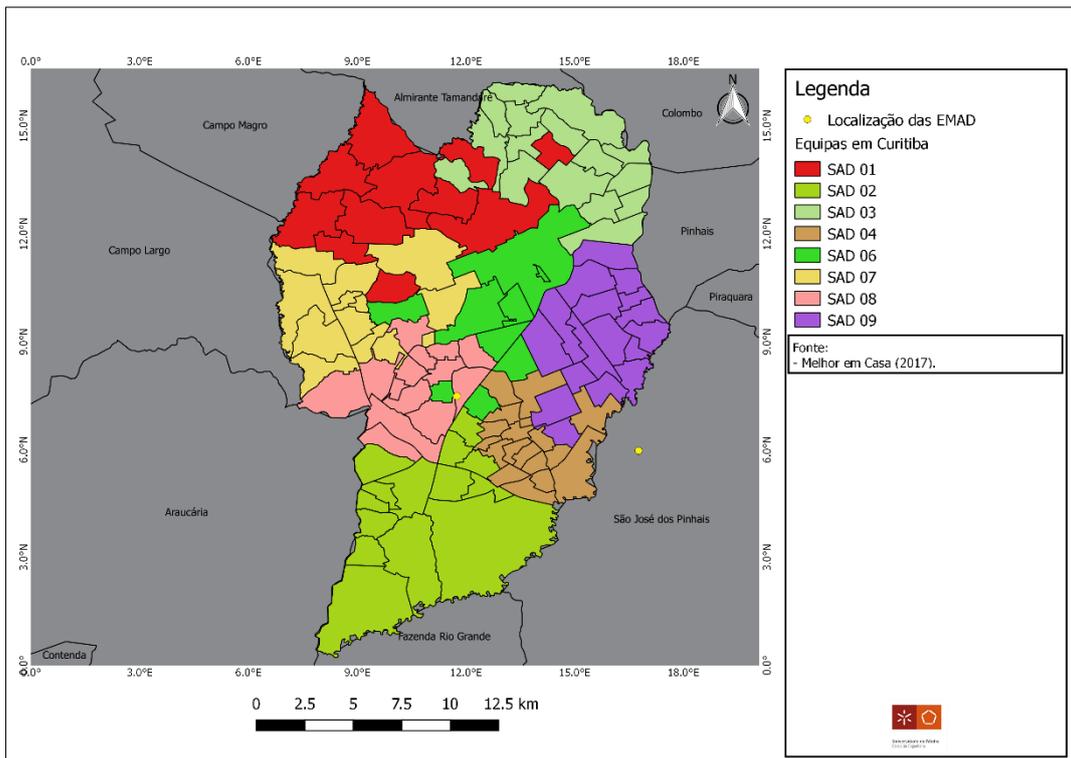


Figura 93 - Cenário 4 (sem contiguidade) na cidade de Curitiba.

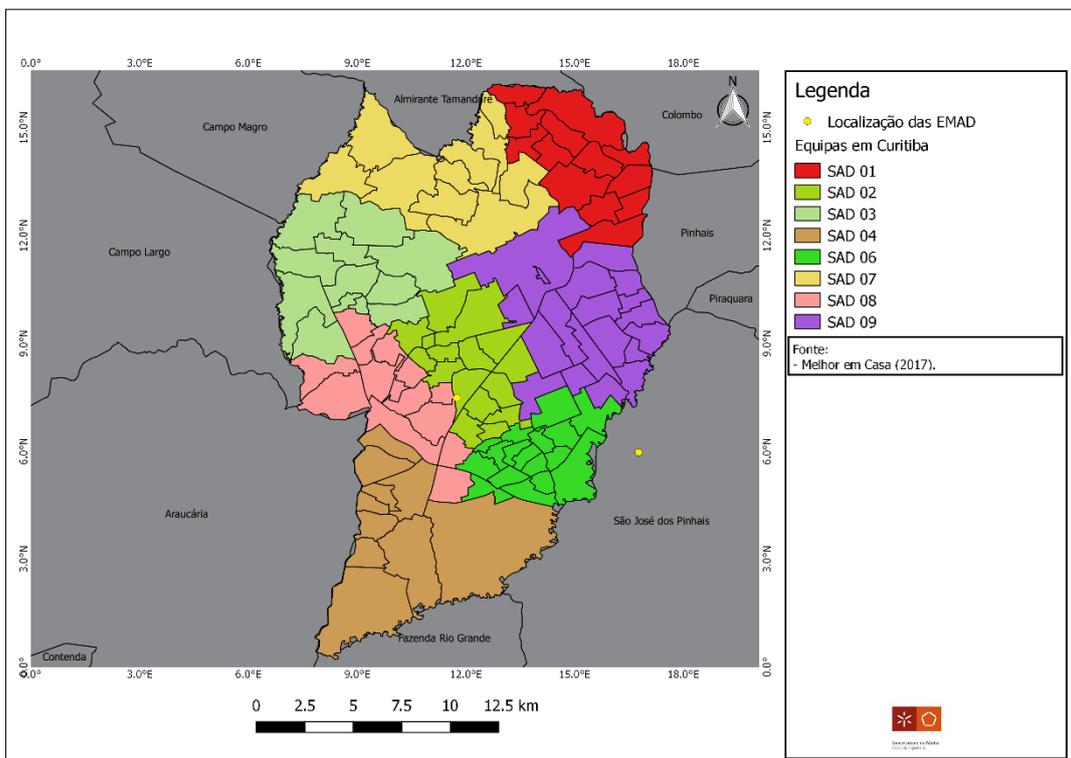


Figura 94 - Cenário 4 na cidade de Curitiba.

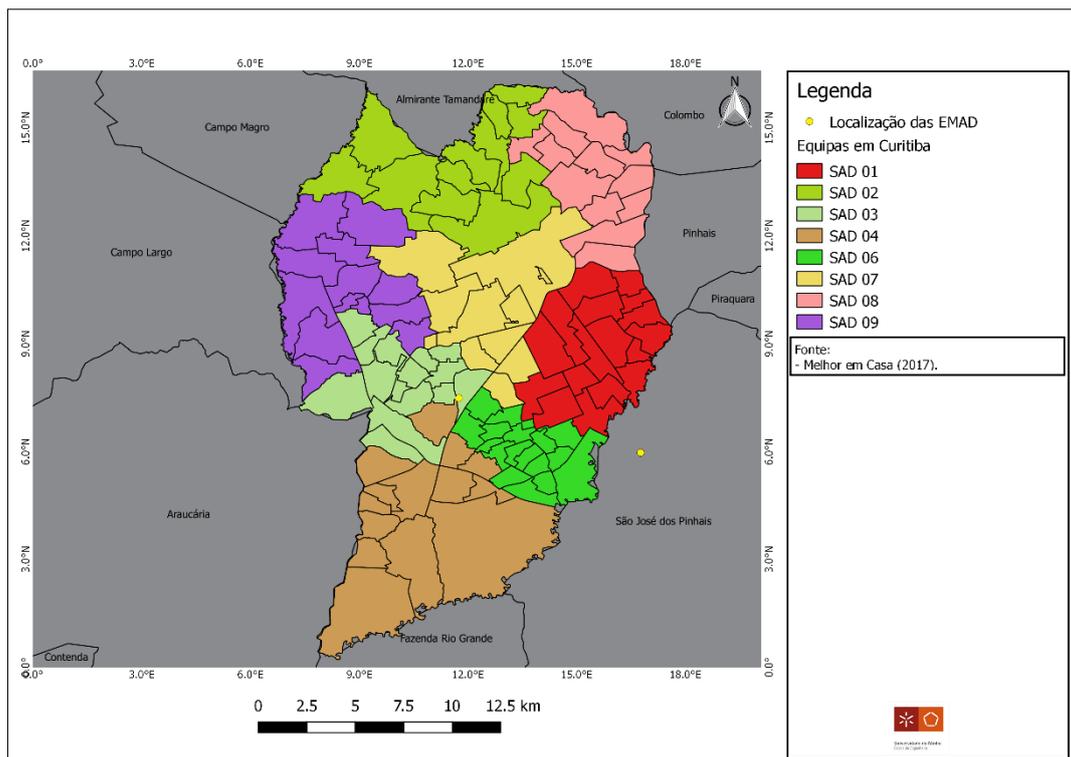


Figura 95 - Cenário 5 na cidade de Curitiba.

XI – Planos de zonamento na cidade de Uberaba

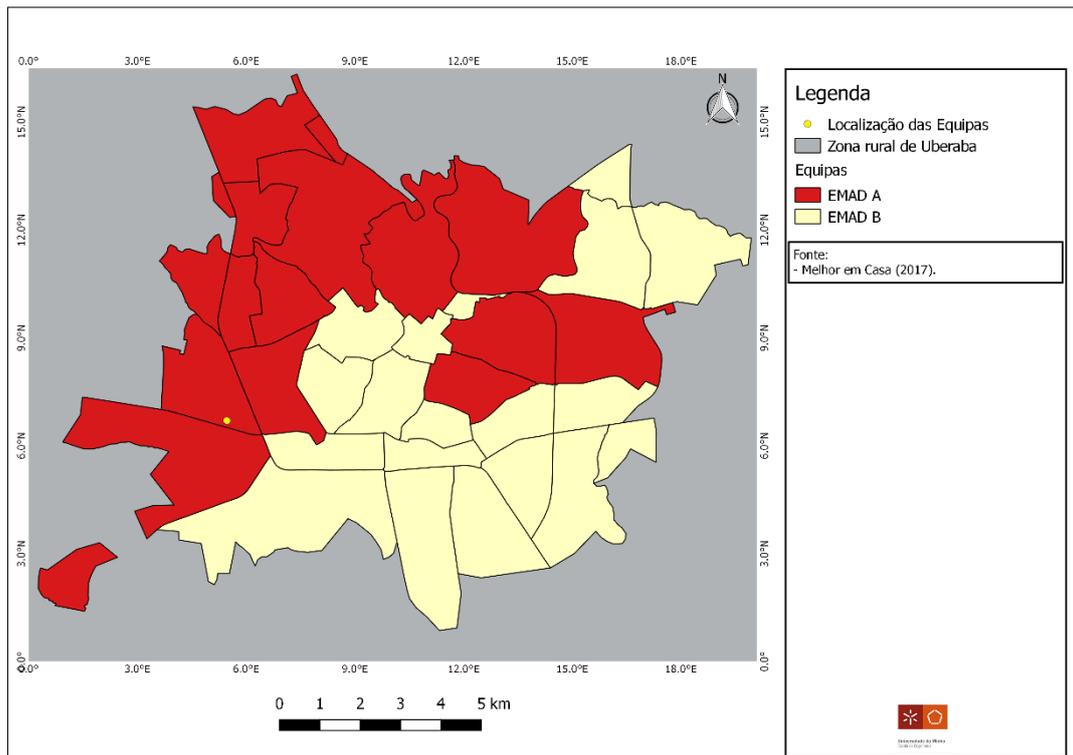


Figura 96 - Cenário 1 (sem contiguidade) na cidade de Uberaba.

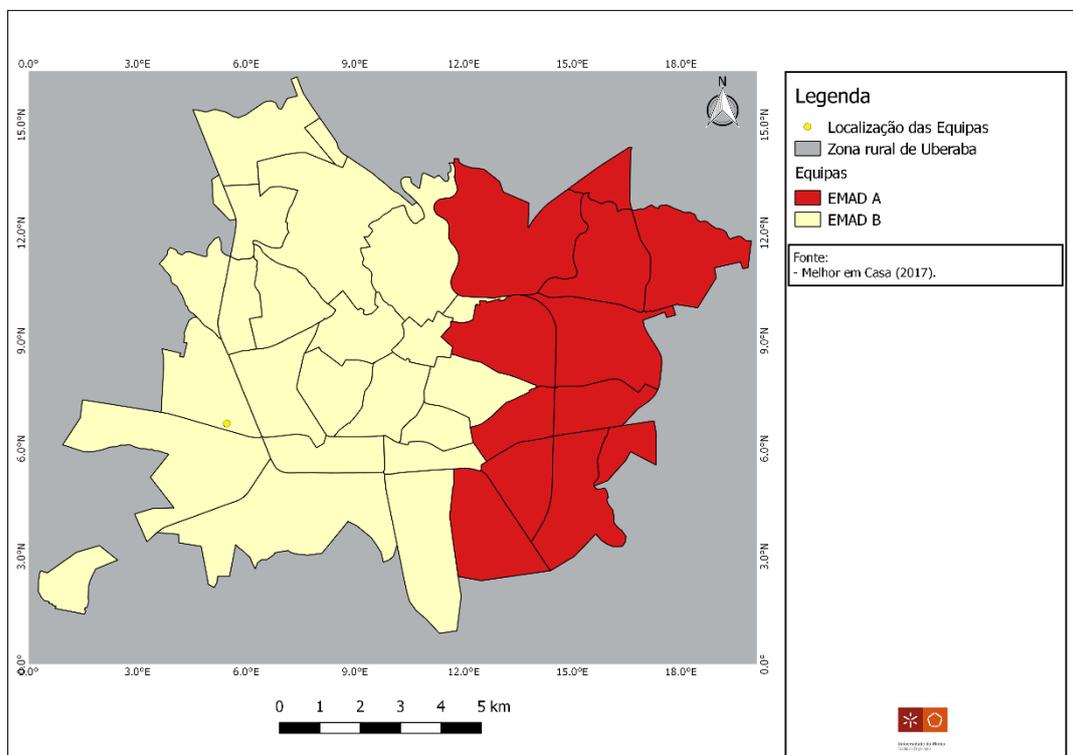


Figura 97 - Cenário 1 na cidade de Uberaba.

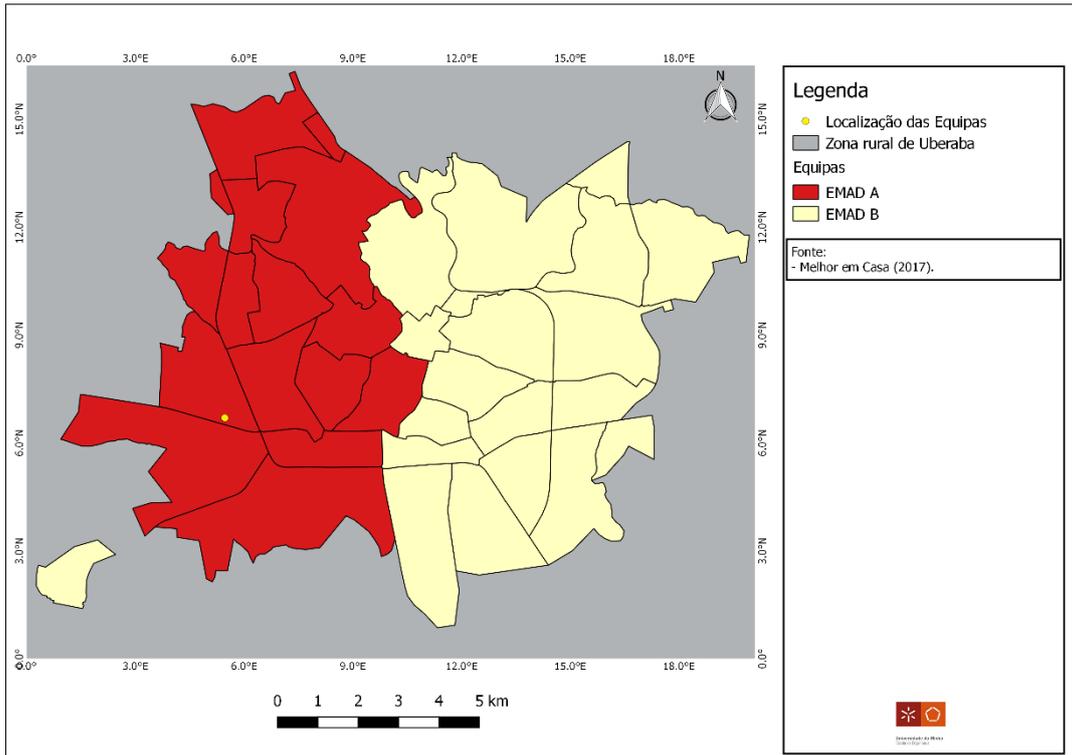


Figura 98 - Cenário 2 na cidade de Uberaba.

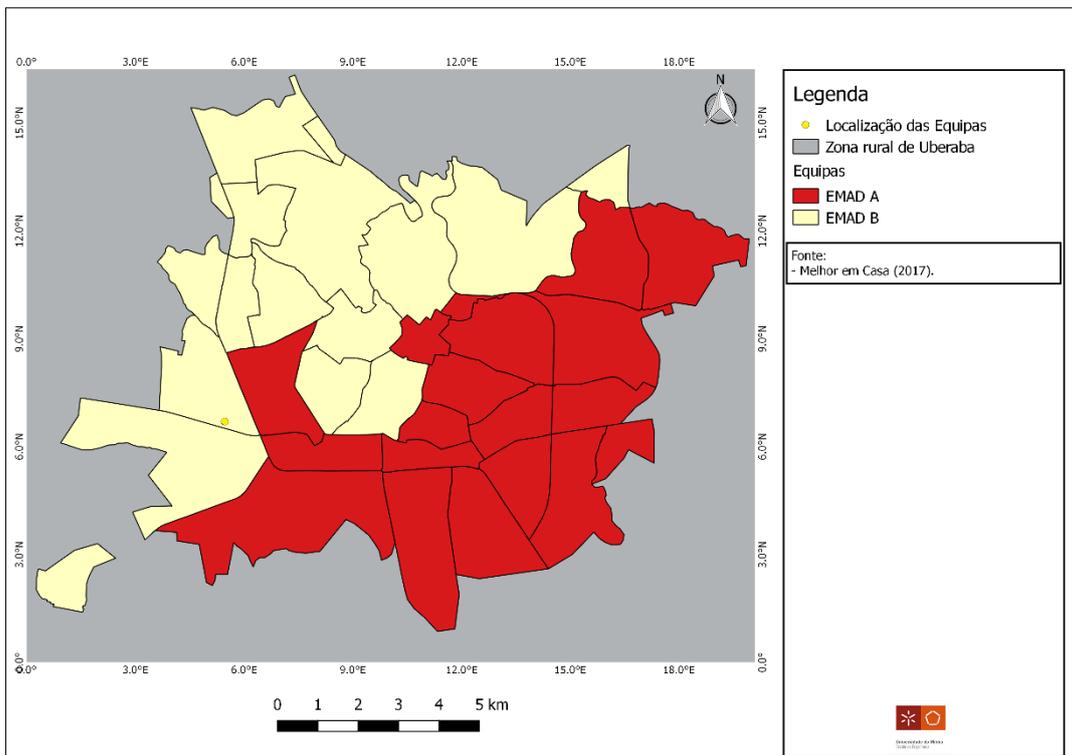


Figura 99 - Cenário 3 na cidade de Uberaba.

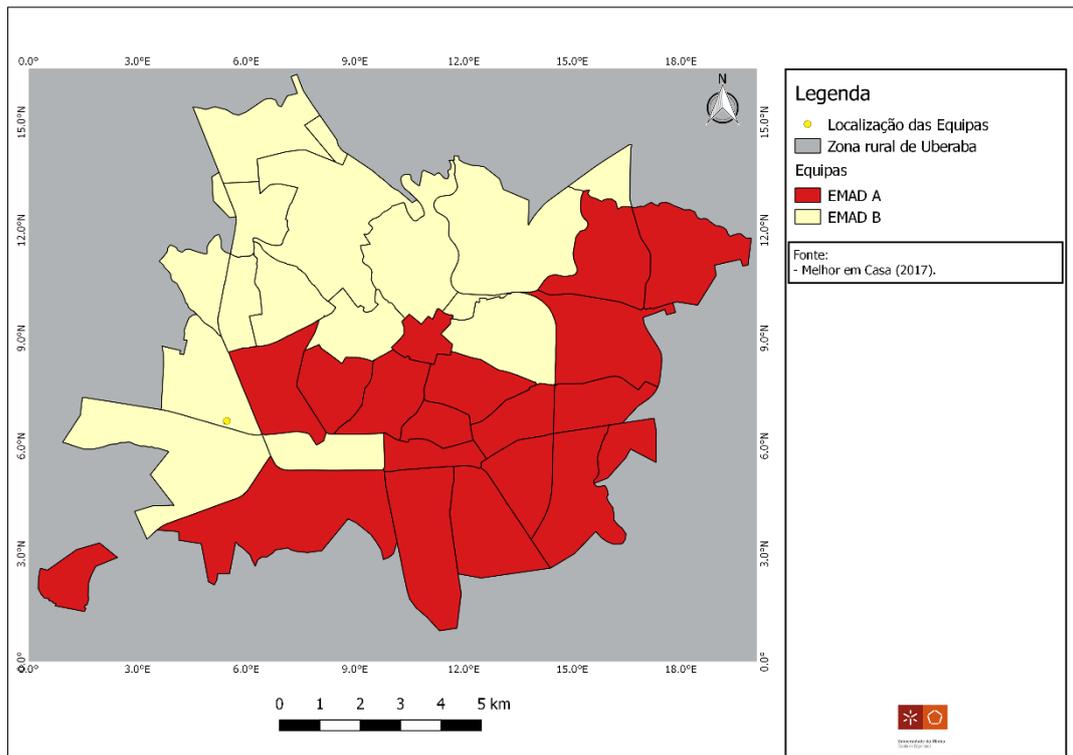


Figura 100 - Cenário 4 na cidade de Uberaba.

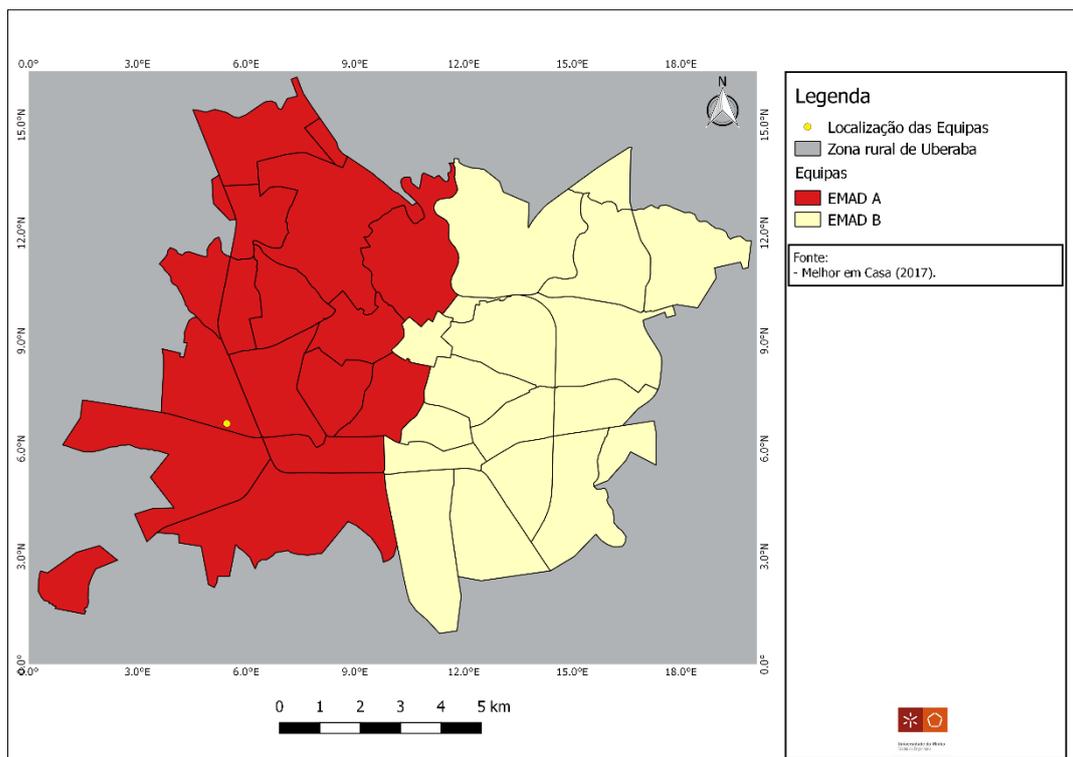


Figura 101 - Cenário 5 na cidade de Uberaba.

XII – Planos de zonamento na cidade de Uberlândia

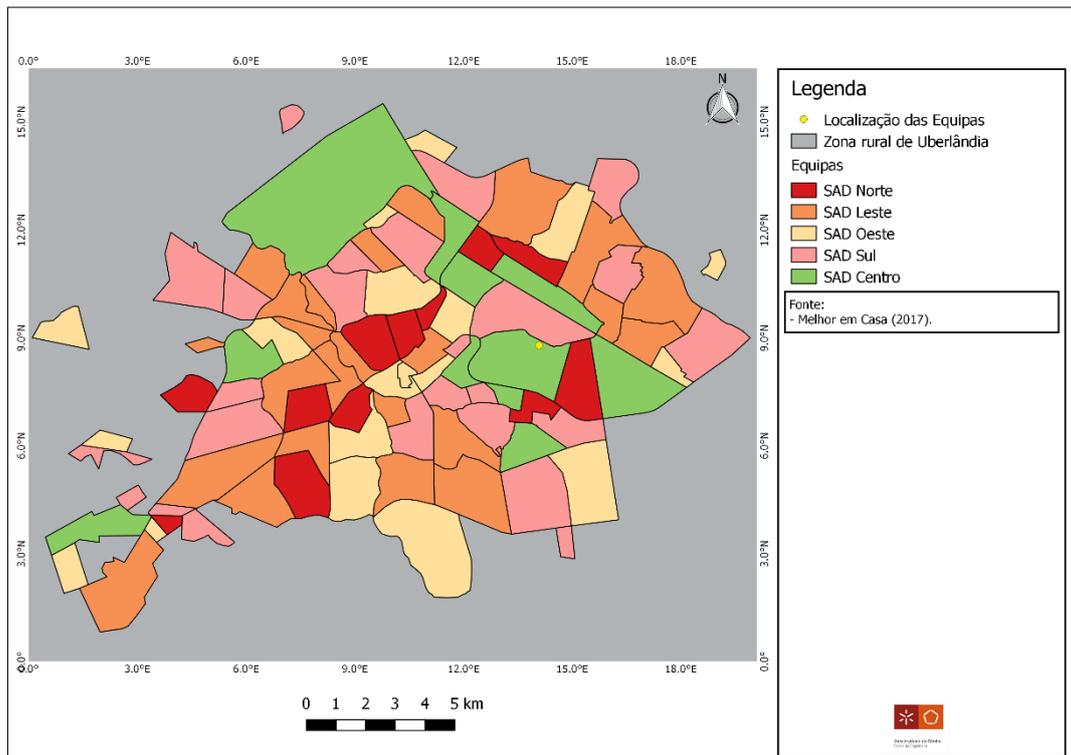


Figura 102 - Cenário 1 (sem contiguidade) na cidade de Uberlândia.

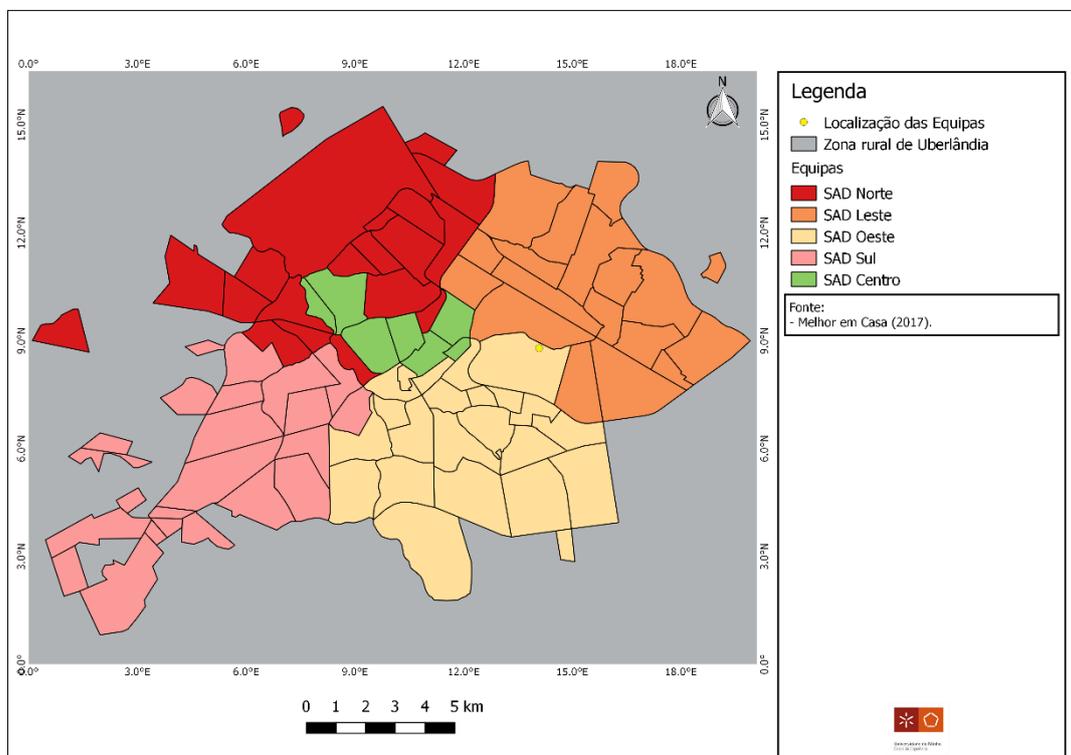


Figura 103 - Cenário 1 na cidade de Uberlândia.

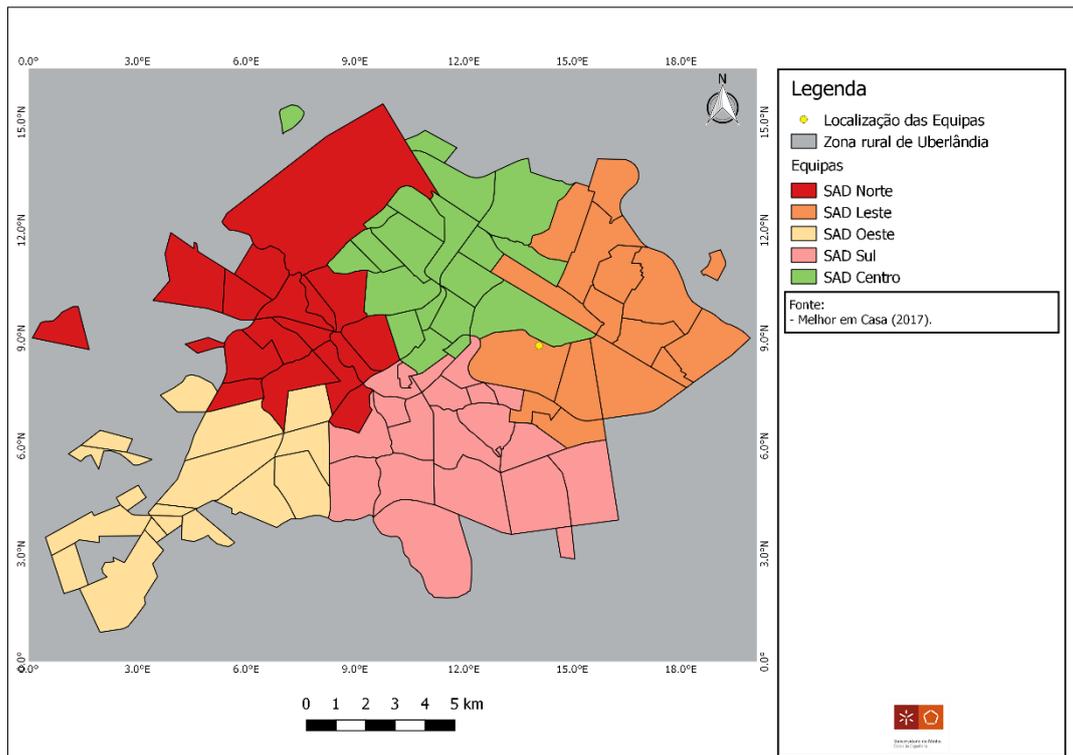


Figura 104 - Cenário 2 na cidade de Uberlândia.

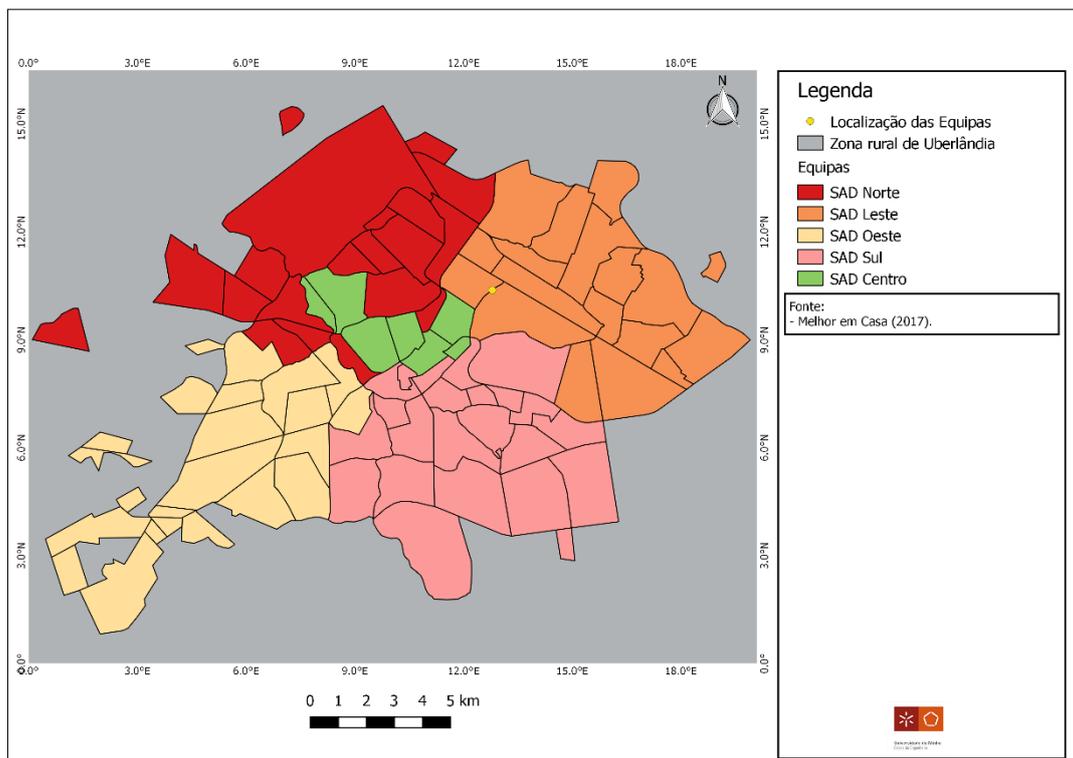


Figura 105 - Cenário 3 (sem contiguidade) na cidade de Uberlândia.

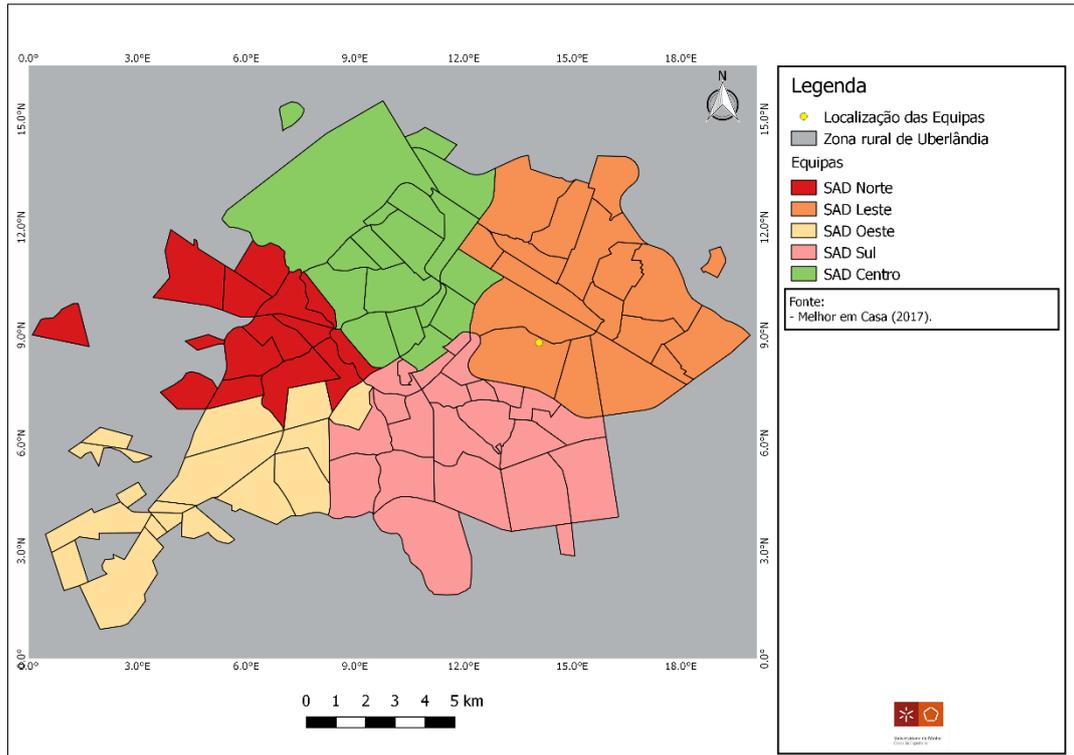


Figura 106 - Cenário 3 na cidade de Uberlândia.

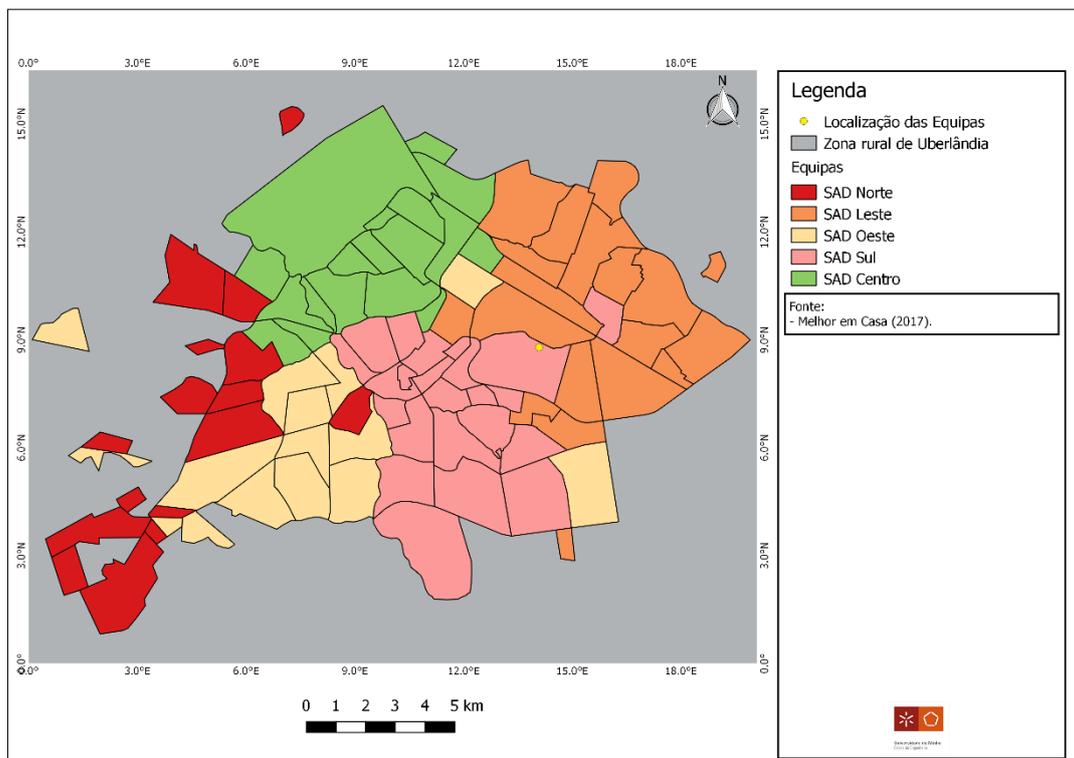


Figura 107 - Cenário 4 (sem contiguidade) na cidade de Uberlândia.

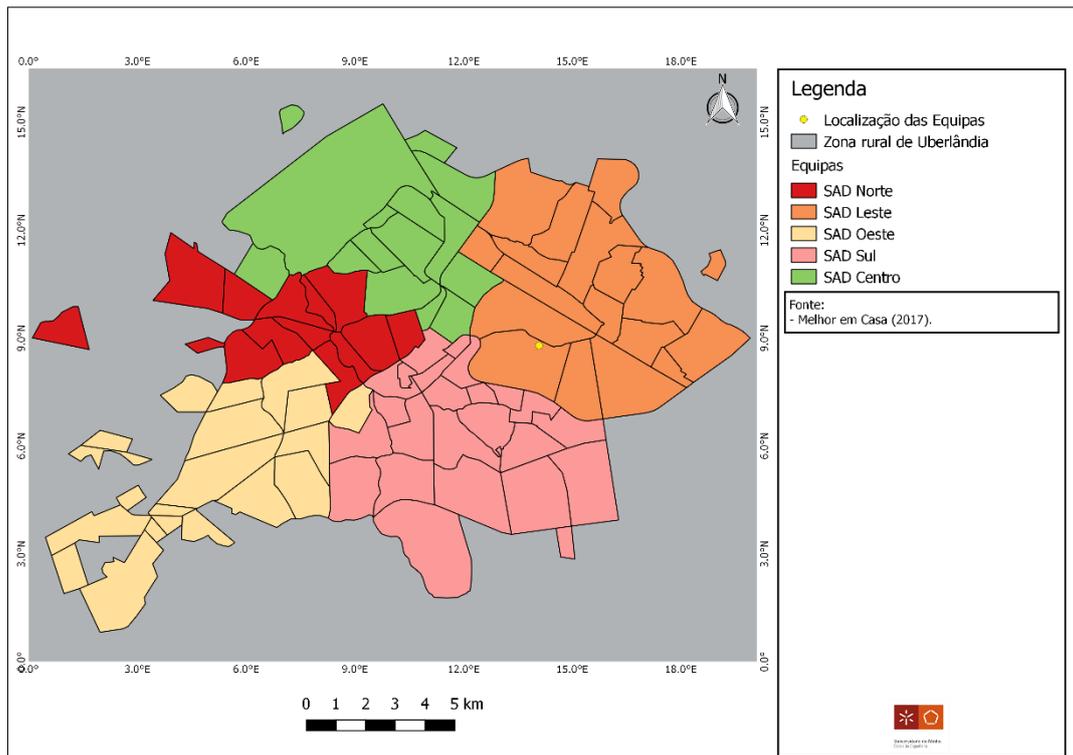


Figura 108 - Cenário 4 na cidade de Uberlândia.

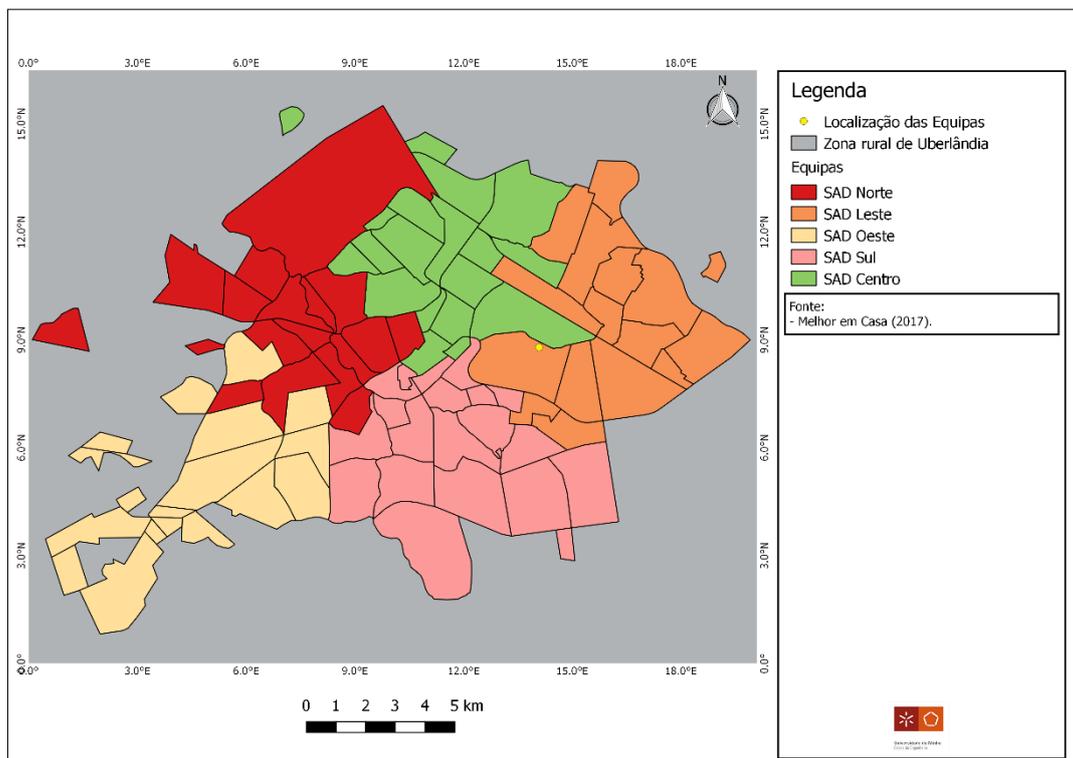


Figura 109 - Cenário 5 (sem contiguidade) na cidade de Uberlândia.

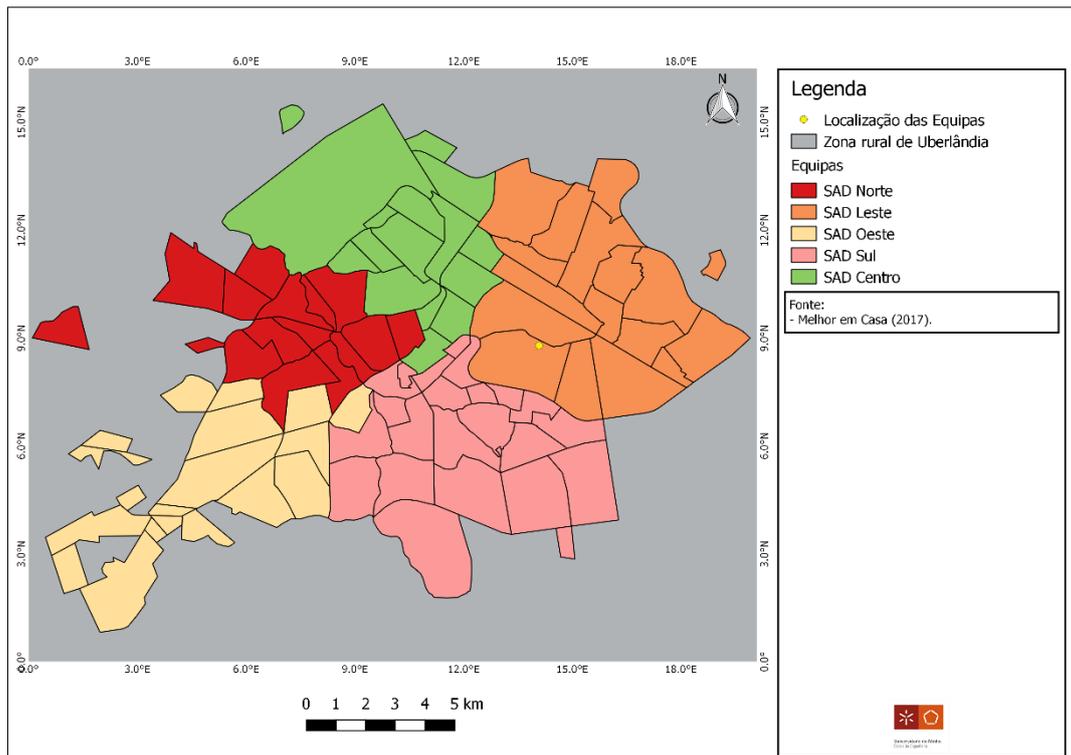


Figura 110 - Cenário 5 na cidade de Uberlândia.

XIII – Resultados da análise de sensibilidade (aumento no número de zonas)

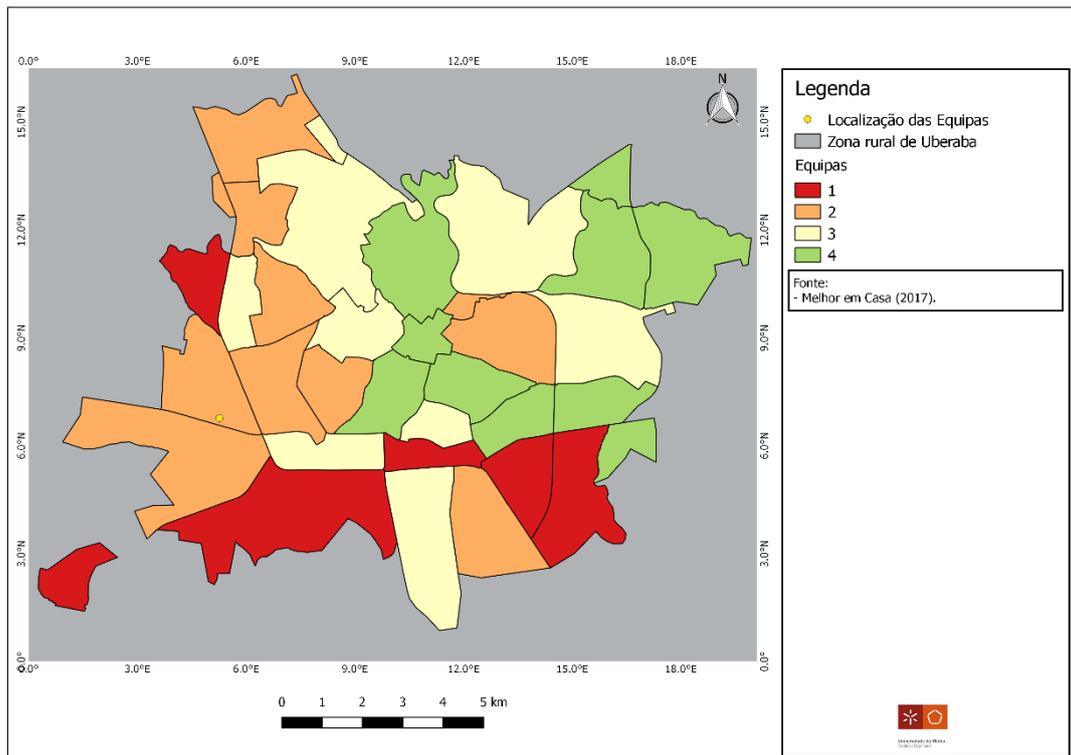


Figura 111 - Cenário 1 (4 zonas).

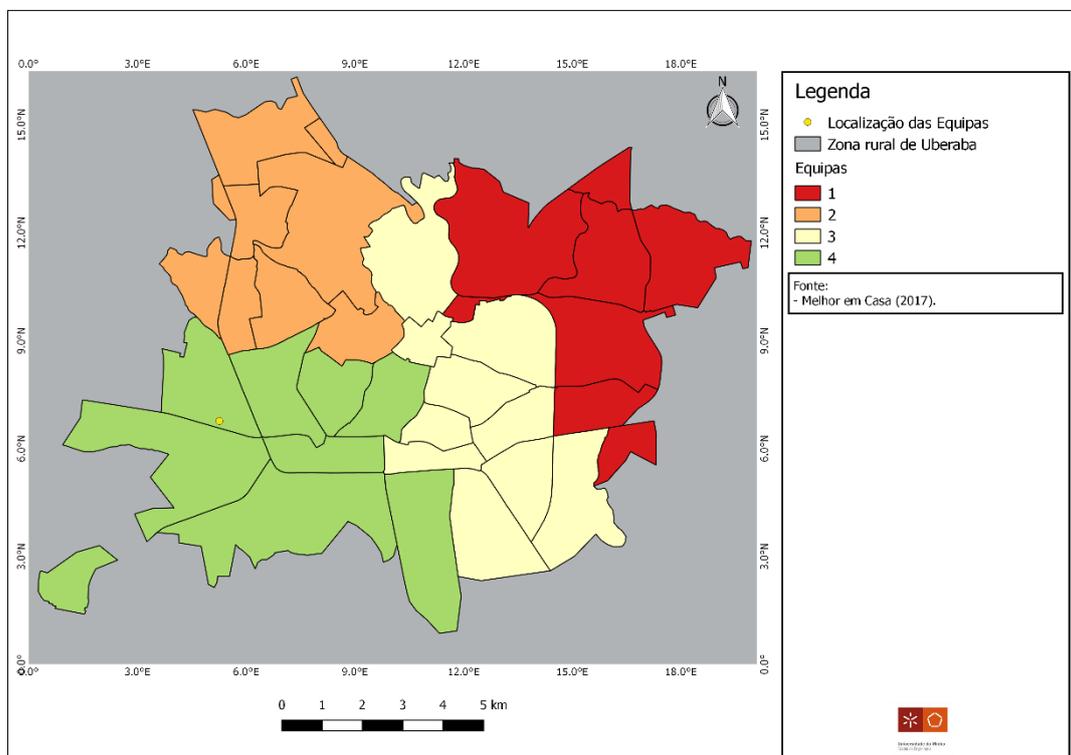


Figura 112 - Cenário 2 (4 zonas).

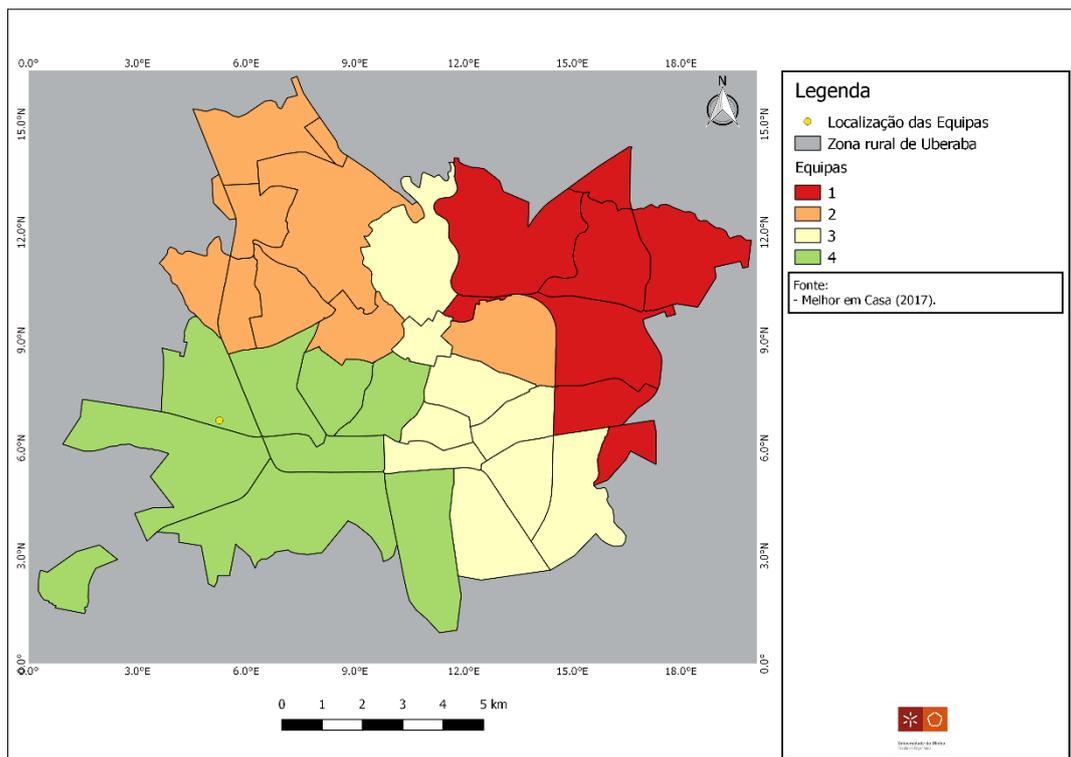


Figura 113 - Cenário 3 (4 zonas).

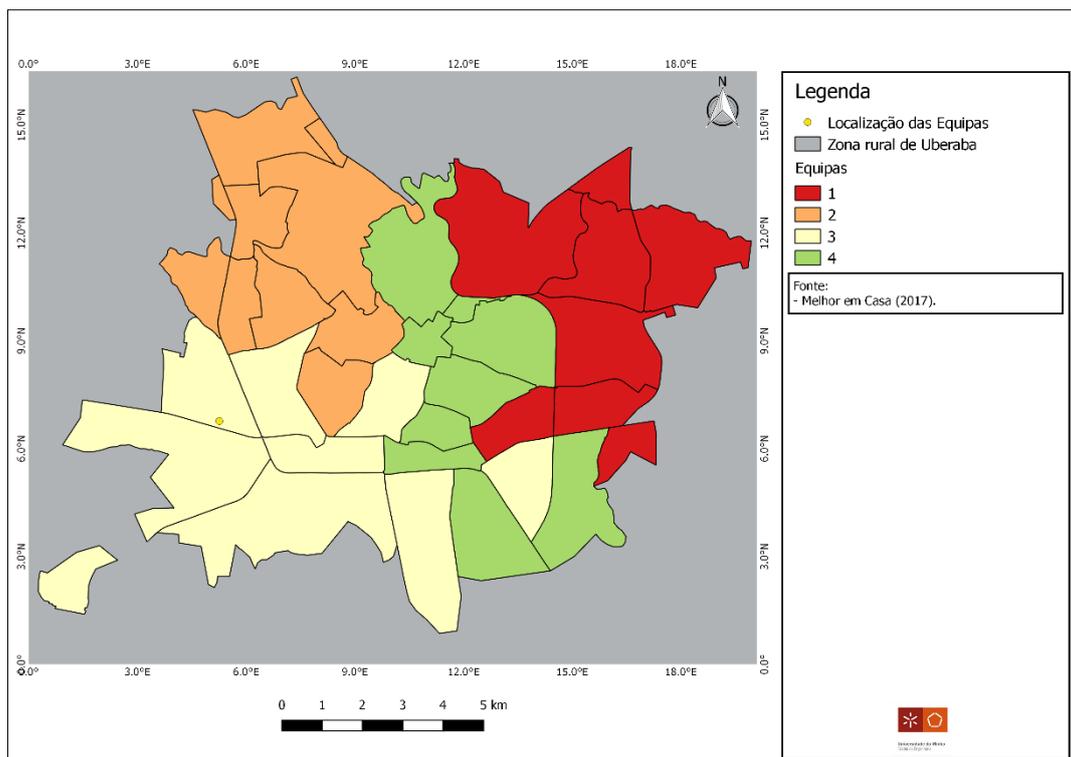


Figura 114 - Cenário 4 (4 zonas).

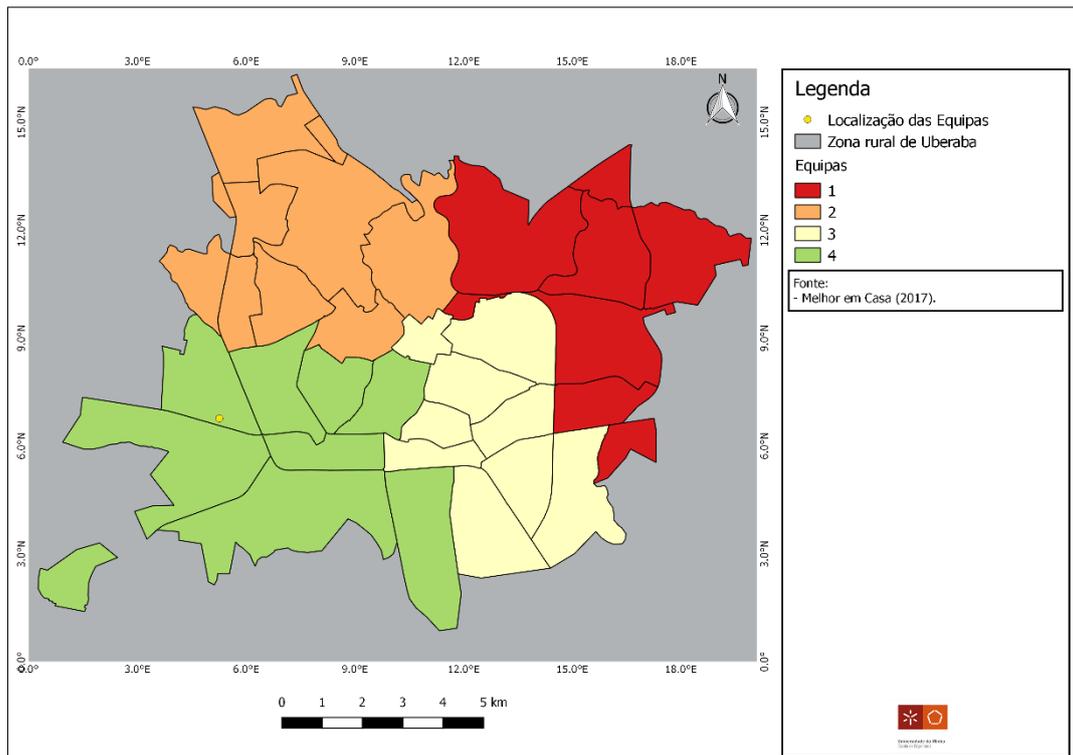


Figura 115 - Cenário 5 (4 zonas).

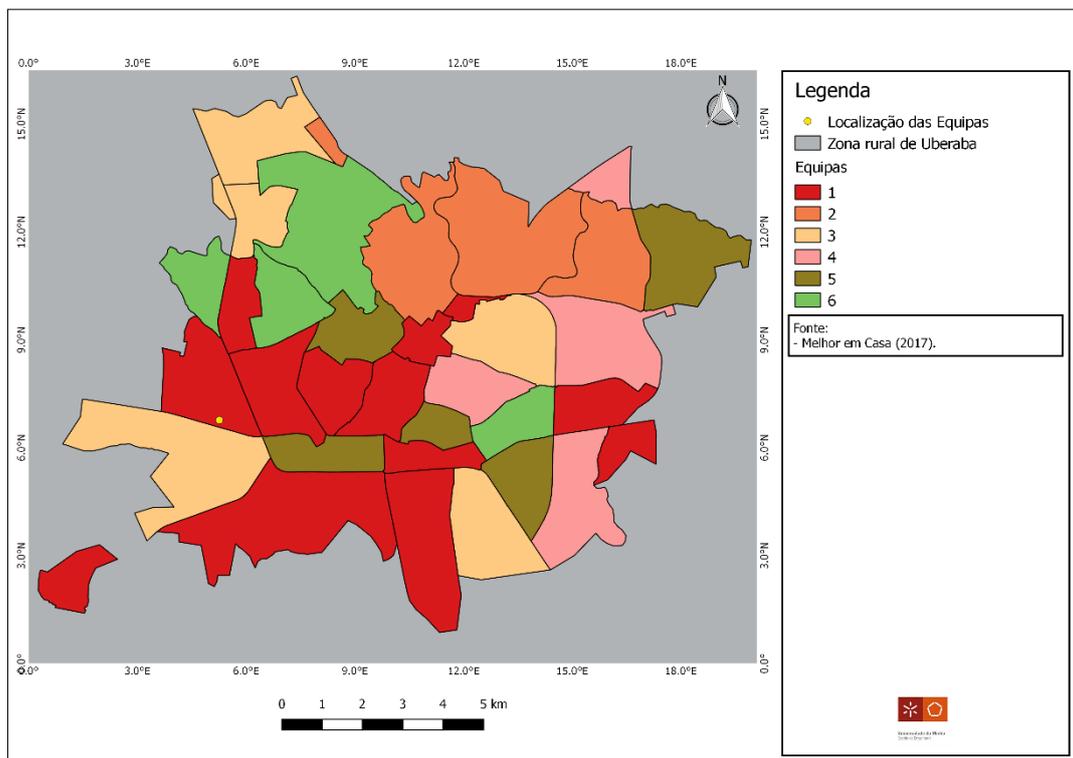


Figura 116 - Cenário 1 (6 zonas).

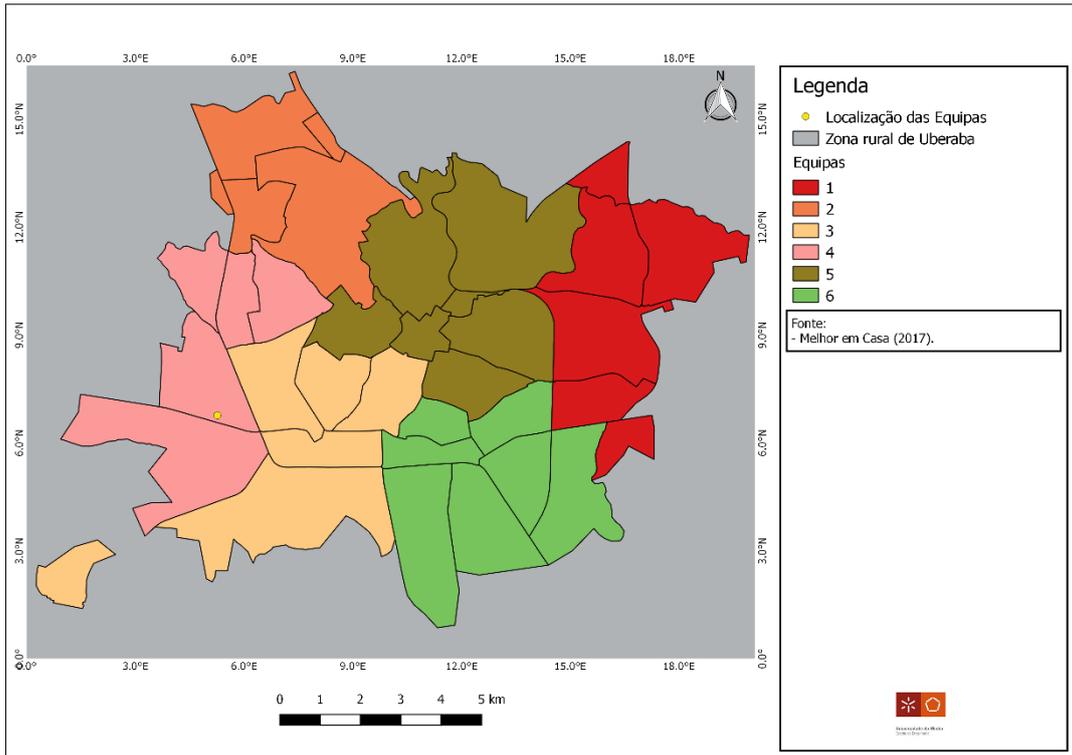


Figura 117 - Cenário 2 (6 zonas).

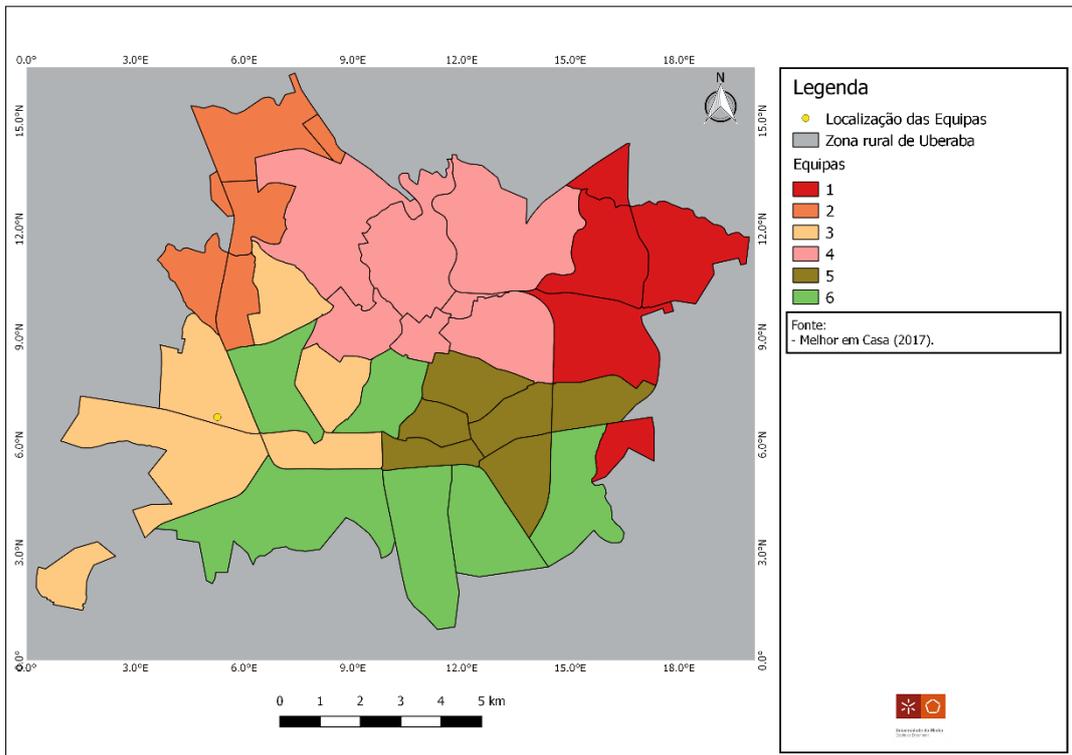


Figura 118 - Cenário 3 (6 zonas).

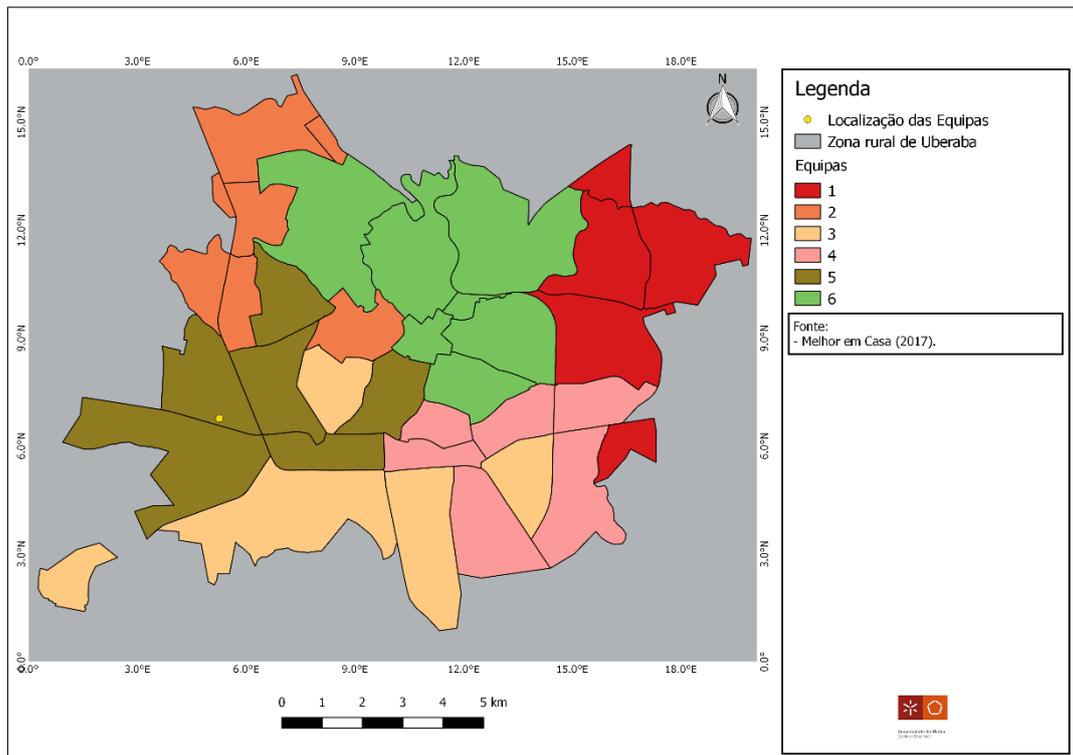


Figura 119 - Cenário 4 (6 zonas).

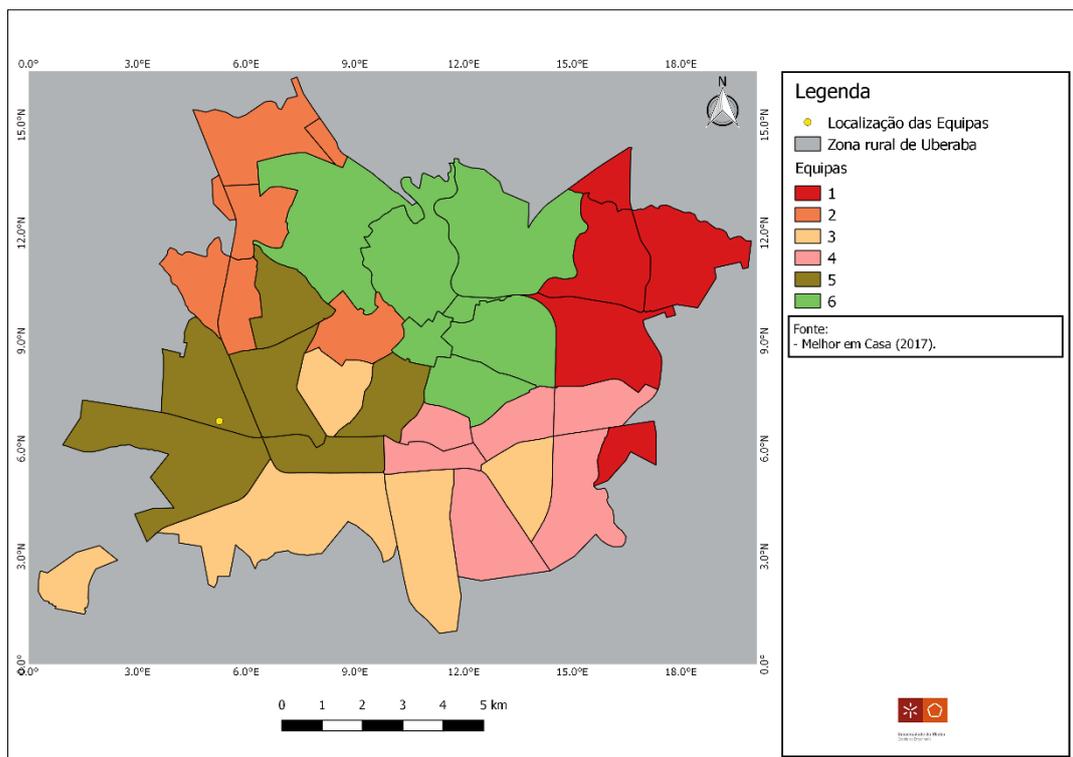


Figura 120 - Cenário 5 (6 zonas).

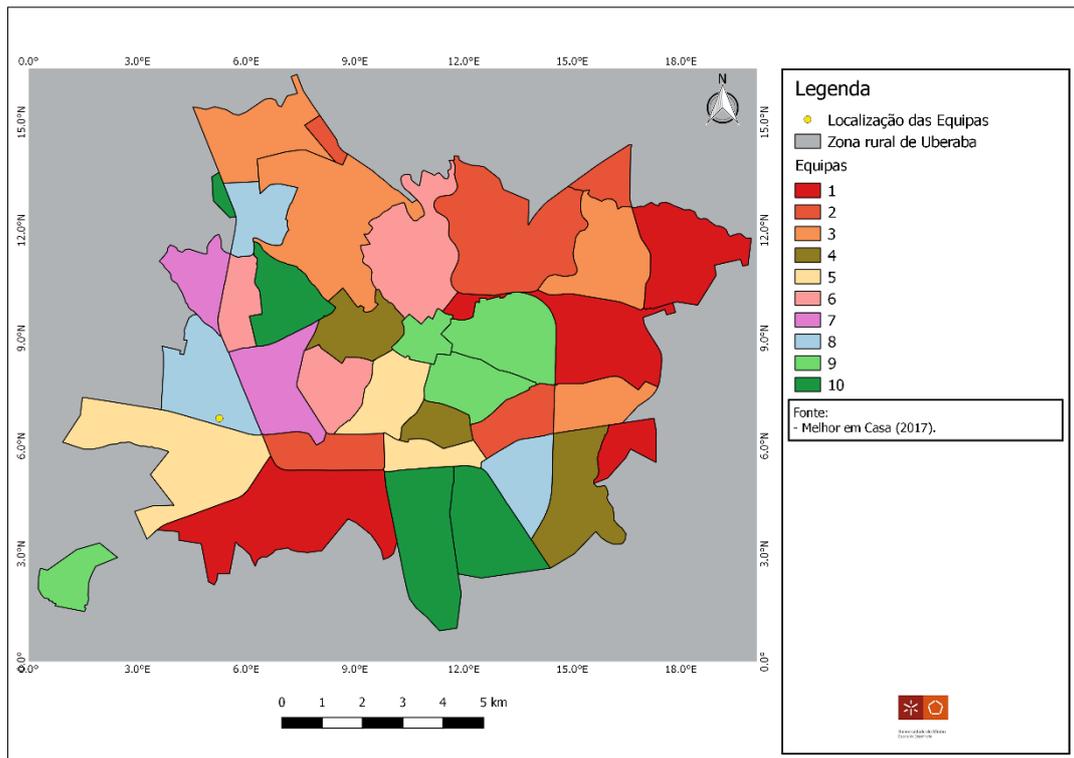


Figura 121 - Cenário 1 (10 zonas).

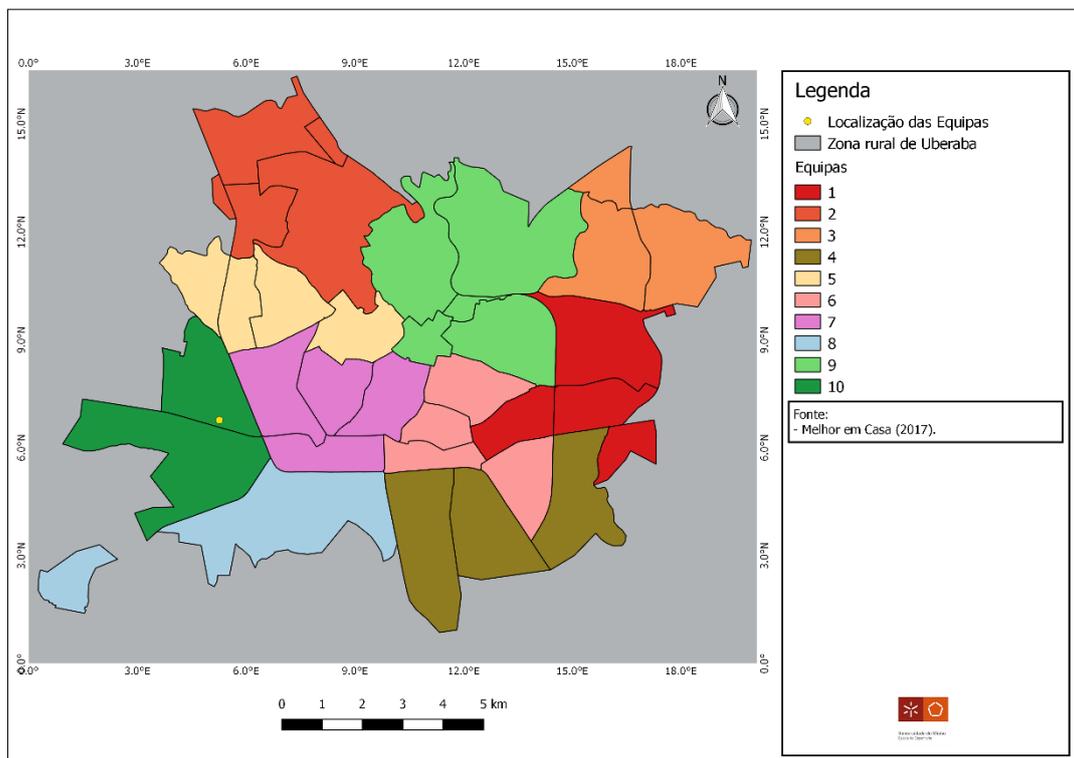


Figura 122 - Cenário 2 (10 zonas).

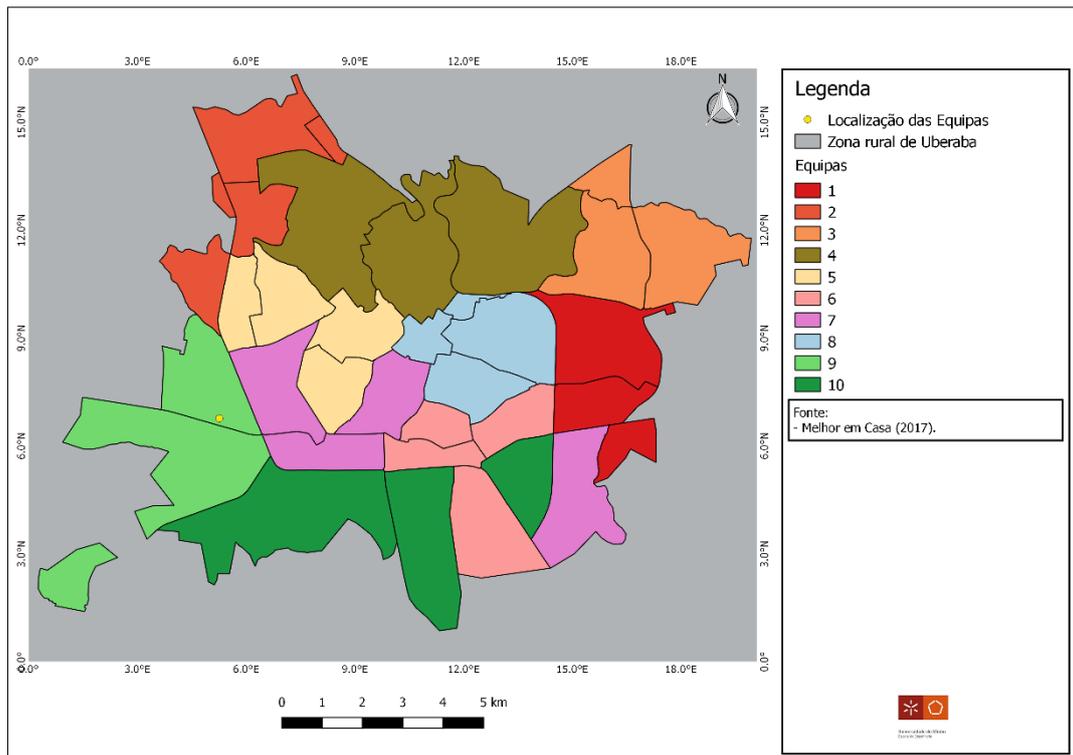


Figura 123 - Cenário 3 (10 zonas).

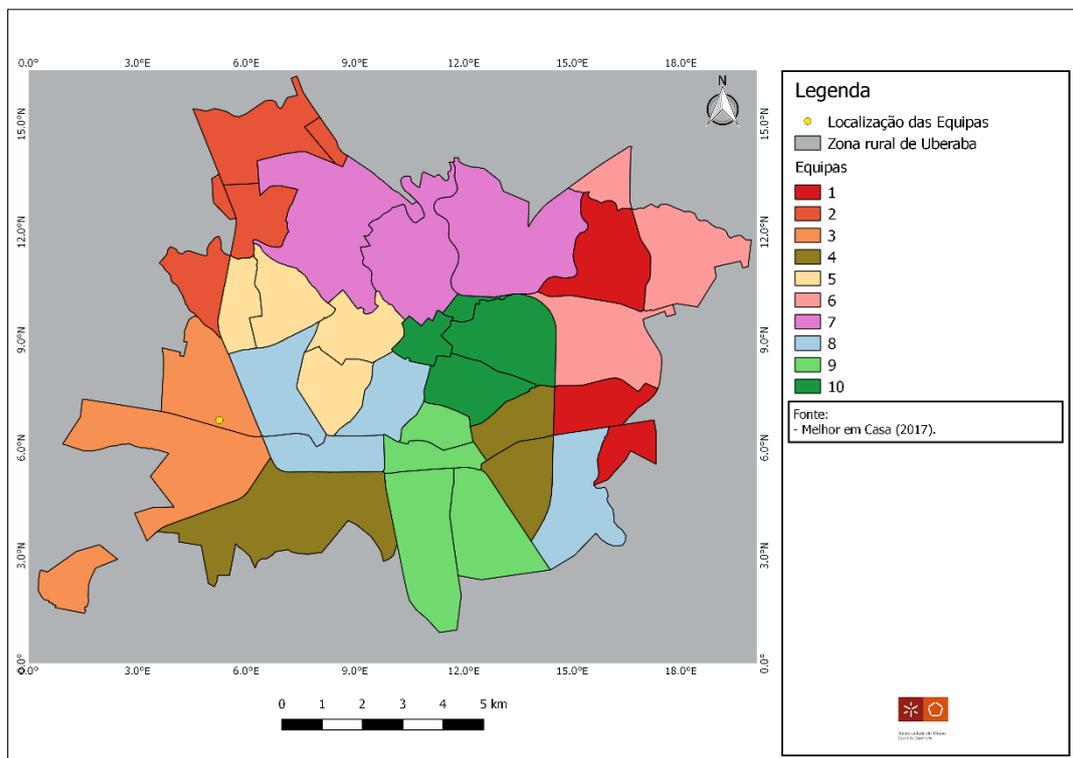


Figura 124 - Cenário 4 (10 zonas).

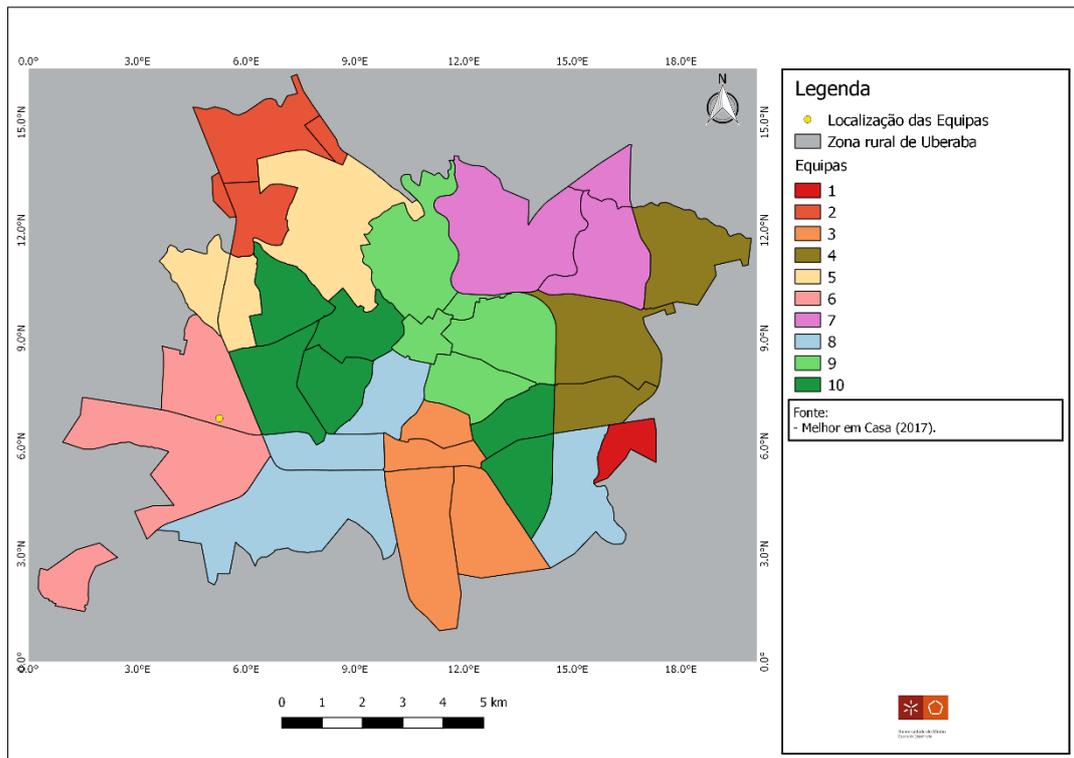


Figura 125 - Cenário 5 (10 zonas).

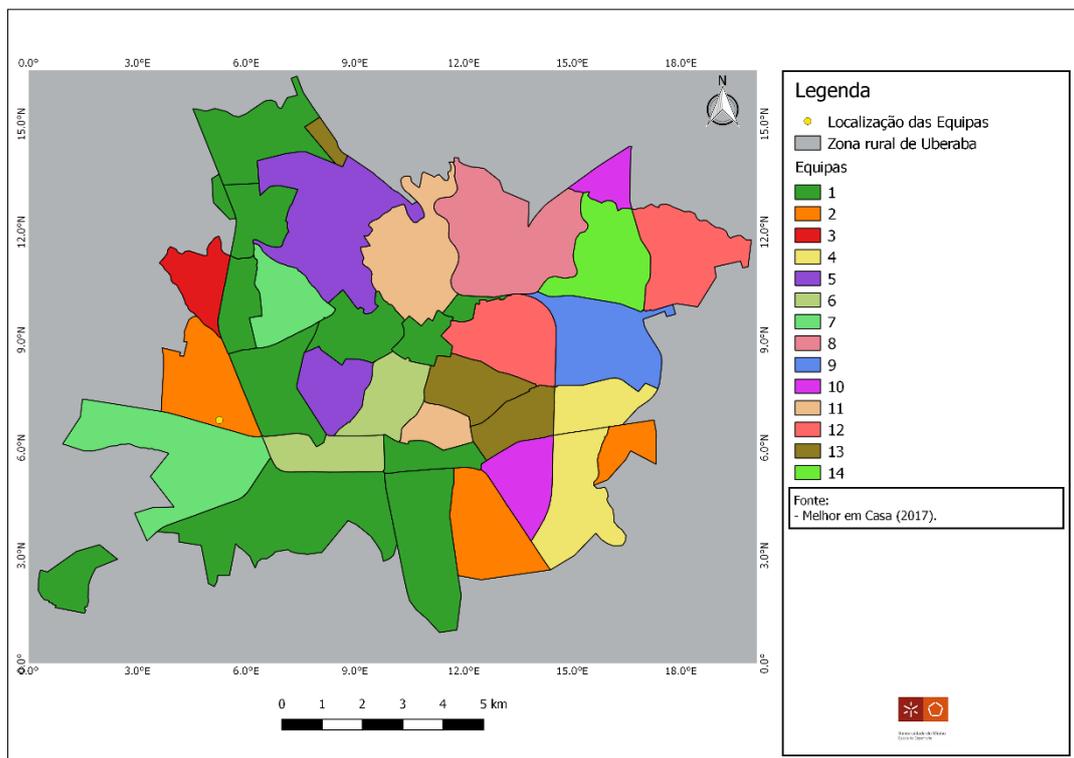


Figura 126 - Cenário 1 (14 zonas).

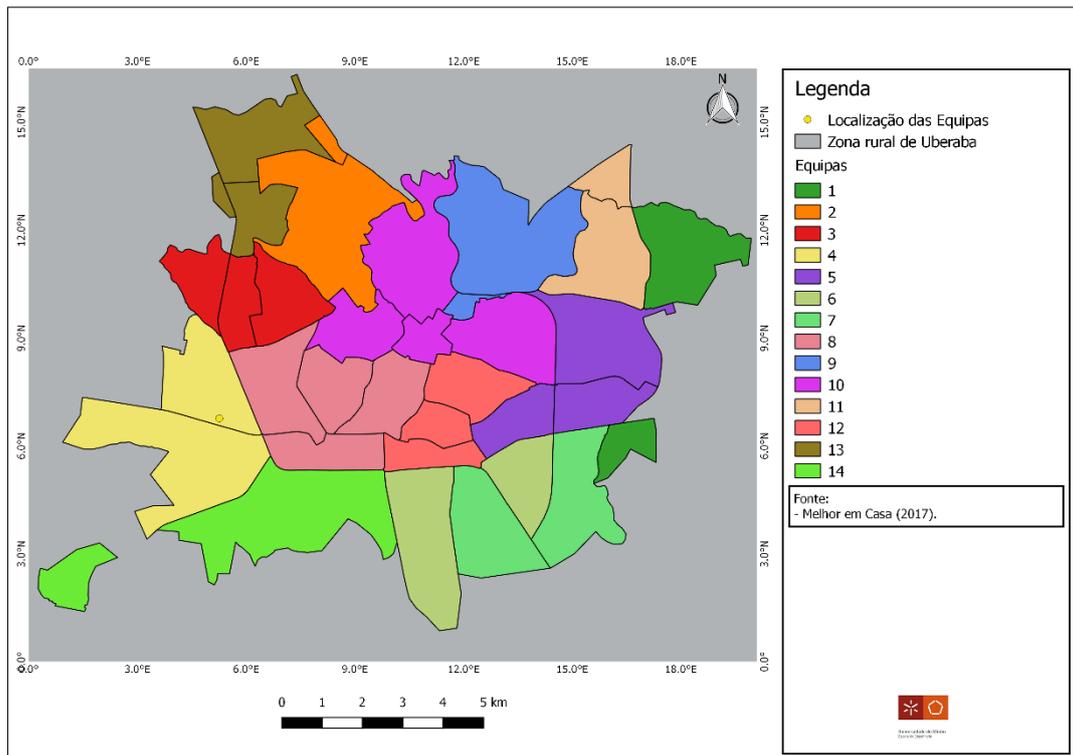


Figura 127 - Cenário 2 (14 zonas).

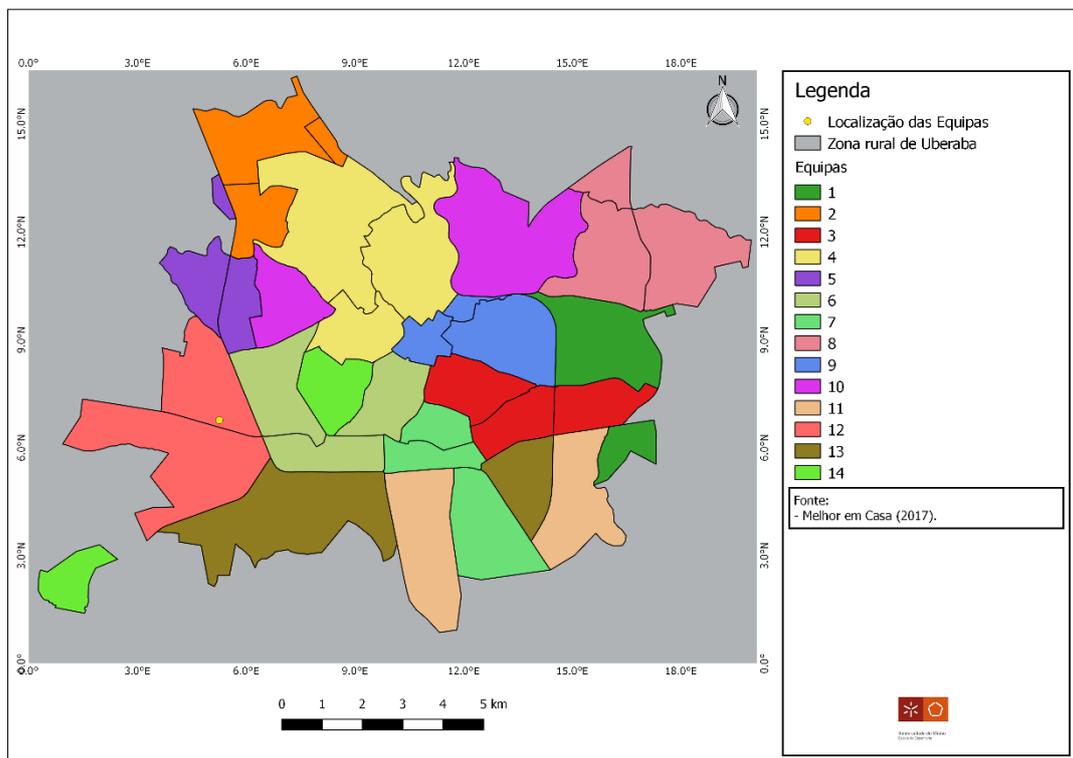


Figura 128 - Cenário 3 (14 zonas).

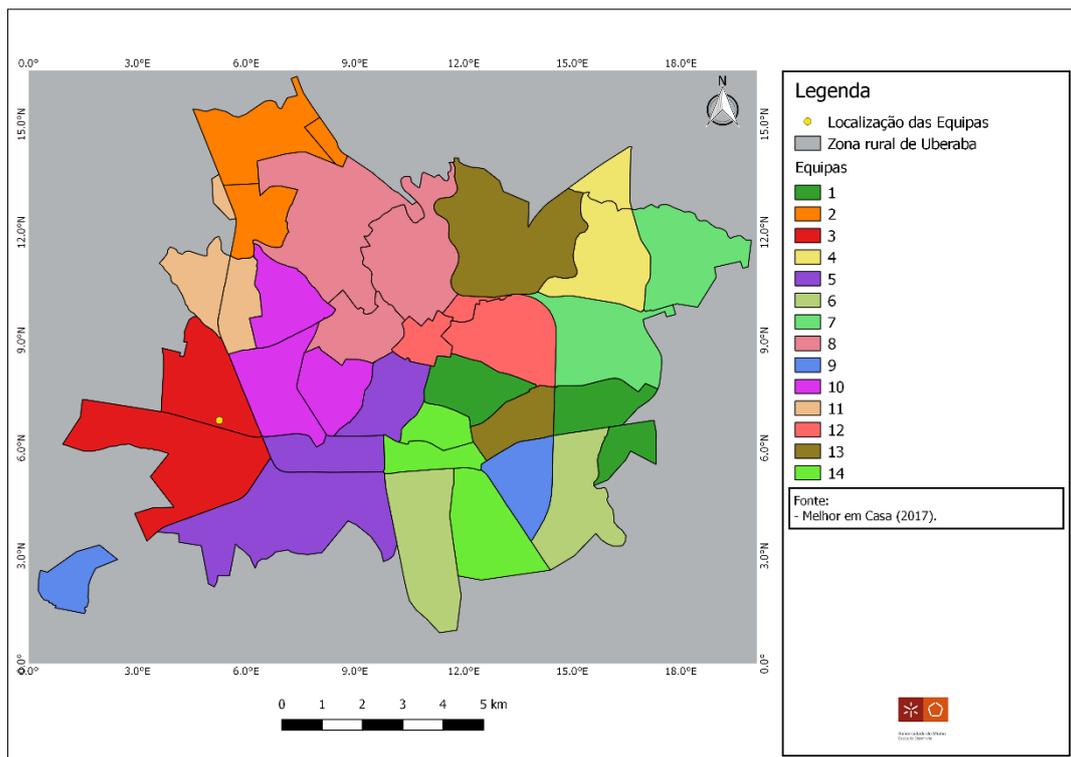


Figura 129 - Cenário 4 (14 zonas).

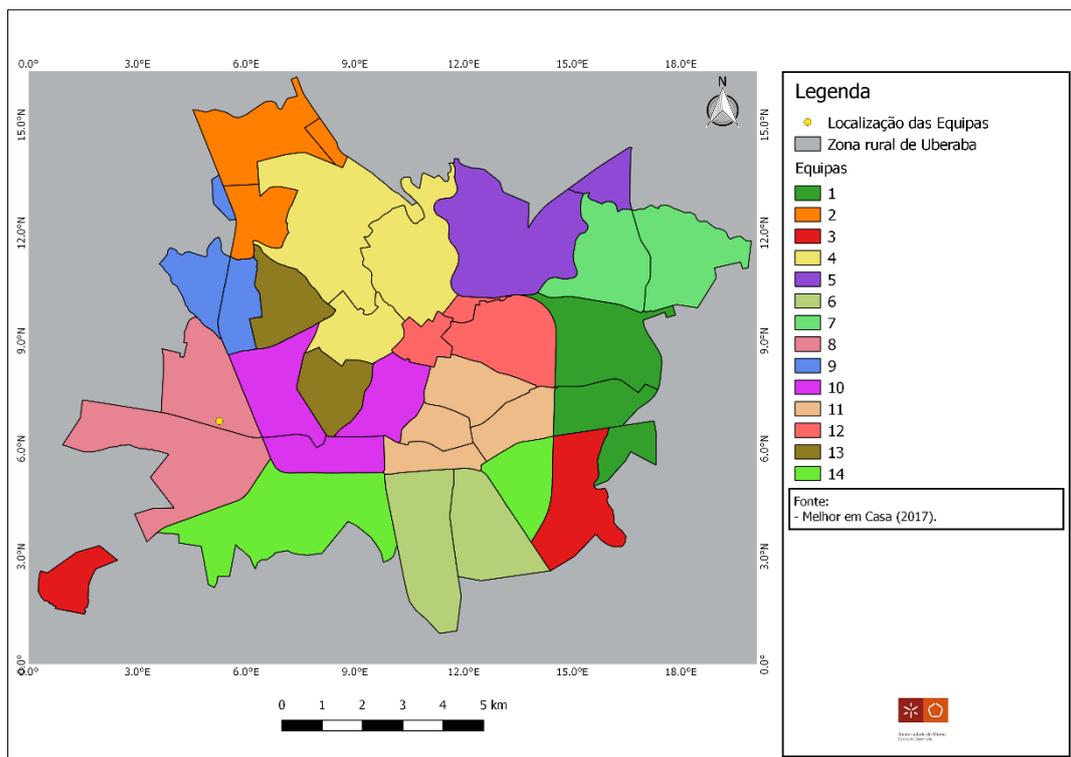


Figura 130 - Cenário 5 (14 zonas).

XIV – Resultados da análise de sensibilidade (contiguidade)

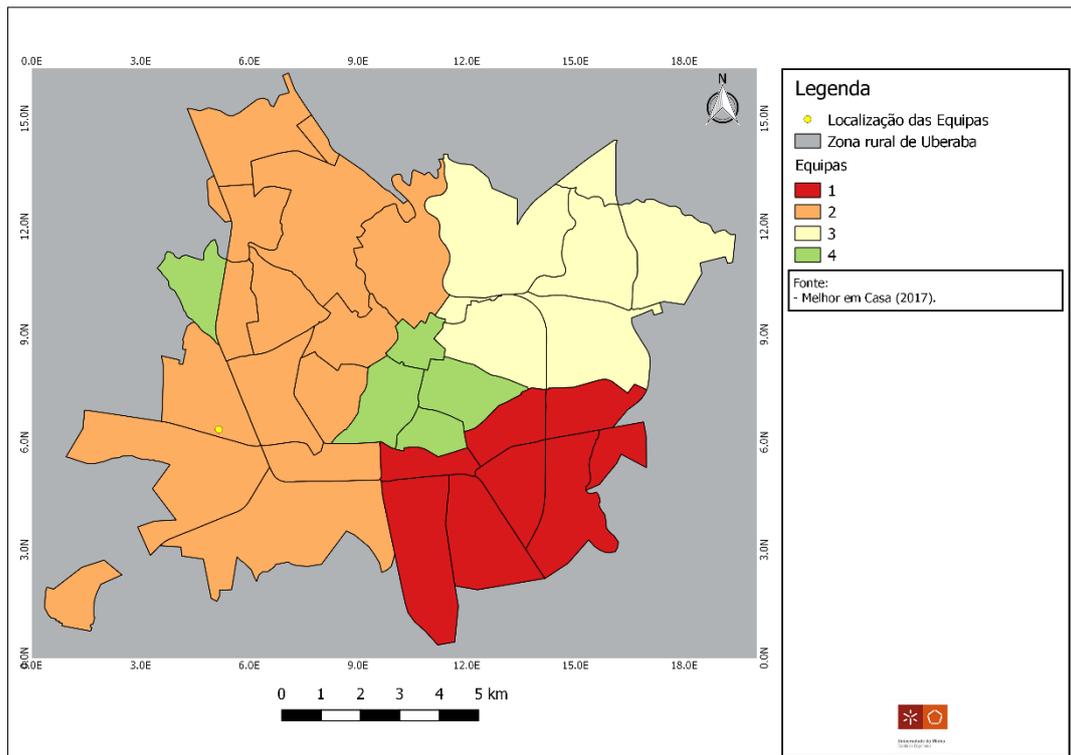


Figura 131 - Cenário 1 e peso 0,5 (4 zonas).

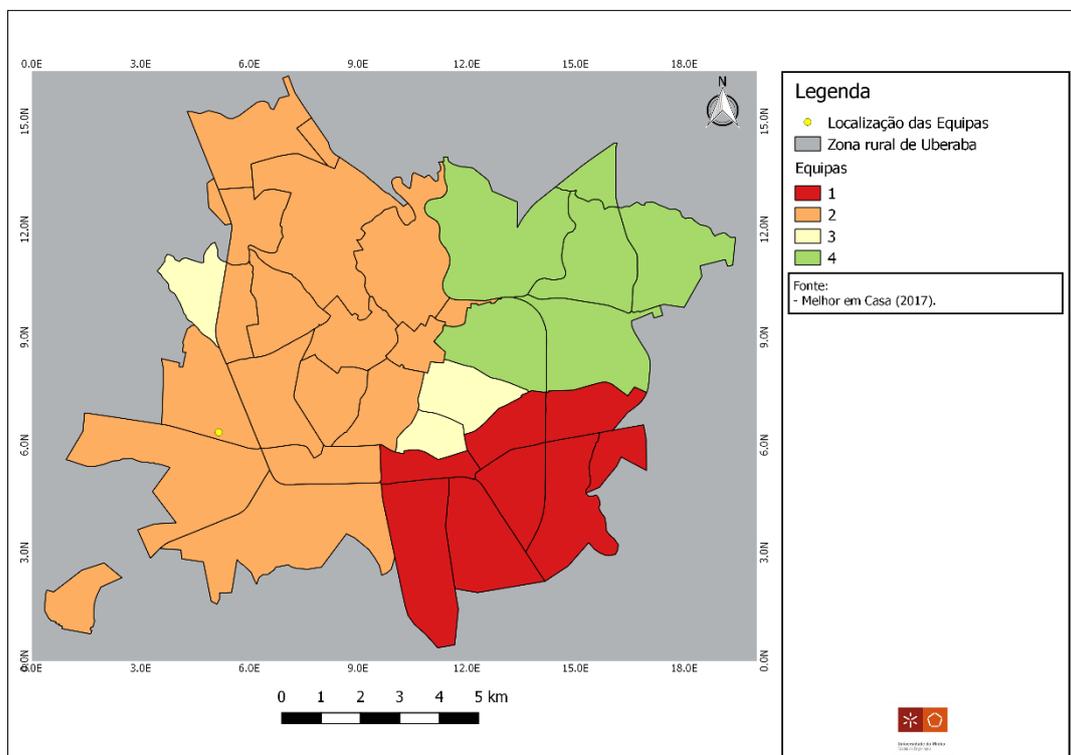


Figura 132 - Cenário 1 e peso 1 (4 zonas).

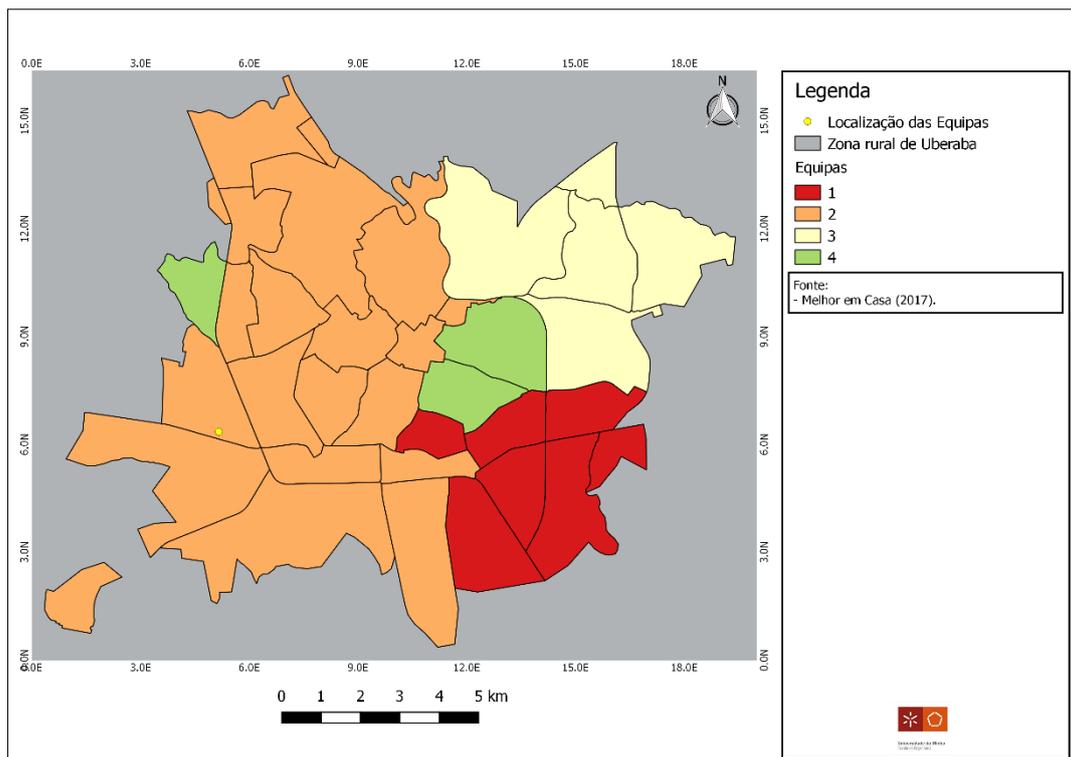


Figura 133 - Cenário 1 e peso 1,5 (4 zonas).

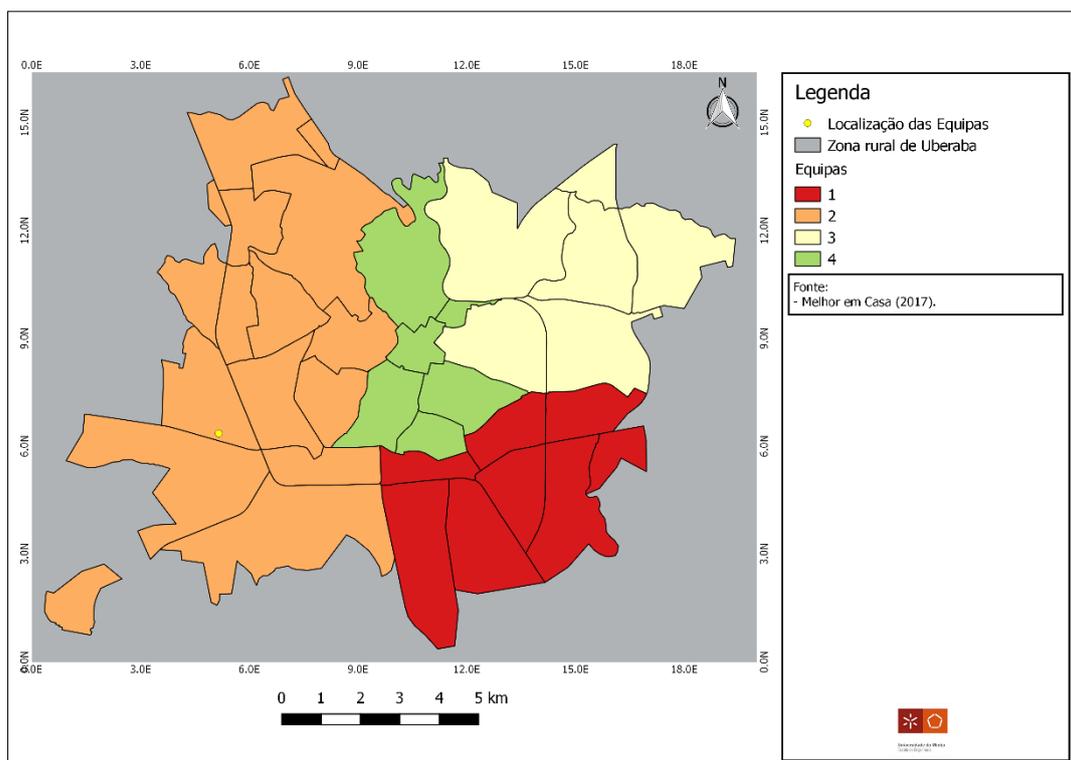


Figura 134 - Cenário 1 e peso 2 (4 zonas).

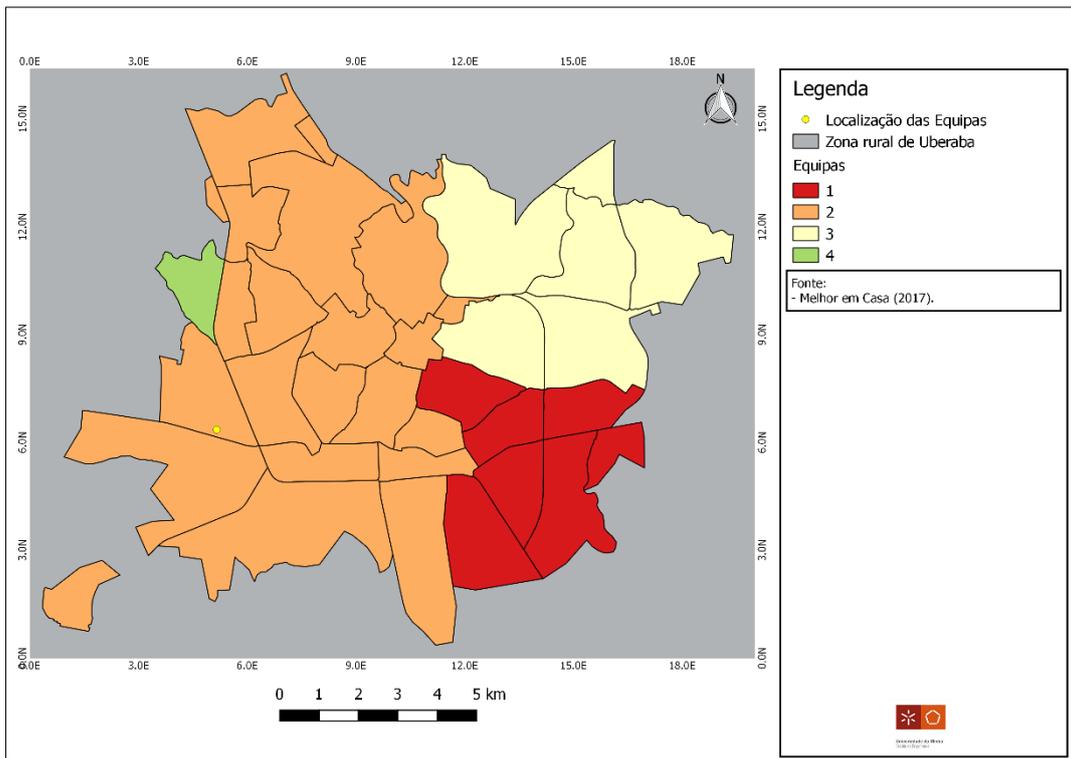


Figura 135 - Cenário 1 e peso 2,5 (4 zonas).

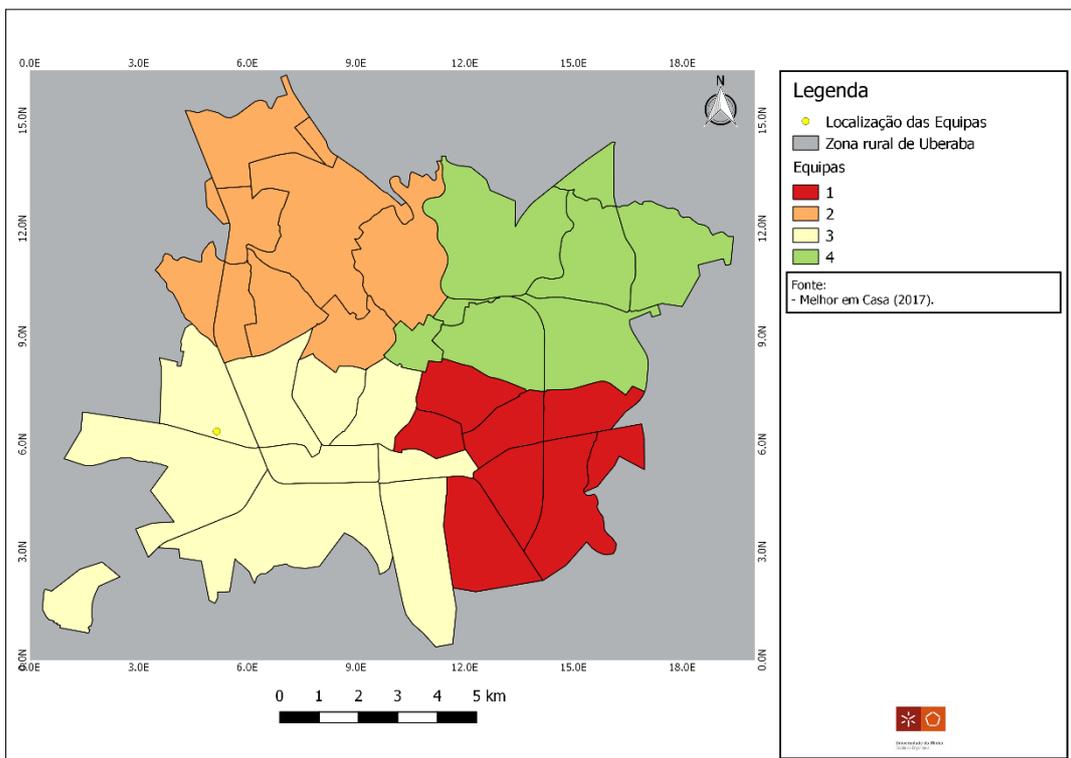


Figura 136 - Cenário 3 e peso 0,5 (4 zonas).

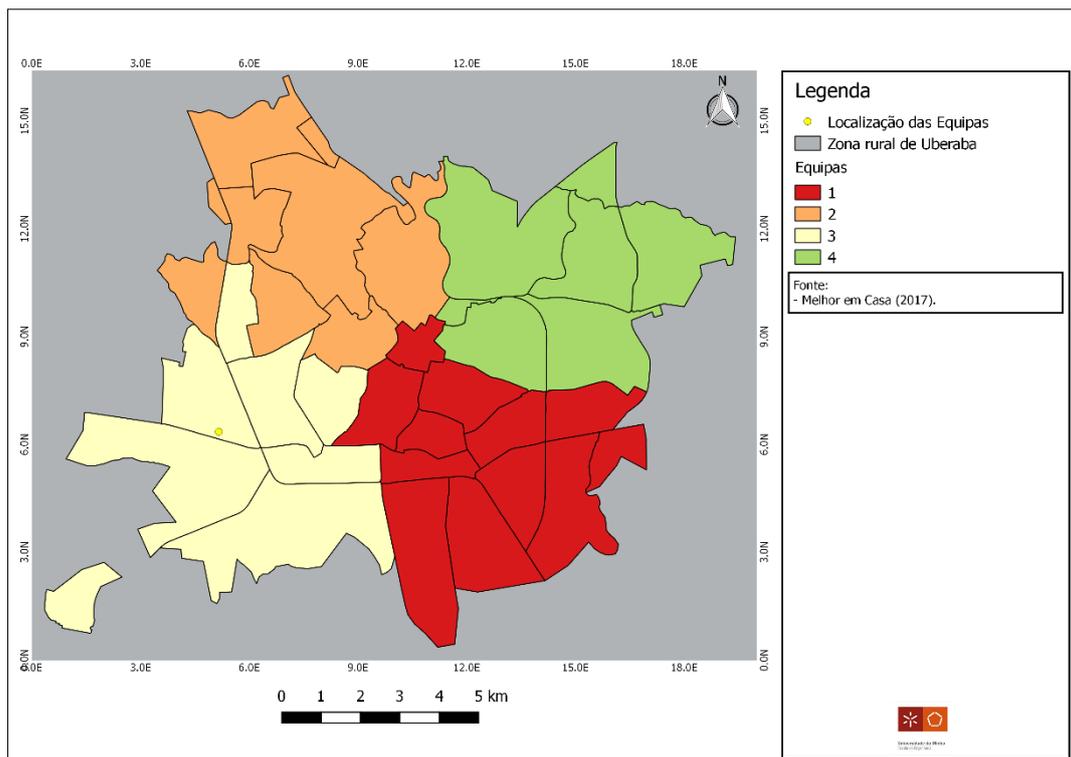


Figura 137 - Cenário 3 e peso 1 (4 zonas).

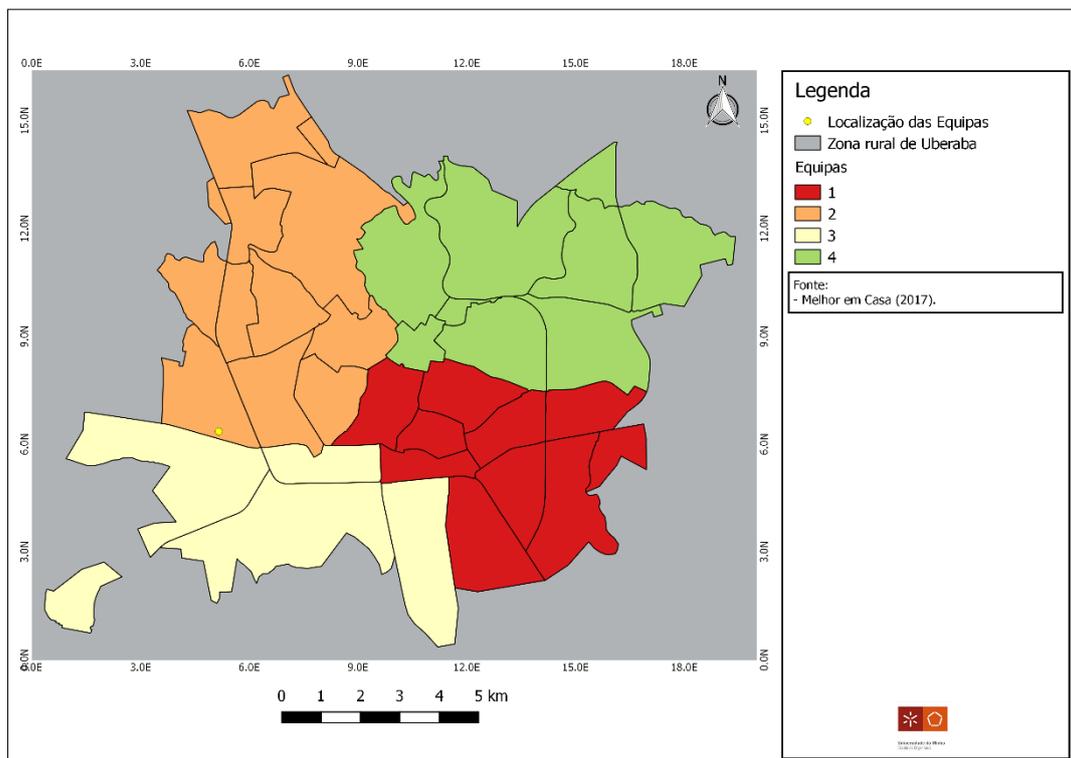


Figura 138 - Cenário 3 e peso 1,5 (4 zonas).

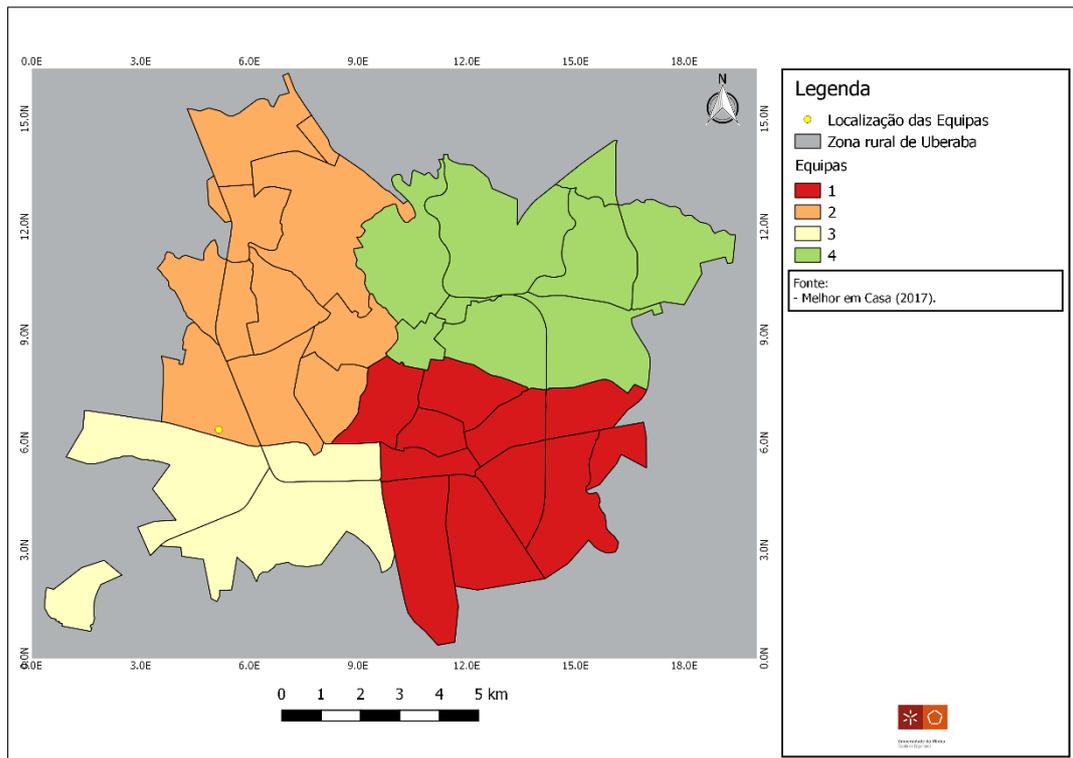


Figura 139 - Cenário 3 e peso 2 (4 zonas).

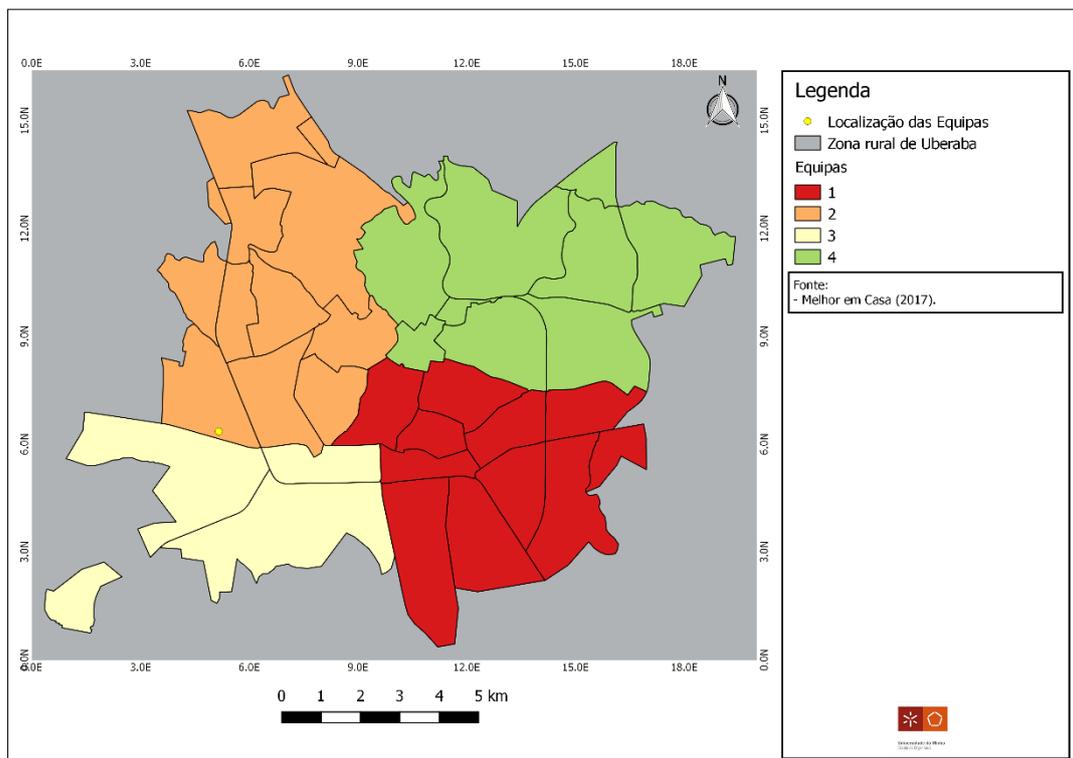


Figura 140 - Cenário 3 e peso 2,5 (4 zonas).

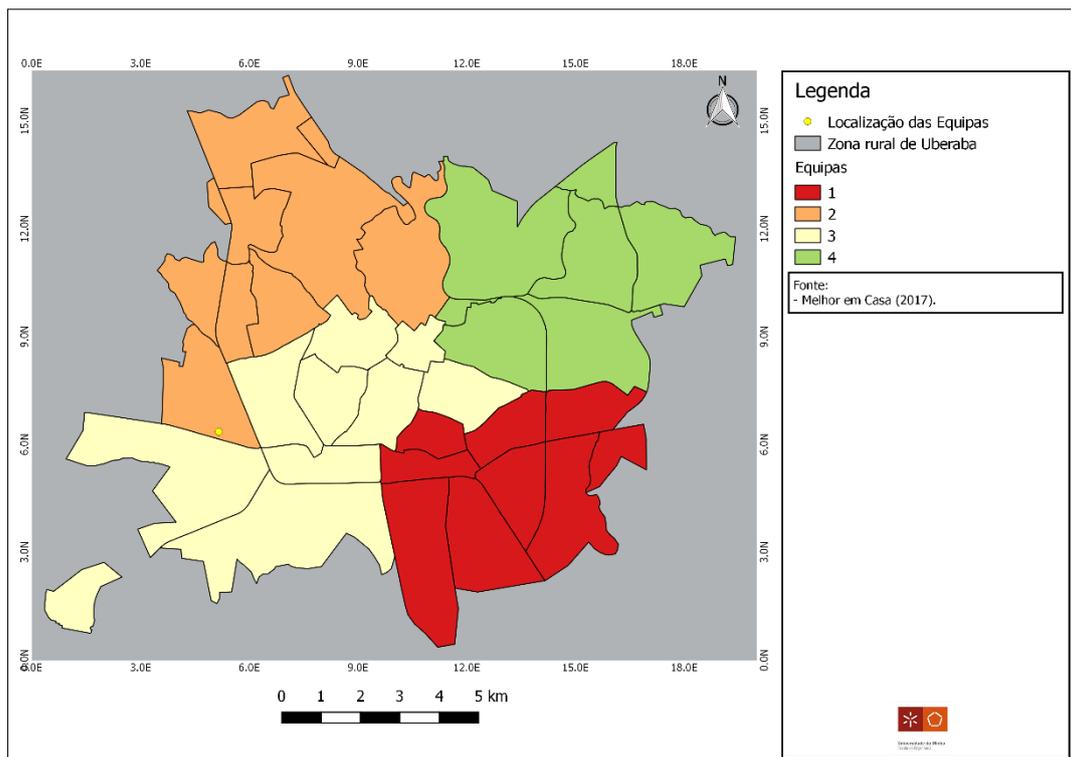


Figura 141 - Cenário 4 e peso 0,5 (4 zonas).

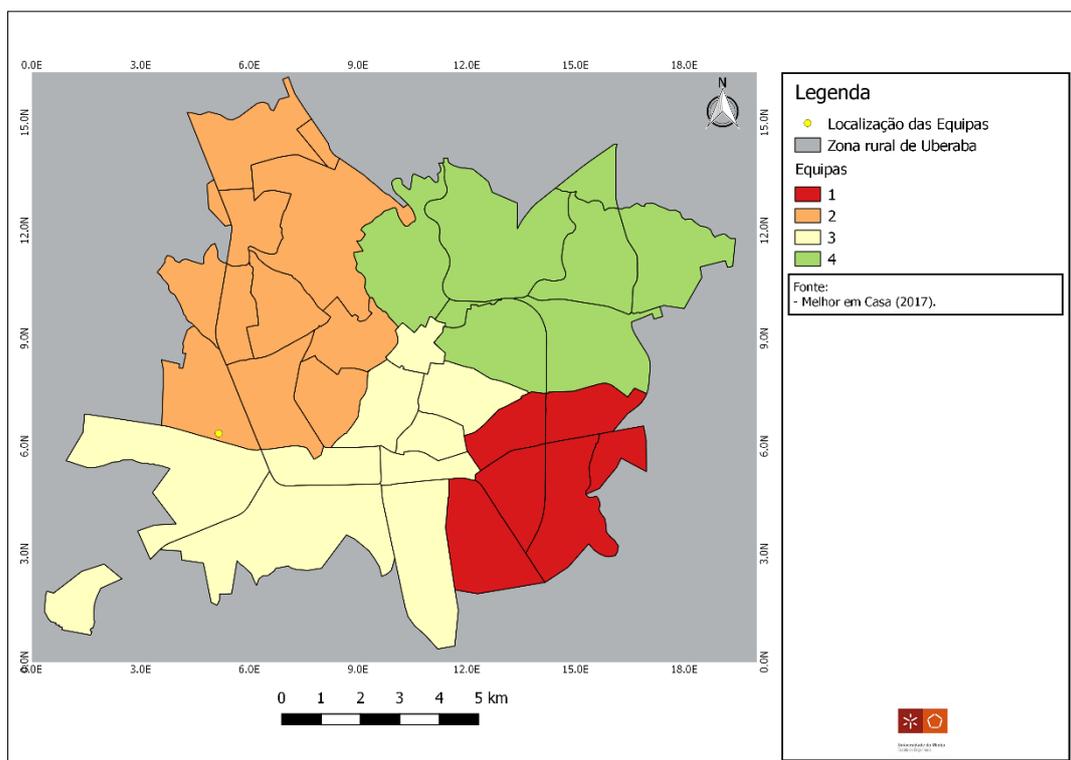


Figura 142 - Cenário 4 e peso 1 (4 zonas).

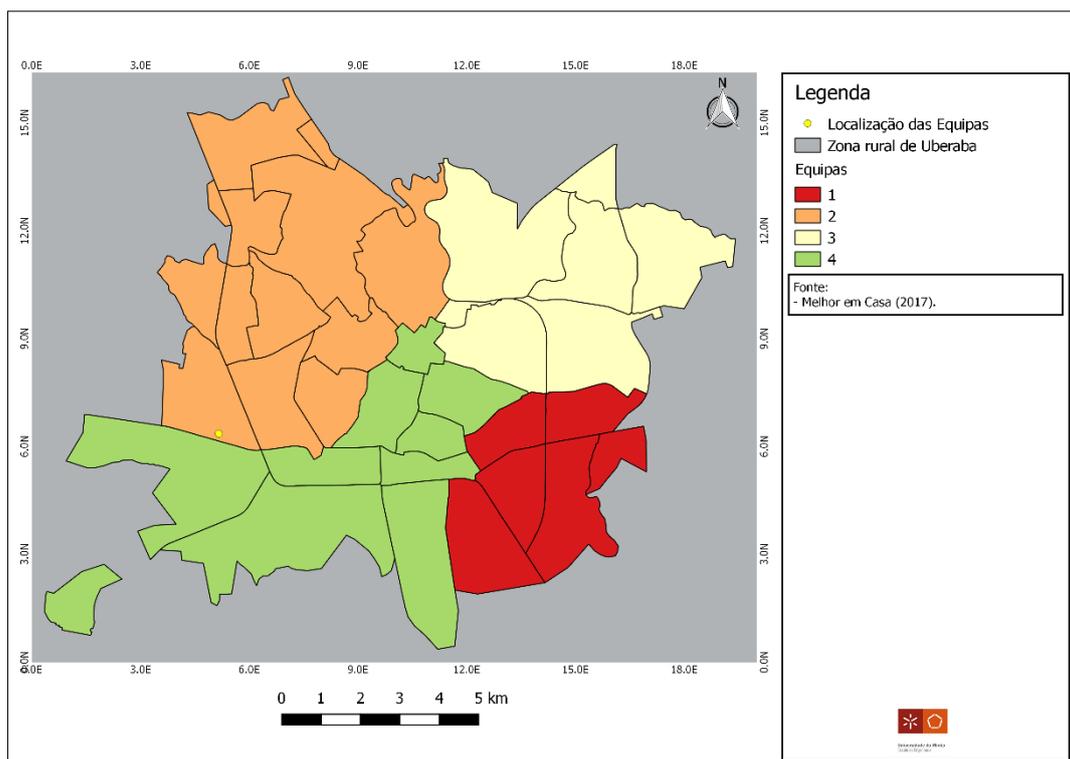


Figura 143 - Cenário 4 e peso 1,5 (4 zonas).

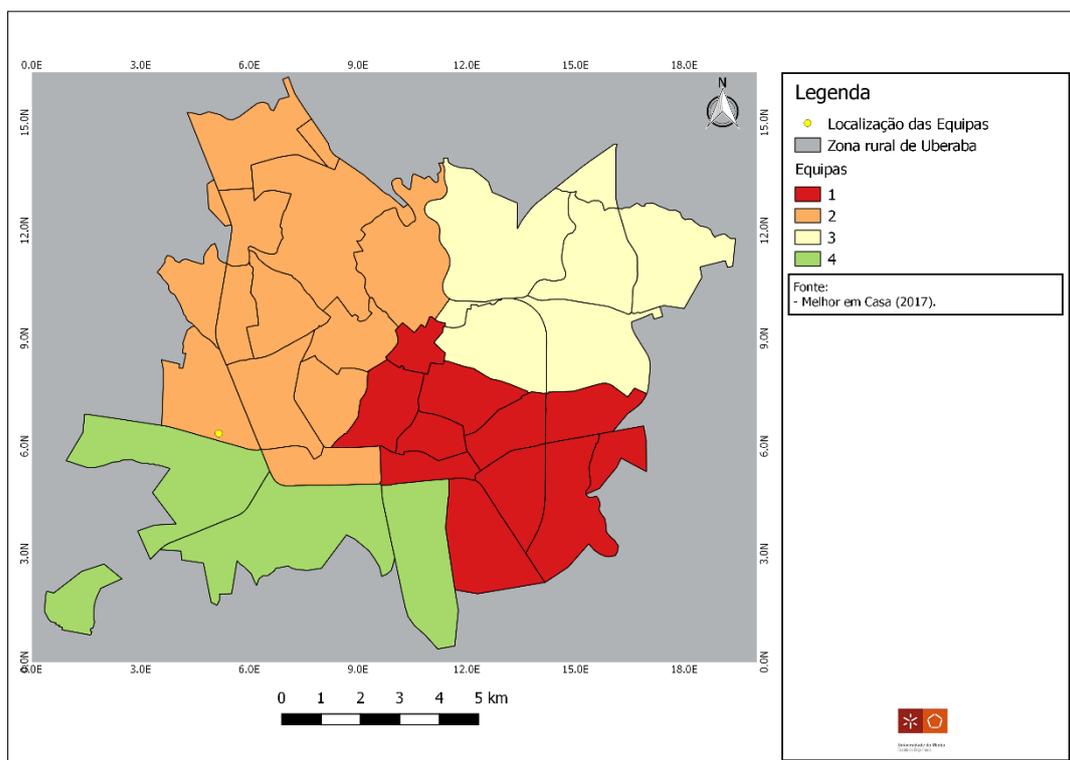


Figura 144 - Cenário 4 e peso 2 (4 zonas).

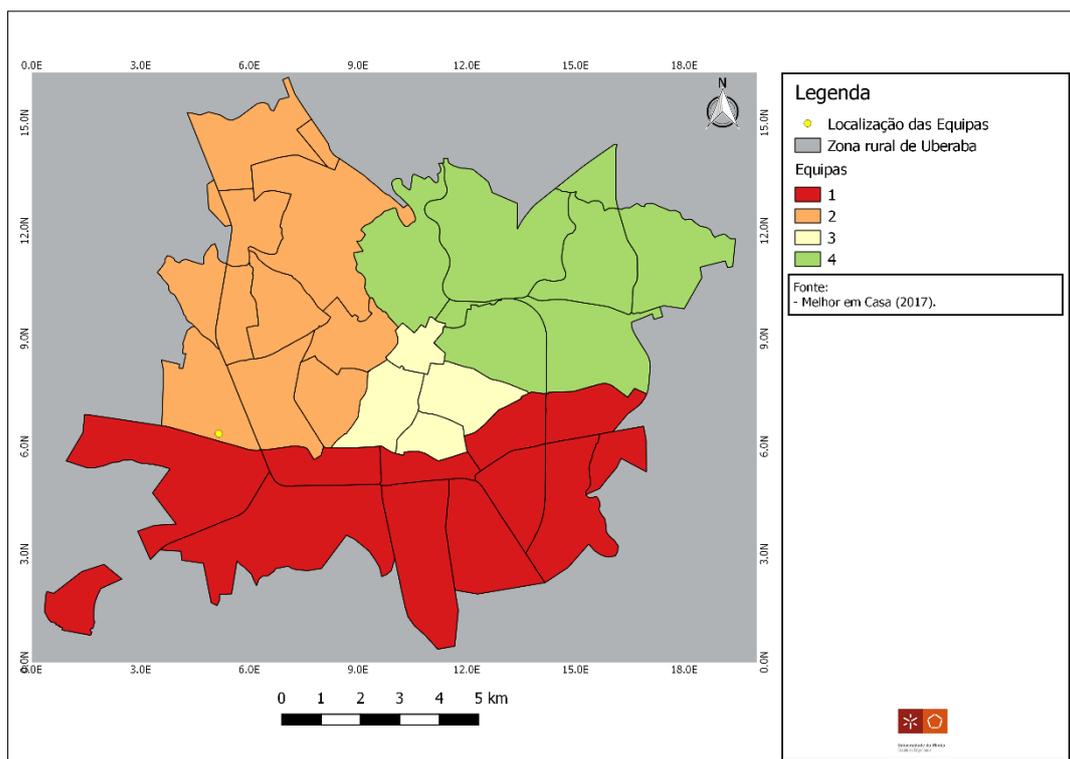


Figura 145 - Cenário 4 e peso 2,5 (4 zonas).

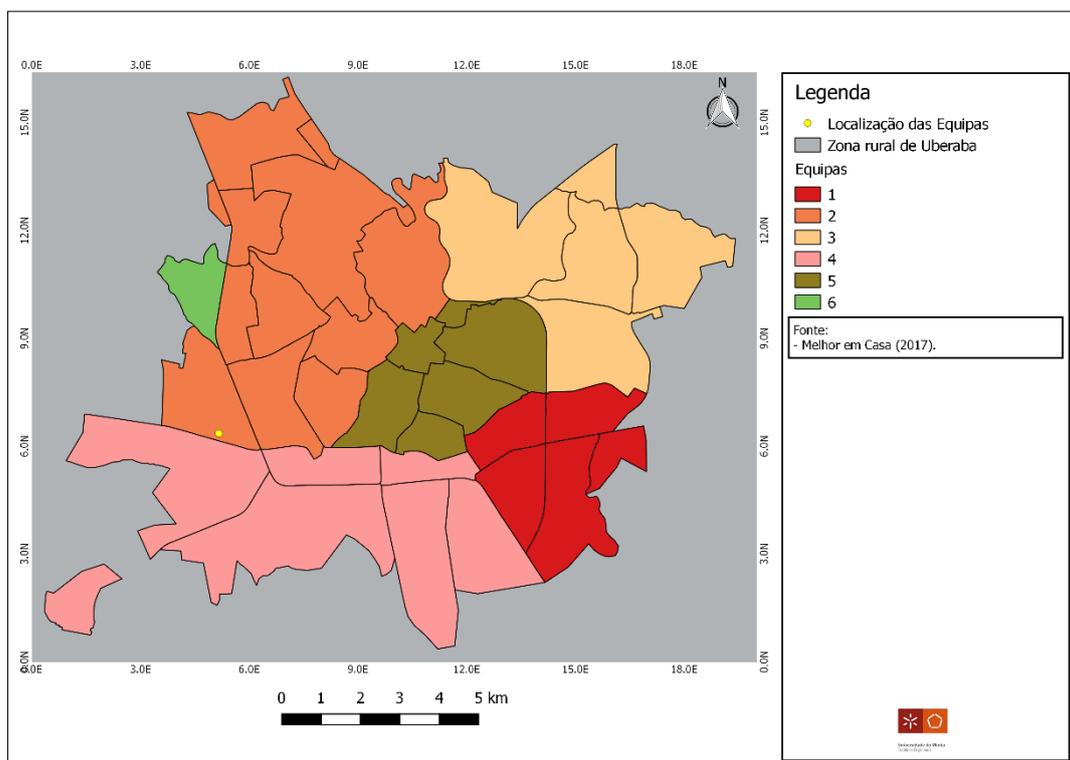


Figura 146 - Cenário 1 e peso 0,5 (6 zonas).

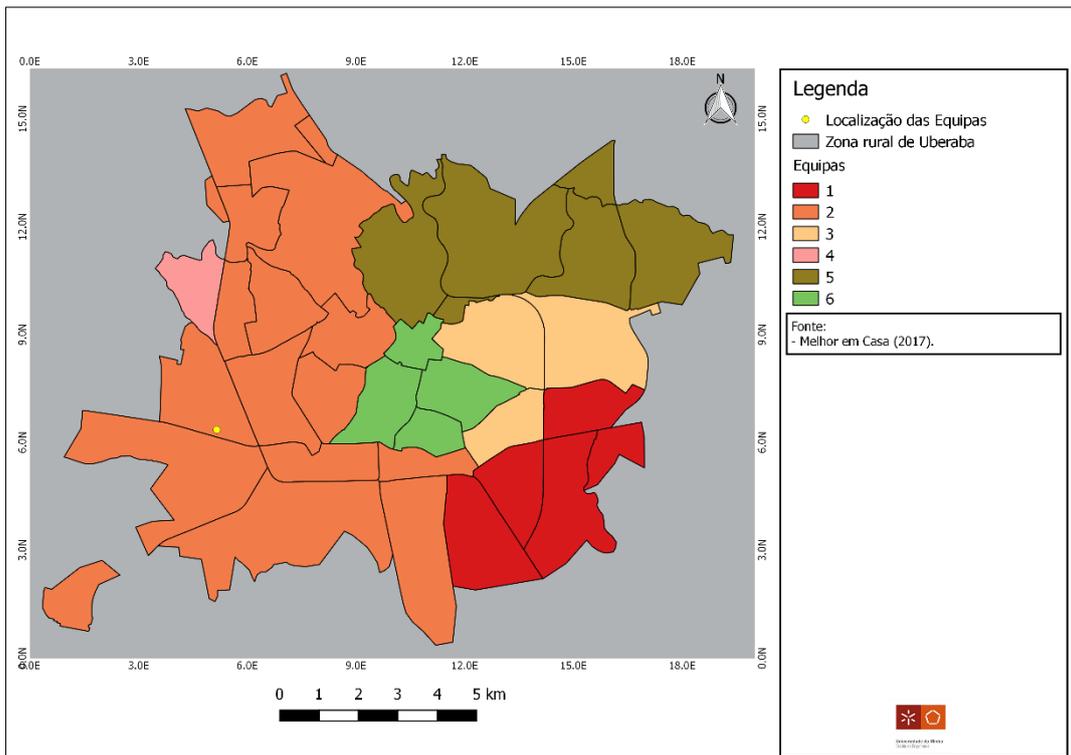


Figura 147 - Cenário 1 e peso 1 (6 zonas).

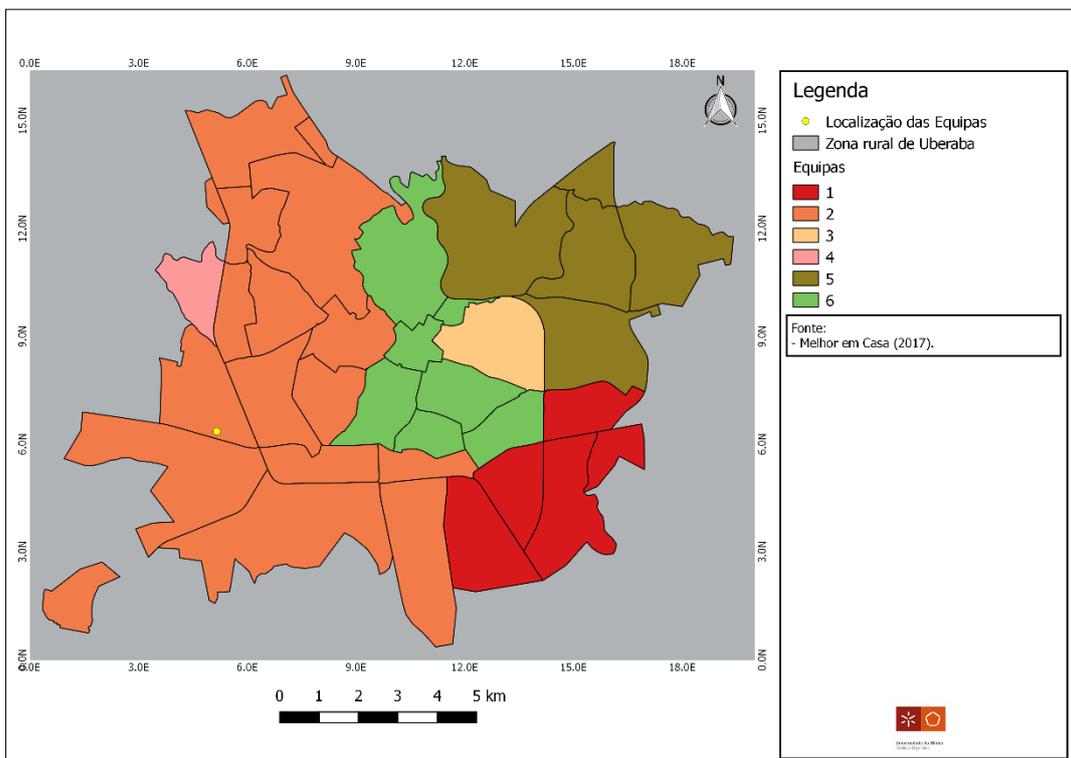


Figura 148 - Cenário 1 e peso 1,5 (6 zonas).

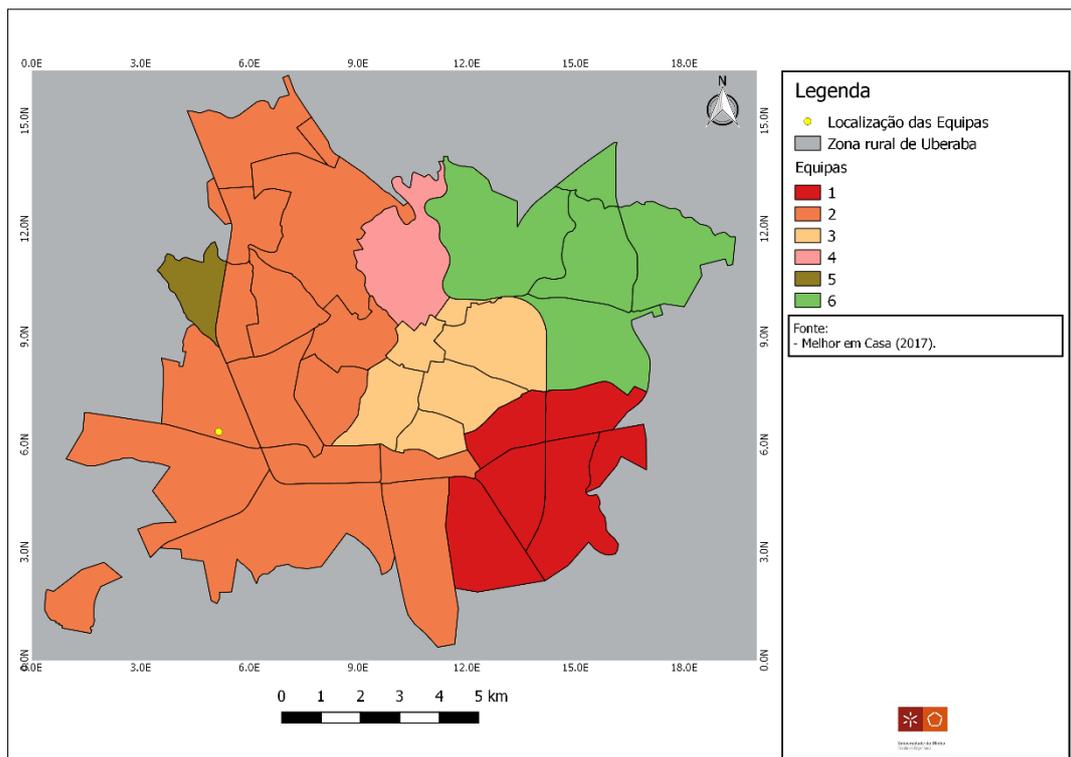


Figura 149 - Cenário 1 e peso 2 (6 zonas).

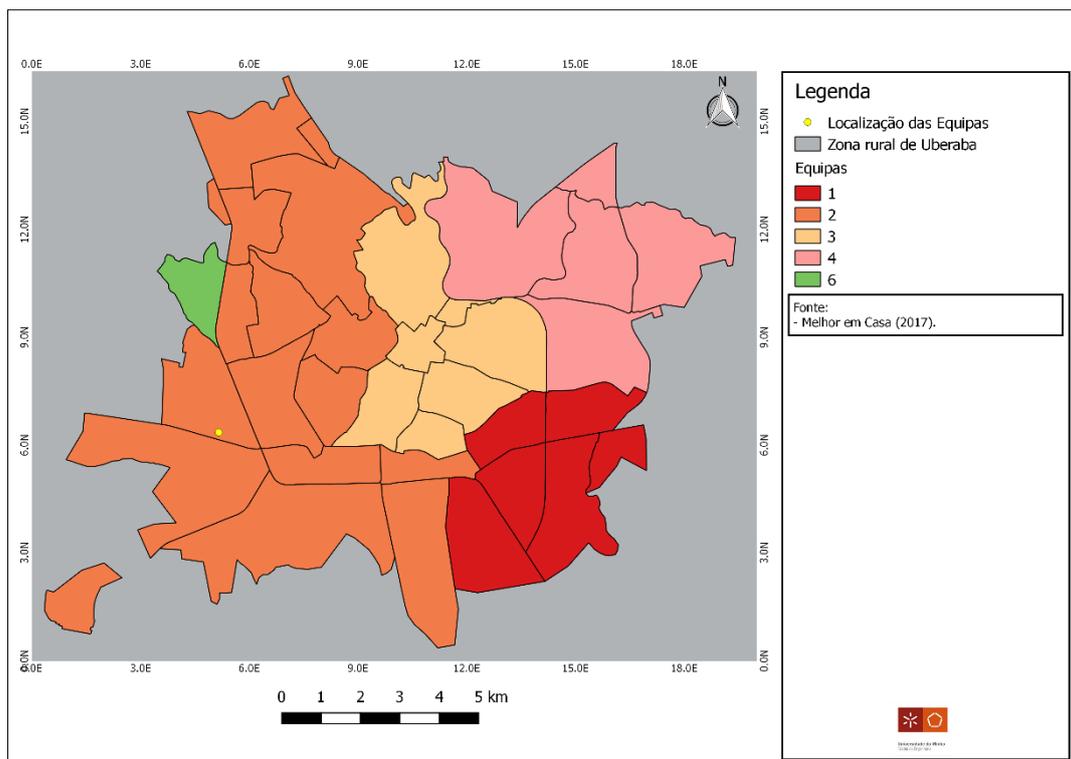


Figura 150 - Cenário 1 e peso 2,5 (6 zonas).

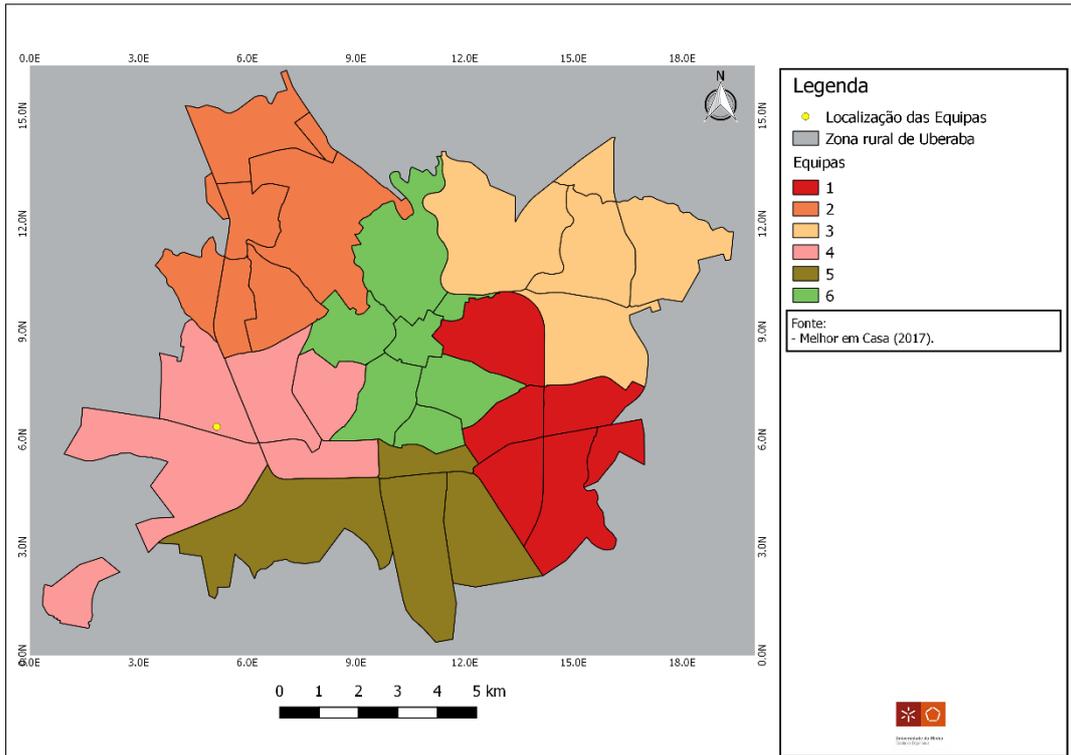


Figura 151 - Cenário 3 e peso 0,5 (6 zonas).

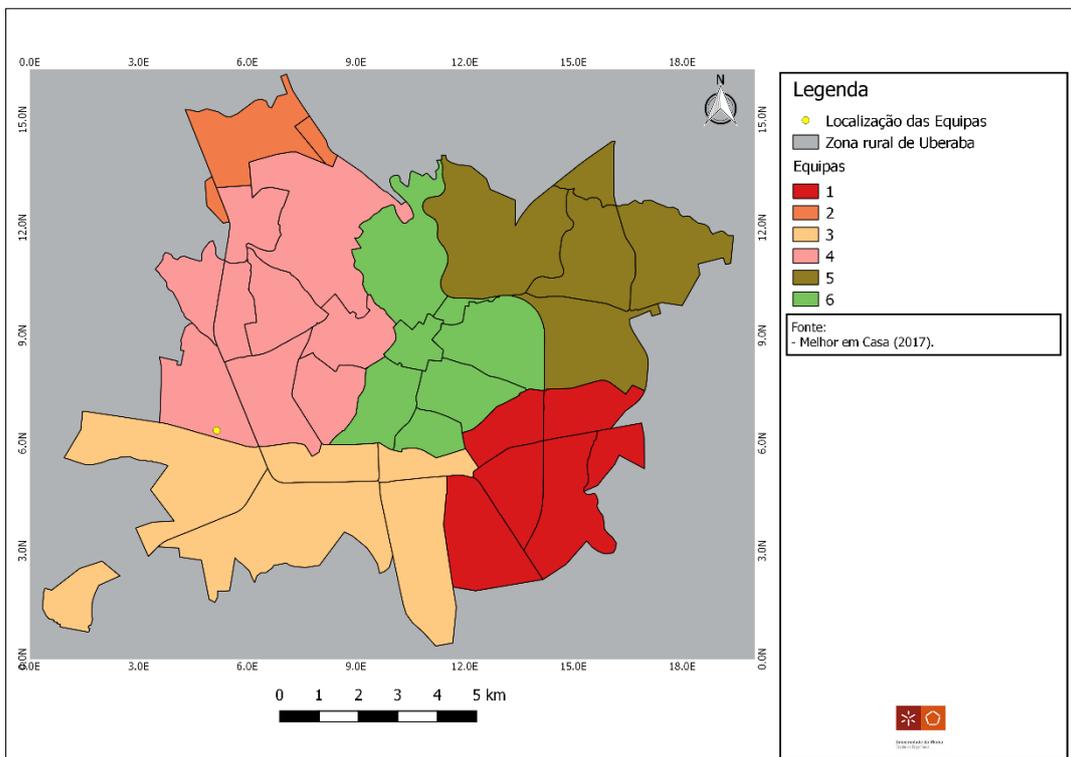


Figura 152 - Cenário 3 e peso 1 (6 zonas).

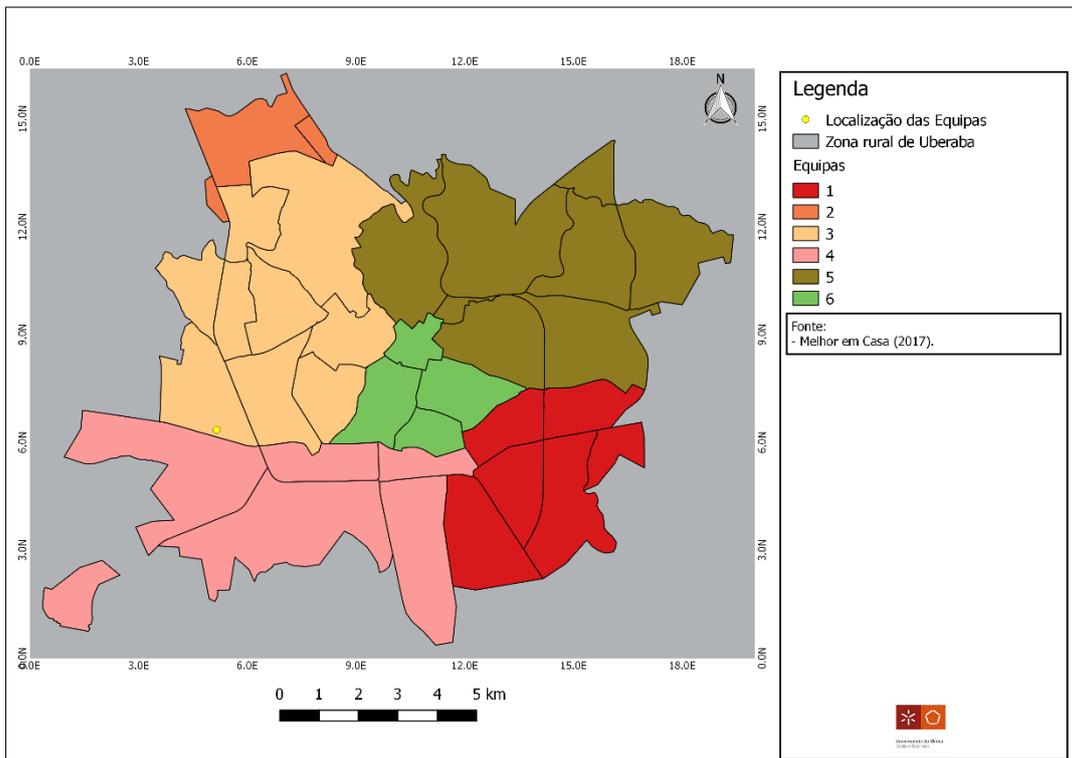


Figura 153 - Cenário 3 e peso 1,5 (6 zonas).

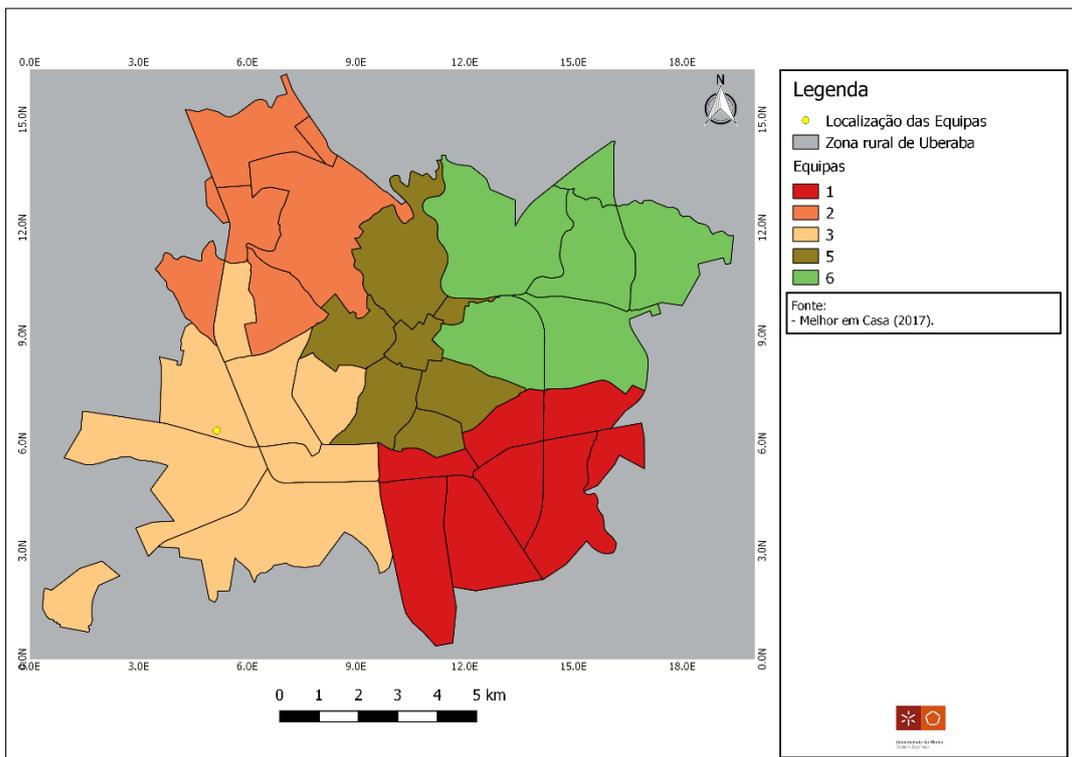


Figura 154 - Cenário 3 e peso 2 (6 zonas).

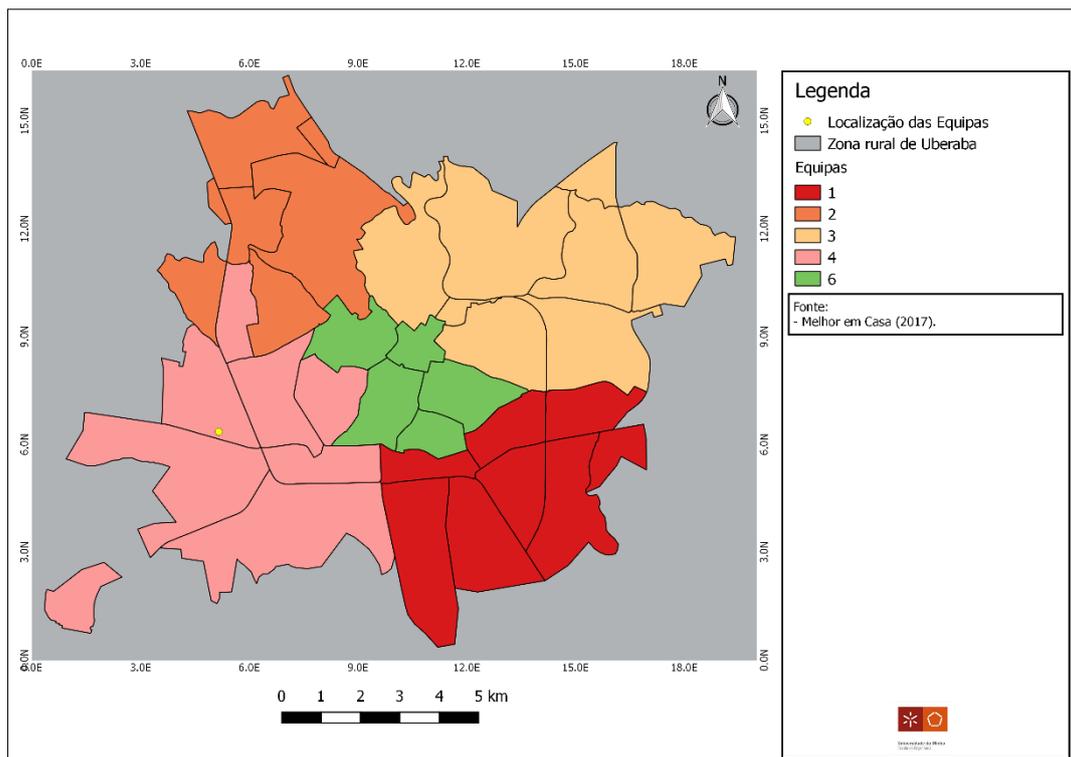


Figura 155 - Cenário 3 e peso 2,5 (6 zonas).

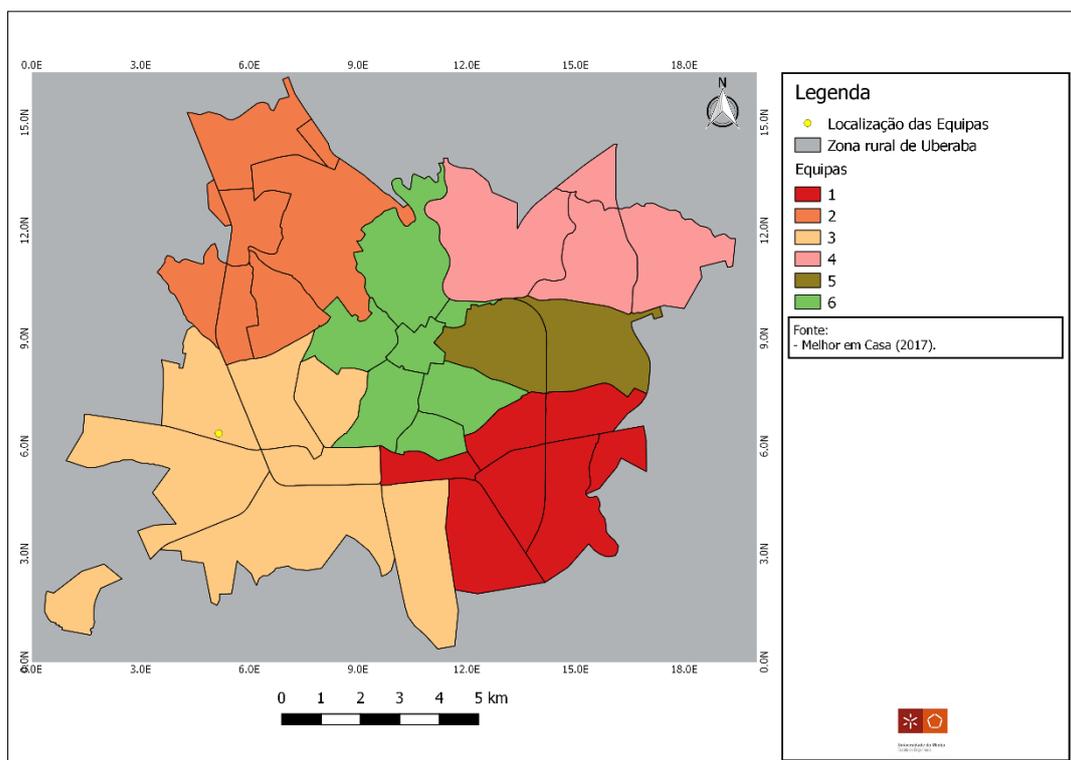


Figura 156 - Cenário 4 e peso 0,5 (6 zonas).

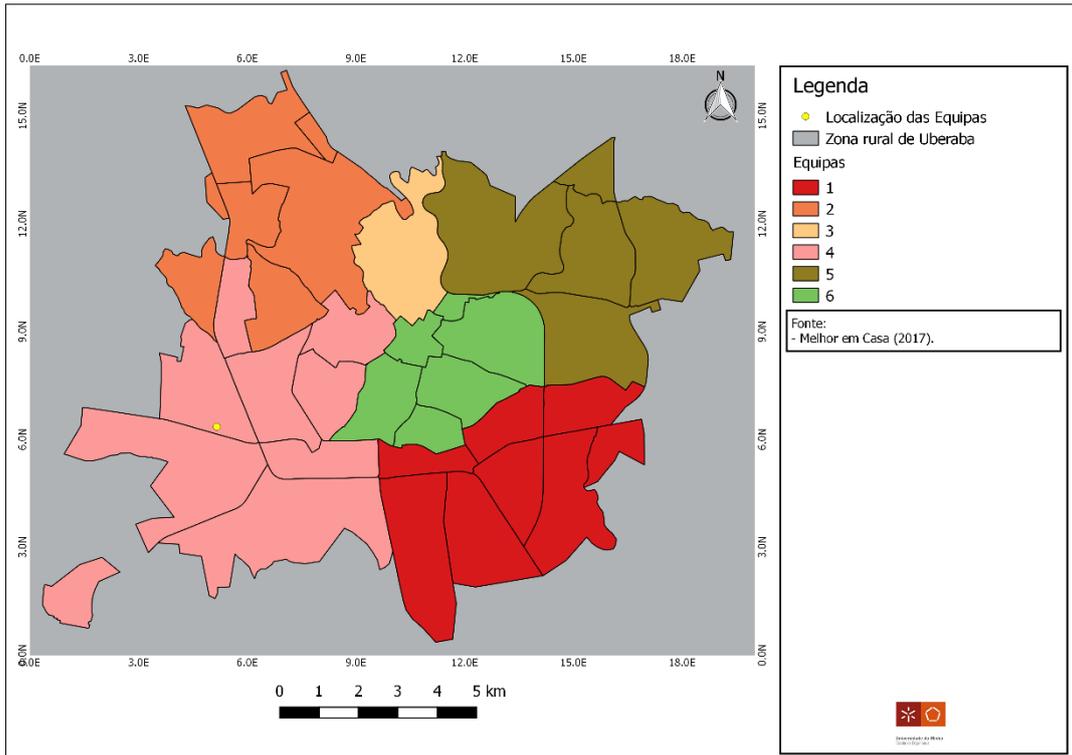


Figura 157 - Cenário 4 e peso 1 (6 zonas).

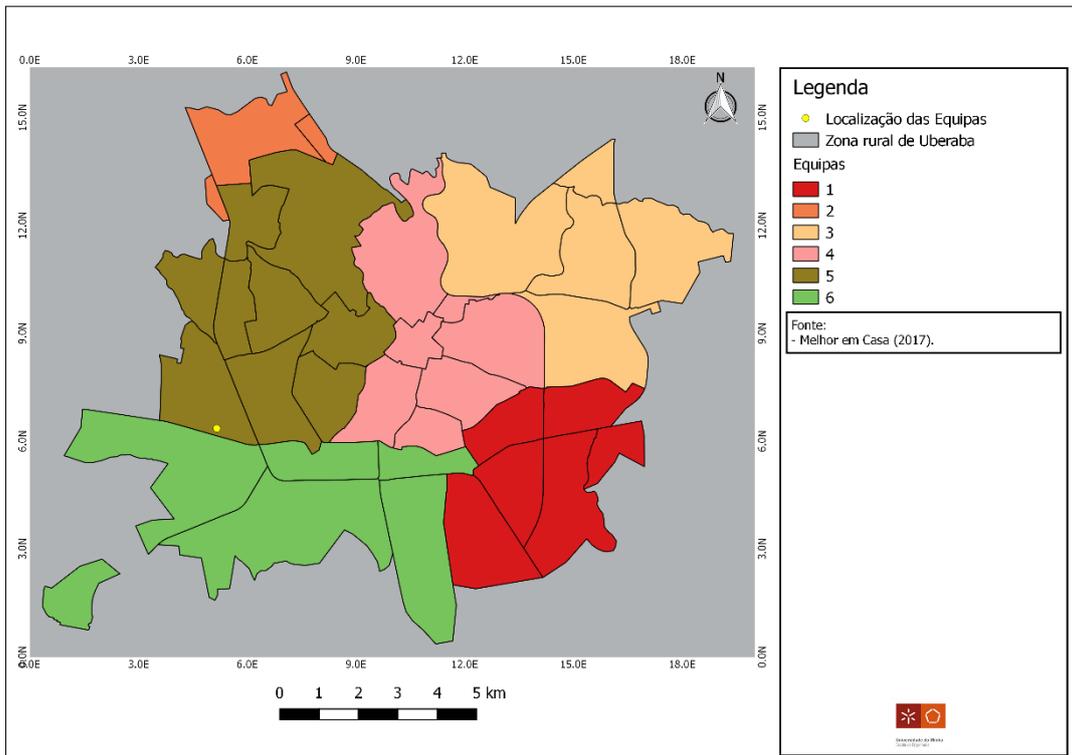


Figura 158 - Cenário 4 e peso 1,5 (6 zonas).

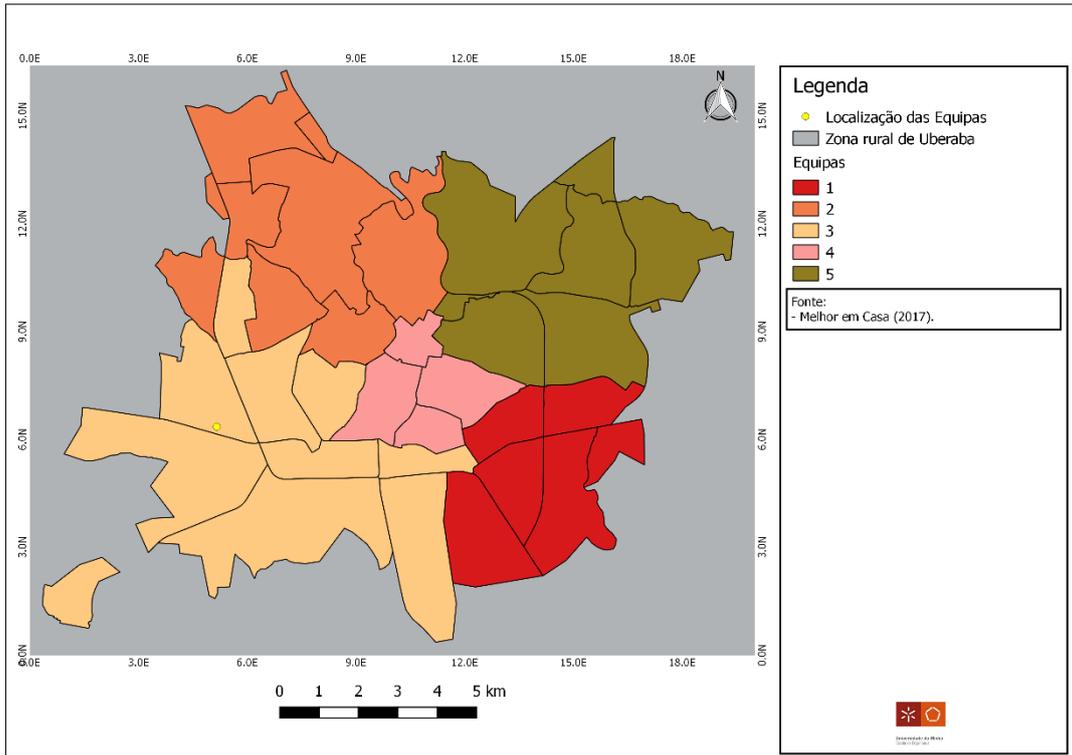


Figura 159 - Cenário 4 e peso 2 (6 zonas).

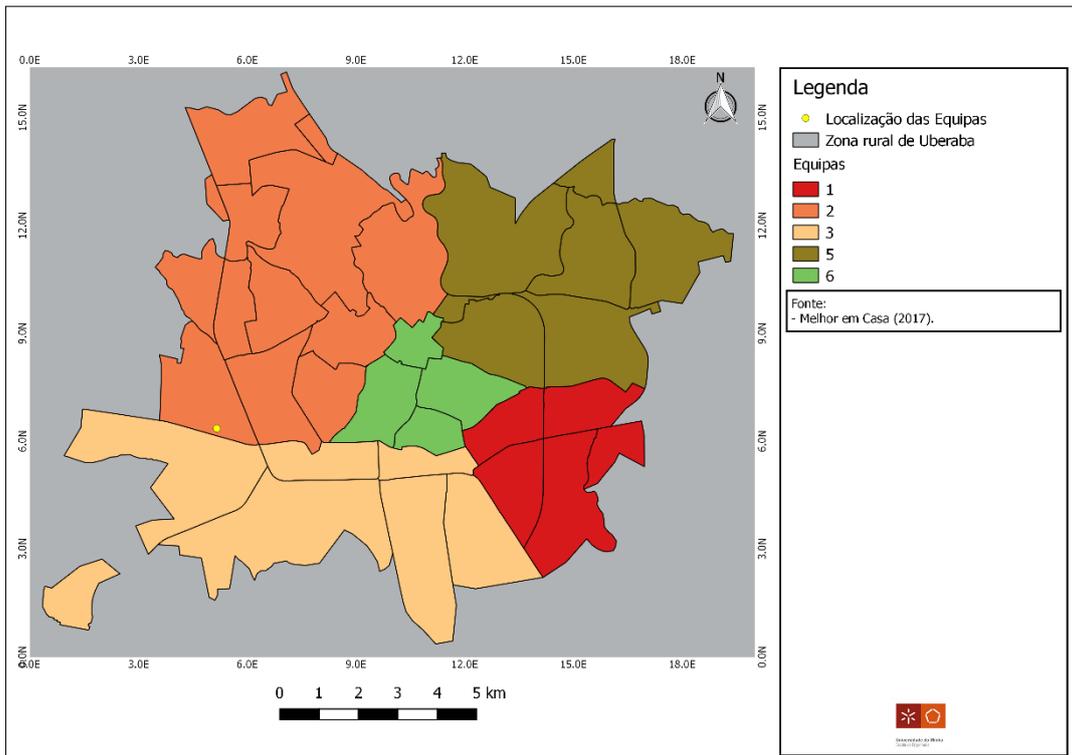


Figura 160- Cenário 4 e peso 2,5 (6 zonas).

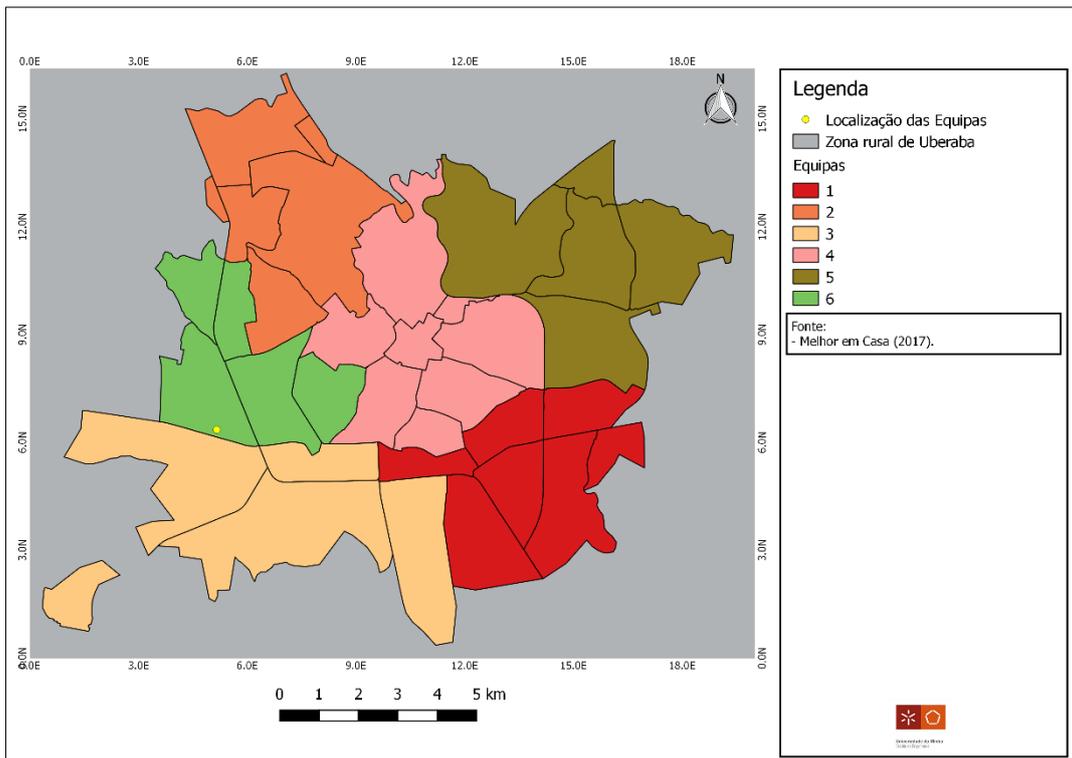


Figura 161 - Cenário 5 e peso 0,5 (6 zonas).

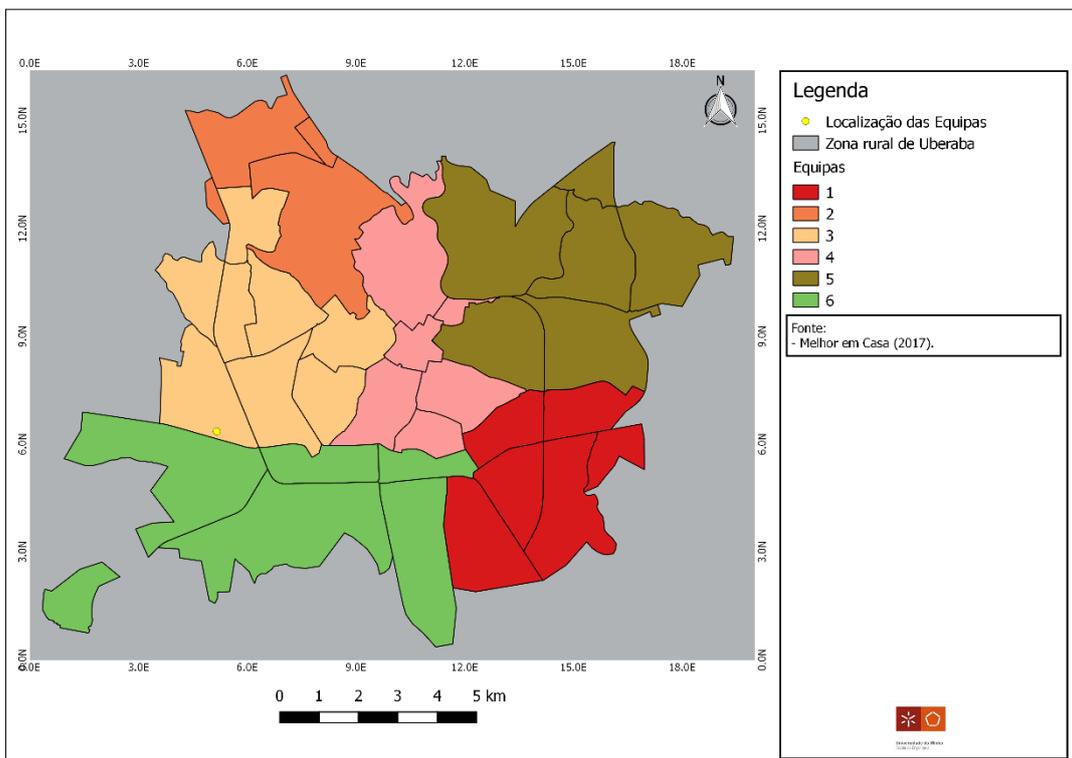


Figura 162 - Cenário 5 e peso 1 (6 zonas).

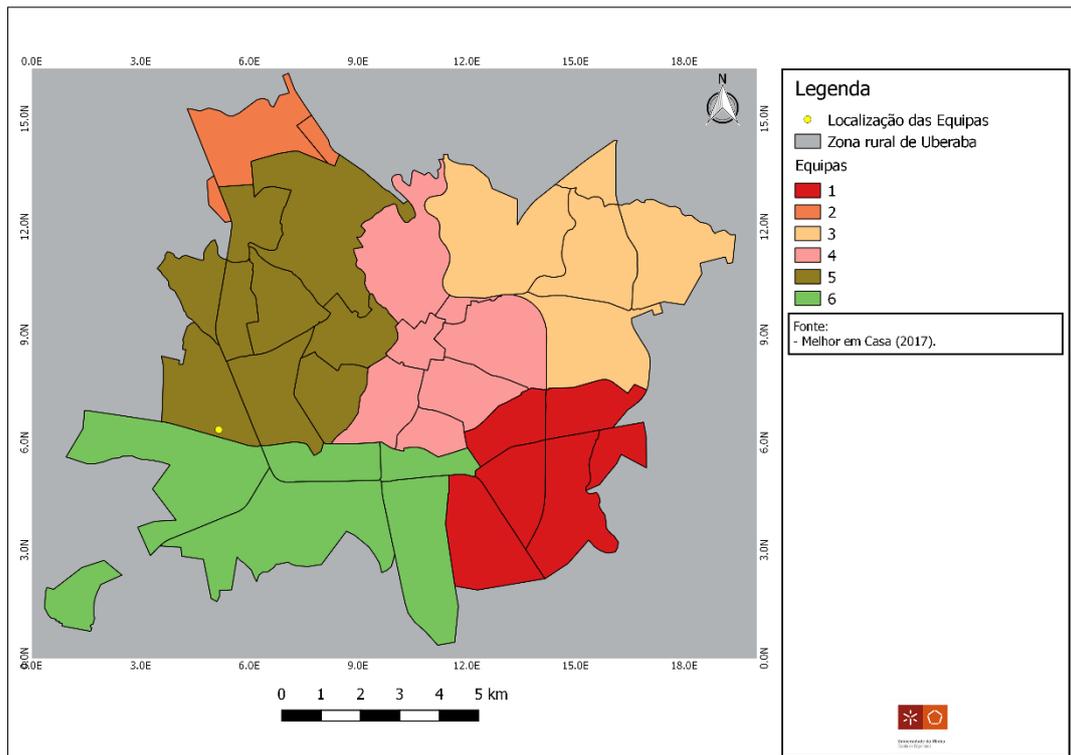


Figura 163 - Cenário 5 e peso 1,5 (6 zonas).

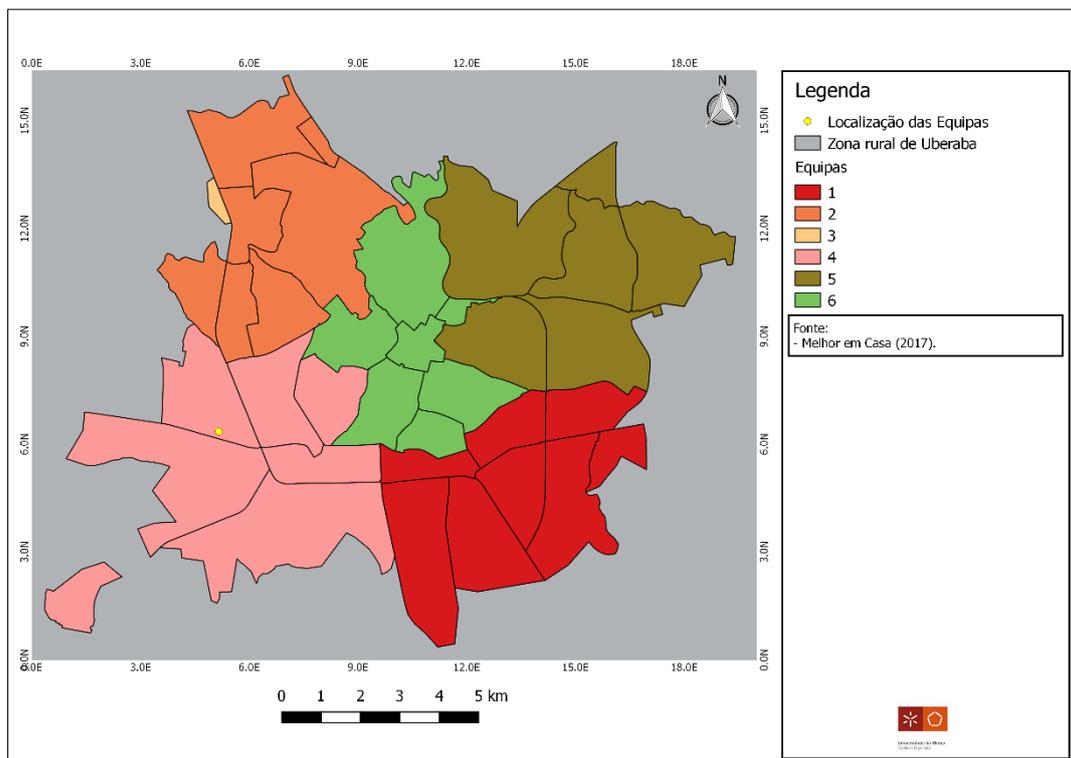


Figura 164 - Cenário 5 e peso 2 (6 zonas).

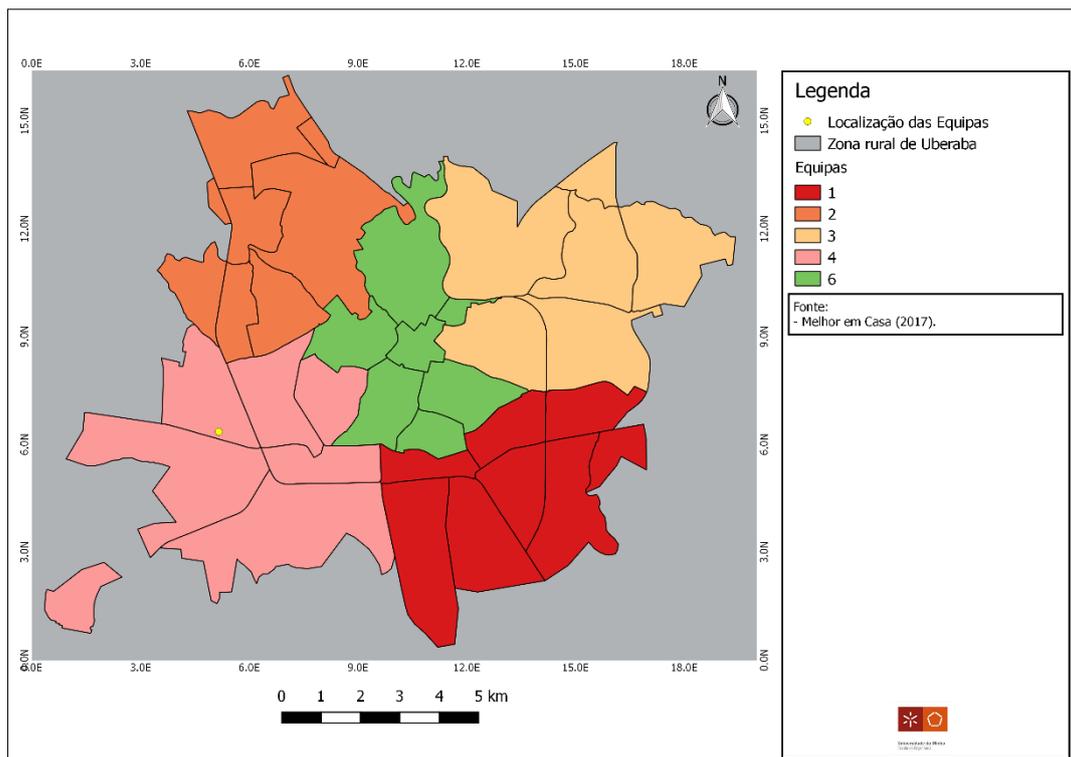


Figura 165 - Cenário 5 e peso 2,5 (6 zonas).

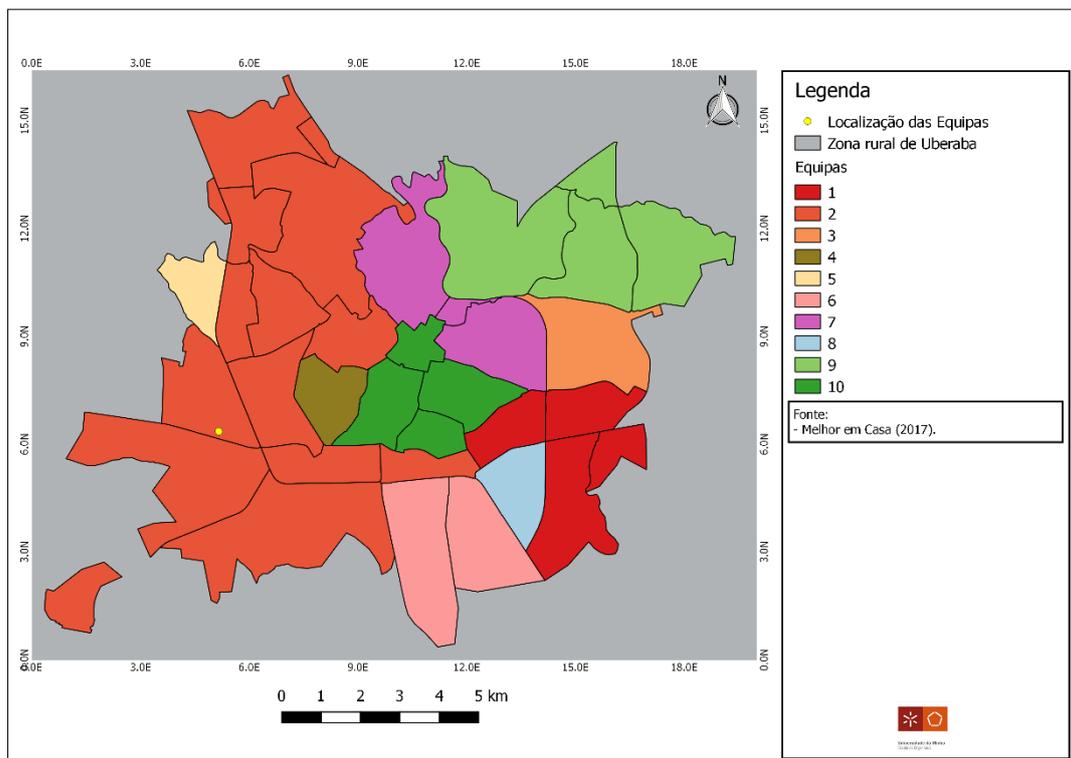


Figura 166 - Cenário 1 e peso 0,5 (10 zonas).

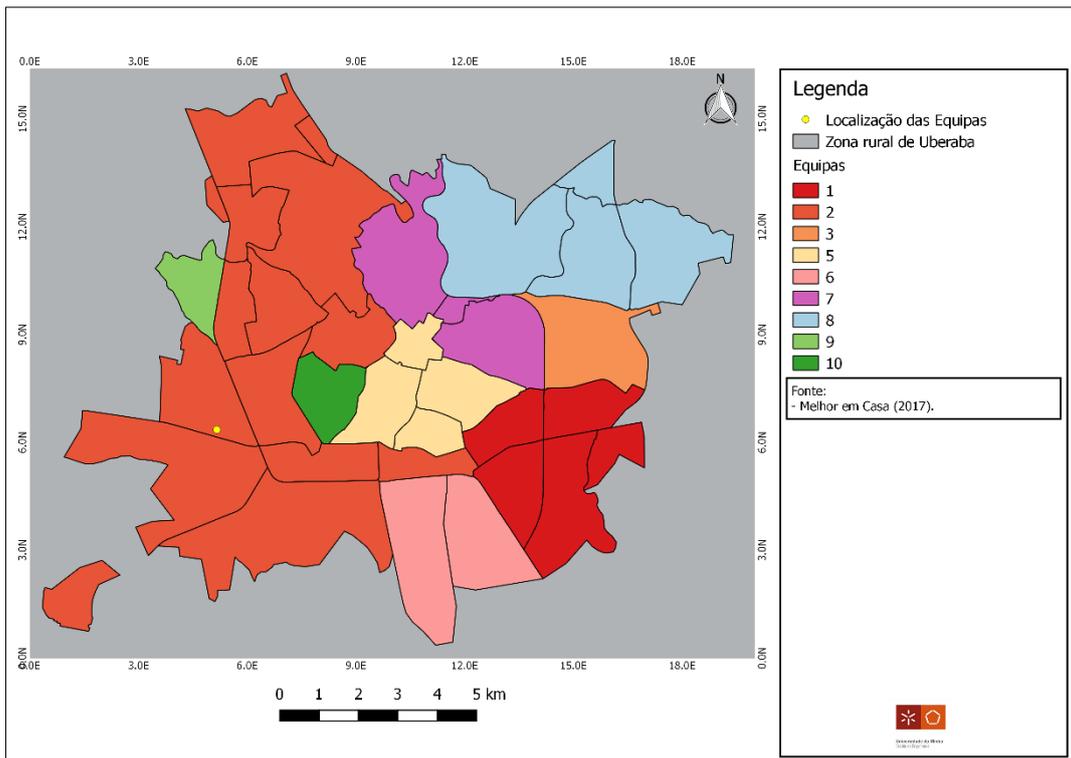


Figura 167 - Cenário 1 e peso 1 (10 zonas).

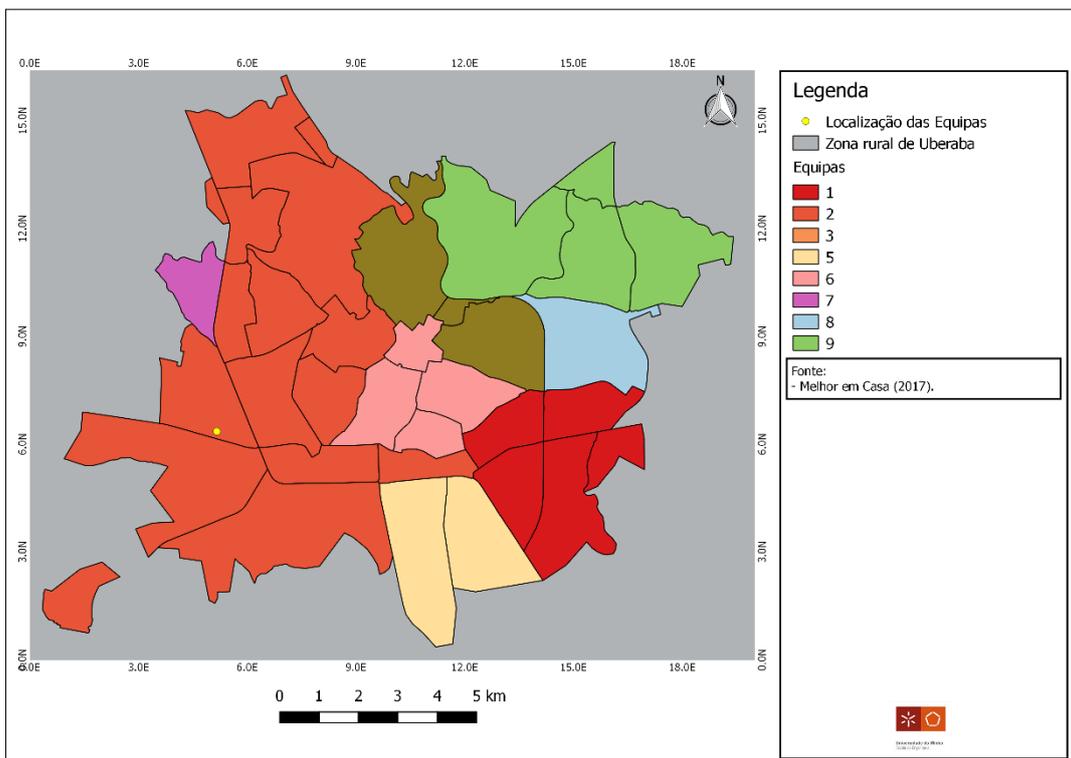


Figura 168 - Cenário 1 e peso 1,5 (10 zonas).

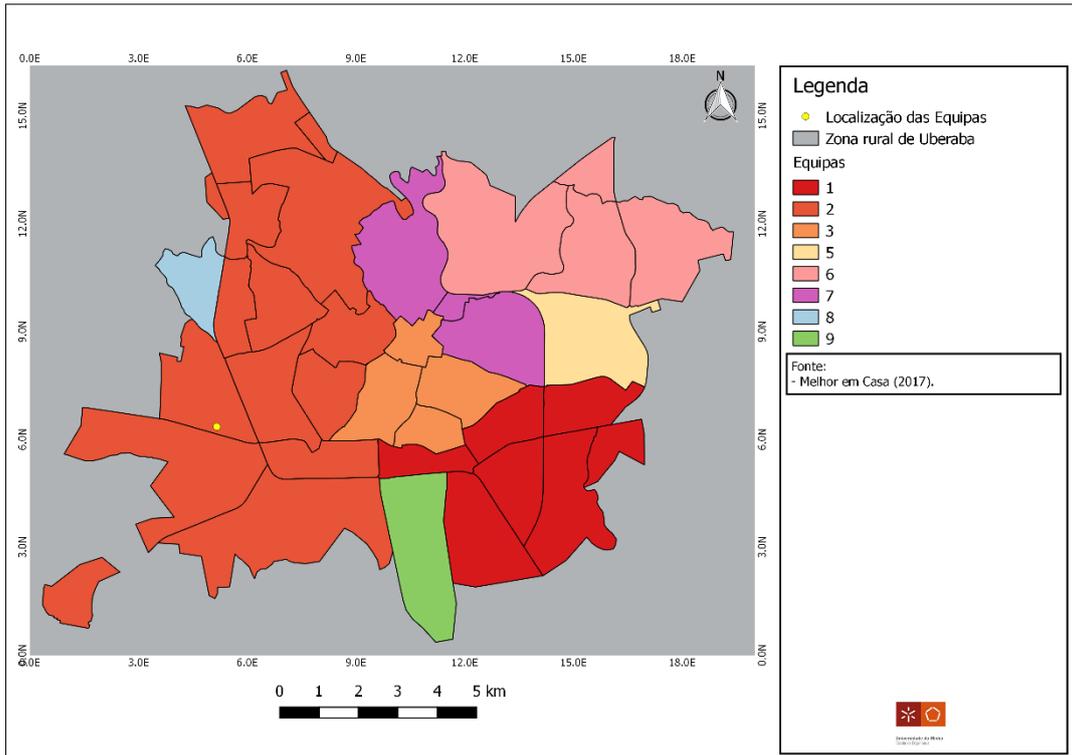


Figura 169 - Cenário 1 e peso 2 (10 zonas).

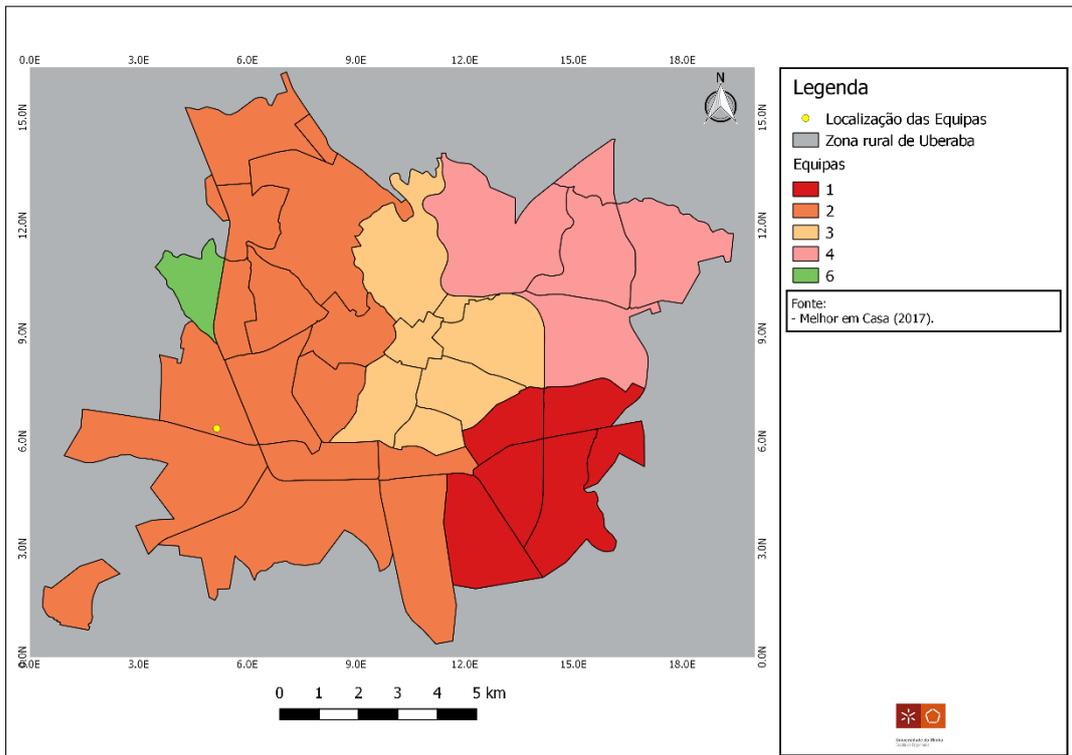


Figura 170 - Cenário 1 e peso 2,5 (10 zonas).

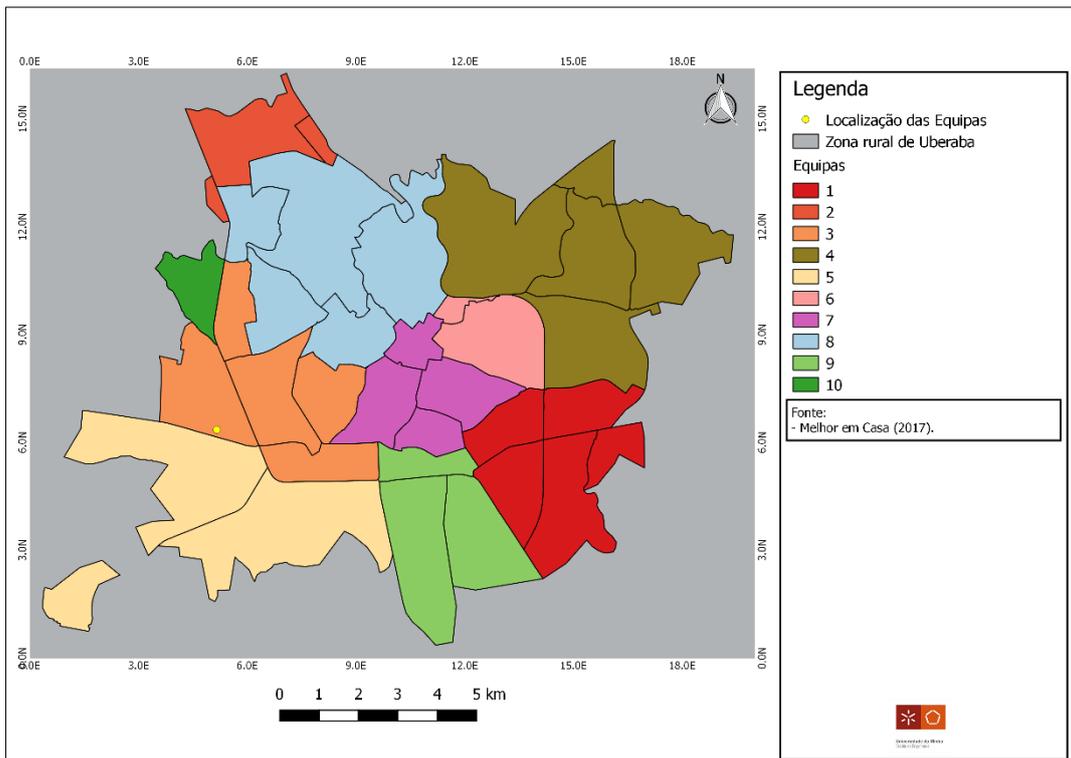


Figura 171 - Cenário 3 e peso 0,5 (10 zonas).

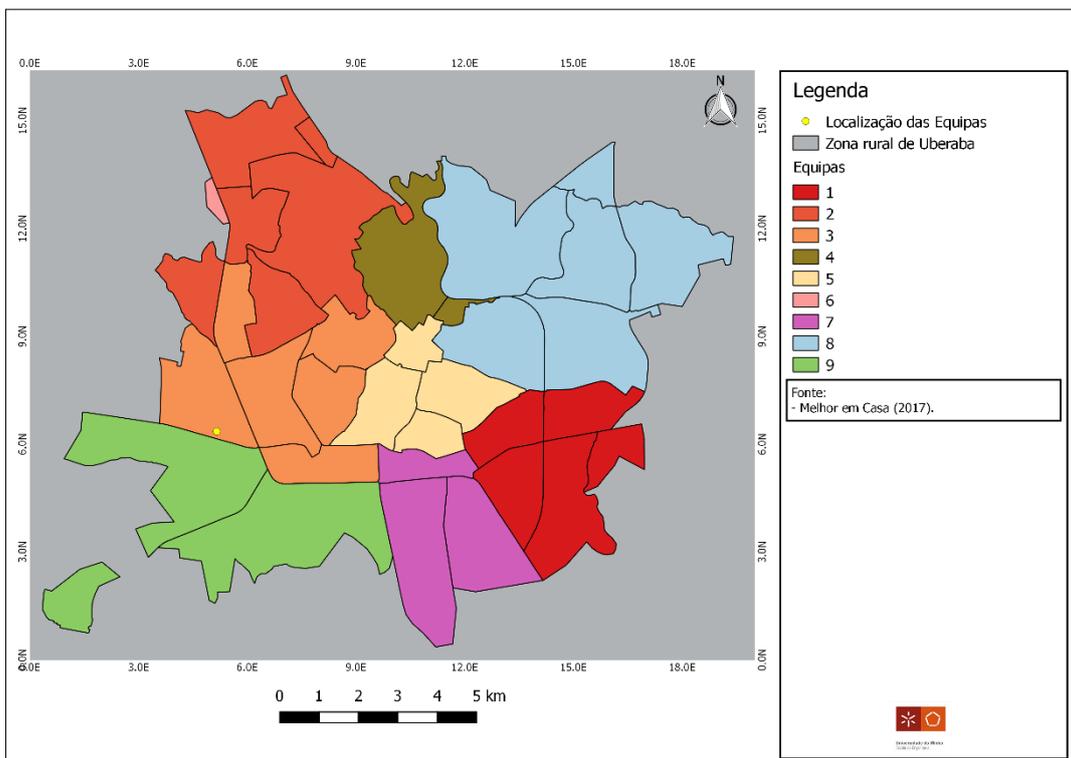


Figura 172 - Cenário 3 e peso 1 (10 zonas).

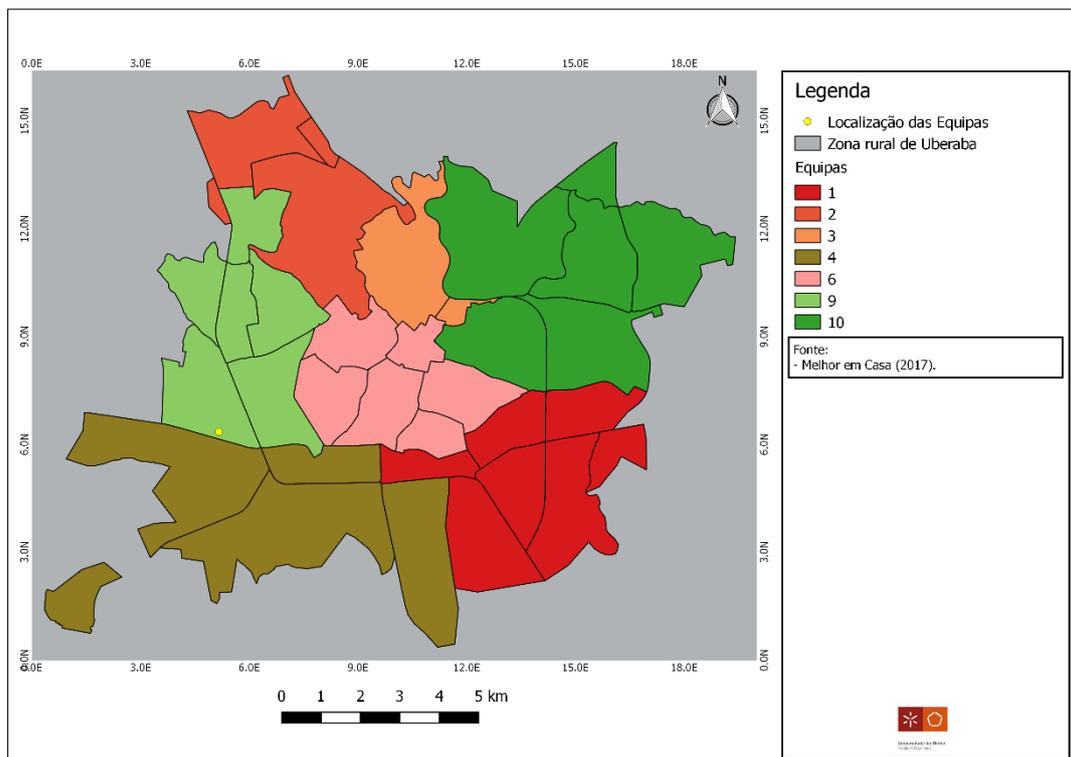


Figura 173 - Cenário 3 e peso 1,5 (10 zonas).

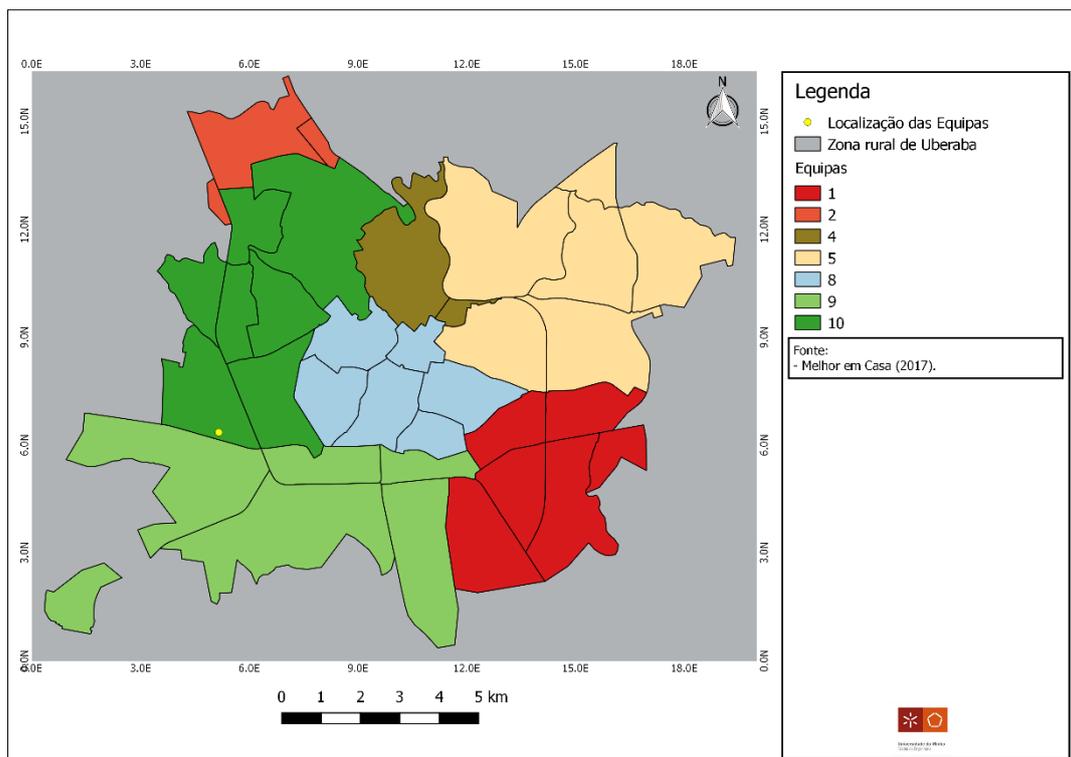


Figura 174 - Cenário 3 e peso 2 (10 zonas).

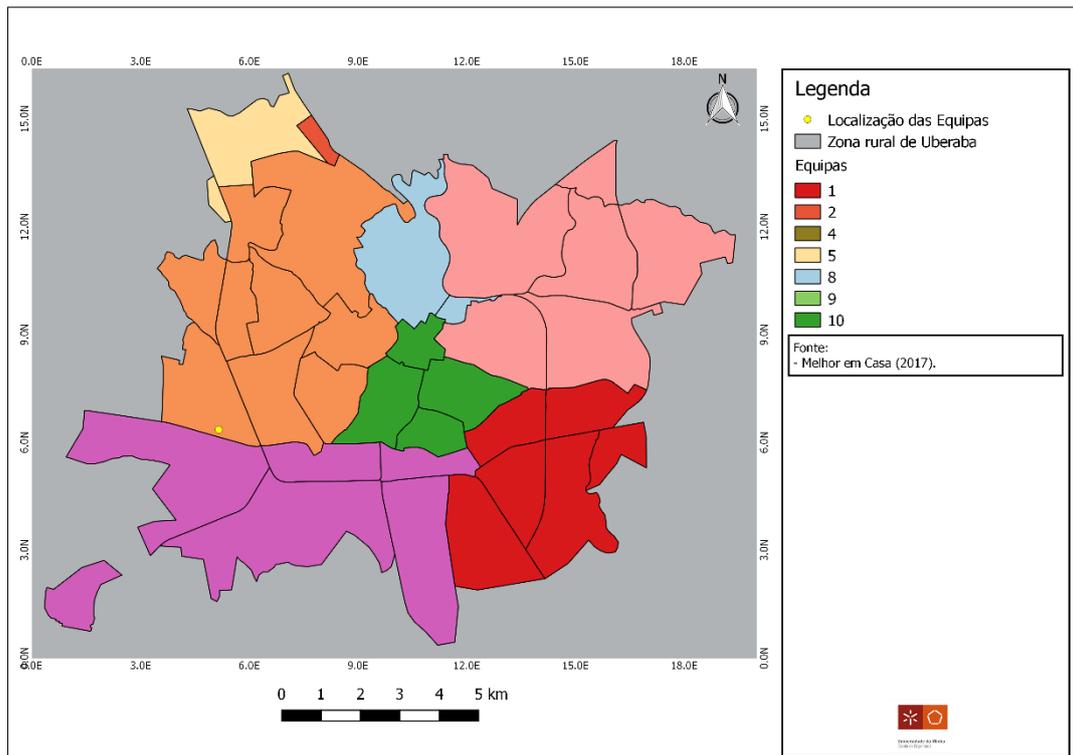


Figura 175 - Cenário 3 e peso 2,5 (10 zonas).

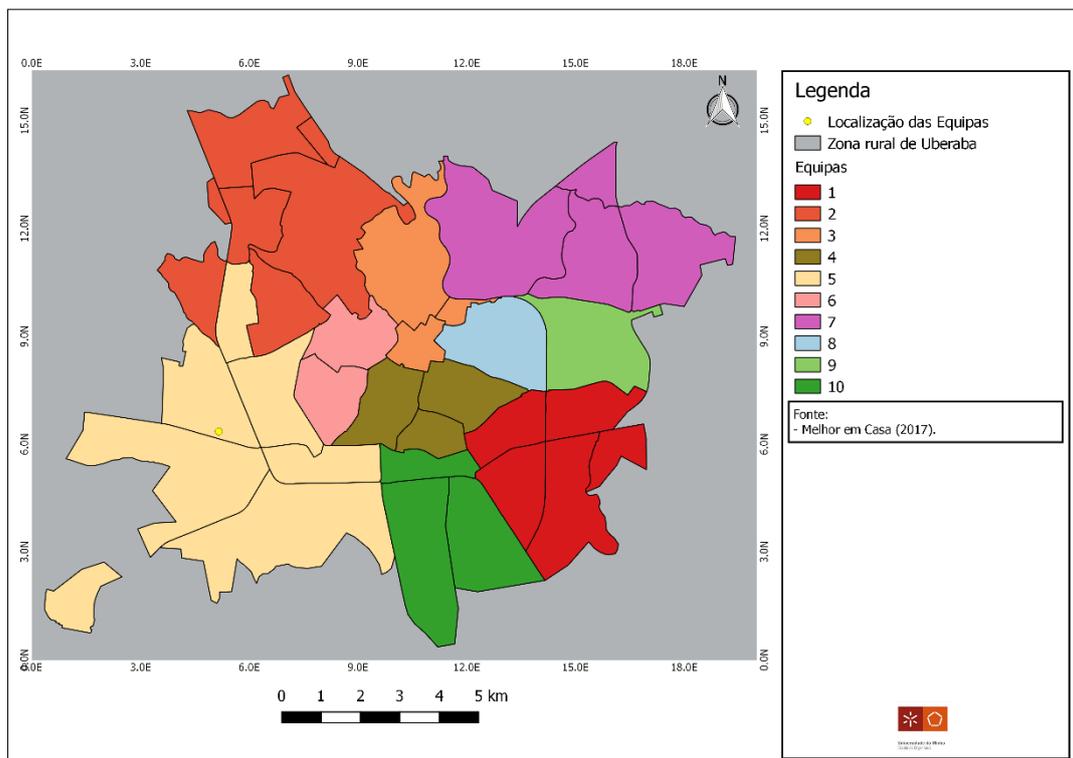


Figura 176 - Cenário 4 e peso 0,5 (10 zonas).

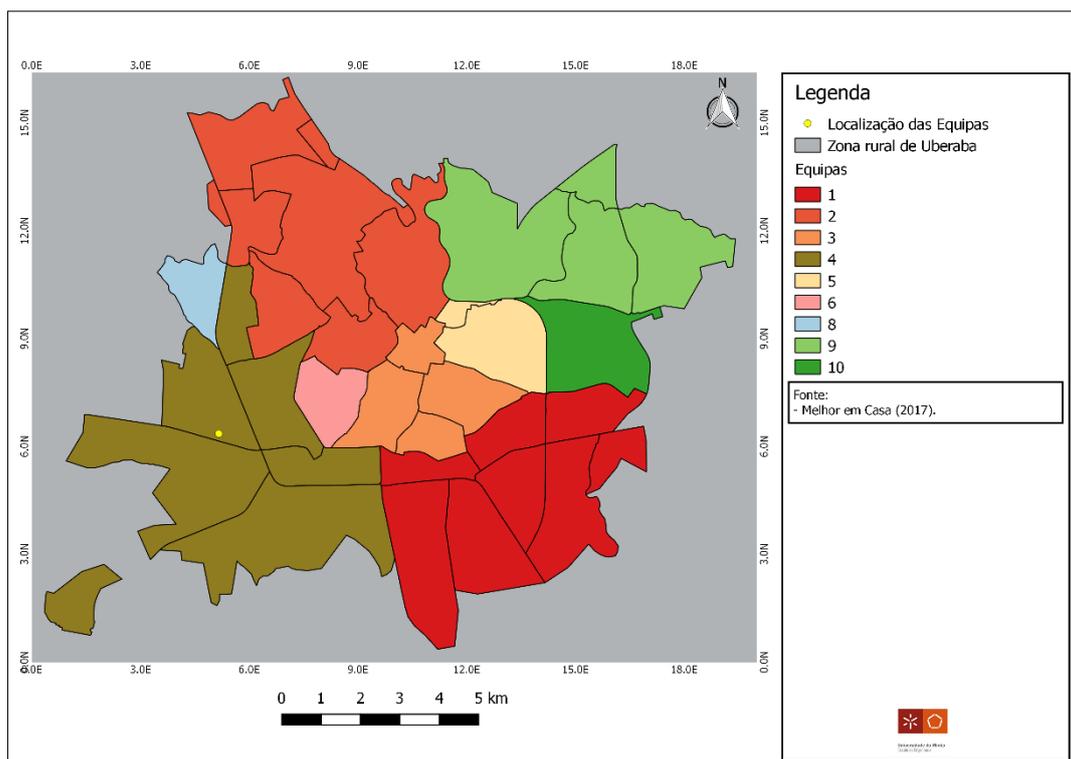


Figura 177 - Cenário 4 e peso 1 (10 zonas).

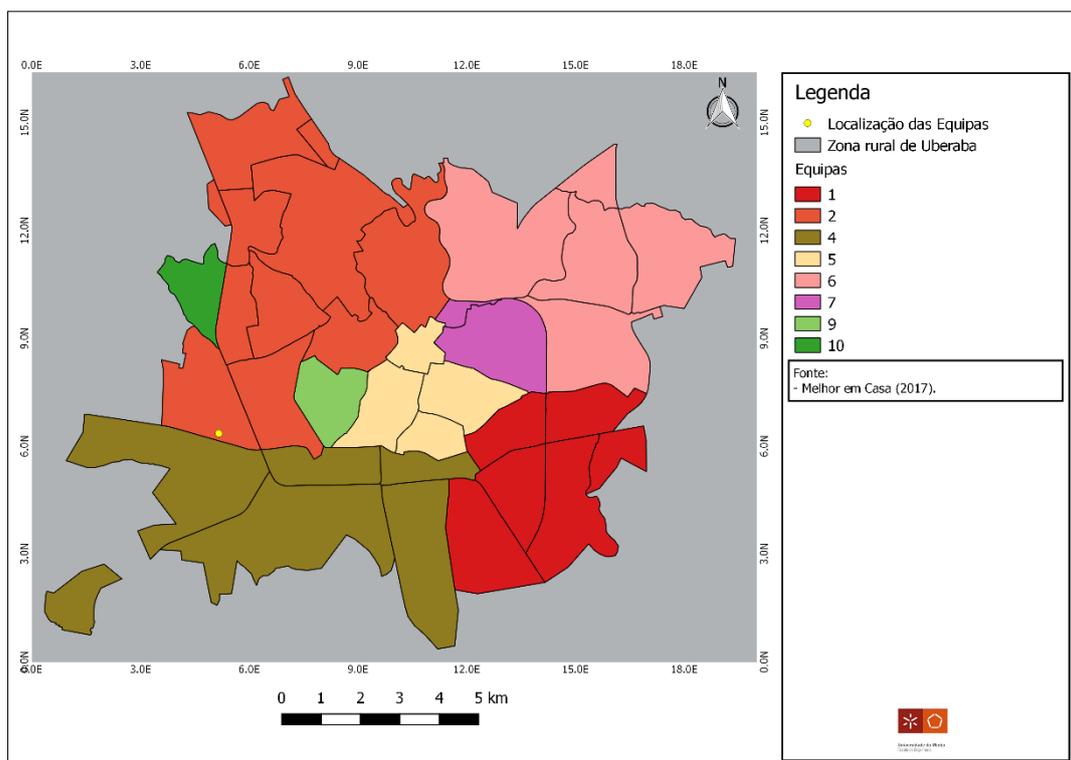


Figura 178 - Cenário 4 e peso 1,5 (10 zonas).

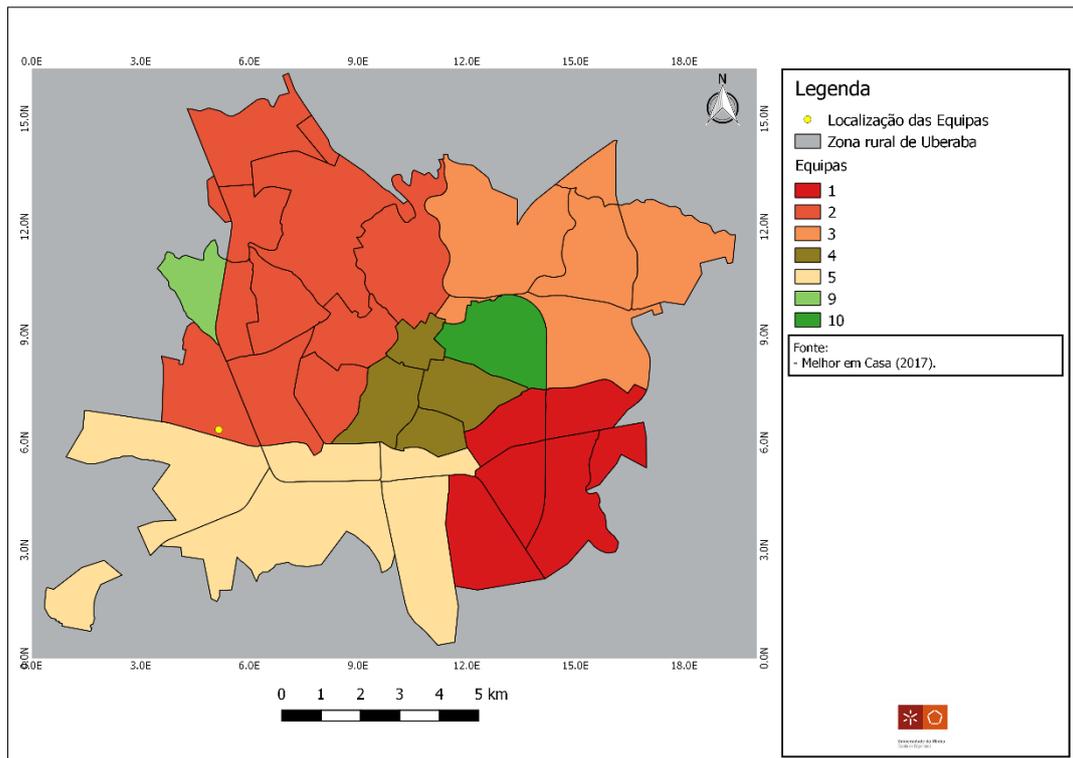


Figura 179 - Cenário 4 e peso 2 (10 zonas).

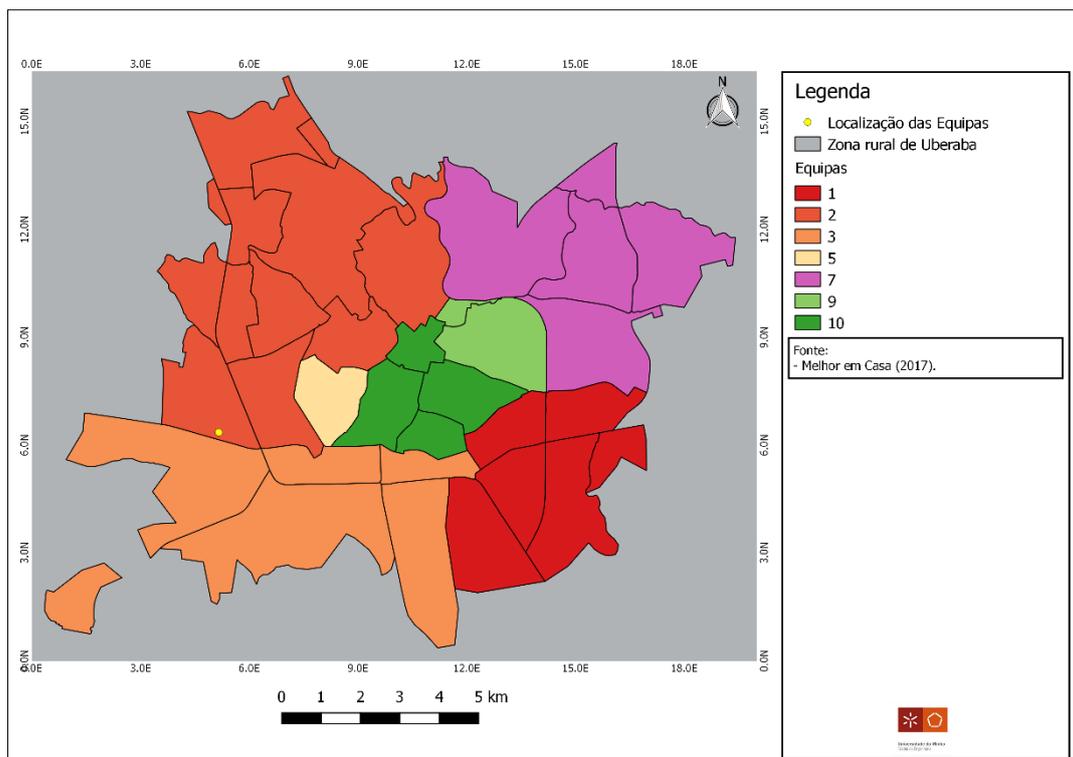


Figura 180 - Cenário 4 e peso 2,5 (10 zonas).

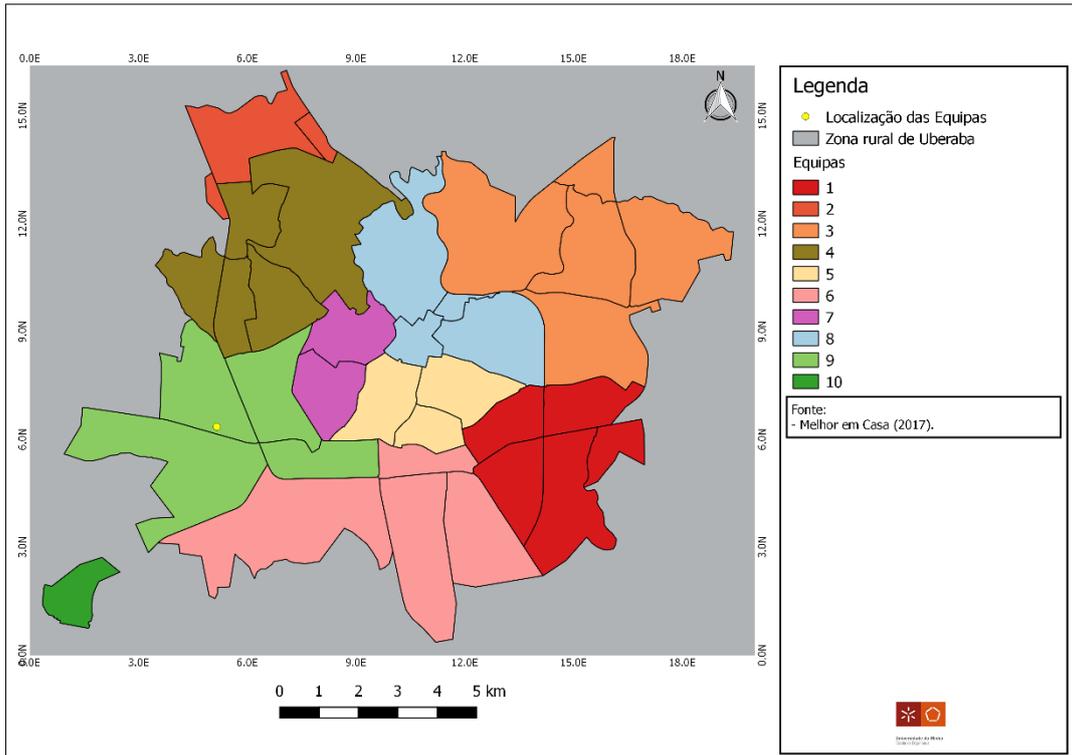


Figura 181 - Cenário 5 e peso 0,5 (10 zonas).

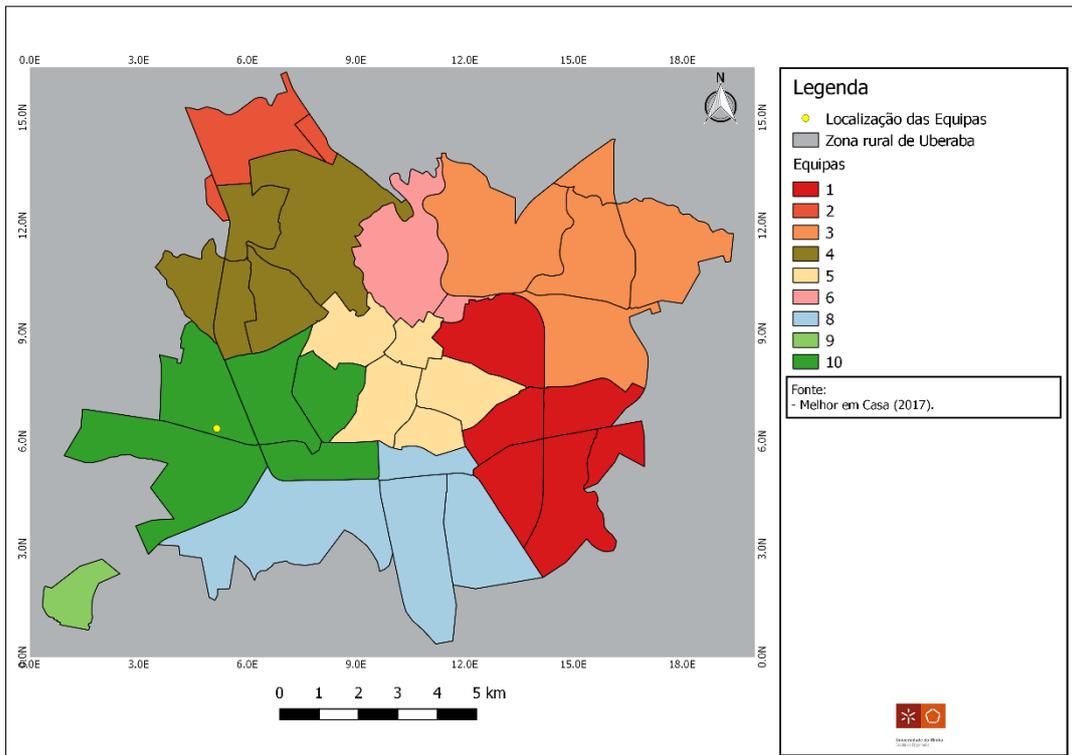


Figura 182 - Cenário 5 e peso 1 (10 zonas).

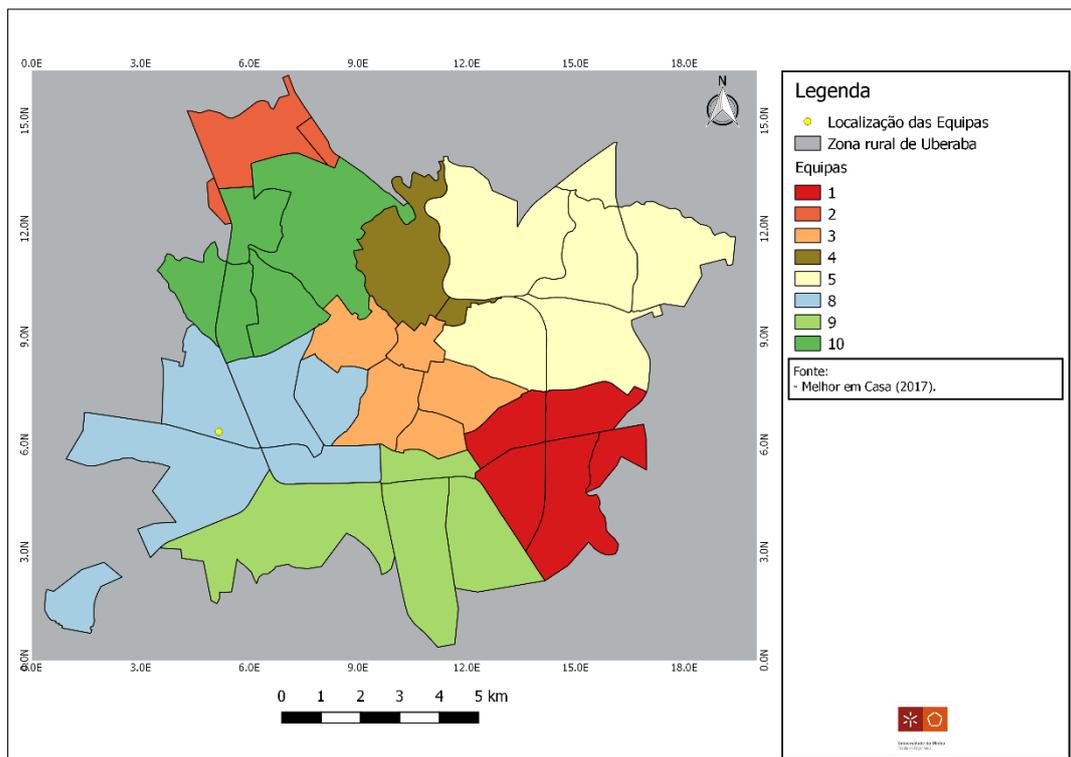


Figura 183 - Cenário 5 e peso 1,5 (10 zonas).

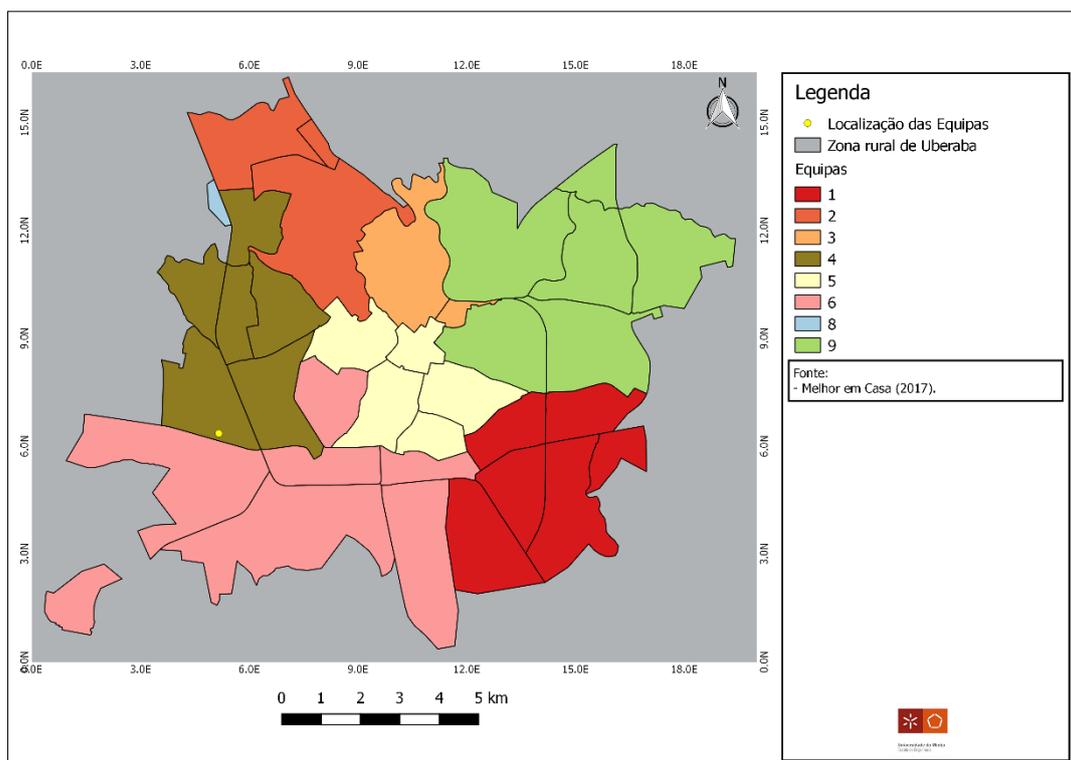


Figura 184 - Cenário 5 e peso 2 (10 zonas).

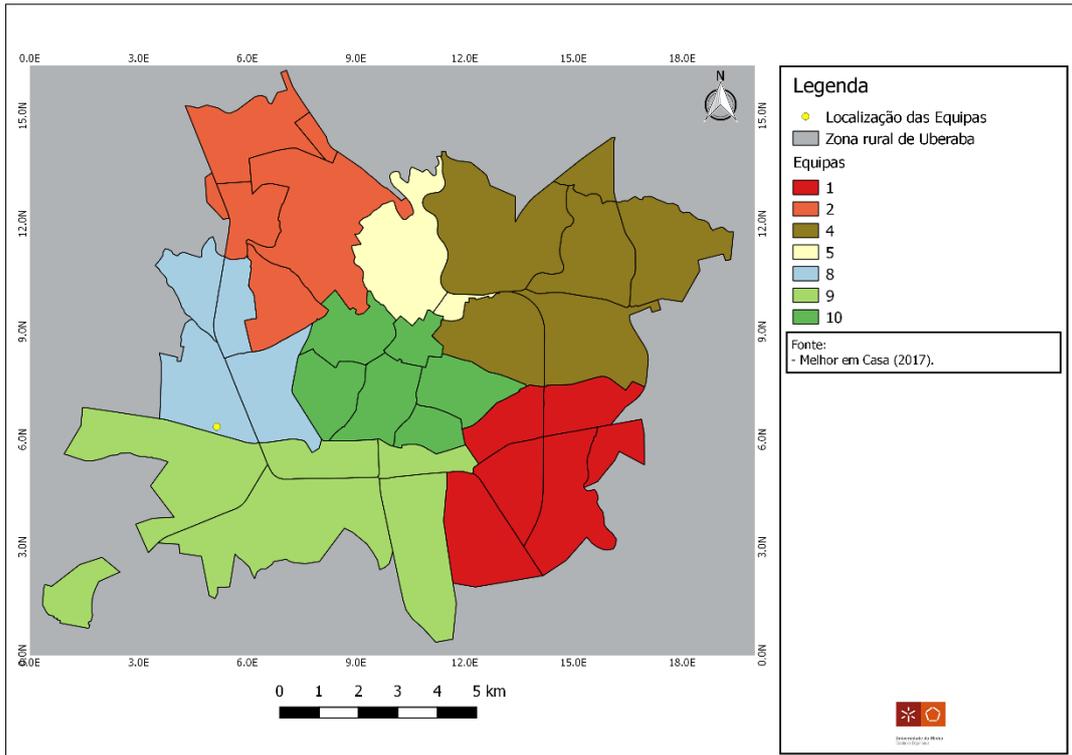


Figura 185 - Cenário 5 e peso 2,5 (10 zonas).

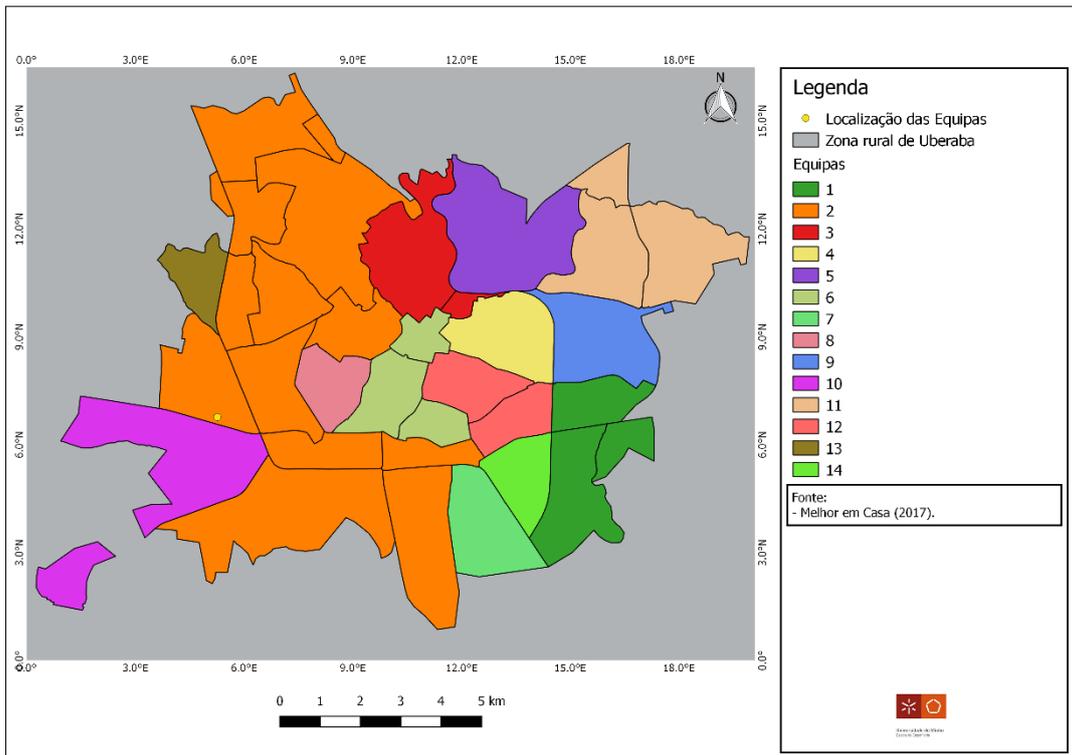


Figura 186 - Cenário 1 e peso 0,5 (14 zonas).

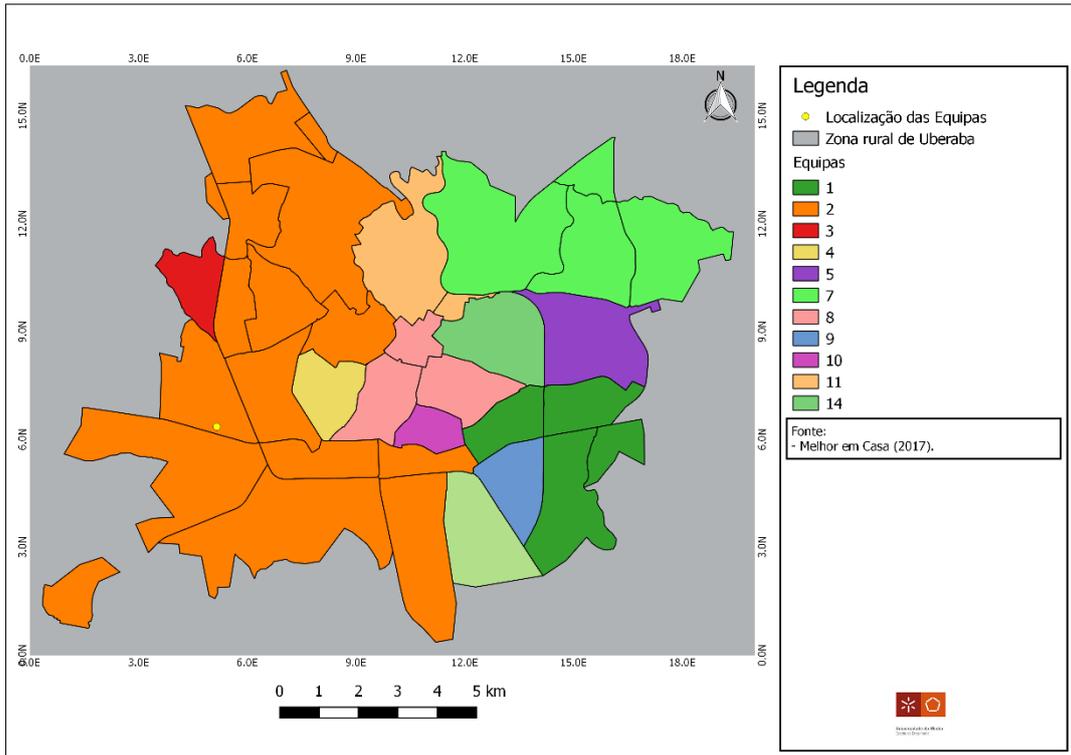


Figura 187 - Cenário 1 e peso 1 (14 zonas).

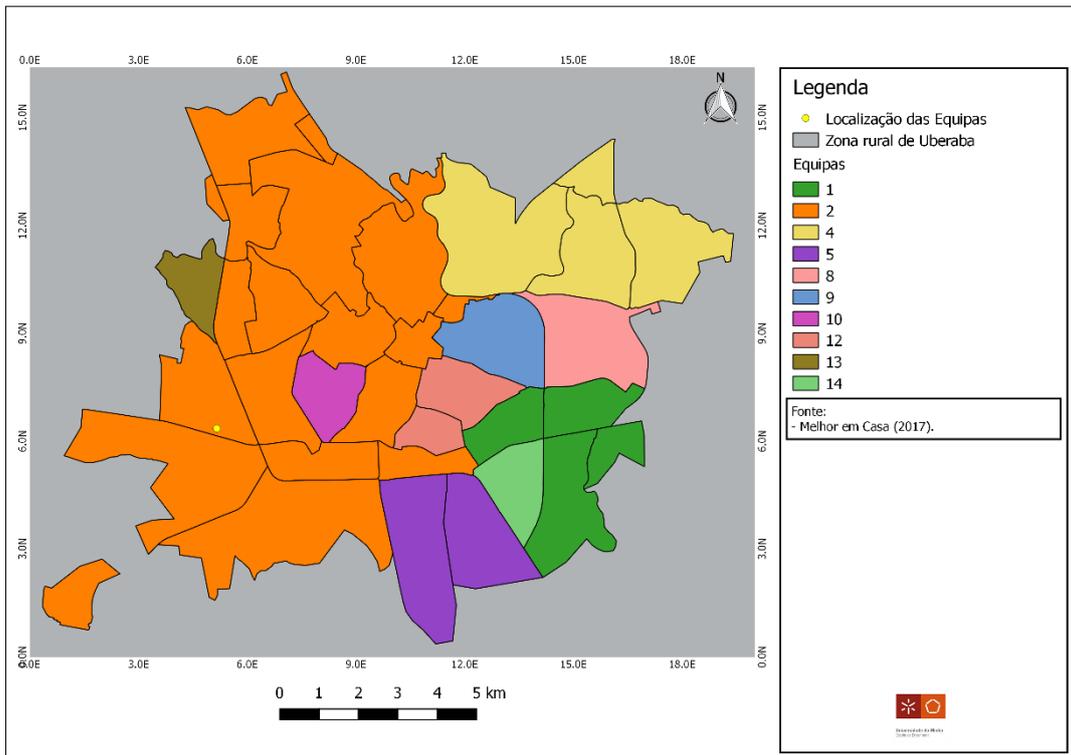


Figura 188 - Cenário 1 e peso 1,5 (14 zonas).

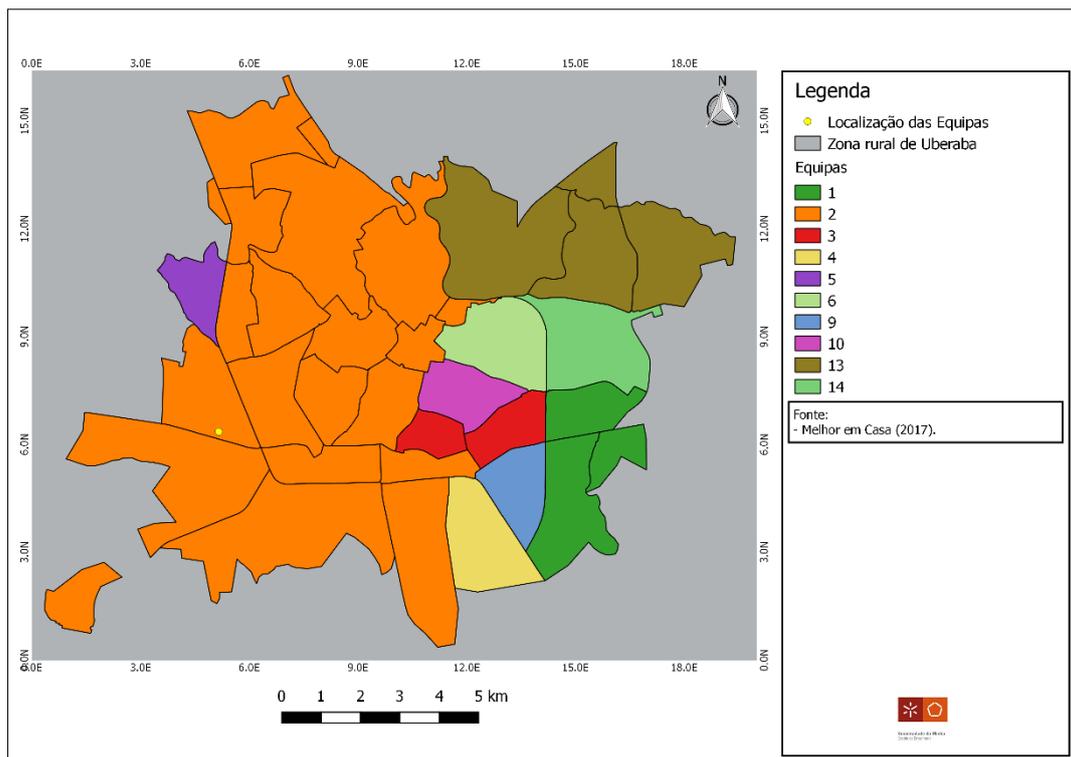


Figura 189 - Cenário 1 e peso 2 (14 zonas).

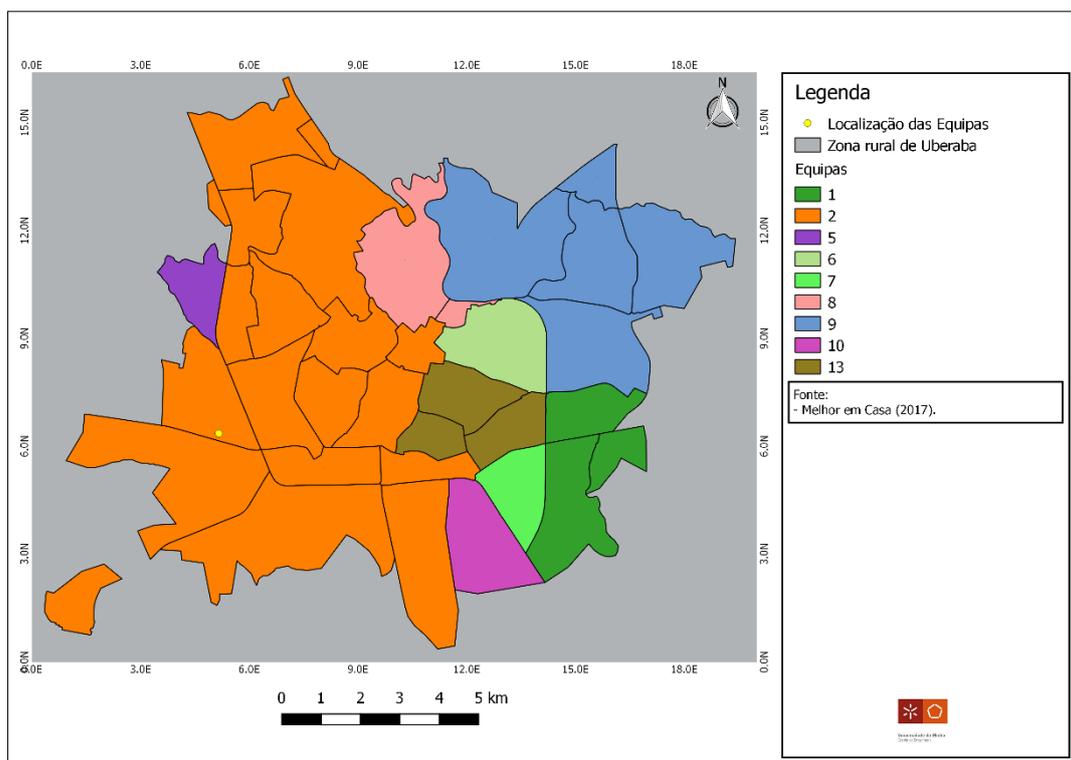


Figura 190 - Cenário 1 e peso 2,5 (14 zonas).

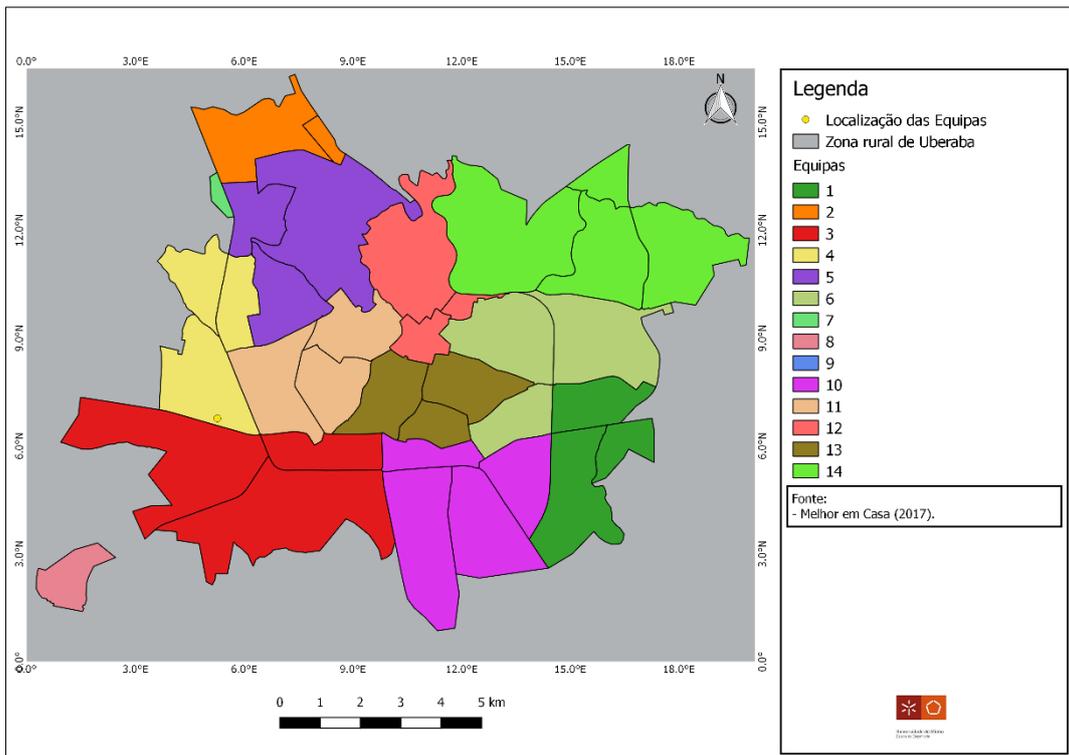


Figura 191 - Cenário 2 e peso 0,5 (14 zonas).

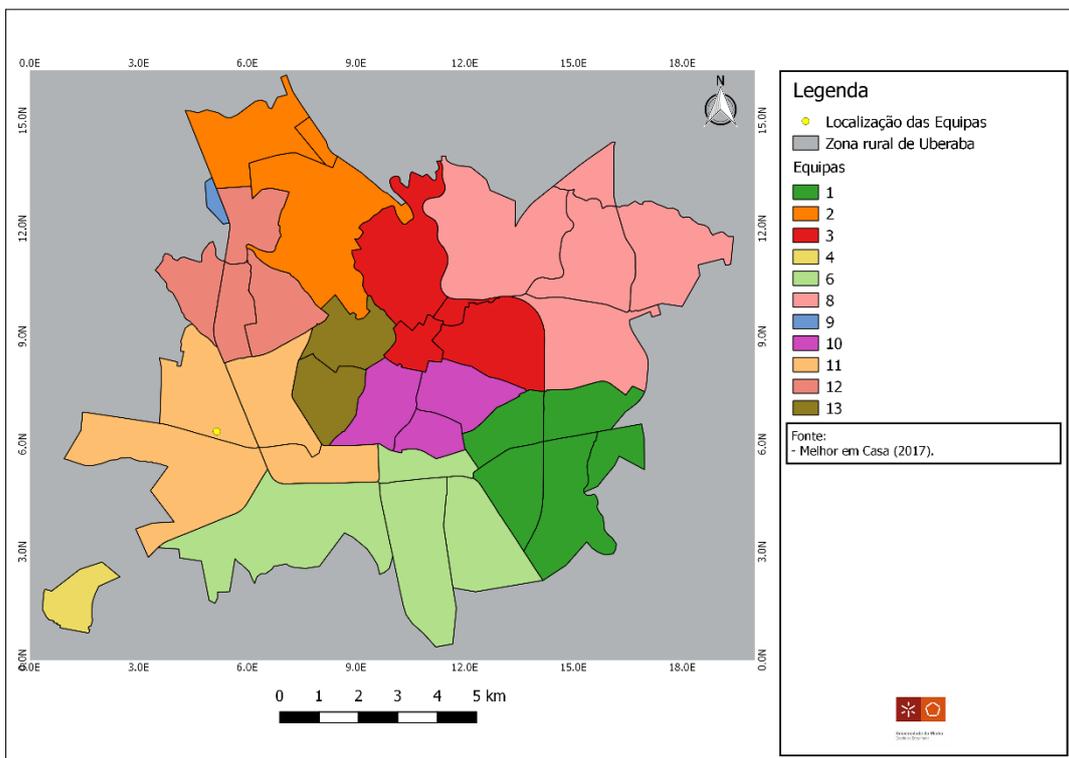


Figura 192 - Cenário 2 e peso 1 (14 zonas).

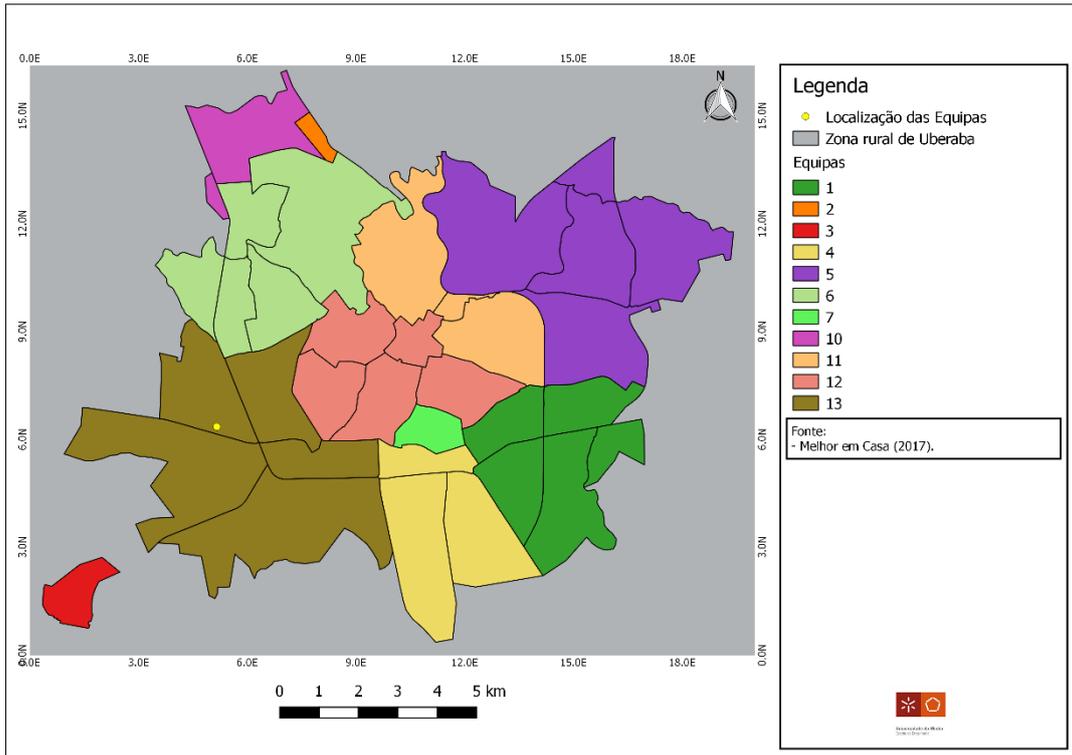


Figura 193 - Cenário 2 e peso 1,5 (14 zonas).

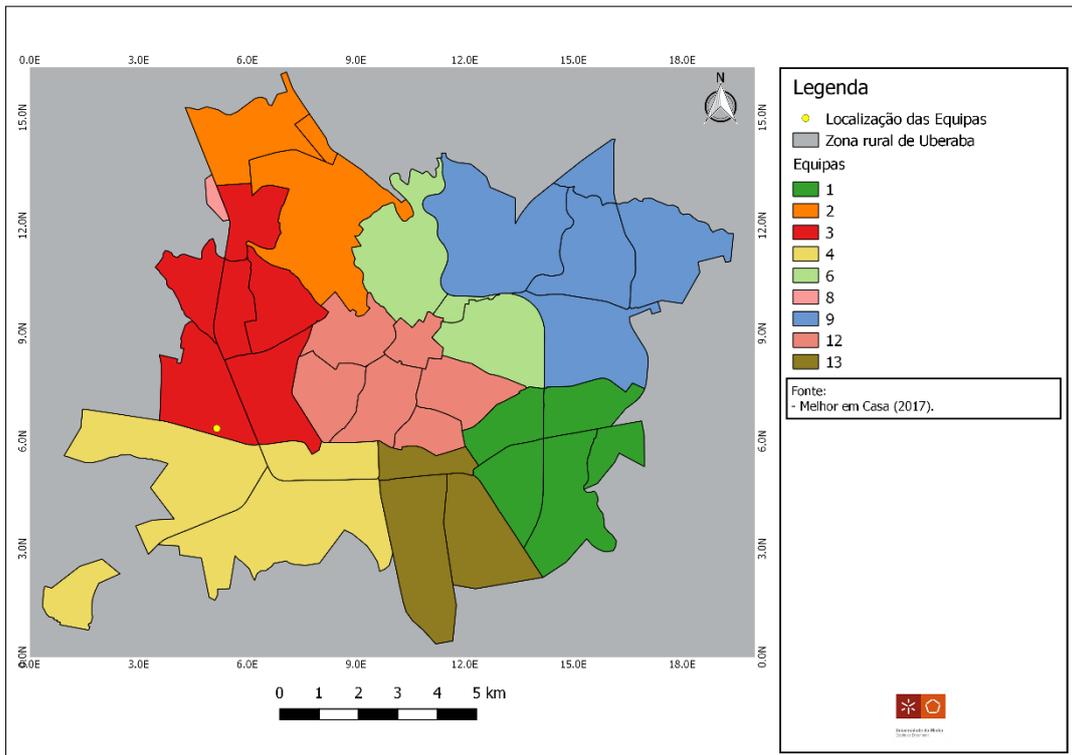


Figura 194 - Cenário 2 e peso 2 (14 zonas).

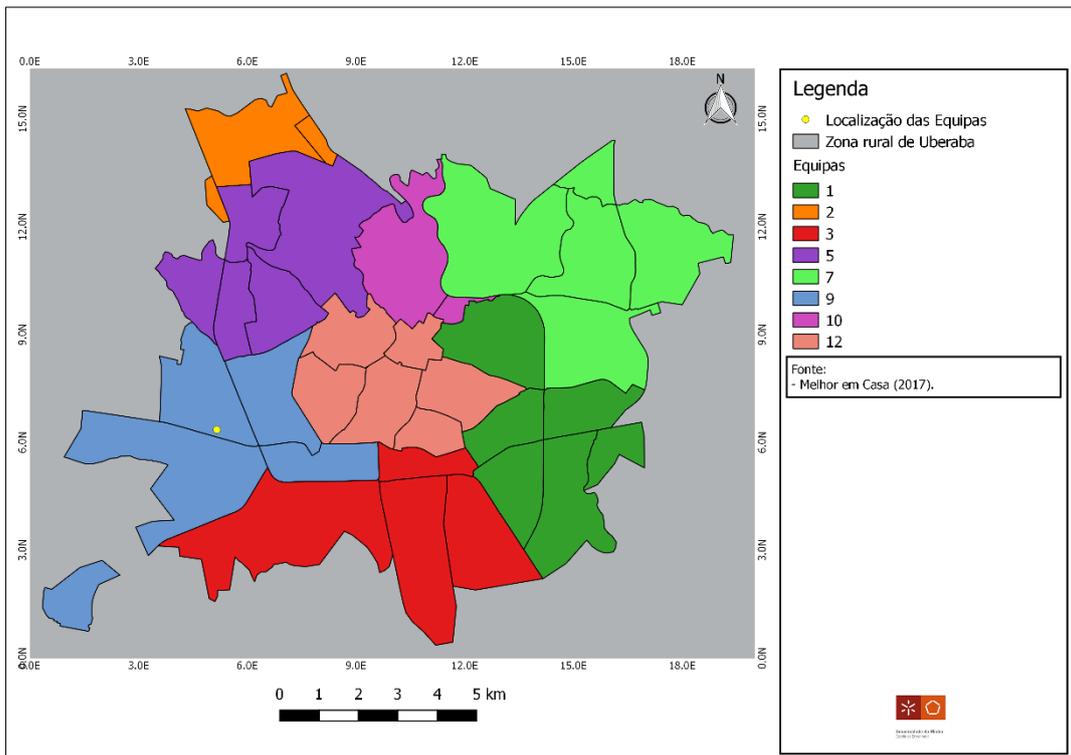


Figura 195 - Cenário 2 e peso 2,5 (14 zonas).

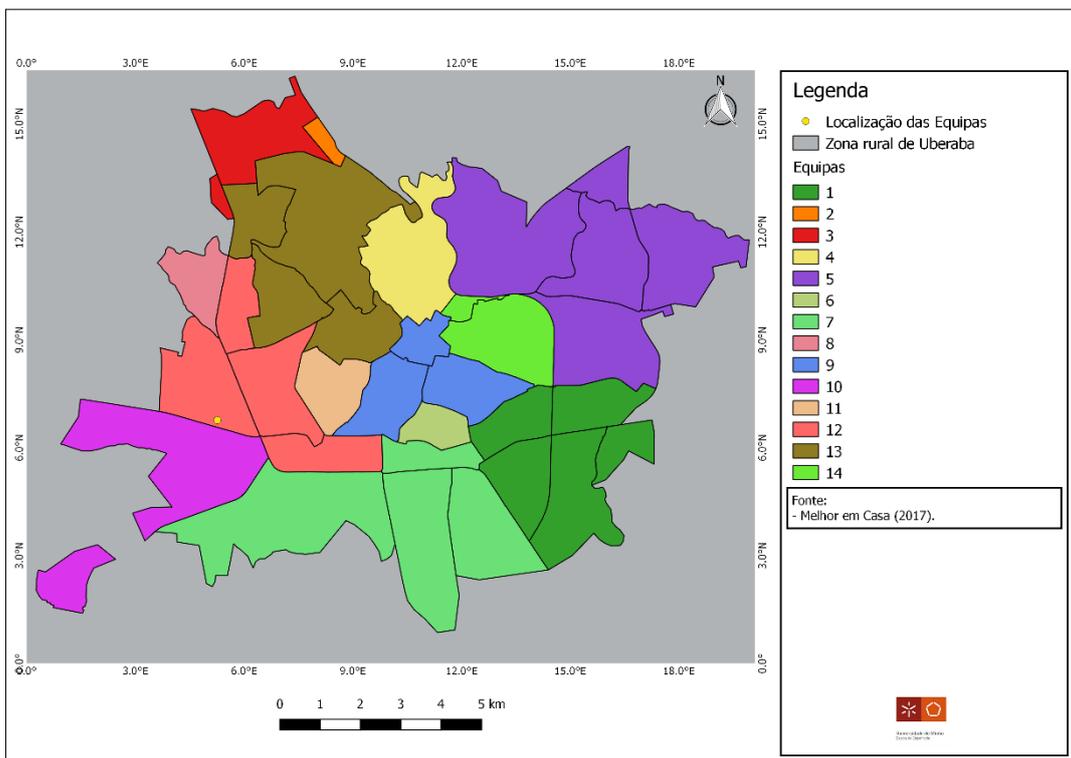


Figura 196 - Cenário 3 e peso 0,5 (14 zonas).

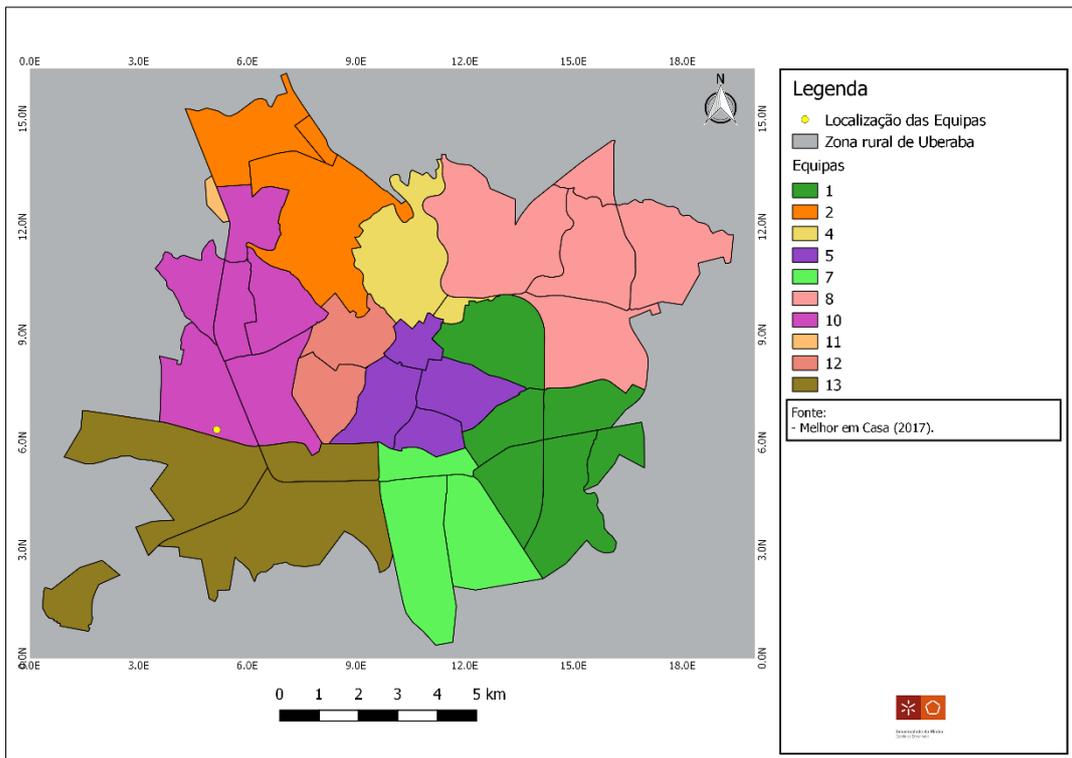


Figura 197 - Cenário 3 e peso 1 (14 zonas).

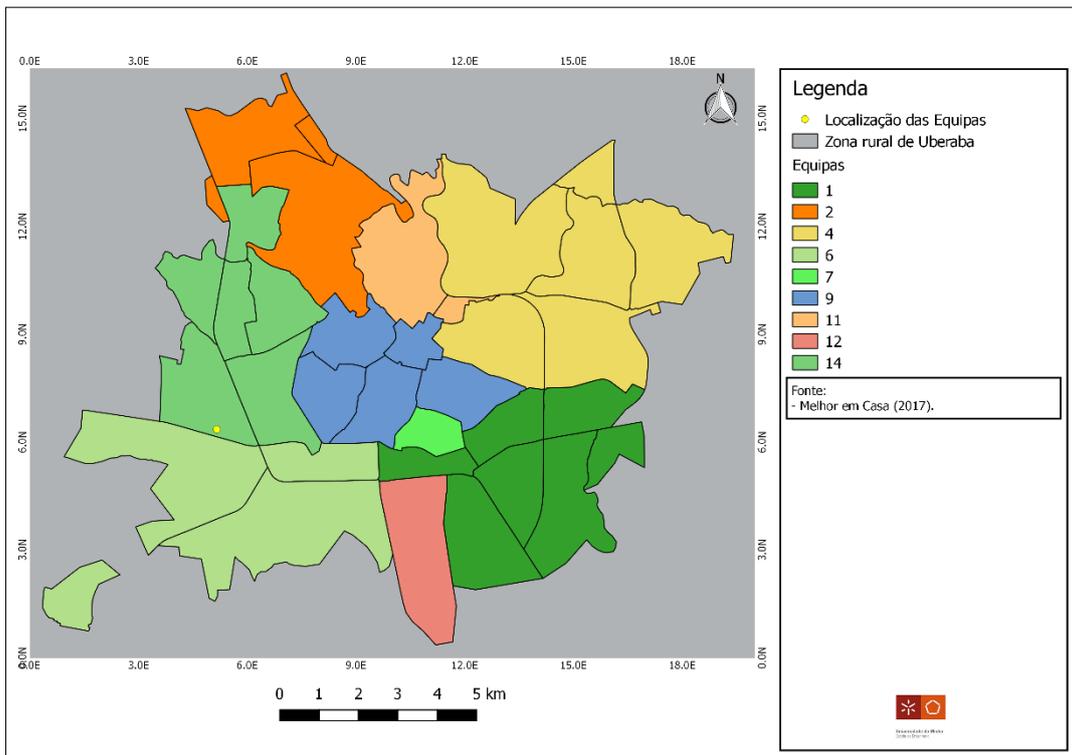


Figura 198 - Cenário 3 e peso 1,5 (14 zonas).

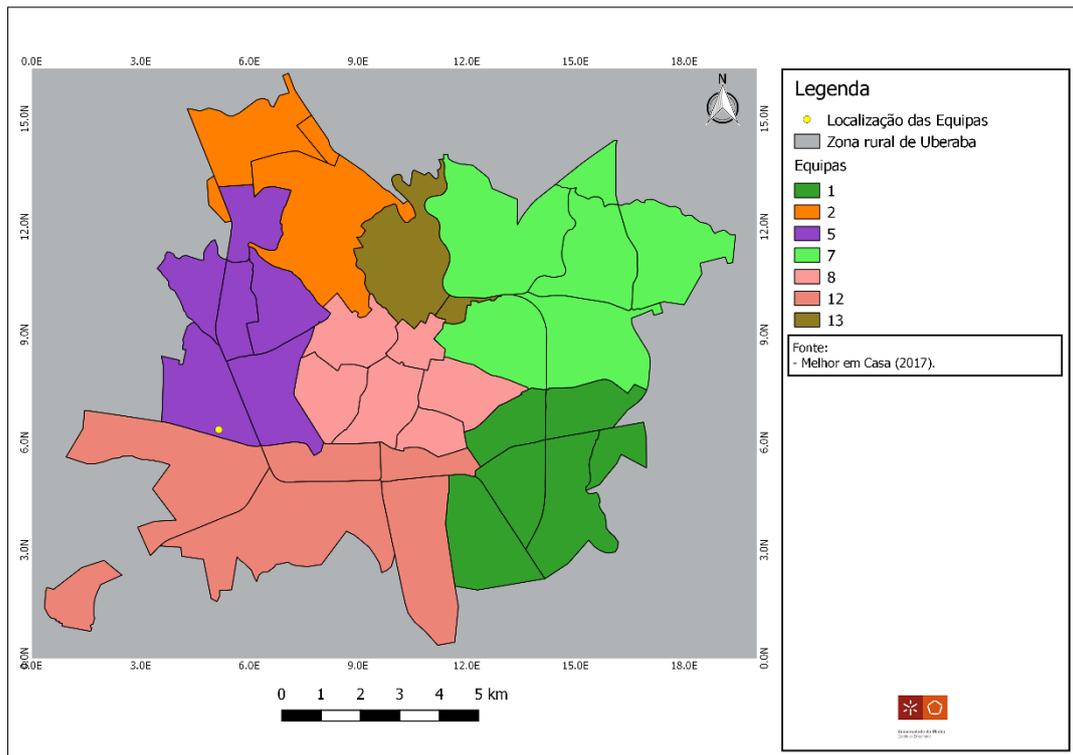


Figura 199 - Cenário 3 e peso 2 (14 zonas).

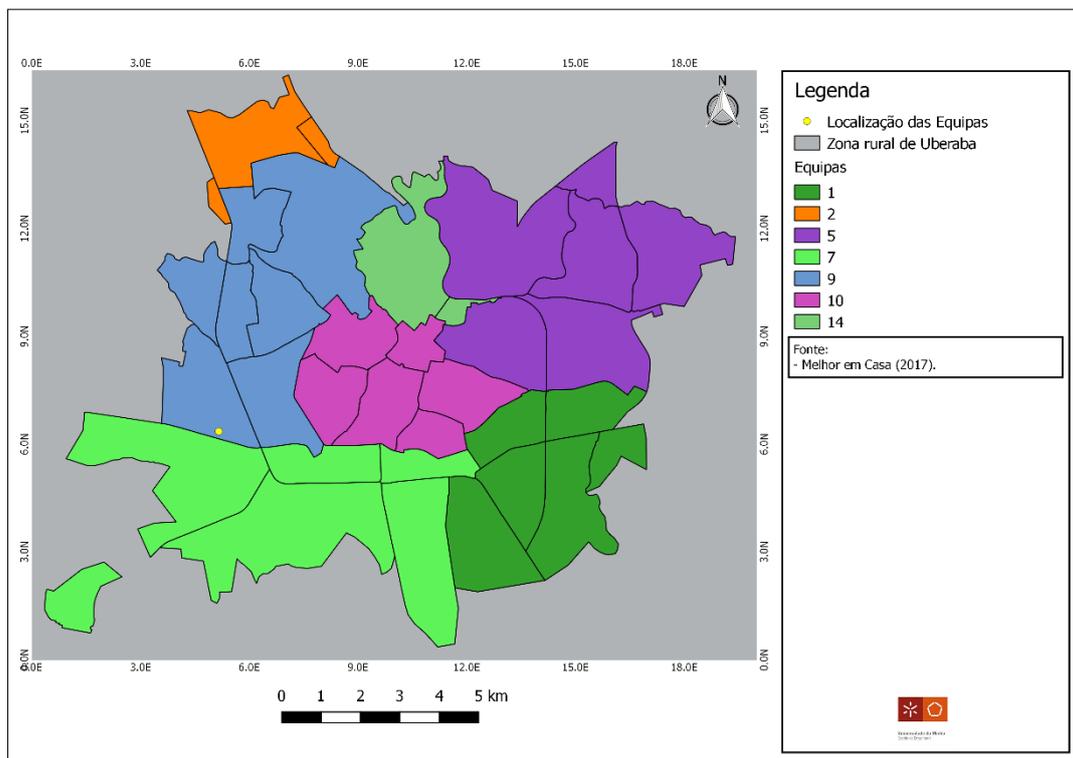


Figura 200 - Cenário 3 e peso 2,5 (14 zonas).

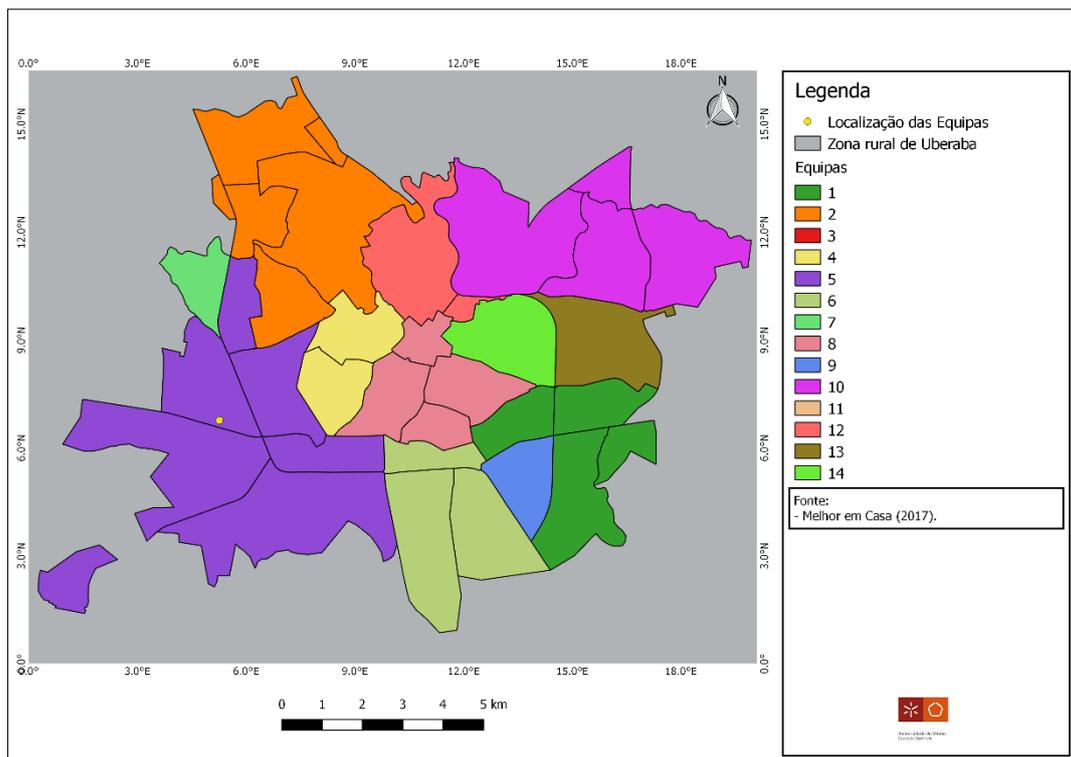


Figura 201 - Cenário 4 e peso 0,5 (14 zonas).

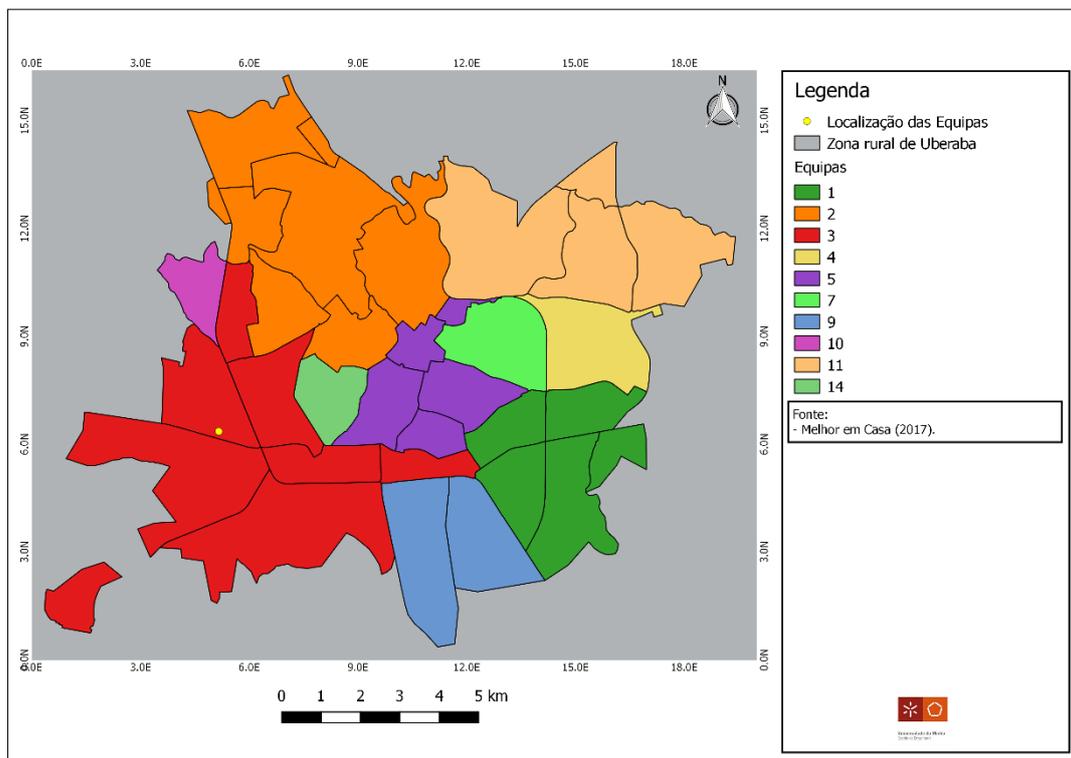


Figura 202 - Cenário 4 e peso 1 (14 zonas).

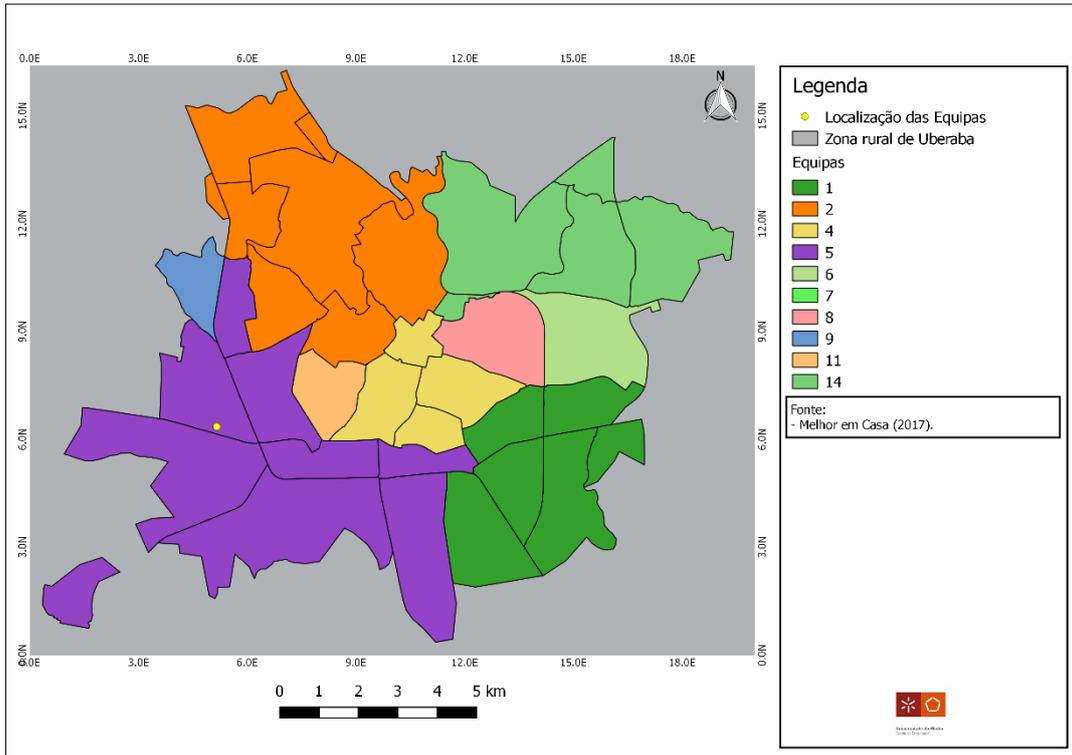


Figura 203 - Cenário 4 e peso 1,5 (14 zonas).

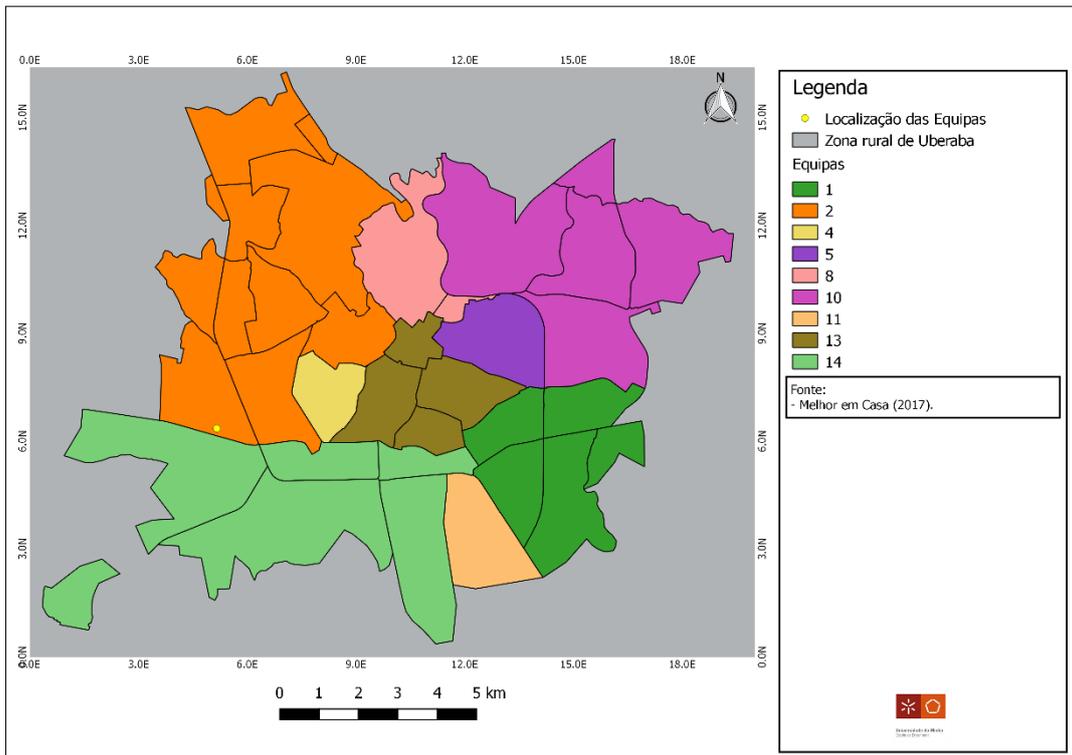


Figura 204 - Cenário 4 e peso 2 (14 zonas).

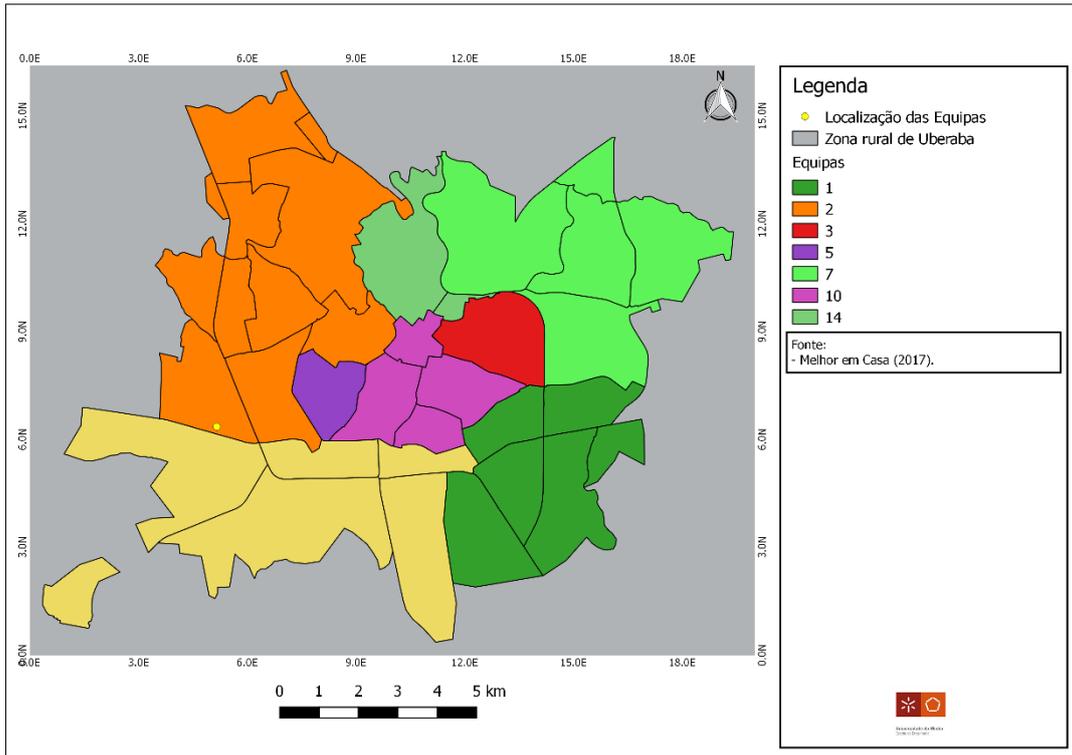


Figura 205 - Cenário 4 e peso 2,5 (14 zonas).

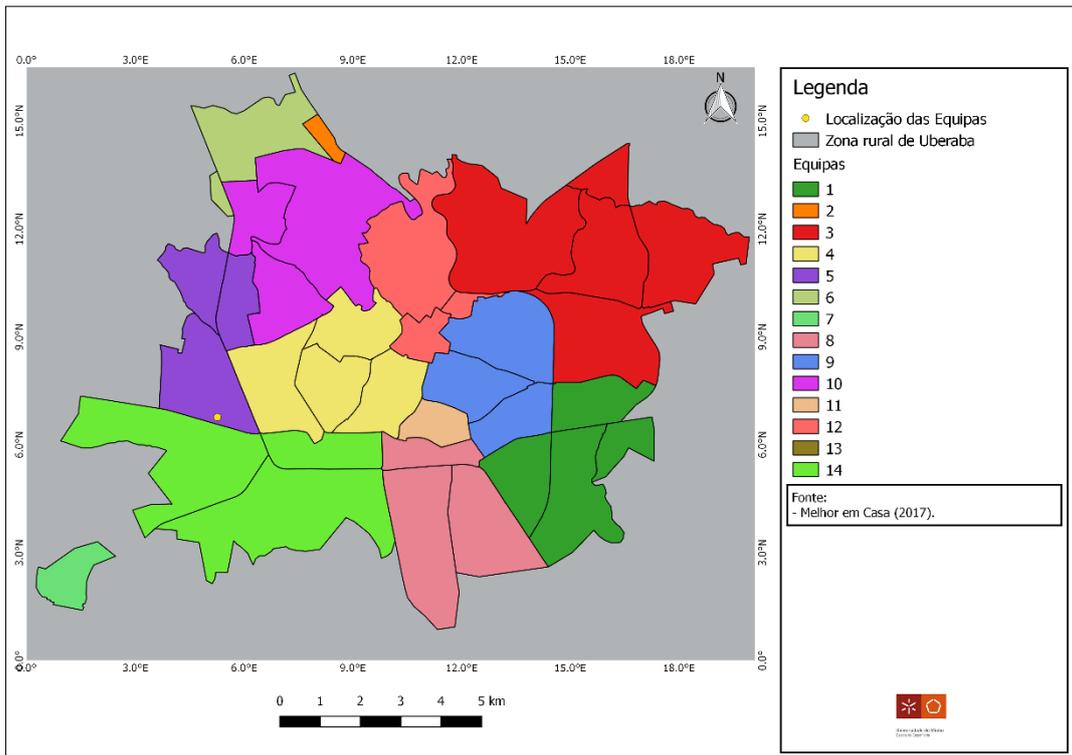


Figura 206 - Cenário 5 e peso 0,5 (14 zonas).

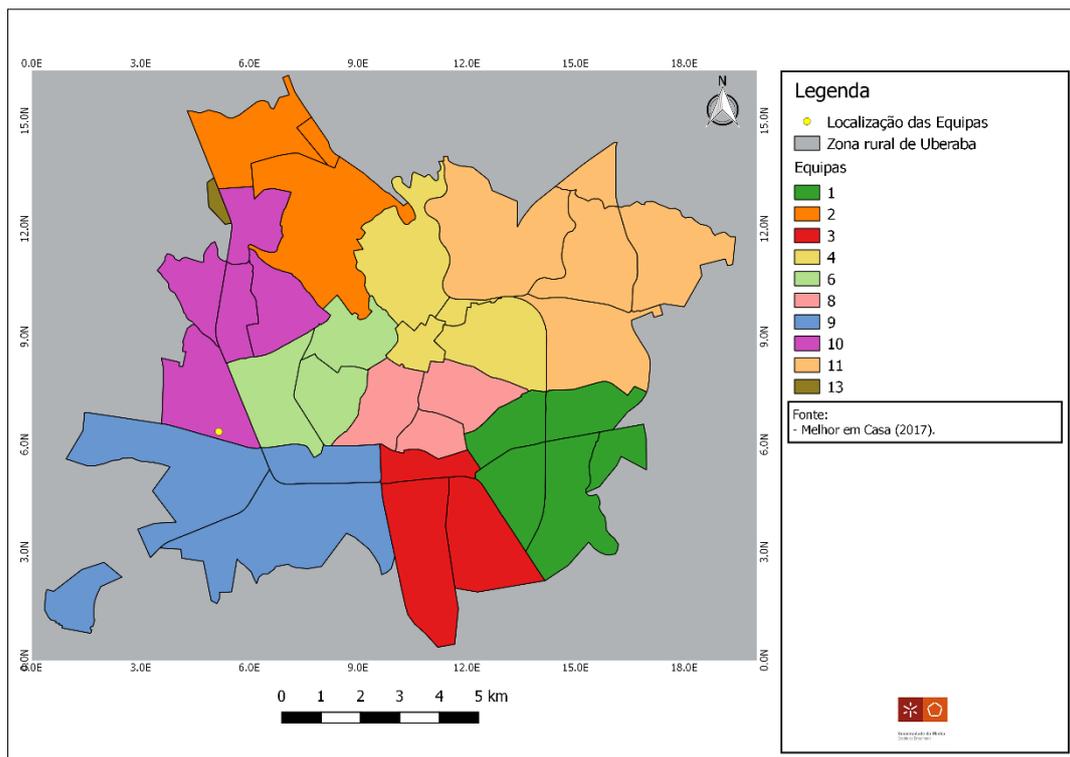


Figura 207 - Cenário 5 e peso 1 (14 zonas).

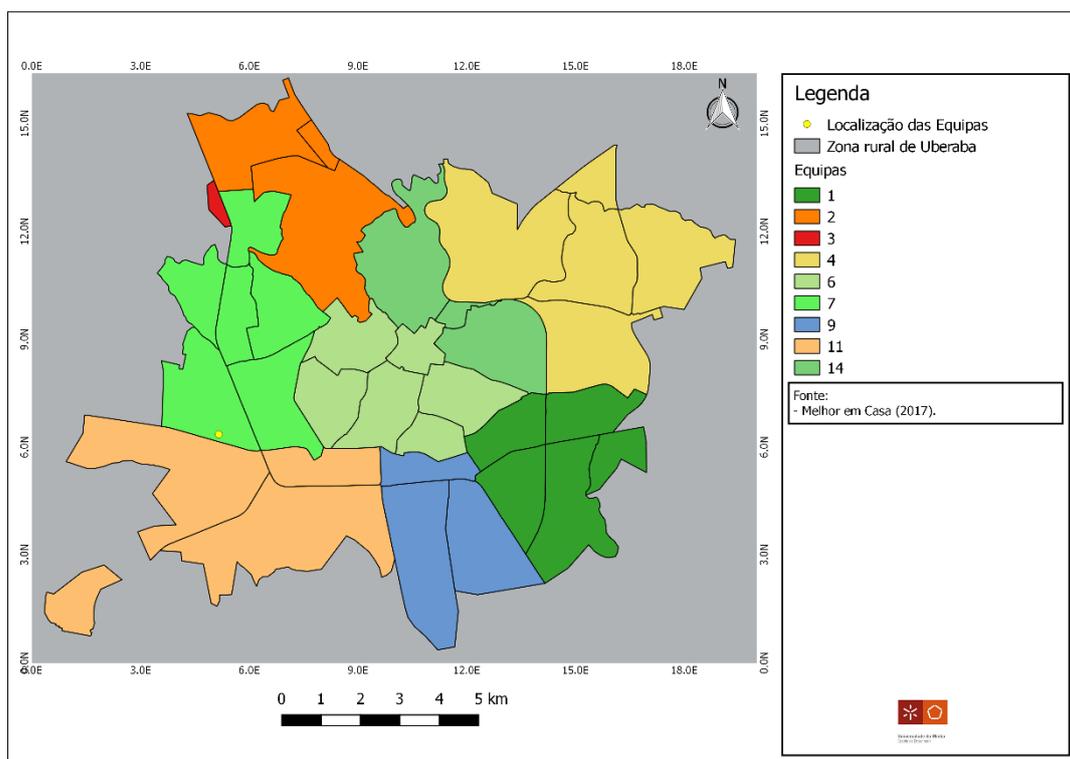


Figura 208 - Cenário 5 e peso 1,5 (14 zonas).

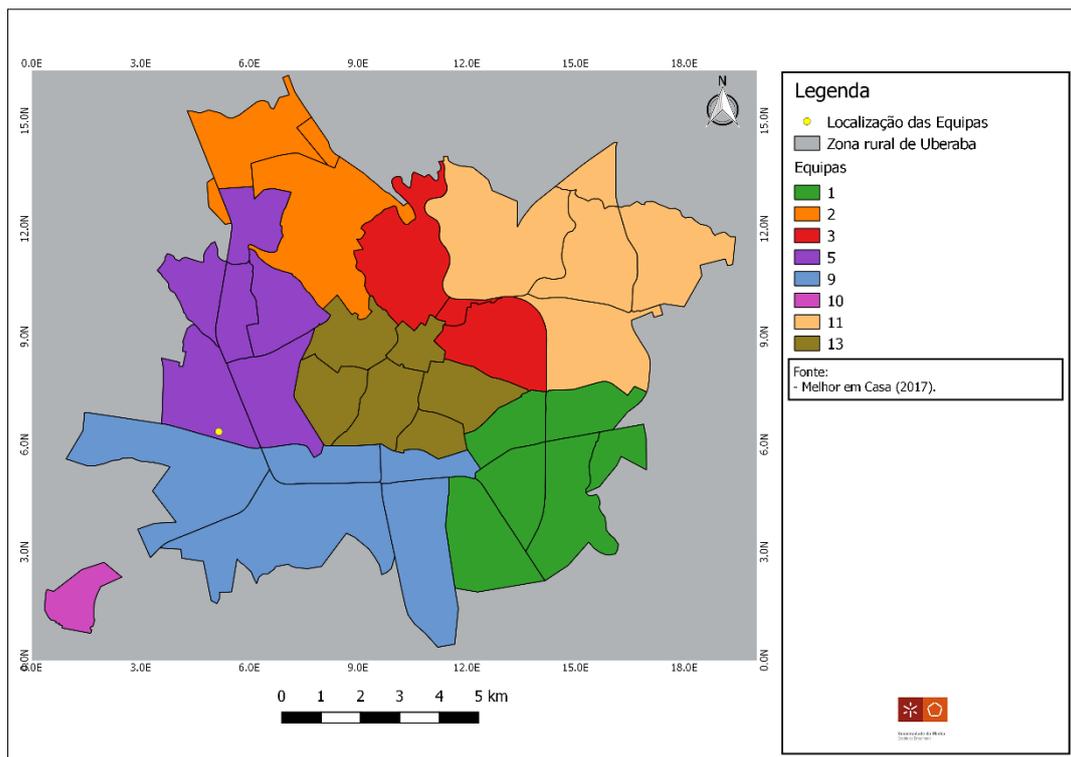


Figura 209 - Cenário 5 e peso 2 (14 zonas).

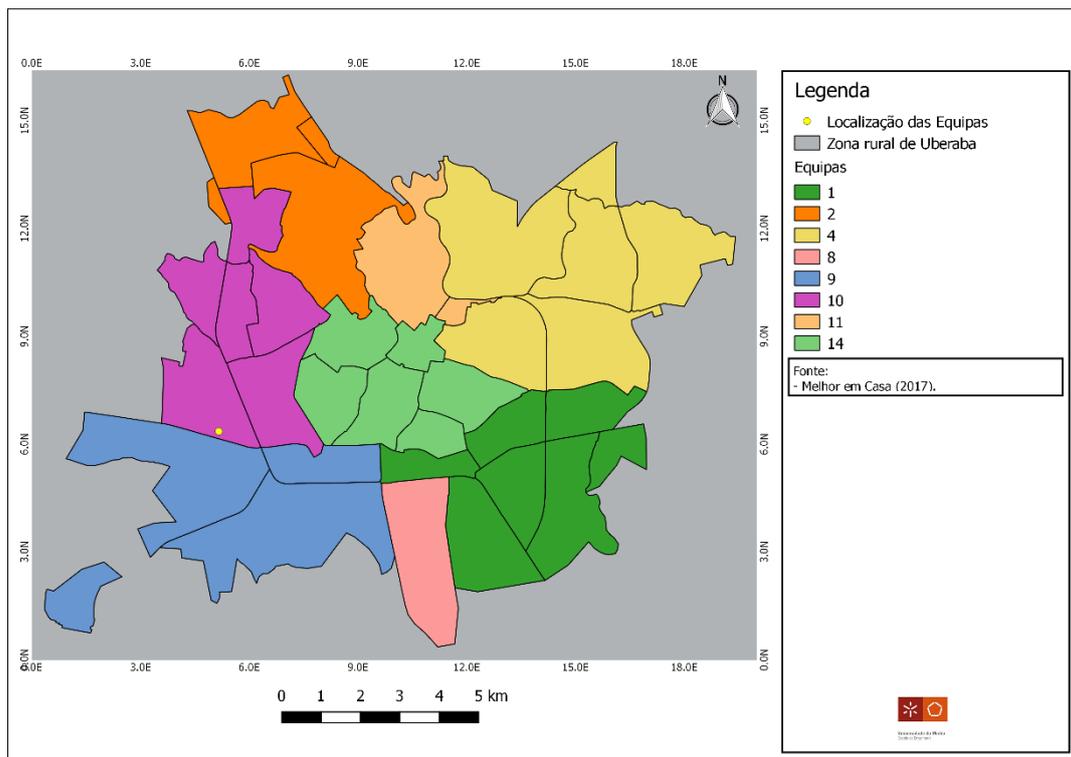


Figura 210 - Cenário 5 e peso 2,5 (14 zonas).

Anexos

I – Número de vagas por ECCI

ARS	ACES	EQUIPA	LUGARES
ALENTEJO	Alentejo Central	ECCI ÉVORA	25
ALENTEJO	Alentejo Central	ECCI ARRAIOLOS	18
ALENTEJO	Alentejo Central	ECCI MONTEMOR-O-NOVO	20
ALENTEJO	Alentejo Central	ECCI VENDAS NOVAS	23
ALENTEJO	Alentejo Central	ECCI VIANA DO ALENTEJO	20
ALENTEJO	Alentejo Central	ECCI ESTREMOZ	20
ALENTEJO	Alentejo Central	ECCI BORBA	20
ALENTEJO	Alentejo Central	ECCI VILA VIÇOSA	8
ALENTEJO	Alentejo Central	ECCI REDONDO	8
ALENTEJO	Alentejo Central	ECCI ALMOREG	10
ALENTEJO	Alentejo Central	ECCI PORTEL	10
ALENTEJO	ULS Baixo Alentejo	ECCI OURIQUE	10
ALENTEJO	ULS Baixo Alentejo	ECCI ALMODÔVAR	10
ALENTEJO	ULS Baixo Alentejo	ECCI BEJA	30
ALENTEJO	ULS Baixo Alentejo	ECCI SERPA	20
ALENTEJO	ULS Baixo Alentejo	ECCI FERREIRA DO ALENTEJO	15
ALENTEJO	ULS Baixo Alentejo	ECCI VIDIGUEIRA	15
ALENTEJO	ULS Litoral Alentejano	ECCI SINES	20
ALENTEJO	ULS Litoral Alentejano	ECCI SANTIAGO DO CACÉM	40
ALENTEJO	ULS Litoral Alentejano	ECCI GRÂNDOLA	30
ALENTEJO	ULS Litoral Alentejano	ECCI ALCÁCER DO SAL	27
ALENTEJO	ULS Litoral Alentejano	ECCI ODEMIRA	20
ALENTEJO	ULS Norte Alentejano	ECCI GAVIÃO	5
ALENTEJO	ULS Norte Alentejano	ECCI NISA	10
ALENTEJO	ULS Norte Alentejano	ECCI PORTALEGRE	25
ALENTEJO	ULS Norte Alentejano	ECCI CASTELO DE VIDE	5
ALENTEJO	ULS Norte Alentejano	ECCI MARVÃO	5
ALENTEJO	ULS Norte Alentejano	ECCI ARRONCHES	5
ALENTEJO	ULS Norte Alentejano	ECCI ELVAS	25
ALENTEJO	ULS Norte Alentejano	ECCI CAMPO MAIOR	10
ALENTEJO	ULS Norte Alentejano	ECCI PONTE SÓR	25
ALENTEJO	ULS Norte Alentejano	ECCI CRATO	5
ALENTEJO	ULS Norte Alentejano	ECCI ALTER DO CHÃO	5
ALENTEJO	ULS Norte Alentejano	ECCI MONFORTE	5
ALENTEJO	ULS Norte Alentejano	ECCI FRONTEIRA	5
ALENTEJO	ULS Norte Alentejano	ECCI SOUSEL	5
ALENTEJO	ULS Norte Alentejano	ECCI AVIS	5
ALGARVE	Algarve - I Central	ECCI FARO	40
ALGARVE	Algarve - I Central	UCC AL-PORTELLUS	40
ALGARVE	Algarve - I Central	UCC AL-BUHERA	25
ALGARVE	Algarve - I Central	UCC OLHÃO	50
ALGARVE	Algarve - I Central	ECCI OLHÃO	50
ALGARVE	Algarve - I Central	ECCI S. BRÁS ALPORTEL	40
ALGARVE	Algarve - I Central	ECCI FARO	40
ALGARVE	Algarve - I Central	ECCI FARO	40

ALGARVE	Algarve - I Central	ECCI LOULÉ	35
ALGARVE	Algarve - I Central	ECCI LOULÉ	50
ALGARVE	Algarve - I Central	ECCI LOULÉ	40
ALGARVE	Algarve - I Central	ECCI LOULÉ	25
ALGARVE	Algarve - I Central	ECCI ALBUFEIRA	50
ALGARVE	Algarve I - Central	ECCI LOULÉ	50
ALGARVE	Algarve II -Barlavento	ECCI SILVES	30
ALGARVE	Algarve II -Barlavento	ECCI LAGOA	35
ALGARVE	Algarve II -Barlavento	ECCI PORTIMÃO	30
ALGARVE	Algarve II -Barlavento	ECCI MONCHIQUE	10
ALGARVE	Algarve II -Barlavento	ECCI LAGOS	35
ALGARVE	Algarve II -Barlavento	ECCI VILA DO BISPO	30
ALGARVE	Algarve II -Barlavento	ECCI ALJEZUR	30
ALGARVE	Algarve II -Barlavento	ECCI SILVES	30
ALGARVE	Algarve II -Barlavento	ECCI SILVES	30
ALGARVE	Algarve II -Barlavento	ECCI LAGOS	35
ALGARVE	Algarve II -Barlavento	ECCI PORTIMÃO	35
ALGARVE	Algarve II -Barlavento	ECCI PORTIMÃO	35
ALGARVE	Algarve III - Sotavento	ECCI TAVIRA	30
ALGARVE	Algarve III - Sotavento	ECCI VILA REAL DE SANTO ANTÓNIO	25
ALGARVE	Algarve III - Sotavento	ECCI ALCOUTIM	20
ALGARVE	Algarve III - Sotavento	ECCI VILA REAL DE SANTO ANTÓNIO	20
ALGARVE	Algarve III - Sotavento	CS VRSA/CTM	20
ALGARVE	Algarve III - Sotavento	ECCI TAVIRA	30
ARSLVT	Almada e Seixal	ALMADA	40
ARSLVT	Almada e Seixal	SEIXAL	45
ARSLVT	Amadora	AMADORA	40
ARSLVT	Amadora	REBOLEIRA	35
ARSLVT	Amadora	VENDA NOVA	40
ARSLVT	Arco Ribeirinho	ALCOCHETE	15
ARSLVT	Arco Ribeirinho	MOITA	40
ARSLVT	Arco Ribeirinho	A CUIDAR DO VALE ATÉ À BAIXA	40
ARSLVT	Arco Ribeirinho	ALDEIA GALEGA - MONTIJO	30
ARSLVT	Arco Ribeirinho	BARREIRO	50
ARSLVT	Arrábida	PALMELA	50
ARSLVT	Arrábida	SESIMBRA	35
ARSLVT	Arrábida	SETÚBAL	50
ARSLVT	Cascais	PAREDE	50
ARSLVT	Cascais	CASCAIS	50
ARSLVT	Estuário do Tejo	ARRUDA DOS VINHOS	13
ARSLVT	Estuário do Tejo	ALENQUER	20
ARSLVT	Estuário do Tejo	VILA FRANCA DE XIRA	40
ARSLVT	Estuário do Tejo	AZAMBUJA	25
ARSLVT	Estuário do Tejo	BENAVENTE	10
ARSLVT	Lezíria	ALMEIRIM	40
ARSLVT	Lezíria	CARTAXO	40
ARSLVT	Lezíria	CHAMUSCA	35
ARSLVT	Lezíria	CORUCHE - SEGUIR EM FRENTE	30
ARSLVT	Lezíria	RIO MAIOR	50
ARSLVT	Lezíria	SALVATERRA DE MAGOS	20
ARSLVT	Lezíria	SANTARÉM	60
ARSLVT	Lisboa Central	LAPA	15

ARSLVT	Lisboa Central	OLIVAIS/MARVILA	20
ARSLVT	Lisboa Norte	ALVALADE	30
ARSLVT	Lisboa Norte	BENFICA	70
ARSLVT	Lisboa Norte	LUMIAR	40
ARSLVT	Lisboa Norte	SETE RIOS	70
ARSLVT	Lisboa Ocidental e Oeiras	CONSIGO	22
ARSLVT	Lisboa Ocidental e Oeiras	SAUDAR	21
ARSLVT	Lisboa Ocidental e Oeiras	CUIDAR	25
ARSLVT	Loures e Odivelas	LOURES	50
ARSLVT	Loures e Odivelas	ODIVELAS	80
ARSLVT	Loures e Odivelas	PONTINHA	60
ARSLVT	Loures e Odivelas	ECCI SACAVÉM	20
ARSLVT	Médio Tejo	ECCI TORRES NOVAS	20
ARSLVT	Médio Tejo	ECCI MARIA DIAS FERREIRA	20
ARSLVT	Médio Tejo	ECCI ALNANENA	15
ARSLVT	Oeste Norte	CALDAS DA RAINHA	24
ARSLVT	Oeste Norte	ALCOBAÇA	20
ARSLVT	Oeste Norte	NAZARÉ	15
ARSLVT	Oeste Norte	PENICHE	15
ARSLVT	Oeste Sul	CADAVAL	5
ARSLVT	Oeste Sul	LOURINHÃ	7
ARSLVT	Oeste Sul	TORRES VEDRAS	20
ARSLVT	Oeste Sul	MAFRA	50
ARSLVT	Oeste Sul	SOBRAL DO MONTE AGRAÇO	10
ARSLVT	Oeste Sul	ENTRONCAMENTO	20
ARSLVT	Oeste Sul	ALMOUROL	30
ARSLVT	Oeste Sul	OURÉM	50
ARSLVT	Sintra	ALGUEIRÃO/RIO DE MOURO	65
ARSLVT	Sintra	PERO PINHEIRO	30
ARSLVT	Sintra	SINTRA	45
ARSLVT	Sintra	CACÉM	60
ARSLVT	Sintra	QUELUZ	70
CENTRO	Baixo Mondego	ECCI CELAS	8
CENTRO	Baixo Mondego	ECCI NORTON DE MATOS	10
CENTRO	Baixo Mondego	ECCI S. MARTINHO DO BISPO	10
CENTRO	Baixo Mondego	ECCI MEALHADA	10
CENTRO	Baixo Mondego	ECCI CANTANHEDE	15
CENTRO	Baixo Mondego	ECCI MIRA	10
CENTRO	Baixo Mondego	ECCI SOURE	10
CENTRO	Baixo Mondego	ECCI MONTEMOR-O-VELHO	10
CENTRO	Baixo Mondego	ECCI MORTÁ GUA	10
CENTRO	Baixo Mondego	UCC FAROL DO MONDEGO	5
CENTRO	Baixo Mondego	UCC COIMBRA SAÚDE	10
CENTRO	Baixo Vouga	ECCI SEVER DO VOUGA	10
CENTRO	Baixo Vouga	ECCI ÁGUEDA	15
CENTRO	Baixo Vouga	ECCI OLIVEIRA DO BAIRRO	10
CENTRO	Baixo Vouga	ECCI ANADIA	20
CENTRO	Baixo Vouga	ECCI AVEIRO	13
CENTRO	Baixo Vouga	ECCI LAÇOS DE MAR E RIA	10
CENTRO	Baixo Vouga	ECCI VAGOS	10
CENTRO	Baixo Vouga	ECCI ALBERGARIA-A-VELHA	10

CENTRO	Baixo Vouga	ECCI MURTOSA	10
CENTRO	Baixo Vouga	ECCI OVAR	10
CENTRO	Baixo Vouga	UCC NÓS	10
CENTRO	Cova da Beira	ECCI BELMONTE	5
CENTRO	Cova da Beira	ECCI COVILHÃ	25
CENTRO	Cova da Beira	ECCI FUNDÃO	7
CENTRO	Dão Lafões	ECCI ARISTIDES SOUSA MENDES	6
CENTRO	Dão Lafões	ECCI SANTA COMBA DÃO	5
CENTRO	Dão Lafões	ECCI TONDELA	5
CENTRO	Dão Lafões	ECCI VISEU	25
CENTRO	Dão Lafões	ECCI SÁTÃO	5
CENTRO	Dão Lafões	ECCI AGUIAR DA BEIRA	6
CENTRO	Dão Lafões	ECCI CASTRO DAIRE	5
CENTRO	Dão Lafões	UCC PENADALVA	3
CENTRO	Dão Lafões	ECCI MANGUALDE	5
CENTRO	Dão Lafões	ECCI - NELAS	10
CENTRO	Pinhal Interior Norte	ECCI MIRANDA DO CORVO	5
CENTRO	Pinhal Interior Norte	ECCI PENELA	6
CENTRO	Pinhal Interior Norte	ECCI ANSIÃO	10
CENTRO	Pinhal Interior Norte	ECCI AL BIAZ	8
CENTRO	Pinhal Interior Norte	ECCI FIGUEIRÓ DOS VINHOS	15
CENTRO	Pinhal Interior Norte	ECCI PERAGRANDE	5
CENTRO	Pinhal Interior Norte	ECCI ARGANIL	5
CENTRO	Pinhal Interior Norte	UCC PINHEIRO DOS ABRAÇOS	20
CENTRO	Pinhal Interior Norte	ECCI TÁBUA	20
CENTRO	Pinhal Interior Norte	UCC AROUCE	16
CENTRO	Pinhal Litoral	ECCI MARINHA GRANDE	14
CENTRO	Pinhal Litoral	ECCI D. FUAS ROUPINHO	5
CENTRO	Pinhal Litoral	ECCI POMBAL	5
CENTRO	Pinhal Litoral	CS LEIRIA - DR. ALNALDO SAMPAIO	10
CENTRO	ULS Castelo Branco	ECCI CASTELO BRANCO - SUL	10
CENTRO	ULS Castelo Branco	ECCI IDANHA-A-NOVA	4
CENTRO	ULS Castelo Branco	ECCI SERTÃ - PINHAL	11
CENTRO	ULS Castelo Branco	ECCI VILA DE REI	3
CENTRO	ULS Guarda	ECCI - VILA NOVA DE FOZ CÔA	20
CENTRO	ULS Guarda	ECCI MANTEIGAS	31
CENTRO	ULS Guarda	ECCI SEIA	20
CENTRO	ULS Guarda	ECCI GOUVEIA	20
CENTRO	ULS Guarda	ECCI GUARDA	50
CENTRO	ULS Guarda	ECCI - SABUGAL	12
CENTRO	ULS Guarda	ECCI ALMEIDA	17
CENTRO	ULS Guarda	ECCI SACADURA CABRAL	9
CENTRO	ULS Guarda	ECCI FORNOS DE ALGODRES (FELIZ AMANHECER)	25
CENTRO	ULS Guarda	ECCI PINHEL	50
CENTRO	ULS Guarda	ECCI TRANCOSO	15
CENTRO	ULS Guarda	ECCI MEDA	20
CENTRO	ULS Guarda	ECCI FIGUEIRA CASTELO RODRIGO	20
NORTE	Alto Ave - Guimarães/Vizela/Terras de Basto	ECCI GUIMARÃES	25
NORTE	Alto Ave - Guimarães/Vizela/Terras de Basto	ECCI VIZELA	20

NORTE	Alto Ave - Guimarães/Vizela/Terras de Basto	ECCI FAFE	20
NORTE	Alto Ave - Guimarães/Vizela/Terras de Basto	ECCI CABEÇEIRAS DE BASTO	15
NORTE	Alto Ave - Guimarães/Vizela/Terras de Basto	ECCI MONDIM DE BASTO	8
NORTE	Alto Trás-os-Montes II Alto Tâmega e Barroso	ECCI RIBEIRA DE PENA	10
NORTE	Alto Trás-os-Montes II Alto Tâmega e Barroso	ECCI CHAVES 1	20
NORTE	Alto Trás-os-Montes II Alto Tâmega e Barroso	ECCI CHAVES 2	20
NORTE	Alto Trás-os-Montes II Alto Tâmega e Barroso	ECCI VALPAÇOS	20
NORTE	Alto Trás-os-Montes II Alto Tâmega e Barroso	ECCI VILA POUÇA DE AGUIAR	20
NORTE	Alto Trás-os-Montes II Alto Tâmega e Barroso	ECCI BOTICAS	12
NORTE	Alto Trás-os-Montes II Alto Tâmega e Barroso	ECCI MONTALEGRE	20
NORTE	Ave / Famalicão	ECCI FAMALICÃO	30
NORTE	Cávado I - Braga	ECCI BRAGA	20
NORTE	Cávado I - Braga	ECCI BRAGA - ÍNFIAS	20
NORTE	Cávado I - Braga	ECCI BRAGA - CARANDÃ •	20
NORTE	Cávado II - Gerês/Cabreira	ECCI AMARES	7
NORTE	Cávado II - Gerês/Cabreira	ECCI VILA VERDE	20
NORTE	Cávado II - Gerês/Cabreira	ECCI PÓVOA DE LANHOSO	20
NORTE	Cávado II - Gerês/Cabreira	ECCI TERRAS DE BOURO	20
NORTE	Cávado II - Gerês/Cabreira	ECCI VIEIRA DO MINHO	20
NORTE	Cávado III - Barcelos/Esposende	ECCI ESPOSENDE	15
NORTE	Cávado III - Barcelos/Esposende	ECCI BARCELOS	20
NORTE	Cávado III - Barcelos/Esposende	ECCI BARCELINHOS	13
NORTE	Douro I - Marão e Douro Norte	ECCI VILA REAL 2	20
NORTE	Douro I - Marão e Douro Norte	ECCI VILA REAL 1	20
NORTE	Douro I - Marão e Douro Norte	ECCI SANTA MARTA PENAGUIÃO	20
NORTE	Douro I - Marão e Douro Norte	ECCI DOURO	20
NORTE	Douro I - Marão e Douro Norte	ECCI SABROSA	20
NORTE	Douro I - Marão e Douro Norte	ECCI ALIJÓ	20
NORTE	Douro I - Marão e Douro Norte	ECCI MURÇA	20
NORTE	Douro II - Douro Sul	ECCI TAROUÇA	13
NORTE	Entre o Douro e o Vouga I - Feira/Arouca	ECCI SENHORA MARIA DA FEIRA	12
NORTE	Entre o Douro e o Vouga I - Feira/Arouca	ECCI Arouca	4
NORTE	Entre o Douro e Vouga II - Aveiro Norte	ECCI AVEIRO NORTE	32
NORTE	Grande Porto I - Santo Tirso/Trofa	ECCI TROFA	20
NORTE	Grande Porto I - Santo Tirso/Trofa	ECCI NEGRELOS	20
NORTE	Grande Porto I - Santo Tirso/Trofa	ECCI SANTO TIRSO	20
NORTE	Grande Porto II - Gondomar	ECCI RIO TINTO/S.PEDRO DA COVA	20
NORTE	Grande Porto II - Gondomar	ECCI GONDOMAR/FOZ DO SOUSA	20
NORTE	Grande Porto III - Maia/ Valongo	ECCI ÁGUAS SANTAS	18
NORTE	Grande Porto III - Maia/ Valongo	ECCI ERMESINDE	15
NORTE	Grande Porto III - Maia/ Valongo	ECCI CASTELO DA MAIA	15
NORTE	Grande Porto III - Maia/ Valongo	ECCI VALONGO	15
NORTE	Grande Porto III - Maia/ Valongo	ECCI Maia	15

NORTE	Grande Porto IV - Póvoa de Varzim/Vila do Conde	ECCI VILA DO CONDE	20
NORTE	Grande Porto IV - Póvoa de Varzim/Vila do Conde	ECCI PÓVOA DE VARZIM	20
NORTE	Grande Porto V - Porto Ocidental	ECCI BATALHA	20
NORTE	Grande Porto V - Porto Ocidental	ECCI ALDOAR	20
NORTE	Grande Porto V - Porto Ocidental	ECCI CARVALHOSA	20
NORTE	Grande Porto VI - Porto Oriental	ECCI PARANHOS	14
NORTE	Grande Porto VI - Porto Oriental	ECCI CAMPANHÃ	20
NORTE	Grande Porto VII - Gaia	ECCI SOARES DOS REIS /OLIVEIRA DOURO	20
NORTE	Grande Porto VIII - Espinho/Gaia	ECCI BOA -NOVA	12
NORTE	Grande Porto VIII - Espinho/Gaia	ECCI ARCOZELO - ESPINHO	16
NORTE	Tâmega I - Baixo Tâmega	ECCI AMARANTE	20
NORTE	Tâmega I - Baixo Tâmega	ECCI MARCO DE CANAVEZES	20
NORTE	Tâmega I - Baixo Tâmega	ECCI BAIÃO	20
NORTE	Tâmega I - Baixo Tâmega	ECCI CINFÃES	20
NORTE	Tâmega I - Baixo Tâmega	ECCI CELORICO DE BASTO	20
NORTE	Tâmega II - Vale de Sousa Sul	ECCI REBORDOSA	20
NORTE	Tâmega III - Vale de Sousa Norte	ECCI FELGUEIRAS	20
NORTE	Tâmega III - Vale de Sousa Norte	ECCI LOUSADA	15
NORTE	Tâmega III - Vale de Sousa Norte	ECCI PAÇOS DE FERREIRA	10
NORTE	ULS Alto Minho	ECCI CAMINHA	20
NORTE	ULS Alto Minho	ECCI VILA NOVA DE CERVEIRA	20
NORTE	ULS Alto Minho	ECCI VIANA DO CASTELO	20
NORTE	ULS Alto Minho	ECCI VALENÇA	20
NORTE	ULS Alto Minho	ECCI PAREDES DE COURA	20
NORTE	ULS Alto Minho	ECCI MONÇÃO	20
NORTE	ULS Alto Minho	ECCI MELGAÇO	20
NORTE	ULS Alto Minho	ECCI ARCOS DE VALDEVEZ	20
NORTE	ULS Alto Minho	ECCI PONTE DA BARCA	20
NORTE	ULS Alto Minho	ECCI PONTE DE LIMA	20
NORTE	ULS Matosinhos	ECCI MATOSINHOS	20
NORTE	ULS Matosinhos	ECCI LEÇA DA PALMEIRA	25
NORTE	ULS Matosinhos	ECCI SENHORA DA HORA	25
NORTE	ULS Matosinhos	ECCI S. MAMEDE DE INFESTA	20
NORTE	ULS Nordeste	ECCI MOGADOURO	20
NORTE	ULS Nordeste	ECCI MIRANDA DOURO	20
NORTE	ULS Nordeste	ECCI VIMIOSO	20
NORTE	ULS Nordeste	ECCI BRAGANÇA	20
NORTE	ULS Nordeste	ECCI VINHAIS	20
NORTE	ULS Nordeste	ECCI MACEDO CAVALEIROS	20
NORTE	ULS Nordeste	ECCI ALFANDEGA DA FÉ	20
NORTE	ULS Nordeste	ECCI VILA FLOR / CARRAZEDA ANSIÃES	20
NORTE	ULS Nordeste	ECCI MIRANDELA	20

II – Parecer ético da ARS Norte



ARS NORTE

Administração Regional
de Saúde do Norte, I.P.

DATA : 10.maiol.2017

INFORMAÇÃO Nº 061/2017

Nº <Processo> <Registo>

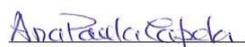
PARA: Conselho Diretivo da ARS Norte

DE: Comissão de Ética para a Saúde da ARS Norte

ASSUNTO: Parecer nº 61/2017

Levo ao conhecimento desse Conselho Diretivo o Parecer nº 61/2017 sobre o Estudo “Desenvolvimento de um modelo de apoio à decisão para planeamento e gestão dos serviços de saúde familiar (HHC): os casos português e brasileiro”, aprovado na reunião de 9 de maio de 2017, por unanimidade.

À consideração superior


Ana Paula Capela
(Assessoria CES/UIC)



DELIBERADO CONCORDAR

2017.05.11


Dr. Pimenta Marinho
Presidente do C.D.


Rita Moreira
Vice-Presidente do CD


José Carlos Pedro
Vogal C. D.


Dr. Ponciano Oliveira
Vogal C. D.

Rua Santa Catarina, 1288
4000-447 Porto

Tel 220 411 000
Fax 220 411 005

arsn@arsnorte.min-saude.pt
www.arsnorte.min-saude.pt



MINISTÉRIO DA SAÚDE



Comissão de Ética para a Saúde
Administração Regional de Saúde do Norte, IP

PARECER N° 61/2017

Sobre o estudo T705 - “Desenvolvimento de um modelo de apoio à decisão para planeamento e gestão dos serviços de saúde domiciliar (HHC): os casos português e brasileiro”

A – RELATÓRIO

A.1. A Comissão de Ética para a Saúde (CES) da Administração Regional de Saúde do Norte, I.P. (ARSN) iniciou a apreciação do Processo n° T705, sobre o estudo “Desenvolvimento de um modelo de apoio à decisão para planeamento e gestão dos serviços de saúde domiciliar (HHC): os casos português e brasileiro”, a pedido do Doutor William Machado Emiliano, investigador da Universidade do Minho, sob a orientação do Doutor José Manuel Telhada e da Doutora Maria do Sameiro Carvalho, com o objetivo de desenvolver um modelo de apoio a decisão, capaz de integrar os principais problemas de planeamento e gestão dos serviços HHC a nível nacional.

A.2. Trata-se de um estudo observacional transversal com componente analítico, multicêntrico, utilizando dados provenientes do Instituto Nacional de Estatística português, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, do Programa Melhor em casa, no Brasil e da Rede Nacional de Cuidados Continuados em Portugal, identificando a unidade de investigação nas equipas de ECCI em ambos os países.

A.3. No caso português serão incluídas as equipas ECCI dos municípios de Guimarães, Matosinhos, Famalicão, Braga e Gerês/Cabreira, com aplicação de uma entrevista semiestruturada aos respetivos gestores, complementado pela recolha de dados respeitantes ao trabalho realizado pelas equipas (número de doentes, carteira de serviços e distribuição geográfica, composição das equipas de ECCI, recursos físicos disponíveis, e custo dos serviços prestados).

B – Identificação das questões com eventuais implicações éticas

B.1. Reconhece-se relevância ao estudo e interesse nos resultados esperados.

B.2. Os dados recolhidos são adequados à dimensão em estudo.

B.3. Não há intervenção direta sobre doentes, não se prevendo alteração significativa na normal prestação de cuidados assistenciais.

B.4. Os dados serão tratados de forma lícita, preservando a confidencialidade e a anonimização dos participantes.

B.5. A legitimidade para a inclusão dos participantes, profissionais de saúde, deriva do seu consentimento informado registado em formulário adequado na forma escrita.

B.6. Os recursos orçamentados são adequados aos objetivos da investigação.



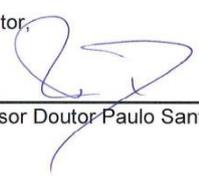
C – Conclusões

C.1. Face ao exposto, a CES delibera que o estudo de investigação em causa pode ser aprovado sem restrições de natureza ética.

C.2. Não obstante, deverão ser obtidas autorizações de todos os ACeS envolvidos, previamente ao início da colheita de dados.

Aprovado em reunião do dia 9 de maio de 2017, por unanimidade

O relator,



Professor Doutor Paulo Santos

O Presidente da Comissão de Ética para a Saúde da ARS Norte IP



Professor Doutor Alberto Pinto Hespanhol



III – Declaração de anuência (Brasil)



MINISTÉRIO DA SAÚDE
SECRETARIA DE ATENÇÃO À SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ATENÇÃO HOSPITALAR E DE URGÊNCIA
SAF SUL Qd.2 LT. 05/06 Ed. Premium Torre II Sala 204
CEP: 70.070-600 – Brasília/DF
Fone (61) 3315-6142

Declaração de anuência

Brasília, 02 de Fevereiro de 2017.

Declaro que estou ciente e de acordo com o desenvolvimento no Brasil da pesquisa de campo do doutorando Sr William Machado Emilianio, cuja tese trata do Desenvolvimento de um modelo de apoio à decisão para planejamento e gestão dos serviços de saúde domiciliar: os casos Português e Brasileiro. O doutorando está ligado à faculdade de Engenharia Industrial e Sistemas da Universidade do Minho, Braga, Portugal. Seus orientadores são os Drs. José Manuel Henriques Telhada e Maria Sameiro de Carvalho

São objetivos de sua pesquisa: Compreender todo o planejamento utilizado nas operações das equipes locais. Identificar os principais problemas a nível estratégico, tático e operacional no setor, para o desenvolvimento de uma ferramenta de suporte a decisão para os serviços domiciliares de saúde no Brasil e Portugal.

O pesquisador pretende realizar uma entrevista com a aplicação de um questionário junto às equipes de cuidados domiciliares, com duração prevista de 60 minutos. Os temas abordados seriam relacionados à abrangência territorial de atendimento (plano de zoneamento), planejamento das operações (rotas e escalas de pessoal), gestão de frotas dos veículos, além do controle e compra de materiais (gestão de estoques) utilizados nas visitas.

Atenciosamente,


MARIANA BORGES DIAS

Coordenadora de Atenção domiciliar do Departamento de Atenção Hospitalar e de Urgência /SAS/MS

IV – Parecer ético da Universidade do Minho



Universidade do Minho

SECSH

Subcomissão de Ética para as Ciências Sociais e Humanas

Identificação do documento: SECSH 011/2017

Título do projeto: *Desenvolvimento de um modelo de apoio a decisão para planeamento e gestão dos serviços de saúde domiciliar (HHC): os casos Português e Brasileiro*

Investigador(a) responsável: José Telhada, Escola de Engenharia, Universidade do Minho (orientador)

Outros investigadores: William Machado Emiliano, Aluno Doutoramento, Escola de Engenharia, Universidade do Minho; Maria Sameiro Carvalho, Escola de Engenharia, Universidade do Minho (orientadora)

Subunidade orgânica: Escola de Engenharia, Universidade do Minho

PARECER

A Subcomissão de Ética para as Ciências Sociais e Humanas (SECSH) analisou o processo relativo ao projeto intitulado *“Desenvolvimento de um modelo de apoio a decisão para planeamento e gestão dos serviços de saúde domiciliar (HHC): os casos Português e Brasileiro”*.

Os documentos apresentados revelam que o projeto obedece aos requisitos exigidos para as boas práticas na investigação com humanos, em conformidade com as normas nacionais e internacionais que regulam a investigação em Ciências Sociais e Humanas.

Face ao exposto, a SECSH nada tem a opor à realização do projeto.

Braga, 24 de março de 2017.

O Presidente

Digitally signed by PAULO
MANUEL PINTO PEREIRA
ALMEIDA MACHADO
Date: 2017.03.24 14:34:40
Z

Paulo Manuel Pinto Pereira Almeida Machado

V – Parecer ético a nível nacional (Brasil)

UNIVERSIDADE DE SANTO
AMARO - UNISA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DE APOIO A DECISÃO PARA PLANEAMENTO E GESTÃO DOS SERVIÇOS DE SAÚDE DOMICILIAR (HHC): OS CASOS PORTUGUÊS E BRASILEIRO.

Pesquisador: WILLIAM MACHADO EMILIANO

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 66667817.9.0000.0081

Instituição Proponente: Centro ALGORITMI

Patrocinador Principal: CONS NAC DE DESENVOLVIMENTO CIENTIFICO E TECNOLÓGICO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.036.584

Apresentação do Projeto:

Não houve alteração.

Objetivo da Pesquisa:

Não houve alteração.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O pesquisador descreve os riscos ao participante da pesquisa caracterizando-os como cansaço ou aborrecimento ao responder o questionário, constrangimento ou alterações de comportamento.

Os benefícios foram mantidos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Não houve alteração.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Carta de coparticipante apresentada e devidamente assinada pelo representante legal pelo setor em questão, da Secretaria Municipal de Saúde do Município de São Paulo.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido apresentado e de acordo com a resolução 466/12.

Endereço: Rua Profº Enéas de Siqueira Neto, 340
Bairro: Jardim das Imbuías **CEP:** 02.450-000
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)2141-8687 **E-mail:** pesquisaunisa@unisa.br

UNIVERSIDADE DE SANTO
AMARO - UNISA



Continuação do Parecer: 2.036.584

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_893173.pdf	20/04/2017 10:30:14		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle_sp.pdf	20/04/2017 10:25:28	WILLIAM MACHADO EMILIANO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle_ctba.pdf	20/04/2017 10:25:01	WILLIAM MACHADO EMILIANO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	bh_tcle.pdf	20/04/2017 10:24:39	WILLIAM MACHADO EMILIANO	Aceito
Outros	carta_sp.pdf	19/04/2017 10:44:24	WILLIAM MACHADO EMILIANO	Aceito
Outros	curriculo_prof_sameiro.pdf	04/04/2017 05:51:21	WILLIAM MACHADO EMILIANO	Aceito
Outros	curriculo_prof_telhada.pdf	04/04/2017 05:50:51	WILLIAM MACHADO EMILIANO	Aceito
Outros	WilliamEmiliano.pdf	04/04/2017 05:50:15	WILLIAM MACHADO EMILIANO	Aceito
Outros	dadosnecessarios.pdf	04/04/2017 05:45:55	WILLIAM MACHADO EMILIANO	Aceito
Outros	questionario.pdf	04/04/2017 05:45:21	WILLIAM MACHADO EMILIANO	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	04/04/2017 05:38:57	WILLIAM MACHADO EMILIANO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	declaracao_infraestrutura.pdf	03/04/2017 12:05:03	WILLIAM MACHADO EMILIANO	Aceito
Orçamento	pagamento_passagens.pdf	03/04/2017 07:49:16	WILLIAM MACHADO EMILIANO	Aceito

Endereço: Rua Profº Enéas de Siqueira Neto, 340
Bairro: Jardim das Imbuías **CEP:** 02.450-000
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)2141-8687 **E-mail:** pesquisaunisa@unisa.br

UNIVERSIDADE DE SANTO
AMARO - UNISA



Continuação do Parecer: 2.036.584

Declaração do Patrocinador	Comprovante_CNPQ.pdf	03/04/2017 07:41:17	WILLIAM MACHADO EMILIANO	Aceito
Outros	carta_bh.pdf	03/04/2017 07:01:45	WILLIAM MACHADO EMILIANO	Aceito
Outros	carta_ctba.pdf	03/04/2017 07:01:04	WILLIAM MACHADO EMILIANO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	plano_de_tese.pdf	03/04/2017 06:59:28	WILLIAM MACHADO EMILIANO	Aceito
Outros	parecereticouminho.pdf	03/04/2017 06:57:46	WILLIAM MACHADO EMILIANO	Aceito
Declaração de Pesquisadores	declaracaoinvestigador.pdf	03/04/2017 06:37:39	WILLIAM MACHADO EMILIANO	Aceito
Declaração de Pesquisadores	compromisso_orientadores.pdf	03/04/2017 06:15:43	WILLIAM MACHADO EMILIANO	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	03/04/2017 06:14:21	WILLIAM MACHADO EMILIANO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 27 de Abril de 2017

Assinado por:

José Antonio Silveira Neves
(Coordenador)

Endereço: Rua Profº Enéas de Siqueira Neto, 340

Bairro: Jardim das Imbuías

CEP: 02.450-000

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)2141-8687

E-mail: pesquisaunisa@unisa.br

VI – Parecer ético a nível municipal (Brasil)



Prefeitura Municipal de Curitiba
Secretaria Municipal da Saúde
Centro de Educação em Saúde
Comitê de Ética em Pesquisa

FOLHA DE INFORMAÇÃO

Local: FEAES/HIZA

Projeto: Desenvolvimento de um modelo de apoio a decisão para planejamento e gestão dos serviços saúde domiciliar: os casos Português e Brasileiro.

Protocolo: 37/2017

1- O presente projeto foi apreciado e aprovado sob seus aspectos éticos pelo CEP da Instituição de Ensino ou pelo CEP/SMS Curitiba e apreciado quanto a viabilidade pela Coordenação Técnica responsável pelo tema específico da SMS e referendado pelo CEP/SMS – Curitiba.

2- Para sua apreciação, ciência e providências junto aos envolvidos:
Programa melhor em casa.

Observações: O pesquisador foi orientado a entrar em contato com a Coordenação da FEAES para agendar sua visita de apresentação e organizar a coleta de dados.

Curitiba, 17 de Maio de 2017.

Thaís A. Vieira
Secretária do Comitê de Ética em Pesquisa
Secretaria Municipal da Saúde de
Curitiba

3- Retornar ao CES a folha de informação com ciência e assinatura dos envolvidos.

Data:

Local:

Nome:

Assinatura e Carimbo:

Observações do setor:

VII – Cuidados prestados pelas ECCI (Portugal)

Tipos de intervenções	Profissional responsável
Adaptação do ambiente domiciliário	Assistente social
Algaliação	Enfermeiro
Aliviar zona de pressão através de almofada	Enfermeiro
Aplicar creme	Enfermeiro
Aplicar creme hidratante	Enfermeiro
Aplicar dispositivo urinário externo	Enfermeiro
Aplicar ligadura	Enfermeiro
Aplicar óleo hidratante	Enfermeiro
Aspirar secreções	Fisio\Enf.Reabilitação
Aspirar secreções da cavidade nasal	Fisio\Enf.Reabilitação
Aspirar secreções da cavidade oral	Fisio\Enf.Reabilitação
Aspirar secreções pelo traqueostoma	Fisio\Enf.Reabilitação
Assistir a pessoa a andar com auxiliar de marcha	Fisio\Enf.Reabilitação
Assistir a pessoa no levante	Fisio\Enf.Reabilitação
Assistir a pessoa no posicionamento	Fisio\Enf.Reabilitação
Assistir a pessoa nos exercícios musculoesqueléticos	Fisio\Enf.Reabilitação
Assistir na respiração	Fisio\Enf.Reabilitação
Assistir na técnica respiratória	Fisio\Enf.Reabilitação
Assistir no auto cuidado: uso do sanitário	Fisio\Enf.Reabilitação
Assistir no treino de equilíbrio corporal	Fisio\Enf.Reabilitação
Avaliação da temperatura corporal	Fisio\Enf.Reabilitação
Avaliação em fisioterapia	Fisio\Enf.Reabilitação
Avaliação tensão arterial	Enfermeiro
Avaliar a espasticidade	Fisio\Enf.Reabilitação
Avaliar força muscular	Fisio\Enf.Reabilitação
Avaliar o equilíbrio corporal de pé	Fisio\Enf.Reabilitação
Avaliar o equilíbrio corporal sentado	Fisio\Enf.Reabilitação
Cateterismo periférico	Médico\Enfermeiro
Cateterismo subcutâneo	Médico \Enfermeiro
Colheita de expectoração	Enfermeiro
Colheita de exsudato por zaragatoa	Enfermeiro
Colheita de sangue	Enfermeiro
Colheita de urina	Enfermeiro
Colheita de urina: bacteriológica	Enfermeiro
Colocar almofada sob a zona de pressão	Enfermeiro
Cuidados de higiene	Enfermeiro
Ensinar a pessoa sobre os exercícios para o treino de equilíbrio corporal de pé	Fisio\Enf.Reabilitação
Ensinar o prestador de cuidados sobre a técnica de posicionamento	Fisio\Enf.Reabilitação
Ensinar o prestador de cuidados sobre equipamento de prevenção de úlcera de pressão	Enfermeiro
Ensinar o prestador de cuidados sobre o auto cuidado: higiene	Enfermeiro
Ensinar o prestador de cuidados sobre o auto cuidado: uso do sanitário	Enfermeiro

Ensinar o prestador de cuidados sobre o auto cuidado: vestuário	Enfermeiro
Ensinar o prestador de cuidados sobre prevenção da maceração	Enfermeiro
Ensinar o prestador de cuidados sobre prevenção de úlcera de pressão	Enfermeiro
Ensinar sobre prevenção da úlcera de pressão	Enfermeiro
Ensinar sobre prevenção de quedas	Enfermeiro
Executar cuidados aos pés	Enfermeiro
Executar a técnica costal inferior bilateral	Fisio\Enf.Reabilitação
Executar a técnica costal inferior unilateral	Fisio\Enf.Reabilitação
Executar a técnica da ponte	Fisio\Enf.Reabilitação
Executar a técnica de abertura costal global	Fisio\Enf.Reabilitação
Executar a técnica de massagem	Fisio\Enf.Reabilitação
Executar a técnica de reeducação diafragmática	Fisio\Enf.Reabilitação
Executar a técnica de rolamento	Fisio\Enf.Reabilitação
Executar cinesiterapia respiratória	Fisio\Enf.Reabilitação
Executar cuidados de higiene	Enfermeiro
Executar desbridamento cutâneo	Médico
Executar exercícios de alongamento musculo-tendinosos	Fisio\Enf.Reabilitação
Exercícios musculartoarticulares	Fisio\Enf.Reabilitação
Executar massagens rítmicas profundas (petrissage)	Fisio\Enf.Reabilitação
Executar posicionamento terapêutico	Fisio\Enf.Reabilitação
Executar técnica de aceleração ativa-assistida do fluxo expiratório	Fisio\Enf.Reabilitação
Executar técnica de compressão	Fisio\Enf.Reabilitação
Executar técnica de drenagem postural	Fisio\Enf.Reabilitação
Executar técnica de exercitação musculartoarticular ativa-assistida (Procedimento)	Fisio\Enf.Reabilitação
Executar técnica de exercitação musculartoarticular com alongamento	Fisio\Enf.Reabilitação
Executar técnica de exercitação musculartoarticular passiva	Fisio\Enf.Reabilitação
Executar técnica de percussão	Fisio\Enf.Reabilitação
Executar técnica de posicionamento (Procedimento)	Fisio\Enf.Reabilitação
Executar técnica de reeducação diafragmática com resistência	Fisio\Enf.Reabilitação
Executar técnica de tosse provocada	Fisio\Enf.Reabilitação
Executar técnica de transferência	Fisio\Enf.Reabilitação
Executar técnica de vibração manual	Fisio\Enf.Reabilitação
Executar tratamento à ferida	Enfermeiro
Executar tratamento à ferida cirúrgica	Enfermeiro
Executar tratamento à ferida traumática	Enfermeiro
Executar tratamento à fissura	Enfermeiro
Executar tratamento à maceração	Enfermeiro
Executar tratamento à úlcera	Enfermeiro
Executar tratamento à úlcera arterial	Enfermeiro
Executar tratamento à úlcera de pressão (Procedimento)	Enfermeiro
Executar tratamento à úlcera venosa	Enfermeiro
Executar tratamento ao local de inserção do dreno	Enfermeiro
Executar treino de equilíbrio corporal de pé	Fisio\Enf.Reabilitação
Executar treino de equilíbrio corporal sentado	Fisio\Enf.Reabilitação

Facilitação da higienização brônquica	Fisio\Enf.Reabilitação
Incentivar a pessoa a executar exercícios musculoesqueléticos	Fisio\Enf.Reabilitação
Inserir cateter urinário	Enfermeiro
Inserir sonda nasogástrica	Enfermeiro
Instruir a pessoa a andar com auxiliar de marcha	Fisioterapeuta
Instruir a pessoa a executar os exercícios musculoesqueléticos	Fisioterapeuta
Instruir a pessoa a mover-se em cadeira de rodas	Fisioterapeuta
Instruir a pessoa a transferir-se	Fisioterapeuta
Instruir a pessoa para o treino de equilíbrio corporal de pé	Fisioterapeuta
Instruir a pessoa para o treino de equilíbrio corporal sentado	Fisioterapeuta
Instruir a pessoa sobre o uso de estratégias não farmacológicas para alívio da dor	Enfermeiro
Instruir a utilização de estratégias adaptativas para o auto cuidado: vestuário	Enfermeiro
Instruir a utilização de estratégias adaptativas para o transferir-se	Enfermeiro
Instruir a utilização de estratégias adaptativas para o auto cuidado: higiene	Enfermeiro
Instruir a utilização de estratégias adaptativas para o auto cuidado: uso do sanitário	Enfermeiro
Instruir a utilização de estratégias adaptativas para o posicionar-se	Enfermeiro
Instruir a utilização do equipamento: colostomia	Enfermeiro
Instruir o prestador de cuidados a aspirar as secreções	Enfermeiro
Instruir o prestador de cuidados a assistir na transferência	Enfermeiro
Instruir o prestador de cuidados a assistir no auto cuidado: higiene	Enfermeiro
Instruir o prestador de cuidados a assistir no auto cuidado: uso do sanitário	Enfermeiro
Instruir o prestador de cuidados a assistir no auto cuidado: vestuário	Enfermeiro
Instruir o prestador de cuidados a posicionar a pessoa	Fisio\Enf.Reabilitação
Instruir o prestador de cuidados a utilizar o equipamento para prevenção de úlceras de pressão	Enfermeiro
Instruir o prestador de cuidados no posicionamento em padrão antiespástico	Enfermeiro
Instruir o prestador de cuidados para prevenir as úlceras de pressão	Enfermeiro
Instruir o prestador de cuidados sobre como assistir no alimentar-se	Nutricionista\Enfermeiro
Instruir o prestador de cuidados sobre como assistir no posicionar-se	Fisio\Enf.Reabilitação
Instruir o prestador de cuidados sobre inaloterapia através de inalador	Enfermeiro
Instruir o prestador de cuidados sobre prevenção da anquilose	Enfermeiro
Instruir o prestador de cuidados sobre utilização de equipamento para prevenção das quedas	Enfermeiro
Instruir prestador de cuidados a proceder à auto vigilância da glicemia capilar	Enfermeiro
Instruir prestador de cuidados sobre prevenção de quedas	Fisio\Enf.Reabilitação
Instruir prestador de cuidados sobre técnica de administração de medicamentos	Enfermeiro
Instruir prestador de cuidados sobre técnica de alimentação	Nutricionista\Enfermeiro
Instruir prestador de cuidados sobre técnica de mobilização: erguer-se	Fisio\Enf.Reabilitação
Instruir prestador de cuidados sobre técnica de mobilização: sentar-se	Fisio\Enf.Reabilitação
Instruir sobre a implementação de medidas de prevenção de contaminação	Enfermeiro
Instruir sobre a utilização de equipamento adaptativo para o auto cuidado: higiene	Fisio\Enf.Reabilitação
Instruir sobre a utilização de equipamento adaptativo para se posicionar	Fisio\Enf.Reabilitação
Instruir sobre a utilização de equipamento adaptativo para se transferir	Fisio\Enf.Reabilitação
Instruir sobre exercícios musculoesqueléticos	Fisio\Enf.Reabilitação
Instruir sobre os exercícios respiratórios	Fisio\Enf.Reabilitação
Instruir sobre técnica de autoadministração de medicamentos	Enfermeiro

Instruir técnica de tosse (Procedimento)	Enfermeiro
Intubação nasogástrica	Médico\Enfermeiro
Intubação nasogástrica: gavagem	Médico\Enfermeiro
Intubação nasogástrica: alimentação entérica	Médico\Enfermeiro
Irrigar o intestino	Enfermeiro
Lavar a boca	Enfermeiro
Lavar o períneo	Enfermeiro
Limpar a pele periférica ao estoma	Enfermeiro
Limpar a pele perineal	Enfermeiro
Manter medidas de prevenção de contaminação	Enfermeiro
Massagem	Fisio\Enf.Reabilitação
Massajar partes do corpo	Fisio\Enf.Reabilitação
Monitorizar INR	Enfermeiro
Monitorizar ferida traumática	Enfermeiro
Monitorizar glicemia capilar	Enfermeiro
Monitorizar saturação de o2	Enfermeiro
Monitorizar úlcera de pressão	Enfermeiro
Monitorizar úlcera venosa	Enfermeiro
Monitorizar urina através de "Combur"	Enfermeiro
Otimizar a fralda	Enfermeiro
Otimizar a ventilação através de técnica de posicionamento	Enfermeiro
Otimizar cateter urinário	Enfermeiro
Otimizar dispositivo urinário externo	Enfermeiro
Otimizar o dreno	Enfermeiro
Otimizar sonda mesogástrica	Enfermeiro
Oxigenioterapia 28% 4l/m	Enfermeiro
Pesquisa de glicemia capilar	Enfermeiro
Posicionar	Fisio\Enf.Reabilitação
Posicionar a pessoa (Procedimento)	Enfermeiro
Posicionar a pessoa em padrão antispástico	Enfermeiro
Proteger a pele de líquidos orgânicos	Enfermeiro
Providenciar dispositivo urinário externo	Enfermeiro
Providenciar equipamento: saco de urina	Enfermeiro
Reeducação da marcha	Fisio\Enf.Reabilitação
Reeducação do controlo motor	Fisio\Enf.Reabilitação
Reeducação do equilíbrio em pé	Fisio\Enf.Reabilitação
Reeducação do equilíbrio sentado	Fisio\Enf.Reabilitação
Reforço/tonificação muscular	Fisio\Enf.Reabilitação
Remover cateter urinário	Enfermeiro
Remover fecalomas	Enfermeiro
Remover material de sutura	Enfermeiro
Remover sonda nasogástrica	Enfermeiro
Técnicas de aumento de amplitude articular	Fisio\Enf.Reabilitação
Técnicas de controlo de dispneia	Enfermeiro

Técnicas especiais de fisioterapia	Fisio\Enf.Reabilitação
Teste "combur"	Enfermeiro
Treinar a pessoa a andar com auxiliar de marcha	Fisio\Enf.Reabilitação
Treinar a utilização de equipamento para prevenir as quedas	Fisio\Enf.Reabilitação
Treinar a utilização do equipamento: colostomia	Enfermeiro
Treinar inaloterapia através de inalador	Enfermeiro
Treinar o prestador de cuidados a assistir no alimentar-se	Nutricionista\Enfermeiro
Treinar o prestador de cuidados a prevenir a aspiração	Fisio\Enf.Reabilitação
Treinar o prestador de cuidados a utilizar o equipamento para prevenção de úlceras de pressão	Enfermeiro
Treinar o prestador de cuidados no posicionamento em padrão antiespástico	Enfermeiro
Treinar o prestador de cuidados para prevenir as úlceras de pressão	Enfermeiro
Treinar prestador de cuidados a colocação do equipamento: colostomia	Enfermeiro
Treinar prestador de cuidados sobre técnica de alimentação	Nutricionista\Enfermeiro
Treinar sobre os exercícios respiratórios	Fisio\Enf.Reabilitação
Treinar técnica de exercitação musculartoarticular	Fisio\Enf.Reabilitação
Treinar técnica de tosse	Fisio\Enf.Reabilitação
Treino de atividade em contexto	Assistente social
Trocar a fralda	Enfermeiro
Trocar cateter urinário	Enfermeiro
Trocar o saco de colostomia	Enfermeiro
Trocar sonda nasogástrica	Enfermeiro
Vestir a pessoa	Enfermeiro
Vigiar a eliminação intestinal	Enfermeiro
Vigiar a eliminação urinária	Enfermeiro
Vigiar a expetoração	Enfermeiro
Vigiar edema	Enfermeiro
Vigiar eritema	Enfermeiro
Vigiar ferida	Enfermeiro
Vigiar força	Enfermeiro
Vigiar sinais de impactação	Enfermeiro

VIII – Cuidados prestados pelas EMAD (Brasil)

Tipos de Intervenções	Profissional Responsável
Consulta dos utentes acamados;	Enfermeiro
Encaminhamento para outra especialidade do SAD;	Enfermeiro
Fazer cateterismo vesical;	Enfermeiro
Passar sonda naso enteral;	Enfermeiro
Orientação ao cuidador;	Enfermeiro
Fazer unção venosa para fluidoterapia;	Enfermeiro
Instalação de fluidoterapia;	Enfermeiro
Curativos mais complexos;	Enfermeiro
Desbridamento de tecidos necrosados;	Enfermeiro
Aspiração orotraqueal;	Enfermeiro
Glicemia capilar;	Enfermeiro
Retirada de pontos;	Enfermeiro
Registro de procedimentos realizados;	Enfermeiro
Participação do matriciamento;	Enfermeiro
Fazer sobreaviso no final de semana e feriado;	Enfermeiro
Fazer sobreaviso no final de semana e feriado;	Enfermeiro
Fazer coleta de preventivo, e encaminhar para a unidade de saúde a qual ele pertence;	Enfermeiro
Troca de sondas (Gastrostomia vesical);	Enfermeiro
Fazer coleta dos exames prescritos pela equipe e levar até o laboratório e pegar o resultado;	Enfermeiro
Responder judicialmente pelas atividades realizadas;	Enfermeiro
Consulta dos utentes acamados;	Médico
Encaminhamento para especialidade;	Médico
Pedido de exames;	Médico
Desbridamentos mais complexos;	Médico
Troca de sondas de gastrostomia;	Médico
Pequenos procedimentos cirúrgicos;	Médico
Orientação a cuidadores e familiares;	Médico
Participar do matriciamento;	Médico
Pedido de intervenção ou avaliação de emergência;	Médico
Retirada de unhas;	Médico
Responder judicialmente por sua atividade;	Médico
Consulta e avaliação dos utentes acamados;	Fisioterapeuta
Elaborar plano de tratamento registado no prontuário;	Fisioterapeuta
Realizar em domicílio fisioterapia respiratória, motora e \ou neurológica;	Fisioterapeuta
Aspiração orotraqueal;	Fisioterapeuta
Orientação \capacitação dos cuidadores	Fisioterapeuta
Orientação sobre adaptação de domicílio	Fisioterapeuta
Reabilitação motora \respiratória	Fisioterapeuta
Encaminhamento se necessário	Fisioterapeuta
Manejo de traqueostomia	Fisioterapeuta
Ventilação não invasiva	Fisioterapeuta

Registro de procedimentos realizados;	Fisioterapeuta
Responder judicialmente sobre ações realizadas;	Fisioterapeuta
Visita domiciliar a utentes acamados;	Fonoaudiólogo
Consulta com avaliação fonoaudiologia;	Fonoaudiólogo
Exercícios de voz;	Fonoaudiólogo
Reabilitação da voz e alimentação	Fonoaudiólogo
Desmame de sondas enterais;	Fonoaudiólogo
Orientação a cuidadores e familiares;	Fonoaudiólogo
Participação do matriciamento;	Fonoaudiólogo
Registro de procedimentos realizados;	Fonoaudiólogo
Encaminhamento se necessário;	Fonoaudiólogo
Responder judicialmente sobre ações realizadas;	Fonoaudiólogo
Visita domiciliar a utentes acamados;	T. enfermagem
Aplicação de medicação;	T. enfermagem
Verificação de sinais vitais;	T. enfermagem
Orientação a cuidadores e familiares;	T. enfermagem
Fornecer orientação ao cuidador e a família sobre a conduta terapêutica e cuidados com o utente;	T. enfermagem
Encaminhar pedidos para avaliação a outro profissional e do SAD;	T. enfermagem
Participar do matriciamento;	T. enfermagem
Responder judicialmente sobre ações realizadas;	T. enfermagem
Visita domiciliar a utentes acamados;	Nutricionista
Avaliação nutricional;	Nutricionista
Prescrições de nutrição ou suprimento enteral;	Nutricionista
Fazer IMC;	Nutricionista
Acompanhamento dos utentes;	Nutricionista
Orientação a cuidadores e familiares;	Nutricionista
Produção de material visual para folers etc.;	Nutricionista
Encaminhar pedidos para avaliação a outro profissional e do SAD;	Nutricionista
Participar do matriciamento;	Nutricionista
Responder judicialmente sobre ações realizadas;	Nutricionista
Atendimento domiciliar a utentes e \ou familiar	Psicólogo
Dar apoio, orientação e capacitação ao cuidador;	Psicólogo
Participar das reuniões das equipas;	Psicólogo
Participar das capacitações e matriciamento;	Psicólogo
Fazer grupos com cuidadores;	Psicólogo
Visita pós-aborto	Psicólogo
Apoio a família enlutada;	Psicólogo
Reabilitação (apoio Psicológico)	Psicólogo
Acompanhamento dos utentes em cuidados paliativos	Psicólogo
Mediação de conflitos familiares e na reorganização familiar para o cuidador	Psicólogo

IX – Heurística de Clarke e Wright - versão paralela

A implementação da heurística Clarke e Wright (1964) versão paralela, tendo como base a heurística abordada em Guerreiro (2009):

1. Para todos os pares de nodos $(i, j) : i < j; i, j \in \{1, 2, \dots, n\}$, calcular a poupança:

$$p_{ij} = d_{0i} + d_{0j} - d_{ij} \quad (34)$$

2. Para todo nodo i correspondente a um utente $i \in \{1, 2, \dots, n\}$, gerar a rota $0 \rightarrow i \rightarrow 0$.

A distância total a ser percorrida pela equipa é de $C \leftarrow \sum_{i=1}^n 2 \cdot d_{0i}$ para esta solução inicial.

3. Escolher a maior poupança p_{ij} ainda não considerada. Sejam i e j os nodos correspondentes a essa poupança e R_i e R_j , as rotas incluem os nodos i e j , respetivamente. Se simultaneamente, R_i e R_j forem rotas diferentes, i e j estiverem adjacentes à origem na respetiva rota e rota resultante da junção não violar as condições específicas do problema, então proceder à junção de R_i e R_j . Para tal, define-se uma nova rota baseada em R_i e R_j , em que se insere um arco que liga i a j , e são removidos os arcos que ligavam i e j à origem. Recalcular a distância total:

$$C \leftarrow C - p_{ij}.$$

4. Se existirem poupanças não negativas por considerar, voltar ao passo 3; caso contrário, terminar.