



# REVISTA Gestão & Produção

INCENTIVANDO SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS  
DISSEMINANDO CONHECIMENTO



ISSN 2594-7281

Vol. 03 (Nº 07) Ano 2019. Págs. 91-103

## PROBLEMA DE DISTRITAMENTO: UMA ABORDAGEM PARA AS EQUIPES DE CUIDADOS DOMICILIARES DE SAÚDE

*DISTRICT PROBLEM: AN APPROACH FOR HOME HEALTH CARE TEAMS*

*William EMILIANO<sup>1</sup> Edinéia ROTH<sup>1</sup> Roberli CANTIDIO<sup>1</sup> Freddy SOMMERFELD<sup>1</sup> Elson MARTINS<sup>1</sup> Amanda PIMENTEL<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Faculdade de Tecnologia Assessoritec, Matriz – Rua Marquês de Pombal, 287 – Iriirú, Joinville – SC, 89227-110.

Recebido: 10/11/2019 – Aprovado: 12/02/2020

### RESUMO

Os serviços de apoio ao domicílio é um setor em crescimento no negócio de serviços médicos, principalmente na Europa e América do Norte. Estes serviços são baseados em uma rede de distribuição em que os pacientes são internados em suas casas e os cuidados são realizados frequentemente por uma equipe multidisciplinar. Um modelo de otimização multiobjetivo foi utilizado para problema de distritamento usando um método de escalarização Tchebycheff peso aumentado. Os objetivos foram a minimização das distâncias percorridas e a soma total dos desvios da carga média de trabalho das equipas domiciliars de saúde. Esse caso de estudo analisou a cidade de Blumenau, localizada no estado de Santa Catarina e na região sul do Brasil. Os resultados demonstraram que é possível obter bons planos de distritamento como no cenário 3, por meio desse modelo de otimização. Com a utilização de dados reais nesse caso estudo é possível obter plano de distritamento capazes de reduzir o desequilíbrio das cargas de trabalho entre as equipas e as distâncias percorridas.

**Palavras-chave:** Problema de distritamento, Serviços de Saúde Domiciliar, Equipas de cuidados domiciliars de Saúde, Logística.

### ABSTRACT

Home support services is a growing sector in the medical services business, primarily in Europe and North America. These services are based on a distribution network in which patients are admitted to their homes and care is often carried out by a multidisciplinary team. A multiobjective optimization model was used for the districting problem using a weight-increased Tchebycheff scalarization method. The objectives were to minimize the distances covered and the sum total of deviations from the average workload of the home health teams. This case study analyzed the city of Blumenau, located in the state of Santa Catarina and in the southern region of Brazil. The results showed that it is possible to obtain good district plans as in scenario 3, through this optimization model. With the use of real data in this case, the study is possible to obtain a district plan capable of reducing the imbalance of workloads between the teams and the distances covered.

**Keywords:** District Problem, Home Health Services, Home Health Care Teams, Logistics.

---

## 1. INTRODUÇÃO

Os serviços de saúde domiciliar ou Home Health Care (HHC) foram uma forma encontrada pelos governos locais de reduzir os custos relacionados com a saúde e lotações hospitalares. De acordo com o website Medicare.gov dos Estados Unidos, o HHC é representado por uma ampla gama de serviços de saúde destinadas ao combate de doenças ou recuperação de lesões, realizadas por equipas multidisciplinares. As equipas são compostas por técnicos de saúde, como médicos, enfermeiros, fisioterapeutas, entre outros. Além disso, o HHC é mais conveniente e tão eficaz como os cuidados em um hospital. Esses serviços surgiram em 1947 na cidade de Nova Iorque (PUCHIA; JARA, 2015). Trata-se de um setor de grande importância principalmente em países desenvolvidos. No período de dois anos completos (1997-1998) o governo canadense destinou para o setor cerca de \$124 per capita, já o EUA destinou cerca de \$145 per capita em 2001 (LAHRICHI et al., 2006). Na Dinamarca foram destinados 1,6% do seu PIB em 2005 (cerca de \$4 mil milhões) para os cuidados de 200 mil pacientes (RASMUSSEN et al., 2012). Em Portugal, no ano de 2015 foram investidos cerca de 101 milhões de euros na Rede Nacional de Cuidados Continuados Integrados (RNCCI) (ACSS, 2016). O número de pessoas dependentes dos serviços de HHC na Alemanha já atingiu o número de 1,6 milhões em 2012 e ainda tende a aumentar (MANKOWSKA; MEISEL; BIERWIRTH, 2014).

Em alguns países, o HHC está integrado ou é complementado por outros serviços, não médicos (ex. em Portugal, o conjunto destes serviços designam-se por serviços de “cuidados continuados” ao domicílio). Os serviços não médicos são, em geral, dirigidos a indivíduos com dificuldades na realização de atividades domésticas como limpeza, higienização pessoal, compras de alimentos e entre outros tipos de serviços (MAYA DUQUE et al., 2015). Esses serviços vêm ganhando força nos países desenvolvidos e têm como principais utilizadores os idosos.

Nos países em desenvolvimento, o HHC é mais recente e a sua evolução ainda é lenta devido a problemas económicos, ao crescimento desordenado da população, à falta de infraestrutura, de segurança e doenças constantes (dengue, febre amarela, vírus Zika, e outros). Como exemplo, na Turquia, o sistema de HHC público é destinado apenas a grupo prioritários, nomeadamente pacientes acamados com problemas respiratórios, doenças musculares, recém-nascidos e em fase terminal de câncer. A população restante, que não se enquadra nos grupos prioritários, precisa de aderir aos serviços HHC 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 HHC, em virtude das suas necessidades e da falta de serviços públicos (LIU et al., 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).

As exigências operacionais para o bom funcionamento do HHC são complexas. Desde logo é importante fazer-se um planeamento capaz de resolver problemas de diferentes níveis de decisão como rotas e escalonamento (planeamento tático-operacional), gestão de inventários (planeamento tático) e distritamento (planeamento estratégico). Todos esses problemas vêm sendo abordados na literatura científica relacionada com HHC. A aplicação desses estudos visa principalmente contribuir para a expansão e melhorias operacionais dos serviços de HHC já existentes nos países desenvolvidos.

O presente estudo tem como objetivo propor e testar um modelo de otimização capaz de resolver os problemas de distritamento para as equipas domiciliárias de saúde, de acordo os modelos apresentados na literatura atual. Este estudo pode justificar-se pelo interesse económico (de expectável racionalização de custos) de um problema de nível estratégico. Pois o distritamento, que, desde que seja bem resolvido, poderá contribuir para a redução no tempo de deslocamento e no aumento do tempo de atendimento (*face to face*) e no equilíbrio da carga de trabalho entre os técnicos, conforme comprovado por Blais, Lapierre e Laporte (2003).

A principal contribuição desse estudo é resolver um problema de distritamento por um método de solução exata, tendo como caso de estudo uma cidade brasileira. Pois até a presente data conforme o conhecimento dos autores, não há estudos desse gênero para o contexto brasileiro.

O restante deste documento está organizado na seguinte forma: (secção 2) a revisão de literatura, (secção 3) proposta de modelo, (secção 4) análise dos resultados e por fim as conclusões e recomendações futuras.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

Um dos problemas abordados na literatura é o de distritamento, o qual consiste em dividir o território em distritos ou áreas por meio do agrupamento das unidades básicas (UB), representadas por um grupo de pacientes localizados em ruas, bairros, códigos postais (CEP) e entre outros (BENZARTI; SAHIN; DALLERY, 2013). O processo de distritamento tem como objetivo reduzir o tempo de viagem (deslocamento) e aumentar o tempo das visitas (*face to face*), para propor a compacidade e o equilíbrio da carga de trabalho entre as equipas domiciliárias de saúde.

Os tipos de modelos, abordagens e métodos presentes na literatura para resolução de problemas de distritamento se diferenciam conforme suas respectivas áreas de atuação. Essas áreas vão desde problemas de distritamento político (os primeiros a serem abordados) a problemas de distribuição de mercadorias, distritamento

escolar e entre outros. Os modelos podem ser multiobjectivos ou de único objetivo (STEINER et al., 2015). Já as abordagens de resolução poderão ser por meio de métodos exatos, heurísticas e meta-heurísticas.

Os métodos exatos são aqueles que garantem que a solução ótima será encontrada em uma quantidade de tempo finito (FOMIN; KRATSCH, 2010). Os métodos geralmente utilizados para esses tipos de abordagens são a Programação Dinâmica (PD), Programação Linear (PL) Programação Inteira (PI) e Multiobjetivo (MO).

No estudo de Benzarti et al. (2013) dois modelos de PI foram testados para problemas de distritamento em HHC, ambos foram baseados no equilíbrio da carga de trabalho dos técnicos. Para esse caso foram utilizados dados gerados aleatoriamente. O primeiro modelo tinha como objetivo principal o equilíbrio na carga de trabalho dos técnicos. Já o segundo modelo o objetivo visava a minimização da compacidade, como por exemplo a distância máxima entre duas unidades básicas atribuídas no mesmo distrito. Isso possibilitaria uma melhora na reatividade dos cuidadores, além de permitir uma redução no tempo de espera dos pacientes. A função objetivo desse modelo é considerada não linear, entretanto é possível transformá-la em linear com a inserção de uma variável de decisão de distância. Ambos 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 é necessário reduzir o número de zonas a serem desenhadas. Pelo contrário, o modelo 2 necessita de mais zonas desenhadas para reduzir as distâncias percorridas.

Em Gutierrez e Vidal (2015), um modelo matemático de Multiobjectivo foi aplicado para um problema de zonamento no município de Cali, Colômbia, de rápido crescimento populacional. O objetivo do estudo é maximizar o face-to-face, e minimizar o tempo em viagem. Esse modelo utilizou como base o LA e incluiu algumas ideias apresentadas em Bandara e Mayorga (2011) e Blais et al. (2003). Para resolução desse 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 as restrições, e logo em seguida foi avaliada a fronteira eficiente de Pareto e os *trade-offs* entre os objetivos. O modelo foi validado e os resultados apresentaram melhorias em relação a estratégia do distritamento analisada em Blais et al. (2003), e o tempo computacional para solução de cada função objetivo variou entre 86 segundos e 72 minutos.

Entretanto, ao aumentar o número de unidades básicas e distritos o tempo computacional finito poderá aumentar exponencialmente. Com isso é necessário a aplicação de heurísticas ou metaheurísticas, que geralmente encontram boas soluções (não soluções ótimas) em uma menor quantidade de tempo, quando comparada aos métodos exatos (MARTÍ; REINELT, 2011). Na literatura é possível encontrar alguns autores que utilizaram abordagens heurísticas e metaheurísticas para resolução de problemas de distritamento.

A heurística construtiva (*constructive heuristic*) e da busca em vizinhança (*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 contiguidade, capacidade do distrito, 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 que partirão os comboios. Inicialmente os autores tentaram resolver o problema pelo método exato, mas o tempo computacional se eleva exponencialmente conforme o tamanho das redes. Com isso surge a necessidade da criação de um algoritmo contendo essas duas heurísticas para obtenção de bons resultados com um período de tempo razoável, superando inclusive o solucionador comercial Gurobi, conforme os testes desenvolvidos (XIE; OUYANG, 2016).

O primeiro estudo de distritamento para HHC aplicado com dados do mundo real foi desenvolvido por Blais et al. (2003). Esse estudo foi elaborado para um centro de saúde na comunidade de Côte-des-Neiges, Montreal, Canadá. O objetivo foi propor um novo plano de zoneamento, pois o último aplicado se encontrava em vigor por 7 anos e já apresentava indícios de desequilíbrio entre as cargas de trabalho dos técnicos. O primeiro plano de distritamento desenvolvido era constituído por apenas 4 distritos e haviam problemas de conectividade, com isso o gestor propôs um novo plano que incluísse 6 distritos. Para esse caso, um modelo multiobjectivo foi desenvolvido para o cumprimento dos cinco critérios de distritamento: indivisibilidade das unidades básicas, os limites de fronteiras, conectividade, mobilidade e equilíbrio entre as cargas de trabalho. Os três primeiros critérios foram incluídos como restrições e os dois últimos como objetivo ponderado. Para resolução do problema de distritamento foi aplicado uma meta heurística de busca de tabu ou *tabu search* (TS) desenvolvido por Bozkaya, Erkut e Laporte (2003). Após obter os resultados, os mesmos foram comparados a um plano de distritamento desenvolvido por um grupo de especialistas (BLAIS; LAPIERRE; LAPORTE, 2003). Então constatou-se que o plano gerado automaticamente foi tão bom quanto o manual. As médias de ambos se mantiveram iguais e já o desvio padrão do plano gerado automaticamente obteve um valor inferior ao do plano manual. Para uma melhor análise desse tipo de problema na literatura atual, segue abaixo na Tabela 1, os modelos e métodos utilizados em problemas de distritamento com seus respectivos autores e tipo de país.

Tabela 1: Modelos e métodos para problemas de distritamento presentes na literatura atual.

Autores	Ano	Métodos	Modelos		Abordagens			Tipo de país	
			UO	MO	EX	H	MH	DE	EDE
D'Amico et al	2002	Arrefecimento simulado	√				√	√	
Blais et al	2003	Busca de Tabu		√			√	√	
Bennet	2010	Geração de colunas	√			√		√	
Benzarti et al.	2010	PI	√		√			√	
Salazar-Aguilar et al	2011	<i>e-constraint</i>		√	√				√
Contreras et al	2012	PIM	√		√				
Shirabe	2012	<i>Map algebra</i>	√			√		√	
Datta et al	2012	Algoritmos Genético		√			√	√	
Knight et al.	2012	Algoritmos Genético	√				√	√	
Ríos-Mercado e López-Pérez	2013	PIM	√		√				√
Benzarti et al.	2013	PI	√		√			√	
Assis et al	2014	GRASP		√			√		√
Camacho-Collados et al	2015	Busca local		√		√		√	
Steiner et al.	2015	Algoritmo Genético		√			√		√
		Algoritmo lexicográfico		√	√				√
Gutierrez e Vidal	2015			√	√				√
Xie e Ouyang	2016	Construtiva/Vizinhança	√			√		√	
Ríos-Mercado e Escalante	2016	GRASP	√				√		√

Fonte: Os autores (2019).

Legenda:

UO: Único objetivo

PIM: Programação Inteira Mista

EX: Método de solução exata

H: Heurística

MH: Meta heurística

DE: Países desenvolvidos

EDE: Países em desenvolvimento

### 3 MODELO

Para a resolução do presente estudo um modelo de otimização multiobjectivo utilizado em Gutierrez e Vidal (2015) foi adaptado, conforme segue abaixo:

Parâmetros

I: são o conjunto de unidades básicas representadas pelos bairros da cidade

M: são o conjunto de distritos representados pelo número de equipas presentes na cidade

Variáveis de decisão

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

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

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

$$\text{Min: } f_1 = \sum_{m \in M} \sum_{i \in I} \sum_{j \in I | j > i} t_{ij} x_{ijm} \quad (1)$$

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

Sujeito a:

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

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

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

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

$$W_m = V_m + T_m, \forall m \in M \quad (7)$$

$$\sum_{m \in M} W_m / |M| = \bar{W} \quad (8)$$

$$W_m + \delta_m^- - \delta_m^+ = \bar{W}, \forall m \in M \quad (9)$$

$$x_{ijm} \in \{0,1\}, \forall (i,j) \text{ pares} | j > i, m \in M \quad (10)$$

$$y_{im} \in \{0,1\}, \forall i \in I, m \in M \quad (11)$$

$$\delta_m^-, \delta_m^+ \geq 0, \forall m \in M \quad (12)$$

A função objetivo (1) visa a minimização da distância total percorrida entre as unidades básicas  $i$  e  $j$  ( $t_{ij}$ ) para cada distrito. Já a função objetivo (2) tem como objetivo 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 em apenas um distrito, assim como proposto em Garfinkel e Nemhauser (1970); Hess e Samuels (1971); Hojati (1996). As restrições (4) e (5) asseguram que  $x_{ijm}$  seja 0, a menos que  $y_{im}$  e  $y_{jm}$  ambos sejam iguais a 1. As restrições entre (4) 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) e (8) 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 do distritamento selecionado. As cargas de trabalho são medidas em unidades de tempo (horas/ano). Na restrição (9), os desvios inferiores e superiores em relação à carga média de trabalho ( $\bar{W}$ ) de cada zona ( $m$ ) são quantificados. Por fim, entre as restrições (10) e (12) são definidos o domínio das variáveis de decisão.

O método de escalarização para otimização multiobjectivo a ser aplicado será o Tchebycheff peso aumentado (*Augmented Weighted Tchebycheff*), conforme segue abaixo:

$$\min \lambda + \rho \sum_{i=1}^M (f_i(x) - z_i^*) \quad (13)$$

Sujeito a:

$$w_i(f_i(x) - z_i^*) - \lambda \leq 0.$$

A função objetivo (13) visa a minimização da variável *slack* ( $\lambda$ ) e as restrições de desvio dos pesos, onde  $w_i$  são os coeficientes de peso para o objetivo  $i$ ,  $z_i^*$  é um ponto referência, e  $\rho$  é um pequeno valor positivo (DÄCHERT; GORSKI; KLAMROTH, 2012).

#### 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O caso de estudo analisou a cidade de Blumenau, localizado no estado de Santa Catarina e na região sul do Brasil. A cidade de Blumenau tem uma população de 334 mil habitantes e conta com um dos maiores índices de desenvolvimento humano do país (IBGE, 2010). Atualmente a cidade conta com 3 três equipas multidisciplinar de atenção domiciliar (EMAD) e 1 equipa multidisciplinar de apoio (EMAP) do programa Melhor em Casa. Essas equipas prestam serviços em toda região urbana do município, em cerca de 35 bairros, os quais são organizados em três distritos. Com base nessas informações foram obtidos por meio do *Google Maps* uma matriz contendo os tempos de deslocamento entre os bairros. Esses dados foram coletados automaticamente por meio de uma macro codificada em VBA Excel. Já os dados referentes as cargas de trabalho por cada bairro foram geradas aleatoriamente por meio de uma fórmula no Excel.

O problema foi modelado em Excel e resolvido com o auxílio do *Open Solver* e o solucionador de otimização Gurobi, e foi utilizado um computador com processador AMD A8-6410 APU com 8 GB de RAM e um AMD Radeon R5 Graphics (2.00 GHz). Para esse caso três cenários foram considerados, por meio da distribuição dos coeficientes de pesos ( $w_i$ ) entre as duas funções objetivos, conforme segue abaixo:

Cenário 1 (O peso de distância é o dominante):  $f_1 = 1$  e  $f_2 = 0$

Cenário 2 (O peso da carga de trabalho é o dominante):  $f_1 = 0$  e  $f_2 = 1$

Cenário 3 (Pesos iguais):  $f_1 = 0,5$  e  $f_2 = 0,5$

Para essas diferentes combinações dos coeficientes de peso, 3 diferentes trade-offs foram encontrados, conforme segue abaixo na Tabela 2:



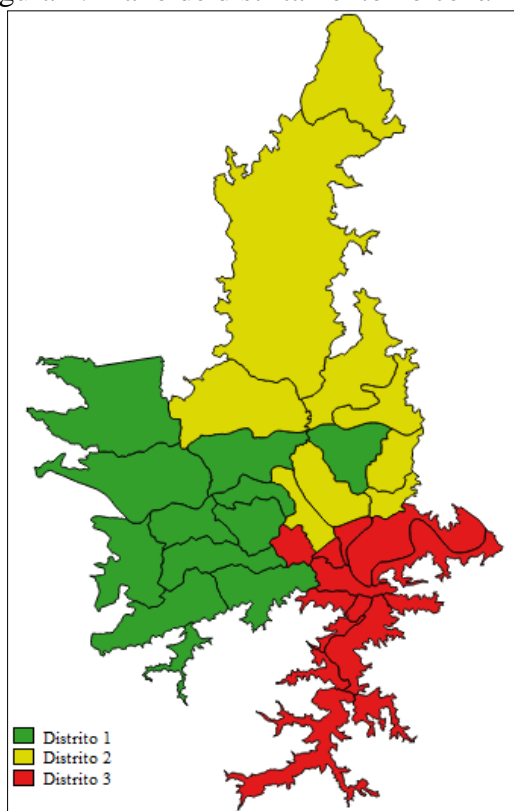
Tabela 2: Resultados

Cenários	Número de Unidades Básicas			$f_1$	$f_2$	Tempo (Segundos)
	Distrito 1	Distrito 2	Distrito 3			
1	11	10	14	1233,41	488	1250
2	12	12	11	1914,2	6	20
3	12	16	7	1505,75	39	10800

Fonte: Os autores (2019).

Os resultados foram organizados e utilizados para elaboração dos mapas de distritamento de cada cenário, com o auxílio do software ArcGis 10.3, conforme representados nas Figuras (1, 2 e 3).

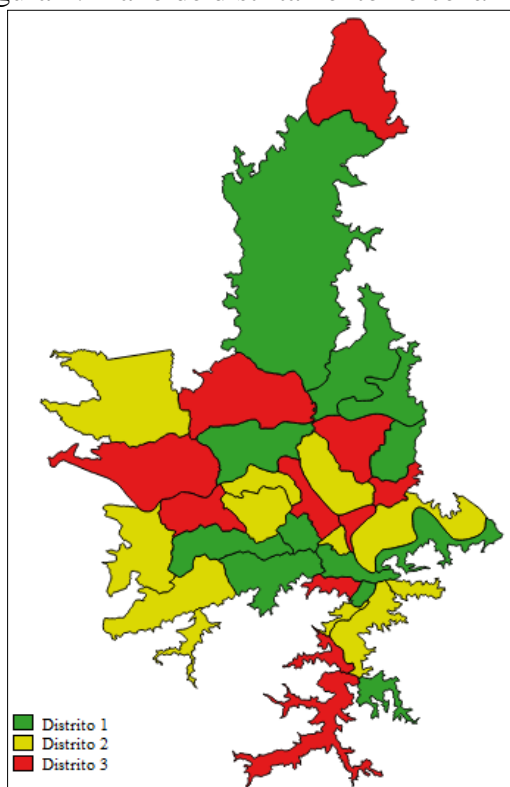
Figura 1: Plano de distritamento no cenário 1.



Fonte: Os Autores (2019).

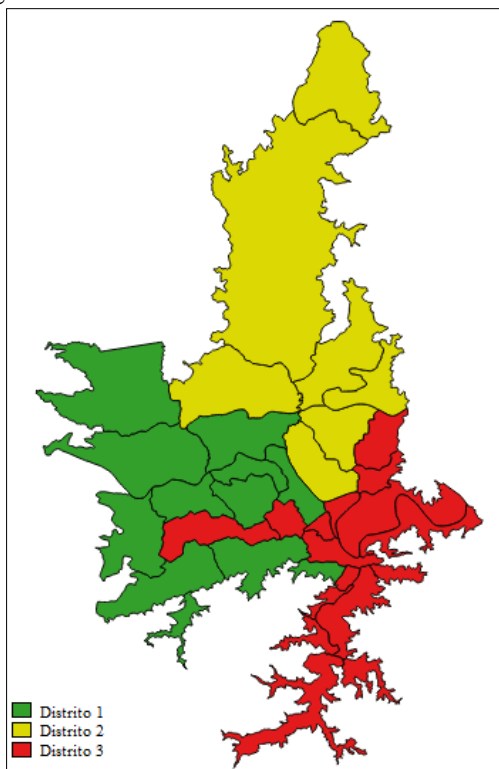
Na figura 2 é possível observar, que os distritos não possuem conectividade como na Figura 1. Isso ocorre, pois nesse caso são consideradas apenas a carga de trabalho entre os bairros, permitindo assim um agrupamento sem contiguidade. Os resultados encontrados em ambos casos são similares aos encontrados no estudo de Gutierrez e Vidal (2015).

Figura 2: Plano de distritamento no cenário 2.



Fonte: Os Autores (2019).

Figura 3: Plano de distritamento no cenário 3.



Fonte: Os Autores (2019).

No terceiro cenário é possível verificar que quando considerado os dois objetivos é possível obter um plano de distritamento com conectividade, como também obtido em Blais et al. (2003) no contexto canadense. Esse cenário desde que sejam utilizados dados reais, poderia ser o plano ideal para as equipas da cidade, pois ela considera igualmente os dois objetivos do problema. Isso possibilitará um menor desequilíbrio entre as cargas de trabalhos das equipas e uma redução nas distâncias a serem percorridas durante a prestação os serviços.

## 5 CONCLUSÕES/CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse estudo, um modelo de otimização multiobjectivo para problema de distritamento usando um método de escalarização Tchebycheff peso aumentado foi considerado. Esse modelo foi aplicado para minimização das distâncias percorridas e a soma total dos desvios da carga média de trabalho das equipas domiciliárias de saúde.

Os resultados demonstraram que é possível obter bons planos de distritamento como no cenário 3, por meio desse modelo de otimização. Com a utilização de dados reais nesse caso estudo será possível obter plano de distritamento capazes de reduzir o desequilíbrio das cargas de trabalho entre as equipas e as distâncias percorridas. Isso possibilitaria uma redução nos custos e no tempo de deslocamento, permitindo assim que os trabalhadores tenham mais tempo para o atendimento de seus pacientes (BLAIS; LAPIERRE; LAPORTE, 2003). Além disso, afim de evitar os problemas de falta de conectividade como presente no cenário 2, as restrições de conectividades propostas por Salazar-Aguilar et al. (2011) poderiam ser consideradas, entretanto a complexidade computacional também poderá aumentar significativamente, impossibilitando em alguns casos a obtenção de soluções ótimas.

Para estudos futuros recomenda-se a utilização de outros métodos de escalarização como o *Goal Programming* (ERCAN et al., 2015) e *Lexicographic* (GUTIERREZ; VIDAL, 2015) para correlação dos trade-offs, afim de analisar as soluções fracamente dominadas a serem obtidas. Um novo conjunto de cidades com população superior a Blumenau também poderiam ser analisadas. Tendo como objetivo verificar a complexidade computacional do modelo, e constatando se é possível resolver esses problemas de forma exata, ou apenas com o auxílio de heurísticas ou meta heurísticas.

## REFERÊNCIAS

- ACSS. **Guia Prático – Rede Nacional de Cuidados Continuados Integrados ISS**. Lisboa, Disponível em: <<http://www.acss.min-saude.pt/wp-content/uploads/2016/11/Relatorio-de-monitorizacao-anual-de-2015.pdf>>.
- AYDIN, R. et al. 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**, nov. 2015.
- BANDARA, D.; MAYORGA, M. E. Optimal Geographical Districting of Emergency Vehicles. **Proceedings of the 2011 Industrial Engineering Research Conference**, p. 8, 2011.
- BENZARTI, E.; SAHIN, E.; DALLERY, Y. Operations management applied to home care services: Analysis of the districting problem. **Decision Support Systems**, v. 55, n. 2, p. 587–598, maio 2013.

- BLAIS, M.; LAPIERRE, S. D.; LAPORTE, G. Solving a home-care districting problem in an urban setting. **Journal of the Operational Research Society**, v. 54, n. 11, p. 1141–1147, 2003.
- BOZKAYA, B.; ERKUT, E.; LAPORTE, G. A tabu search heuristic and adaptive memory procedure for political districting. **European Journal of Operational Research**, v. 144, n. 1, p. 12–26, 2003.
- DÄCHERT, K.; GORSKI, J.; KLAMROTH, K. An augmented weighted Tchebycheff method with adaptively chosen parameters for discrete bicriteria optimization problems. **Computers & Operations Research**, v. 39, n. 12, p. 2929–2943, 2012.
- ERCAN, T. et al. Optimization of transit bus fleet’s life cycle assessment impacts with alternative fuel options. **Energy**, v. 93, n. 1, p. 323–334, dez. 2015.
- FOMIN, F. V.; KRATSCH, D. **Exact Exponential Algorithms**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010.
- GARFINKEL, R. S.; NEMHAUSER, G. L. Optimal Political Districting by Implicit Enumeration Techniques. **Management Science**, v. 16, n. 8, p. B495–B508, 1970.
- GUTIERREZ, E. V.; VIDAL, C. J. A Home Health Care Districting Problem in a Rapid-Growing City. **Ingeniería y Universidad**, v. 19, n. 1, p. 87, 16 mar. 2015.
- HESS, S. W.; SAMUELS, S. A. Experiences with a Sales Districting Model: Criteria and Implementation. **Management Science**, v. 18, n. 4–part–ii, p. P-41-P-54, 1971.
- LAHRICHI, N. et al. Analysis of a territorial approach to the delivery of nursing home care services based on historical data. **Journal of Medical Systems**, v. 30, n. 4, p. 283–291, 7 jul. 2006.
- LIU, L.-J. et al. Home Health Care Needs and Willingness to Pay for Home Health Care Among the Empty-nest Elderly in Shanghai, China. **International Journal of Gerontology**, v. 8, n. 1, p. 31–36, mar. 2014.
- MANKOWSKA, D. S.; MEISEL, F.; BIERWIRTH, C. The home health care routing and scheduling problem with interdependent services. **Health care management science**, v. 17, n. 1, p. 15–30, mar. 2014.
- MARTÍ, R.; REINELT, G. Heuristic Methods. In: SPRINGER (Ed.). . **The Linear Ordering Problem Exact and Heuristic Methods in Combinatorial Optimization**. 175. ed. [s.l: s.n.]. p. 17–40.
- MAYA DUQUE, P. A. et al. Home care service planning. The case of Landelijke Thuiszorg. **European Journal of Operational Research**, v. 243, n. 1, p. 292–301, maio 2015.
- Medicare.gov**. Disponível em: <<https://www.medicare.gov/what-medicare-covers/home-health-care/home-health-care-what-is-it-what-to-expect.html>>. Acesso em: 29 jun. 2016.
- PUCHIA, C.; JARA, P. Enfermería y el cuidado domiciliario de los mayores en la era de la globalización. **Enfermería Universitaria**, v. 12, n. 4, p. 219–225, out. 2015.
- RASMUSSEN, M. S. et al. The Home Care Crew Scheduling Problem: Preference-based visit clustering and temporal dependencies. **European Journal of Operational Research**, v. 219, n. 3, p. 598–610, 2012.

SALAZAR-AGUILAR, M. A.; RÍOS-MERCADO, R. Z.; GONZÁLEZ-VELARDE, J. L. A bi-objective programming model for designing compact and balanced territories in commercial districting. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, v. 19, n. 5, p. 885–895, 2011.

STEINER, M. T. A. et al. Multi-objective optimization in partitioning the healthcare system of Parana State in Brazil. **Omega**, v. 52, p. 53–64, 2015.

XIE, S.; OUYANG, Y. Railroad caller districting with reliability, contiguity, balance, and compactness considerations. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, v. 73, p. 65–76, 2016.