

Estudo do dimensionamento do SAMU no município de Joinville - SC

Daiane Maria De Genaro Chirolí, Roberta Briesemeister, Tibério Bruno Rocha e Cruz, Hidelbrando Ferreira Rodrigues, Fábio Ceron Branco

Resumo: Planejadores de serviços de emergência devem resolver o problema estratégico de onde localizar estações de serviços de emergência e o problema tático do número de veículos a alocar em cada estação. Diversos trabalhos publicados na literatura médica e na área de pesquisa operacional demonstram que existe uma relação direta entre o tempo de resposta das unidades e a qualidade do serviço prestado às vítimas. Este artigo propõe vários cenários para a localização das unidades de SAMU no município de Joinville. Resolve-se o problema fazendo uso do modelo das p-medianas, utilizando como medida ponderadora a população existente em cada bairro. Analisando vários cenários de localização das unidades é possível inferir o tempo de resposta médio a um chamado, agilizando o atendimento e salvando mais vidas.

Palavras chave: Dimensionamento. P-medianas. Serviços emergenciais. Atendimento saúde.

SAMU sizing studies in Joinville -SC

Abstract: Emergency service planners must address the strategic problem of where to locate emergency service stations and the tactical problem of the number of vehicles to be allocated at each station. Several studies published in the medical literature and in the area of operational research show that there is a direct relationship between the response time of the units and the quality of service provided to victims. This paper proposes several scenarios for the location of SAMU units in Joinville. The problem is solved by using the p-median model and using as weighting the population in each neighborhood. By analyzing various unit location scenarios, it is possible to infer the average response time to a call, speeding up service and saving more lives.

Key-words: Sizing. P-medians. Emergency services. Health care.

1. Introdução

A Constituição Federal de 1988 (Constituição, 1988), no artigo 196 estabelece que a saúde é direito de todos e dever do Estado, deste modo, políticas sociais e econômicas são essenciais, pois visam atender padrões de qualidade de vida da população. Uma das formas de atender a tais padrões é ter serviço de atendimento médico-emergencial, o qual dá suporte básico de vida a toda situação de risco envolvendo pessoas e bens (WHO, 2000). No Brasil, a atenção às urgências tornou-se prioridade federal em consequência do enorme desgaste vigente nos serviços hospitalares de urgência (O'DWYER et al, 2017). Com o intuito de abranger essa assistência à saúde, foi instituído o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência – SAMU, em Municípios e regiões do território nacional, por meio do decreto 5055, de abril de 2004.

O SAMU é responsável pelo componente Regulação dos Atendimentos de Urgência, pelo Atendimento Móvel de Urgência e pelas transferências de pacientes graves (OTONI,2012). O serviço funciona 24 horas por dia e faz parte do sistema regionalizado e hierarquizado, capaz de atender, dentro da região de abrangência, todo enfermo, ferido ou paciente em situação de urgência ou emergência, e transportá-los com segurança e com acompanhamento de

profissionais da saúde até o nível hospitalar do sistema (SOUZA e NOVAES, 2006; PITTERI, 2009). Além disto, faz a intermediação, através da central de regulação médica das urgências, as transferências inter-hospitalares de pacientes graves, promovendo a ativação das equipes apropriadas e a transferência do paciente.

A solicitação do atendimento é feita através de uma ligação para uma central, solicitando ajuda que executa a triagem inicial, solicitando informações sobre tipo de trauma, localização e condições da vítima, dentre outras, posteriormente a ligação é transferida para o médico regulador ou equivalente, que analisa a gravidade e decide pela necessidade ou não do envio de uma ambulância. Em caso positivo, determina-se o tipo adequado de veículo a ser enviado e aquele que estiver disponível e mais próximo (ou outro critério) é despachado. No local da ocorrência, o socorrista verifica o estado da vítima, relata a situação a central, buscando orientação e ministra cuidados, se necessário, caso seja necessário remover a vítima para um hospital, a central é contatada e busca o hospital mais próximo que esteja apto (do ponto de vista técnico e do ponto de vista de existência de vaga) a recebê-los.

Em um sistema médico-emergencial, a rapidez na realização do atendimento é uma das maiores exigências destes sistemas, pois a qualidade de atendimento poderá ser a diferença entre a vida e a morte do usuário (TAKEDA; WIDMER e MORABITO, 2004). Além da qualidade do atendimento, um dos componentes mais importantes do nível de serviço é o tempo médio de resposta a uma chamada emergencial (SOUZA et al, 2013).

O tempo de resposta é agravado por vários fatores: tempo para o intermediador que recebe a ligação recolher dados sobre o incidente e sobre o local, congestionamentos ao longo do trajeto da ambulância, possível falta de uma unidade de ambulância para se deslocar até o local e o tempo em si do percurso da unidade até o local do incidente (TAKEDA; WIDMER e MORABITO, 2013).

Como em uma emergência nunca se sabe o nível de risco do envolvido em um acidente, os serviços emergenciais realizados pelos SAMU's podem ser caracterizados pelo alto grau de incerteza, e o nível de eficiência é medida através do tempo médio de resposta a um chamado, ou seja, o tempo que uma vítima espera em média para começar a receber algum atendimento (BALL e LIN, 1993). Pode-se interpretar falha do sistema como a incapacidade de um veículo de responder a uma chamada de demanda dentro de um período de tempo aceitável.

Planejadores de serviços de emergência devem resolver o problema estratégico de onde localizar estações de serviços de emergência e o problema tático do número de veículos a colocar em cada estação (BERALDI e BRUNI, 2009). Este artigo enfoca a nível estratégico e visa determinar a localização ideal e dimensionamento de estações de emergência (SAMU), na cidade de Joinville, de modo a assegurar uma dada qualidade ao serviço prestado.

1.2 Definições do problema

Os critérios e localização das unidades do SAMU estão mal posicionados, ou inexistem, deixando muitas vezes de atender com urgência incidente com vítimas fatais (BERALDI e BRUNI, 2009).

Muitas pesquisas (Ball e Lin, 1993; Batta e Dolan, 1989; Beraldi, Bruni e Conforti, 2004; Borrás e Pastor, 2002; Brotcorne, Laporte e Semet, 2003; Daskin, 1982; Daskin, 1983; Jia,

Odenez e Dessouky, 2007; Jia, Odenez e Dessouky, 2007; Marianov e ReVelle, 1995; ReVelle e Hogan, 1988; ReVelle e Hogan, 1989) vêm sendo desenvolvidas no sentido de se obter métodos para analisar e dimensionar tais sistemas. Os critérios para distribuição das ambulâncias do SAMU, na maioria das cidades brasileiras, são empíricos, dificilmente baseando-se em estudos ou projetos de pesquisa (SOUZA e NOVAES, 2006).

Na revisão da literatura realizada foram encontrados vários métodos que auxiliam no dimensionamento e avaliação deste tipo de sistema, cada um enfocando um determinado tipo de problema. No entanto, poucos são os estudos realizados sobre cenários brasileiros (TAKEDA, WIDMER e MORABITO, 2004; SOUZA et al, 2013; TAKEDA, WIDMER e MORABITO, 2001), especialmente com a finalidade de oferecer às entidades representativas do setor um instrumento que forneça subsídios à análise e avaliação de políticas operacionais alternativas, através da modelagem do sistema (TAKEDA, WIDMER e MORABITO, 2001).

Este artigo estabelece uma proposta ideal para a localização de estações de emergência (SAMU) de modo a assegurar uma dada qualidade do serviço prestado, diminuindo o tempo médio de resposta. Para desenvolver esta proposta, foi utilizado um modelo matemático apropriado para descentralizar a localização otimizando a eficiência, considerando as características da demanda local e as regiões com altos níveis de chamado.

2. Metodologia

Este trabalho é definido como um estudo de caso único do SAMU da cidade de Joinville no estado de Santa Catarina. Utiliza o método de pesquisa axiomático normativo (MORABITO NETO e PUREZA, 2012), pois se propõe o uso de um modelo matemático para dimensionar e determinar a localização ideal de estações de emergência (SAMU), na cidade de Joinville-SC.

Para o dimensionamento foram simulados vários cenários para a localização das unidades de SAMU no município de Joinville, e para tal, foram analisados os dados populacionais de cada bairro, por meio do Censo Demográfico de 2010.

Alguns modelos são considerados eficazes para problemas de localização (CHIROLI et al, 2015; GONÇALVES, 2012; LARSON e ODONI, 2007; SOUZA, 1996). Estes, por sua vez, são classificados pela natureza da função objetivo a ser otimizada em três categorias:

De forma a alcançar o objetivo proposto no presente trabalho, que é identificar a melhor localização das unidades de SAMU na cidade de Joinville, no estado de Santa Catarina, será utilizado o problema de p-medianas, onde será empregado como medida ponderadora a população existente em cada bairro.

Para o cálculo da matriz de distâncias, usou-se o Google Maps®, que permitiu traçar o caminho e determinar a distância, em km, entre os centróides de cada bairro considerado. Os centróides, por sua vez, foram obtidos pelo órgão DEINFRA. Dentro de cada bairro consideramos distância zero.

No presente trabalho, utilizou-se o software de otimização LINDO, que resolve problemas de programação linear inteira com variáveis binárias.

2.1 Caracterização do município de Joinville

Joinville é a maior cidade do estado de Santa Catarina, localizada na região nordeste do estado, com 1130,878 km² de área e população de aproximadamente 515.288 habitantes (IBGE, 2017). A cidade possui um dos mais altos índices de desenvolvimento humano (IDH)

entre os municípios brasileiros (0.857), ocupando a décima terceira posição nacional e a quarta entre os municípios catarinenses.

Na cidade de Joinville (Figura 1) existe uma única unidade de SAMU, a qual está localizada na região central no bairro Glória. Desde que o programa foi implantado, há seis anos, a cidade é atendida por quatro ambulâncias para os serviços considerados básicos (USB) e uma unidade de suporte avançado (USA). O Ministério da Saúde estabelece uma ambulância USB para cada grupo de 100 a 150 mil habitantes, e uma USA para cada 450 mil habitantes atendendo assim as necessidades do município de Joinville, porém mal localizadas. A central de chamadas 192 fica localizada no oitavo batalhão da Polícia Militar, juntamente com serviços de atendimento de emergência da Polícia Militar e dos bombeiros. Joinville é composta por 45 bairros.



Figura 1 – Mapa de Joinville

3. Modelo proposto

O objetivo dos problemas de localização é determinar as localizações das unidades de atendimento. Para determinar a localização das unidades, cada estudo segue um caminho particular, como por exemplo, através dos problemas de tempos médios de viagem que refletem os tempos médios de resposta (solucionados, muitas vezes pelo método de *p*-medianas ou pelo método do *p*-centros, ou problemas de *cobertura de conjuntos*, dentre outros).

Para a localização das unidades de atendimento do SAMU no município de Joinville foi utilizado o modelo das *p*-medianas (Hakimi, 1964), que otimiza a distância média percorrida pelas unidades de serviço até o local da ocorrência, conforme Equação 01.

$$\text{Equação 01: } \textit{Min} \quad Z = \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m v_j d_{ij} x_{ij} \right)$$

Sujeito à:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, m,$$

$$\sum_{i=1}^n y_i = p,$$

$$x_{ij} \leq y_i, i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m,$$

$$x_{ij}, y_i \in \{0, 1\}, i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m.$$

Onde:

- m - é o número de zonas;
- n - é o número de locais viáveis para a localização;
- y_i - distrito onde está instalada a facilidade sendo = 1 se uma unidade é baseada no local i, ou 0 nos demais casos;
- x_{ij} = 1 se a facilidade no local i atende a zona j, 0 nos outros casos;
- d_{ij} - é a distância de atender a zona j a partir da estação i;
- v_j - fator de ponderação para atender a zona j;
- p - é o número de facilidades (número de unidades de SAMU a serem instalada).

Esta solução pode ser obtida por métodos heurísticos e métodos com base em programação matemática. Aproximações heurísticas são mais populares por se tratar geralmente de natureza mais simples, são convenientes em problemas de grande escala e podem oferecer boas soluções. Métodos exatos, requerem a solução do problema de programação inteira, associada a diversos recursos de otimização. Dentre os métodos heurísticos desenvolvidos para o problema das p-mediana (Pizzolato, 1994) é mais adequado no caso de grandes redes.

3.1 Obtenções dos dados

Os dados populacionais de cada bairro foram obtidos através do Censo Demográfico de 2010. Para o cálculo da matriz de distância utilizada no modelo, usou-se o aplicativo Google Maps®, que permitiu traçar o caminho e determinar a distância, em km, entre os centróides de cada bairro considerado. Os centróides, por sua vez, foram obtidos pelo órgão DEINFRA. Dentro de cada bairro considerou-se distância zero.

Como se trabalha com a matriz de distâncias, tem-se como objetivo ponderar seus arcos, de maneira a aplicá-la no modelo de distribuição espacial das unidades de emergência. Sabe-se que existem locais com maior ocorrência de chamados, os quais devem ter um peso maior sobre os outros bairros, porém devido a inexistência de dados sobre quantidade de acidentes por bairros, utilizou-se como medida ponderadora apenas a população existente em cada distrito, conforme Equação 02.

$$\text{Equação 02: } p_i = \frac{n_i}{n_i}$$

Onde:

n_i é a população do bairro i

n_i é a população total

Foram considerados 41 bairros de um total de 45, a exclusão de quatro bairros ocorreu pelo fato de se avaliar apenas a localização de unidades na região urbana de Joinville, mas a inclusão deles não afetaria o resultado final, visto que nestas localidades a população é baixa e os resultados da localização das facilidades ficaram próximos aos seus centróides, dando a população residente uma cobertura de atendimento em um tempo médio aceitável.

4. Processamento dos dados e resultados obtidos

Como faltam dados estatísticos para poder processar os dados encontrados, optou-se por criar dados fictícios baseados em alguns dados fornecidos pelo Corpo de Bombeiros para poder estimar o que acontece com o tempo de resposta a um chamado quando inserimos mais pontos de unidades do SAMU em Joinville. Atualmente existem 12 bases do Corpo de Bombeiros, e o tempo médio de resposta após passarem pela triagem e pelo médico regulador é de 7 minutos, isso mostra que a descentralização é a forma mais eficaz de se obter um tempo médio de resposta aceitável que segundo Souza (2006) é de 15 minutos.

Atualmente com apenas uma localização, onde estão disponíveis quatro ambulâncias de USB centralizadas, e sem considerar possíveis filas de espera, um atendimento leva em média de 45 a 60 minutos para períodos do dia onde se tem maior número de chamadas, sendo o primeiro de 11h00min até 13h00min (horário de almoço) e o segundo de 18h00min até 20h00min (horário de fim de expediente e retorno para casa), se for considerado filas de espera, esse tempo aumenta consideravelmente, o que poderá levar a vítima à óbito.

O Ministério da Saúde recomenda a alocação de uma equipe para cada 100.000 habitantes. De acordo com o último Censo demográfico de 2010, Joinville possui aproximadamente 520.000 habitantes. Com base no que o MS propõe, o presente estudo propõe inicialmente uma simulação com cinco localizações, que por meio do uso da p-mediana, obteve-se a distribuição apresentada no Quadro 1.

Unidades	Localização	Distritos atendidos
1	Boa Vista	Boa Vista, Bucarein, Centro, Fátima, Guanabara, Saguazu, Zona Ind. 2 (Tupy)
2	Costa e Silva	América, Costa e Silva, Glória, Jardim Sofia, Pirabeiraba (Centro), Santo Antônio, Vila Nova, Zona Ind. (Norte)
3	Jardim Iriirú	Aventureiro, Bom Retiro, Comasa, Espinheiros, Iriirú, Jardim Iriirú, Jardim Paraíso, Vila Cubatão
4	João Costa	Adhemar Garcia, Boehmerwald, Itaum, Itinga, Jarivatuba, João Costa, Panaguamirim, Parque Guarani, Petrópolis, Profipo, Ulysses Guimarães
5	Nova Brasília	Anita Garibaldi, Atiradores, Floresta, Morro do Meio, Nova Brasília, Santa Catarina, São Marcos

Fonte: Autores

Quadro 1 – Distribuição das simulações das localizações por bairro

Considerou-se para tal análise uma velocidade média de 25 km/h para o período de 07h00min as 21h00min e 50 km/h para o período de 21h00min as 07h00min. Com estas novas alocações que o modelo propõe, o tempo médio de resposta reduz em torno de 40 a

35 minutos, que ainda não é um tempo médio esperado. Além disso, verificou-se que o bairro João Costa atenderia sozinho toda região sul de Joinville, que compreende aproximadamente 136 mil habitantes; ao considerar a possibilidade de mais de um chamado, o tempo de espera poderia duplicar, dependendo da ocorrência atendida.

Simulando para seis, sete e oito unidades há uma pequena alteração para alguns bairros, o tempo médio de resposta cai em aproximadamente dez minutos com relação à instalação de cinco unidades. Outros bairros permanecem com o mesmo tempo de resposta visto que as unidades acrescidas não influenciaram no seu atendimento.

5. Conclusão

O serviço de atendimento móvel SAMU constitui uma importante ferramenta para salvar vidas. Apesar da grande quantidade de normas visando regionalizar e hierarquizar a rede de serviços de saúde, pouco foi implementado até agora.

É preciso coletar um maior número de dados, como por exemplo, um acompanhamento direto das operações de resgate em diferentes dias e horário; pode ser útil para definição de valores para a velocidade média e o fator de correção da distância euclidiana, sendo possível o uso de valores discretizados no tempo ao invés de um valor médio único. Falta preocupação dos órgãos públicos perceber a evolução destes serviços e o quanto um estudo prévio pode ajudar a melhorar tais atendimentos³⁵.

As crescentes mudanças no fornecimento de serviços de saúde ao redor do mundo estão forçando os gestores e analistas deste tipo de sistema a adotarem novas ferramentas no planejamento e avaliação de processos.

A aplicação de métodos de simulação na área de saúde, conforme motivação apresentada tem sido reconhecida por sua capacidade de enfrentar e representar de maneira clara e eficiente os desafios inerentes aos processos característicos das organizações de saúde, como hospitais, centros de atendimento, entre outros.

A principal contribuição deste trabalho foi a de propor localizações de unidades para apoiar as decisões estratégicas e operacionais no intuito de melhorar o atendimento emergencial. Com isto, espera-se que se obtenha uma redução do tempo de resposta, consequentemente levando a uma maior eficiência da ação emergencial.

Referências

BALL, Michael O.; LIN, Feng. L. A reliability model applied to emergency service vehicle location. *Operations Research*, v. 41, p. 18–36, 1993.

BALL, Michael O.; LIN, Feng. L. A reliability model applied to service vehicle location. *Operations Research*, v. 41, p. 18-36, 1993.

BATTA, Rajan; DOLAN, June M.; KRISHNAMURTHY, Nirup N. The maximal expected covering location problem: Revisited. *Transportation Science*, v. 23, p. 277–287, 1989.

BERALDI, Patrizia; BRUNI, Maria Elena. A probabilistic model applied to emergency service vehicle location. *European Journal of Operation Research*, v. 196, p. 323-331, 2009.

BERALDI, Patrizia; BRUNI, Maria Elena; CONFORTI, Domenico. Designing robust emergency medical service via stochastic programming, *European Journal of Operational Research*, v. 158, p. 183–193, 2004.

BORRAS, Fernando; PASTOR, Jesús T. The ex-post evaluation of the minimum local reliability level: An enhanced probabilistic location set covering model. *Annals of Operations Research*, v. 111, p. 51–74, 2002.

BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 1990.

BRASIL. Decreto n. 5.055, de 27 de abr. de 2004. Institui o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência - SAMU, em Municípios e regiões do território nacional, e dá outras providências, Brasília, DF, abr 2004.

BROTCORNE, Luce; LAPORTE, Gilbert; SEMET, Frédéric. Ambulance location and relocation models. *European Journal of Operational Research*, v. 147, p. 451–463, 2003.

CHIROLI, Daiane Maria De Genaro; OLIVEIRA, Daniel; GONÇALVES, Miriam Buss; MAYERLE, Sérgio Fernando. Location of emergency access points in rail tunnel: a proposal for New Centre Project in the city of Maringá-PR-Brazil. *Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia*, v. 38, n. 3, p. 27 - 35, 2015.

DASKIN, Mark S. A maximal expected covering location model: Formulation, properties, and heuristic solution. *Transportation Science* v.17, p. 48–69, 1983.

DASKIN, Mark S. Application of an expected covering model to EMS system design. *Decision Science*, v. 13, p.416–439, 1982.

GALVÃO, Roberto Diéguez; RAGGI, Luiz Aurélio. A Method for Solving to Optimality Uncapacitated Location Problems. *Annals of Operations Research*, v. 18, p. 225-244, 1994.

GONÇALVES, Miran Buss; Logística Humanitária e de Serviços Emergenciais. Material didático da disciplina Logística Humanitária e de Serviços Emergenciais, Florianópolis, 2012.

HAKIMI, Seifollah Louis. Optimal location of switching centers and the absolute centers and medians of a graph. *Oper. Res*, v. 12 p. 450-459, 1964.

HONGZHONG, Jia; DESSOUKY, Maged. Solution approaches for facility location of medical supplies for large scale emergencies. *Computers & Industrial Engineering*, v. 52, p. 257–276, 2007.

HONGZHONG, Jia; Odonez, Fernando; DESSOUKY, Maged. A modeling framework for facility location of medical services for large-scale emergencies. *IEE Transaction*, v. 39 p. 41– 55, 2007.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. Cidades Joinville. [2017]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=420910>. Acesso em: 29 out, 2017.

IPPUJ - Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Joinville. Mapa de Joinville. [2017]. Disponível em: <https://www.joinville.sc.gov.br/institucional/sepud/>. Acesso em: 29 out, 2017.

LARSON, Richard; Odoni, Amedeo R. *Urban Operations Research*. Prentice-Hall. London. 2007.

MARIANOV, Vladimir; REVELLE, Charles S. Siting emergency services, *in*: DREZNER, Zvi, *Facility Location: A Survey of Applications and Methods*. Heidelberg, Springer, 1995, p 199–223.

MORABITO NETO, Reinaldo; PUREZA, Vitória. Modelagem e Simulação. *In*: MORABITO NETO, Reinaldo; PUREZA, Vitória. *Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção*. 2012. p.169 -198.

O'DWYER, Gisele; KONDER, Mariana Teixeira; RECIPUTTI, Luciano Pereira; MACEDO, Cesar; LOPES, Monica Guimarães Macau. O processo de implantação do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência no Brasil: estratégias de ação e dimensões estruturais. *Cadernos de Saúde Pública*, v.33 n. 7, Jul. 2017.

PITTERI, Jessimira Soares Muniz. Caracterização de assistência do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU), Palmas, estado do Tocantins, no período de julho de 2008 a junho de 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília. Brasília, 2010.

PIZZOLATO, N.D. A Heuristic for Large-Size p-Median Location Problems with Application to School Location. *Annals of Operations Research*, v.50, p. 473-485, 1994.

REVELLE, Charles S; Hogan, K, The maximum availability location problem. *Transportation Science* v.23, p.192–199, 1989.

REVELLE, Charles S; Hogan, K. A reliability-constrained siting model with local estimates of busy fractions. *Environment and Planning B: Planning and Design*, v.15, p.143–152, 1988.

SENNE, Edson Luiz França; LORENA, Luiz Antonio Nogueira. Abordagens complementares para problemas de p-medianas. *Production.*, v.13, n.3, pp. 78-87, 2003.

SOUZA, João Carlos. Dimensionamento, localização e escalonamento temporal de serviços de emergência. Tese de doutorado - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

SOUZA, João Carlos; NOVAES, Antonio. Sistema de atendimento móvel de urgência, Samu. Dimensionamento espacial em áreas urbanas, n.27, 2006.

SOUZA, Regiane Máximo de; MORABITO, Reinaldo; CHIYOSHI, Fernando Yassuo; IANNONI, Ana Paula. Análise da configuração de SAMU utilizando múltiplas alternativas de localização de ambulâncias. *Gest. Prod.*, v. 20, n. 2, p. 287-302, 2013.

TAKEDA, Renata Algisi. Uma contribuição para avaliar o desempenho de sistemas de transporte emergencial de saúde. Tese de doutorado - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

TAKEDA, Renata Algisi; WIDMER, João Alexandre ; MORABITO, Reinaldo. Aplicação do modelo hipercubo de filas para avaliar a descentralização de ambulâncias em um sistema urbano de atendimento médico de urgência. *Pesquisa Operacional*, v.24, n.1, p.39-71, 2004.

TAKEDA, Renata Algisi; WIDMER, João Alexandre; MORABITO, Reinaldo. Uma proposta alternativa para avaliação do desempenho de sistemas de transporte emergencial de saúde brasileiros. *Transportes*, v. 9, n. 2, p. 9-27, 2001.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. The world health report 2000: health systems - improving performance. World Health Organization, 2000.