



Engenharia de Produção:

NOVAS PESQUISAS e TENDÊNCIAS

2

Adriano Mesquita Soares
(Organizador)

Direção Editorial

Prof.º Dr. Adriano Mesquita Soares

Organizador

Prof.º Dr. Adriano Mesquita Soares

Capa

AYA Editora

Revisão

Os Autores

Executiva de Negócios

Ana Lucia Ribeiro Soares

Produção Editorial

AYA Editora

Imagens de Capa

br.freepik.com

Área do Conhecimento

Engenharias

Conselho Editorial

Prof.º Dr. Aknaton Toczec Souza

Centro Universitário Santa Amélia

Prof.ª Dr.ª Andréa Haddad Barbosa

Universidade Estadual de Londrina

Prof.ª Dr.ª Andreia Antunes da Luz

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Dr. Argemiro Midonês Bastos

Instituto Federal do Amapá

Prof.º Dr. Carlos López Noriega

Universidade São Judas Tadeu e Lab. Biomecatrônica - Poli - USP

Prof.ª Dr.ª Claudia Flores Rodrigues

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Prof.º Me. Clécio Danilo Dias da Silva

Centro Universitário FACEX

Prof.ª Dr.ª Daiane Maria De Genaro Chirolí

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Danyelle Andrade Mota

Universidade Federal de Sergipe

Prof.ª Dr.ª Déborah Aparecida Souza dos Reis

Universidade do Estado de Minas Gerais

Prof.ª Ma. Denise Pereira

Faculdade Sudoeste – FASU

Prof.ª Dr.ª Eliana Leal Ferreira Hellvig

Universidade Federal do Paraná

Prof.º Dr. Emerson Monteiro dos Santos

Universidade Federal do Amapá

Prof.º Dr. Fabio José Antonio da Silva

Universidade Estadual de Londrina

Prof.º Dr. Gilberto Zammar

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Helenadja Santos Mota

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, IF Baiano - Campus Valença

Prof.ª Dr.ª Heloísa Thaís Rodrigues de Souza

Universidade Federal de Sergipe

Prof.ª Dr.ª Ingridi Vargas Bortolaso

Universidade de Santa Cruz do Sul

Prof.ª Ma. Jaqueline Fonseca Rodrigues

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Dr. João Luiz Kovaleski

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.º Me. Jorge Soistak

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Dr. José Enildo Elias Bezerra

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Ubajara

Prof.º Me. José Henrique de Goes

Centro Universitário Santa Amélia

Prof.ª Dr.ª Karen Fernanda Bortoloti

Universidade Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Leozenir Mendes Betim

Faculdade Sagrada Família e Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais

Prof.ª Ma. Lucimara Glap

Faculdade Santana

Prof.º Dr. Luiz Flávio Arreguy Maia-Filho

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof.º Me. Luiz Henrique Domingues

Universidade Norte do Paraná

Prof.º Me. Milson dos Santos Barbosa

Instituto de Tecnologia e Pesquisa, ITP

Prof.º Me. Myller Augusto Santos Gomes

Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof.ª Dr.ª Pauline Balabuch

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Me. Pedro Fauth Manhães Miranda

Centro Universitário Santa Amélia

Prof.º Dr. Rafael da Silva Fernandes

*Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus
Pauapebas*

Prof.ª Dr.ª Regina Negri Pagani

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.º Dr. Ricardo dos Santos Pereira

Instituto Federal do Acre

Prof.ª Ma. Rosângela de França Bail

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais

Prof.º Dr. Rudy de Barros Ahrens

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

Universidade Federal do Piauí

Prof.ª Ma. Silvia Aparecida Medeiros

Rodrigues

Faculdade Sagrada Família

Prof.ª Dr.ª Silvia Gaia

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Sueli de Fátima de Oliveira Miranda

Santos

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Tânia do Carmo

Universidade Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Thaisa Rodrigues

Instituto Federal de Santa Catarina

Prof.º Dr. Valdoir Pedro Wathier

*Fundo Nacional de Desenvolvimento Educacional,
FNDE*

© 2021 - **AYA Editora** - O conteúdo deste Livro foi enviado pelos autores para publicação de acesso aberto, sob os termos e condições da Licença de Atribuição Creative Commons 4.0 Internacional (**CC BY 4.0**). As ilustrações e demais informações contidas desta obra são integralmente de responsabilidade de seus autores.

E576 Engenharia da produção: novas pesquisas e tendências [recurso eletrônico]. / Adriano Mesquita Soares (organizador) -- Ponta Grossa: Aya, 2021. 258 p. – ISBN 978-65-88580-85-1

Inclui biografia

Inclui índice

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

DOI 10.47573/aya.88580.2.51

1. Engenharia de produção. 2. Logística. 3. Sustentabilidade. 4. Comportamento organizacional. I. Soares, Adriano Mesquita. II. Título

CDD: 658.5

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Bruna Cristina Bonini - CRB 9/1347

International Scientific Journals Publicações de
Periódicos e Editora EIRELI

AYA Editora©

CNPJ: 36.140.631/0001-53

Fone: +55 42 3086-3131

E-mail: contato@ayaeditora.com.br

Site: <https://ayaeditora.com.br>

Endereço: Rua João Rabello Coutinho, 557
Ponta Grossa - Paraná - Brasil
84.071-150

Estudo e análise da localização da unidade de serviço de atendimento médico de urgência

Glaucio José Tiyoshi Sato Barros

(UFRA)

Ricardo Ferreira De Sá

(UFRA)

Rafael da Silva Fernandes

(UFRA)

Diego Moah

(UEPA)

Rodrigo Rangel Bezerra

(UEPA)

DOI: 10.47573/aya.88580.2.51.4

Resumo

Com o aumento do número de atendimentos médicos hospitalares, decorrente da densidade populacional, o Sistema de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) tem desempenhado um importante papel ao absorver grande parte destes atendimentos. No entanto, esta importância requer um tempo-resposta mínimo, ou seja, de um tempo do deslocamento das unidades de resgate da sua base até a ocorrência sempre baixo. Otimizar o tempo resposta é, então, primordial para que as vítimas tenham mais chances de vida. Para que isso ocorra alguns aspectos são levados em consideração, dentre eles: a escolha estratégica da localização da base, a quantidade e o tipo de unidades de resgate e a pronta resposta após atendimento inicial. Este trabalho analisou a localização da única base do SAMU na cidade de Parauapebas-PA e simulou pontos estratégicos alternativos para minimizar o deslocamento total das unidades, baseando no número de ocorrências e sua determinada região. Para isso utilizou-se dados cedidos pela Secretaria de Saúde Municipal contendo as ocorrências atendidas pelo SAMU no ano de 2019 e, através de modelagem matemática para problemas de localização e escolhas de facilidade, utilizando o modelo da P-mediana, implementou-se um código no software Julia para gerar os resultados. Os resultados demonstram-se válidos e que apesar da escolha da única base do SAMU na cidade tivesse sido feita sem um estudo aprofundado, esta consegue atender de forma satisfatória à toda a cidade se comparada as outras duas opções (HGP e UPA) sugerida pelos autores. Com pensamento de no futuro melhorar o atendimento à população, aumentando o número de bases do SAMU, foram adicionadas possíveis 13 novas facilidades, escolhidas através do número de demandas desse tipo de serviço, que comprovam redução significativa no deslocamento total percorrido até as ocorrências.

Palavras-chave: pesquisa operacional. localização de facilidades. software Julia. urgência e emergência.

INTRODUÇÃO

A população brasileira tem sofrido diversas modificações em suas características, sendo uma delas o aumento da densidade populacional e, conseqüentemente, resultando no aumento da procura dos serviços de socorro comuns a qualquer centro urbano (DESTRI, 2005). Para atender a essa demanda, o governo federal, em parceria com estados e municípios dispõem do Sistema Único de Saúde (SUS), que é responsável por promover atendimento médico, de forma gratuita a toda população.

Para auxílio nos eventos médicos-emergenciais e pré-hospitalares, foi desenvolvido o Sistema de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU), que tem como finalidade realizar procedimentos de emergências e urgências de natureza clínica, traumática, pediátrica entre outros. O serviço do SAMU é ofertado gratuitamente, com funcionamento de 24 horas por dia, sendo contatado através do número de emergência 192. Segundo dados do SAMU, em 2019 no município de Parauapebas houve 1.498 atendimentos de urgência e emergência, com média de aproximadamente 125 atendimentos por mês.

Um dos grandes desafios na prestação deste serviço é saber onde alocar os recursos existentes, ou seja, determinar um ponto de localização (ou de apoio) do SAMU que remete a um menor deslocamento total das unidades de atendimento e que resulta num menor tempo de resposta aos atendimentos.

Determinar pontos estratégicos para localidades dos serviços de emergência, é fundamental para que haja um tempo-resposta eficiente e garanta um atendimento mais rápido, aumentando assim as chances de vida dos usuários. O desempenho do serviço de atendimento à emergência, aqui também entendido como eficiência do serviço, está diretamente relacionado ao tempo em que a equipe leva para chegar até o local do acidente e, esse tempo, é fator crucial nas chances de sobrevivência de uma vítima, denominado de “tempo resposta”.

Para tanto, diversos fatores podem ser levados em consideração, tais como: Centro geográfico, centro urbano, facilidade de acesso as principais vias e rodovias entre outros. Neste sentido, para cada tipo de problema deve-se utilizar um modelo específico que carrega consigo características específicas de cada localidade e recurso disponível.

Este problema pode ser tratado em todas as cidades que possuem o SAMU, ao passo que, por tratar-se de um problema de otimização, representa a busca por soluções factíveis. Logo, o problema é descrito por um modelo matemático e otimizado por tratamentos matemático e computacional, resultando em soluções e análise que subsidiam as tomadas de decisão, por exemplo, ao determinar a localização que melhor atenda aos critérios analisados.

Desta forma, este trabalho aplicou o método p-medianas, com o principal objetivo de encontrar “p” facilidades para atender os “n” pontos de uma determinada demanda, de maneira que, somando-se todas as distâncias percorridas de cada ponto n para cada p facilidade mais próxima, tenha-se o valor da função objetivo que necessita ser minimizado (ANTIQUEIRA *et al.*, 2012). Especificamente, este trabalho buscou responder a seguinte pergunta: Qual o número de pontos de localização (dito facilidades) que melhor atenda o conjunto atendimentos necessários nos diversos bairros da cidade de Parauapebas/PA, de modo que, as unidades de saúde (dito SAMU) percorram o menor conjunto de distâncias entre as facilidades e os locais de aten-

dimento?

O presente artigo está estruturado em uma breve introdução do tema contendo o contexto, motivação e objetivo. Na Seção 2 apresentam-se os tópicos teóricos relevantes sobre o tema. A Seção 3 detalha a metodologia utilizada. A Seção 4 é dedicada a descrever a empresa onde se realizou o estudo, seu processo e o seu contexto. A Seção 5 contém a validação do modelo e informações computacionais geradas para apresentar os resultados e análises. Por fim, na Seção 6 são apresentadas as considerações finais e proposta de estudos futuros.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

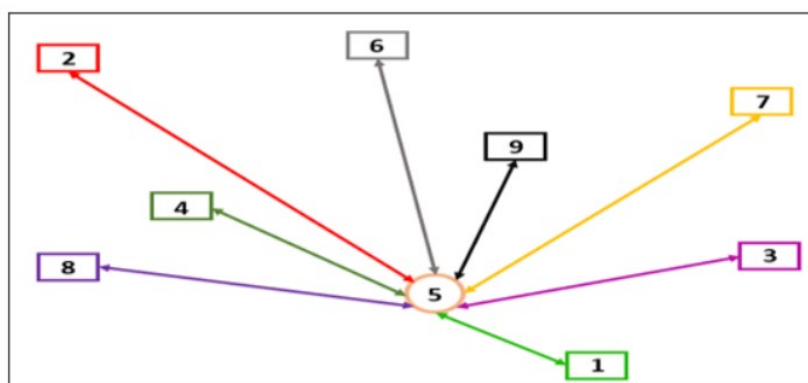
Problema de Localização de Facilidades

Para Arakaki e Lorena (2006) um dos problemas críticos no planejamento de várias empresas, seja ela pública ou privada é a localização de facilidades, pois antes de construir uma facilidade, boas localizações devem ser identificadas.

Com intuito de apoiar a decisão primeiramente deve-se esclarecer o problema. Segundo Goldbarg e Luna (2005) essa visão bem estruturada ou esclarecida da realidade é fundamentalmente um fenômeno de modelagem.

Para garantir que o máximo de clientes sejam atendidos, é necessário determinar a localização de p facilidades que possam cobrir e satisfazê-los dentro de uma distância de serviço, de modo que pelo menos uma facilidade esteja dentro desse intervalo, sendo possível otimizar a distância percorrida até seus clientes, fazendo com que eles se desloquem o mínimo possível, tendo em vista que fará o percurso até o cliente e posteriormente voltará a sua localização inicial (ROSÁRIO *et al.* 2002). A Figura 1 contém uma representação do problema de localização de facilidades, em que a localidade 5 deve atender os seus clientes, e retorne ao seu local de origem.

Figura 1 - Representação de problema de facilidade



Fonte: Os Autores (2021)

Associando ao tema do trabalho, a figura acima representa um problema de facilidade, supondo que o número 5, representa a base do Samu (facilidade) e os outros números representam os bairros da cidade (clientes que serão atendidos), correspondentes as ocorrências de atendimentos. As ambulâncias do SAMU, se deslocam até o local da ocorrência e após o processo de atendimento aos usuários, que se encerra com o transporte desses usuários ao hospital, em seguida, as ambulâncias retornam para a base do SAMU, estando disponível para novos

atendimentos.

Modelagem Matemática

Uma das formas de se estudar esses tipos de situações é utilizando a modelagem matemática que pode ser aplicada em diversas áreas de conhecimento do dia a dia. Em outras palavras um modelo pode ser visto como uma representação da realidade, tomando-se os devidos cuidados na sua formulação.

A programação matemática constitui uma variedade de modelos quantitativos que podem ser representados matematicamente. Segundo Goldberg e Luna (2005) a pesquisa operacional é uma disciplina tradicional composta das mais diversas e reconhecidas técnicas de modelagem matemática. Na solução dos problemas de localização de facilidades, por exemplo, o modelo matemático das p -medianas é considerado um problema NP-difícil.

Os problemas NP difícil têm como principal característica a dificuldade de se encontrar uma solução através de uma redução de uma polinomial. Para isso utilizam-se programas computacionais que realizam os cálculos necessários para que seja encontrada uma solução ótima para problemas.

P-Mediana

Entre os problemas de localização de facilidades o p -mediana é um dos clássicos. Este consiste em minimizar a soma de todas as distâncias de todos os clientes até uma facilidade mais próxima. Pode-se assim determinar prováveis pontos de instalação de facilidades para atender uma determinada demanda de clientes.

Segundo Rosário *et al.* (2002) o objetivo da p -mediana de minimizar a soma de todas as distâncias de cada ponto de clientes à facilidade mais próxima pode ser definido como problema de p -mediana. Nas Tabelas de 1 a 3 estão descritos os conjuntos, parâmetros e variáveis utilizados no modelo.

Tabela 1 - Conjuntos e índices do modelo

Conjuntos	Conjuntos	Índices
Bairros	J	j
Facilidades	I	i

Fonte: Autores (2021)

Tabela 2 - Parâmetros do Modelo

Parâmetros	Descrição
d_j	Demanda de atendimentos nos bairros
p	Quantidade de facilidades que serão abertas

Fonte: Autores (2021)

Tabela 3 - Variáveis do modelo

Variáveis	Descrição
C_{ij}	Distância de cada facilidade para cada bairro
X_{ij}	1 se o bairro “j” será atendido pela facilidade “i”, 0 caso contrário
Y_i	1 se a facilidade “i” será aberta, 0 caso contrário

Fonte: Autores (2021)

A equação objetivo (1) tem como finalidade minimizar a soma das distâncias percorridas das facilidades “i” até as localidades “j”; a equação (2) garante que cada localidade “j” será atendida por apenas uma das facilidades “i”; a equação (3) limita a quantidade de facilidades que serão abertas e suas respectivas localidades; a equação (4) é uma abertura de facilidade que garante que uma determinada localidade só será atendida pela facilidade “i” se ela for aberta; a restrição (5) e (6) indicam a natureza das variáveis com sendo binária podendo ser apenas zero ou um.

$$Z = \min \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} d_j C_{ij} X_{ij} \quad (1)$$

Sujeito à:

$$\sum_{i \in I} X_{ij} = 1 \quad \forall j \in J \quad (2)$$

$$\sum_{i \in I} Y_i = p \quad (3)$$

$$X_{ij} \leq Y_i \quad \forall i \in I, j \in J \quad (4)$$

$$Y_i \in \{0,1\} \quad \forall i \in I \quad (5)$$

$$X_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i \in I, j \in J \quad (6)$$

Atendimento de urgência e emergência

Segundo Schlemper Junior (2000) deve-se adotar os seguintes conceitos, retirados da Resolução N° 1.451/95 do Conselho Federal de Medicina (CFM):

- Emergência: é a constatação médica de condições de agravo de saúde que impliquem em risco eminente de vida ou sofrimento intenso exigindo, portanto, tratamento médico imediato.
- Urgência: é a ocorrência imprevista de agravo à saúde com ou sem risco potencial de vida, cujo portador necessita de assistência médica imediata.

Para Takeda *et al.* (2001), a função básica de um Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) é responder de forma organizada, a fim de evitar o uso excessivo de recursos, a toda situação de urgência que necessite de meios médicos, desde o primeiro contato telefônico até a liberação das vítimas ou seus encaminhamentos hospitalares. O sistema deve determinar e desencadear a resposta mais adequada para o caso, assegurar a disponibilidade dos meios hospitalares, determinar o tipo de transporte exigido e preparar o acolhimento dos pacientes.

McLay e Mayorga (2009) relatam alta associação entre taxa de resposta rápida e sobrevivência dos pacientes, principalmente em ocorrências de alto nível de risco ou alta prioridade, como os tratados em sistemas de atendimento hospitalar e pré-hospitalar.

Para atendimentos desses tipos tem se observado que mais vidas podem ser salvas se as vítimas forem rapidamente atendidas por profissionais qualificados e bem treinados, ainda que no ambiente fora dos hospitais e sendo transportadas a um local onde possam receber atendimento com suporte específico para cada caso (MARTINS; PRADO, 2003).

METODOLOGIA

Segundo Richardson (1999) uma pesquisa quantitativa é obtida através de técnicas de quantificação desde a modalidade de coletas dos dados até o tratamento das informações obtidas mediante técnicas de caráter estatístico. Este trabalho adotou o método de pesquisa quantitativa quanto a sua natureza, por se tratar de um Problema de Otimização, pois considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em número opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos computacionais ou de técnicas estatísticas como formas de mensuração.

Gil (2008) define como finalidade principal de uma pesquisa descritiva, a exposição de características de uma população específica, fenômeno ou ainda, a relação entre variáveis, sem que haja interferência dos pesquisadores, comumente percebida no emprego de técnicas padronizadas durante processo de coleta de informações. O presente estudo aborda uma pesquisa analítico-descritiva acerca da atual localização da instalação do SAMU, na cidade Parauapebas, e qual a sua interferência nos deslocamentos e atendimentos feitos aos usuários.

ESTUDO DE CASO

A empresa

A organização SAMU, é um serviço brasileiro de atendimento pré-hospitalar utilizado em casos de urgência e emergência, tendo sido normatizado em 2004 no país. Está presente em cerca de 926 municípios brasileiros, em todos os estados, oferecendo 114 tipos de serviços pré-hospitalares, atingindo cerca de 92,7 milhões de pessoas.

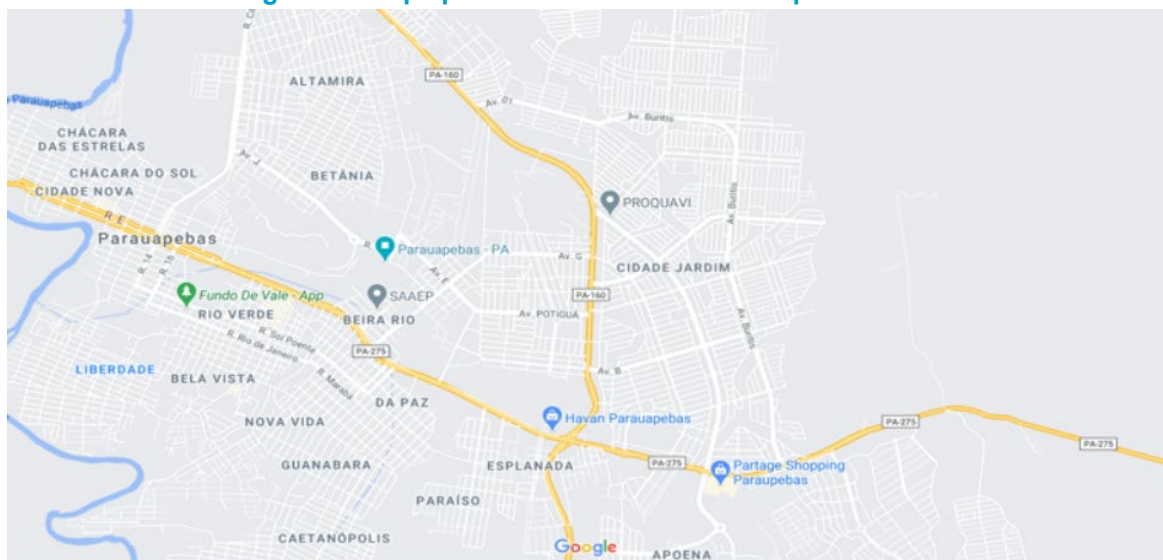
O SAMU atualmente está localizado na região Central de Parauapebas e é composta por 2 ambulâncias, sendo estas do tipo Unidade de Saúde Básica (USB) e Unidade de Saúde Avançada (USA). A Central Regional de Regulação de Urgência de Carajás (CRRU), é responsável pela regulação do serviço de atendimento de urgência e emergência e tem como atividade fim o direcionamento dos usuários para o Hospital Regional ou Unidades de Pronto Atendimento (UPAS). Esta central de regulação abrange outras 16 cidades do sudeste do estado do Pará: Abel Figueiredo, Bom Jesus do Tocantins, Brejo Grande do Araguaia, Canaã dos Carajás, Curionópolis, Dom Eliseu, Eldorado dos Carajás, Itupiranga, Marabá, Nova Ipixuna, Palestina do Pará, Piçarra, Rondon do Pará, São Domingos do Araguaia, São Geraldo do Araguaia, São João do Araguaia.

A unidade do SAMU, na cidade de Parauapebas, estado do Pará, encontra-se em funcionamento desde o 1º semestre do ano de 2014, localizada na Avenida A, esquina com a Rua 70, lotes 3 ao 7, no Bairro Jardim Canadá. Contando com uma área construída de cerca de 476 m², possui recepção, sala de equipamentos, sala de regulação, coordenação médica e de enfermagem, pátio para ambulâncias, sala de reuniões, entre outros espaços. Atualmente conta com 1 ambulância do tipo USA e 1 ambulância tipo USB. Possui cerca de 15 profissionais de saúde alocados nesta unidade, sendo 7 técnicos de enfermagem, 6 condutores de veículos de emergência e 2 médicos reguladores devidamente treinados e habilitados.

Contexto regional da Empresa

A cidade de Parauapebas, localizada no sudeste do Pará, fica distante cerca de 719 km da capital do estado, Belém. Leva esse nome em decorrência de um termo de origem indígena tupi que significa “afluente raso do rio grande”, sendo cortado pelo rio que dá nome a cidade. Através da Figura 3 (mapa de Parauapebas), retirada do Google Maps, é possível observar a área urbana ocupada pelas construções, bairros e também algumas áreas verdes ao redor da cidade, que se encontra ao lado de uma floresta nacional protegida, a Floresta Nacional de Carajás. Visando a futura implementação de novas bases do SAMU, faz-se necessário o estudo de possíveis localidades que sejam candidatos estratégicos, que atendam, percorrendo a menor distância.

Figura 2 - Mapa parcial da cidade de Parauapebas/PA



Fonte: Google Maps (2021)

O município se destaca no cenário nacional principalmente pela riqueza mineral, tendo uma das maiores províncias minerais do planeta, a serra de Carajás, que tem seu minério de ferro expedido a diversos países do mundo.

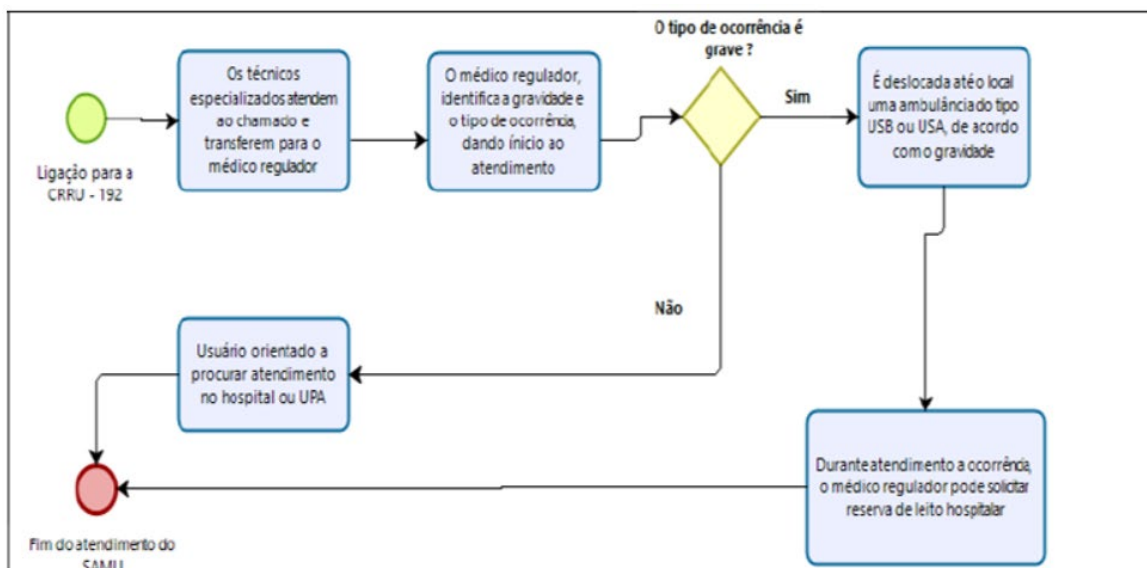
Por se tratar de uma cidade que recebe inúmeras pessoas de todo o país, sua população tem aumentado significativamente ao longo dos últimos anos. É necessário que o crescimento da cidade e oferta de serviços básicos, como atendimento de saúde, cresçam em consonância ao crescimento populacional.

Processo de atendimento

Visando a futura implementação de novas bases do SAMU, faz-se necessário o estudo de possíveis localidades que sejam candidatos estratégicos, que atendam, percorrendo a menor distância, observando aspectos quantitativos e qualitativos que ajudem na escolha dos melhores locais para instalação.

O fluxo do processo de atendimento realizado pelo SAMU inicia-se com o contato realizado à Central Regional de Regulação de Urgência de Carajás (CRRU). Técnicos especializados em atendimento fazem o primeiro contato e transferem a ligação ao médico regulador, que por sua vez identifica a gravidade da ocorrência e é responsável por “liberar” ou não a ambulância, sendo esta do tipo USB ou USA. Optando pela liberação da equipe, baseada no nível de gravidade do atendimento, o médico regulador, sempre em comunicação com a equipe presente no local, deve ainda solicitar a reserva de leito hospitalar, se assim for necessário. Tal fluxo está representado na Figura 3.

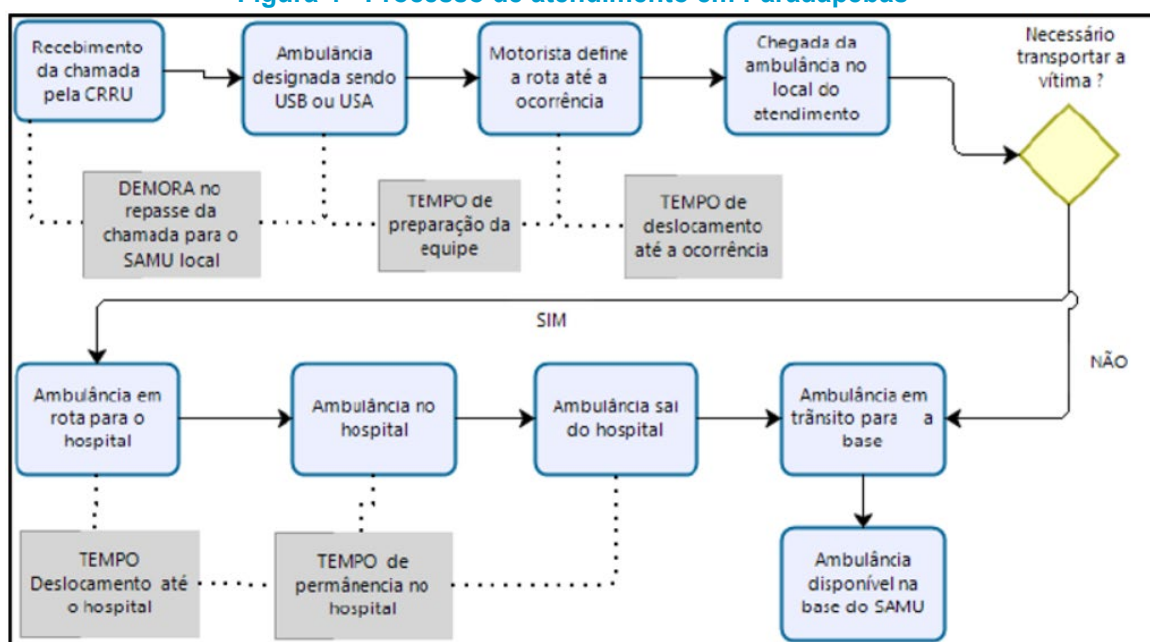
Figura 3 - Processo de atendimento em Parauapebas



Fonte: Os Autores (2021)

Durante esse processo foram percebidos que entre as etapas, desde a transferência da ligação da CRRU para a base do SAMU local até a volta da ambulância para a base, há intervalos de tempo que podem causar demora no atendimento ou deslocamento até o local do evento. A Figura 4 apresenta com base no fluxograma anterior, os intervalos de tempo entre cada etapa do processo.

Figura 4 - Processo de atendimento em Parauapebas



Fonte: Os Autores (2021)

Dados de demanda

Com o intuito de melhorar o atendimento e abrangência aos usuários, foi proposto que duas outras localidades que já prestam serviço de atendimento médico, pudessem servir como novas bases para auxiliar o SAMU, sendo eles o Hospital Geral de Parauapebas (HGP) e a Unidade de Pronto Atendimento (UPA). Após as análises, para agregar maior valor à pesquisa,

podem ser propostos novos locais baseando-se no número de ocorrência por bairros.

Para melhor entendimento e análises dos dados informados pela SEMSA foi necessário realizar tabulação e, em seguida, separá-los de acordo com o bairro e número de ocorrências realizados pelo SAMU. É possível observar tais informações descritas através da Tabela 4.

Tabela 4 - Número de ocorrências por bairros

Bairro	Ocorrências	Bairro	Ocorrências	Bairro	Ocorrências
Da Paz	160	Cidade Nova	82	Palmares 1	17
Altamira	27	Dos Minerios	55	Parque Das Nações	12
Alto Bonito	38	Esplanada	3	Parque Dos Carajas	18
Amazonas	11	Guanabara	61	Parque Dos Carajas 2	6
Beira Rio 1	27	Ipiranga	8	Primavera	32
Beira Rio 2	12	Jardim	1	Rio Verde	177
Bela Vista	42	Alvorada	10	São Lucas 1	2
Bela Vista 2	2	Jardim	45	São Lucas 2	3
Betania	54	Canada	54	Tropical	17
Bom Jesus	11	Liberdade 1	24	Tropical 2	7
Brasilia	4	Liberdade 2	15	Uniao	77
Caetanópolis	16	Maranhao	31	Vale Do Sol	19
Casas	16	Nova Carajas	13	Vale Dos Carajas	8
Populares 1	17	Nova Vida	6	Vila Rica	26
Casas	17	Nova Vida 2	22	Apoena	0
Populares 2	1	Novo Brasil	47		
Chacara Da Lua	142	Novo Horizonte			
Cidade Jardim					

Fonte: SEMSA Parauapebas (2019)

RESULTADOS E ANÁLISES

Foi utilizado o modelo matemático da p-mediana para resolução do problema de facilidade apresentado no estudo da localização do SAMU na cidade de Parauapebas, além de realizar estudo e propor, se necessário, outras facilidades que melhorem o atendimento de emergência aos usuários locais.

Com o intuito de avaliar a atual localização da base do SAMU e sugerir pontos estratégicos que auxiliem na prestação de serviço de atendimento a urgência no município, algumas análises relevantes foram feitas.

A primeira observação realizada foi avaliar o ponto atual da base do SAMU, localizada no bairro Beira Rio II e mais 2 pontos que estão ligados diretamente a atendimentos médico-hospitalares, o Hospital Geral de Parauapebas (HGP), localizado no bairro Cidade Nova, e a Unidade de Pronto Atendimento (UPA), localizada no bairro Cidade Jardim. Dentre essas opções de facilidade, qual seria a melhor, que garanta que a soma total das distâncias percorridas seja a menor, levando em consideração a demanda de cada bairro. Na Tabela 5 temos o resultado da

quilometragem total percorrida da atual base mais as duas instalações sugeridas pelos autores. Tal resultado evidencia que a atual localização do SAMU atende os critérios e possui a menor distância total até os eventos médicos, seguido da segunda melhor opção, o HGP e consequentemente, como terceira opção a UPA.

Tabela 5 - Soma da quilometragem total percorrida

Localidade	Distância x Demanda
SAMU (atual)	3788 Km percorridos
HGP	5057,21 Km percorridos
UPA	7025,55 Km percorridos

Fonte: Autores (2021)

Pensando em um melhor atendimento à população, foi feita a simulação, no software Julia, adicionando mais duas bases. E foram instaladas nos pontos sugeridos, sendo assim possível determinar qual seria a distância total percorrida e qual base atenderia cada bairro de modo que percorresse a soma dos caminhos mais curto até a ocorrência médica. Essa resposta pode ser vista na Tabela 6, na qual a base atual do SAMU atenderia 27 bairros, HGP atenderia 13 e a UPA 7 bairros, totalizando a soma da distância percorrida em 2910,56 quilômetros.

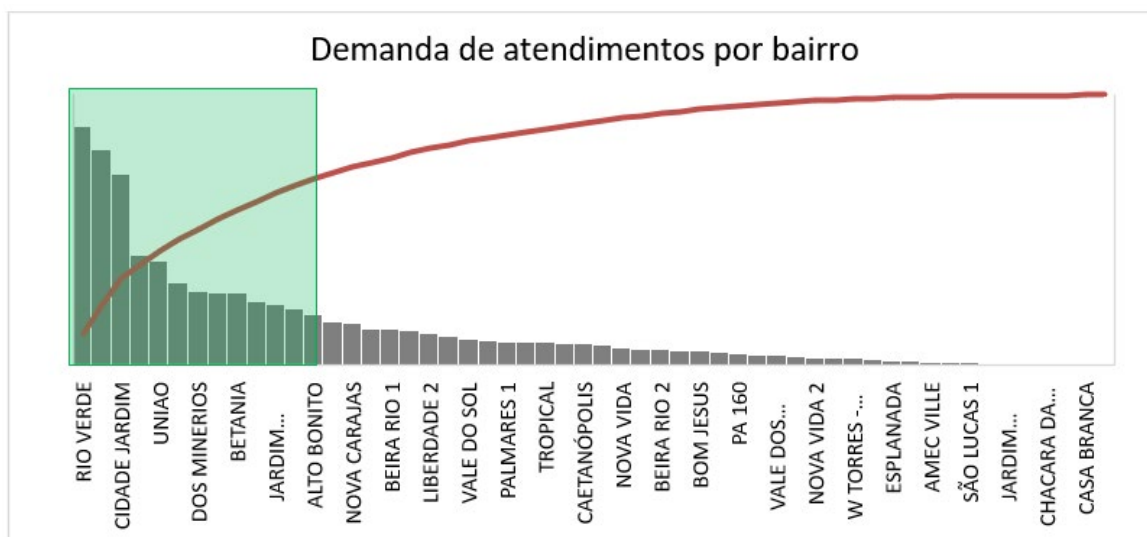
Para agregar valor e melhor discussão ao estudo, foi proposto a adoção de mais 16 possíveis localizações, os bairros que tiveram maiores demandas. Para determinar esses pontos foi utilizado o gráfico de Pareto, que permitiu analisar que nessa quantidade de bairros estão 70% dos atendimentos médico-hospitalares realizados no ano de 2019, classificados em ordem decrescente por número de ocorrências. Os seguintes bairros são: Rio Verde, da Paz, Cidade Jardim, Cidade Nova, União, Guanabara, dos Minérios, Liberdade 1, Betânia, Novo Horizonte, Jardim Canadá, Bela Vista e Alto Bonito. A Figura 7 apresenta o resultado citado.

Tabela 6 - Simulação de 3 bases de atendimento. Fonte: Autores (2021)

SAMU(atual)		HGP	UPA
Da Paz	Guanabara	Chácara da Lua	Amazonas
Altamira	Jardim América	Cidade Nova	Cidade Jardim
Alto Bonito	Jardim Canadá	Ipiranga	Esplanada
Beira Rio 1	Nova Vida	Liberdade 1	Jardim Alvorada
Beira Rio 2	Nova Vida 2	Liberdade 2	Nova Carajás
Bela Vista	Palmares 1	Maranhão	Novo Brasil
Bela Vista 2	Parque Das Nações	Novo Horizonte	Apoena (WTorres)
Betânia	Parque dos Carajás 1	Primavera	
Bom Jesus	Parque dos Carajás 2	Tropical	
Brasília			
27 bairros		13 bairros	7 bairros

Fonte: Os Autores (2021)

Figura 6 - Gráfico de Pareto da demanda de atendimento para cada bairro



Fonte: Os Autores (2021)

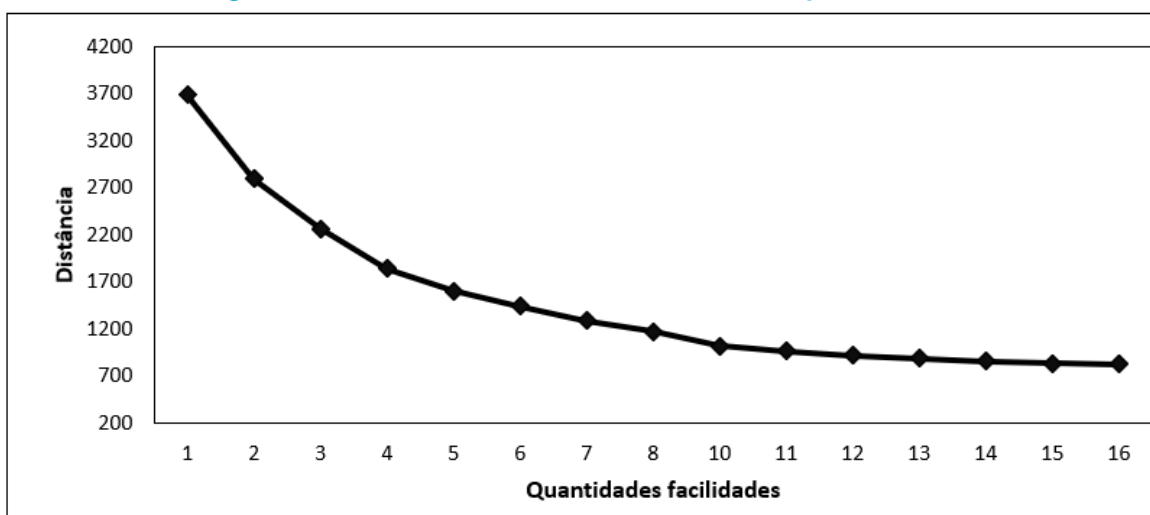
Para que a distância total percorrida pelas ambulâncias até o local de cada atendimento permaneça pequeno foi realizada a simulação ao acrescentar várias facilidades (bases do SAMU), utilizando como referência os dados obtidos através do gráfico de Pareto. Após processar as informações no software Julia, percebeu-se que após a quantidade superior a 10 facilidades não haverá mais redução da distância total. O resultado pode ser visto na tabela 7. Para ratificar a análise a Tabela 7 mostra a redução da distância total percorrida e que a partir de determinado ponto se torna irrelevante o resultado.

Tabela 7 - Resultado utilizando (p) facilidades, variando de 1 a 16

Nº de Facilidades	Facilidades	Distância Total (Km)	Porcentagem (%)	Queda na Porcentagem
1	4	3691,68	100,00	-
2	4; 6	2798,89	24,18	24,00%
3	6; 13; 15	2266,94	38,59	14,00%
4	4; 5; 6; 16	1838,87	51,19	12,00%
5	4; 5; 6; 8; 16	1606,89	56,47	6,00%
6	4; 5; 6; 8; 9; 16	1439,69	61,00	5,00%
7	4; 5; 6; 8; 9; 14; 16	1291,50	65,02	4,00%
8	4; 5; 6; 7; 9; 11; 14; 16	1170,39	68,30	3,00%
9	4; 5; 6; 7; 9; 10; 11; 14; 16	1089,30	70,49	2,00%
10	4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 14; 16	1016,57	72,46	2,00%
11	3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 14; 16	963,02	73,91	1,00%
12	3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 16	919,89	75,08	1,00%
13	3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 15; 16	884,92	76,03	1,00%
14	1; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 15; 16	857,68	76,77	1,00%
15	1; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16	831,25	77,48	1,00%
16	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16	828,80	77,55	0,00%

Fonte: Autores (2021)

Figura 7 - Gráfico da redução da distância total percorrida



Fonte: Os Autores (2021)

Ao alterar a quantidade de facilidades, sendo esta variação de um a dezesseis, a soma total da distância percorrida reduziu de 3691.68 km para 1016.57 km (total de 10 facilidades), uma redução de 27,54% da distância aplicada ao modelo. Após a 11ª facilidade adicionada ao modelo, a redução da distância foi de apenas 1%, o que não representaria ganhos reais ao sistema, tornando irrelevante. As localizações escolhidas foram: (P) = (4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 14; 16), sendo os seguintes bairros: Rio Verde, Da Paz, Cidade Jardim, Cidade Nova, União, Dos Minérios, Guanabara, Liberdade 1, Jardim Canadá e Alto Bonito.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todos os dados utilizados no problema em estudo foram reais fazendo com que os resultados alcançados chegassem o mais próximo possível da realidade. Foram analisados os resultados quantitativos no estudo, onde pode-se perceber que a escolha do modelo para otimização do sistema foi satisfatória, em todos os aspectos quantitativos.

Na cidade de Parauapebas o estudo concluiu que se houvessem apenas as facilidades sugeridas inicialmente para instalação de uma nova unidade do SAMU, a atual instalação seria a ideal. Porém ao realizar uma análise mais profunda do problema nota-se que a melhor na localização para instalar uma unidade de atendimento seria para o bairro Rio Verde, conforme apresentados nos resultados.

Tendo como base os resultados quantitativos deste estudo que o bairro Rio Verde apresentou o melhor resultado nos critérios adotados, isso facilitou a tomada de decisão na escolha de alocação de uma nova unidade de atendimento, caso seja necessário no futuro.

A utilização do software Julia tornou mais fácil o processo de tomada de decisão, pois possibilita a apresentação dos dados facilmente através da programação e os resultados são apresentados de forma clara e com uma visualização simples.

As dificuldades encontradas durante a realização deste estudo foram no tratamento de dados uma vez que foram encontradas diversas incoerências nos dados coletados. Também podemos destacar como dificuldade a conversão de dados para que fosse possível a medição das

distâncias entre as facilidades e as localidades.

Este estudo serve como embasamento na tomada de decisão da escolha de localizações futuras, pois foi possível demonstrar que há ferramentas eficientes e disponíveis capazes de ajudar nesta tomada de decisão.

Deixa-se como sugestão para estudos futuros não só o implemento de outras restrições no modelo apresentado como também uma análise qualitativa do atendimento prestado pelo órgão, pois foi possível identificar no início deste trabalho que vários processos relacionados ao atendimento podem ser melhorados tais como: fluxograma do atendimento que não está implantado, organograma da empresa, missão, visão e valores, implantação de sistema de comunicação em tempo real (rádios), entre outros processos que poderiam ser melhorados aplicando-se ferramentas da qualidade.

REFERÊNCIAS

- ANTIQUERA, Liliâne Silva de; PEREIRA, Elaine Correa Cátia; MACHADO, Maria dos Santos. Problema de localização de facilidades aplicado ao serviço de estacionamento rotativo. XXXII Encontro Nacional de Engenharia De Produção, Bento Gonçalves, 2012.
- ARAKAKI, Reinaldo Gen Ichiro; e LORENA, Luiz Antonio Nogueira. A Heurística de Localização – Alocação (HLA) para Problemas de Localização de Facilidades. Produção, São Paulo, v. 16, n. 2, p.319-328, maio/ago. 2006.
- DESTRI JR., Jorge, Sistema de apoio à decisão espacial no serviço de atendimento móvel de urgência em vias de trânsito. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2005.
- GIL, Antônio Carlos, Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GOLDBARG, Marco Cesar; LUNA, Henrique Pacca. Otimização Combinatória e Programação Linear. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- MARTINS, P. P. S.; PRADO, M. L. Enfermagem e serviço de atendimento pré-hospitalar: descaminhos e perspectivas. Revista Brasileira de Enfermagem, v. 56, n. 1, p. 71–75, 2003.
- MCLAY, Laura A., MAYORGA, Maria E. Evaluating emergency medical service performance measures. Health Care Management Science, v. 13, n. 2, p. 124-136, 2009.
- RICHARDSON, Roberto J. Pesquisa social: métodos e técnicas. São Paulo: Atlas, 1999.
- ROSÁRIO, R. R.L.; CARNIERI, C.; STEINER, M. T. A. Proposta de solução para o problema das p-medianas na localização de unidades de saúde 24 horas. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba, 2002.
- SFREDO, Janine Mattana; Pereira, Letícia Nunes; Moraes, Paulo Rogério Pinto; Marcos, Dalmau. Análise de fatores relevantes quanto à localização de empresas: comparativo entre uma indústria e uma prestadora de serviços com base nos pressupostos teóricos. XXVI ENEGEP Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza, 2006.

RICHARDSON, Roberto J. Pesquisa social: métodos e técnicas. São Paulo: Atlas, 1999.

SCHLEMPER JUNIOR, Bruno Rodolfo. Atendimento Pré-Hospitalar e Transferência Inter-Hospitalar de Urgência e Emergência: diagnóstico, normatização técnica e orientação ética. Santa Catarina: CRESMEC, 2000.

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.

