



CIÊNCIA E TECNOLOGIA:  
IMPLICAÇÕES NO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

# FEPEG

F Ó R U M  
ENSINO • PESQUISA • EXTENSÃO • GESTÃO

REALIZAÇÃO:



APOIO:



ISSN: 1806-549X

## AVALIAÇÃO DE ACESSIBILIDADE GEOGRÁFICA EM REDE CLUSTERIZADA DE UNIDADES DE SAÚDE DA FAMÍLIA UTILIZANDO INTEGRAÇÃO DE P-MEDIANAS E SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA: APLICAÇÃO EM MONTES CLAROS/MG, BRASIL.

**Autores:** GILBERTO PRATES SOUZA JUNIOR, MATEUS ANDRÉ TAVARES DO NASCIMENTO, LORENA CHRISTÉFANE DA SILVA, JOÃO VICTOR MAIA CASTRO E ABREU, NARCISO FERREIRA DOS SANTOS NETO, IGOR SAMUEL GOMES RIBEIRO

### Introdução

As primeiras teorias referem aos custos de transporte na localização visando a eficácia das instalações. Para Ballou (2001), a localização dos prestadores de serviços é extremamente importante, sendo fundamental então levar em conta alguns pontos como acessibilidade, agilidade, comportamento da sociedade. As teorias originam-se dos estudos de economistas e geógrafos a respeito da localização espacial de instalações.

Para evitar desperdício de recursos com instalações ineficazes e uma prestação de serviços precária, é de suma importância o conhecimento sobre os possíveis locais para novas instalações, pois a garantia de sucesso depende da área e localização ideal (KLOSE&DREXL, 2005).

A literatura aborda o conceito de acessibilidade sobre diversas vertentes, o objetivo aqui não é esgotar todas as abordagens, mas levantar os principais conceitos para o desenvolvimento deste trabalho. A acessibilidade pode ser entendida como um atributo intrínseco de um determinado ambiente levando-se em consideração dados espaciais em resistência ao deslocamento como, por exemplo, distância, Ingram (1971, apud NETO, 2015). Ainda é possível abordar a acessibilidade como uma medida de oportunidade e mobilidade dos indivíduos em favor de uma determinada atividade ou um conjunto delas. (RAIA JR, 2000). Analisar a acessibilidade envolve o estudo de aspectos que tornam mais complexos ainda o tema como, por exemplo, os sistemas e os modais de transportes, componentes temporais e as limitações em diferentes horas do dia, extensão do uso do solo, distância, tempo, velocidade, dentre outras. Ainda podemos dizer que a acessibilidade é influenciada pela maneira que esses componentes ou alguns deles são gerenciados pela administração pública podendo melhorar o atendimento da sociedade no que tange a prestação de serviços de saúde ou piorar, como é o caso do estudo desse trabalho, onde é um fator determinante para a melhoria da acessibilidade a correta localização das unidades básicas de saúde da família (UBSF), pois dependendo dessa localização a distância média a ser percorrida pelos usuários e agente de saúde aumenta ou diminui.

### Material e métodos

Para a realização da pesquisa, adotou-se aplicação de modelos matemáticos e computacionais de forma integrada, para análise desses dados gerados em sistemas de informação geográfica (SIG). De forma sistematizada foi necessário virtualizar o mapa da cidade de estudo, por meio de uma base de dados geográficos fornecida pela prefeitura municipal de Montes Claros no sistema de informação geográfica (TRANSCAD). Essa virtualização permite gerar de forma gráfica, ruas, pontos residenciais e ainda permite inserir valores relacionados a algum componente vetorial para análises estatísticas. Outro procedimento realizado nessa etapa é a inserção dos pontos representantes das residências da cidade alvo. Essas bases de dados contêm pontos com pares de coordenadas geográficas (Latitude, longitude) e foi fornecido pelo laboratório de transportes da Universidade Estadual de Montes Claros. Dessa forma será possível realizar a comparação da acessibilidade das pessoas às unidades de saúde da família por meio da análise das distâncias de suas residências até as unidades que lhe dão cobertura de atendimento.

Antes de aplicar o modelo de localização de facilidades p-medianas foi necessário criar um critério de agrupamento de residências para criação de rede que será utilizada para a modelagem e comparação dos cenários. Com esse objetivo foi necessário fazer um particionamento da rede de pontos inseridos no mapa da cidade de Montes Claros na plataforma SIG. O Particionamento de grafos representantes de redes além de permitir uma aplicação direcionada do modelo de localização de facilidades minimiza o custo computacional requerido pelo SIG (SILVA, 2017).

A técnica utilizada para particionar o grafo representante da rede foi a clusterização de pontos com o método K-means. Segundo Estivill-Castro, (2002) a clusterização pode ser entendida como a segmentação de populações heterogêneas em número de subgrupos homogêneos ou por outra perspectiva encontrar grupos em um conjunto de dados por um critério natural de similaridade. Segundo Kanungo et al (1975), a técnica K-means é a mais utilizada em estudos de clusterização na formulação de minimização de função objetivo. Considerando um conjunto de  $n$  pontos de dados em um espaço dimensional real e um número inteiro  $K$ , o problema consiste em determinar um conjunto de  $k$



CIÊNCIA E TECNOLOGIA:  
IMPLICAÇÕES NO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

# FEPEG

F Ó R U M  
ENSINO • PESQUISA • EXTENSÃO • GESTÃO

REALIZAÇÃO:



APOIO:



ISSN: 1806-549X

Para resolução do problema de clusterização K-means nesse trabalho foi utilizado o SIG QGIS que é uma plataforma *OpenSource* em conjunto com o complemento *Clusterpoints*. O complemento implementa a solução K-means baseada no algoritmo de *Lloyd* que consiste em três etapas:

- I. Um número de clusters é definido pelo usuário e a escolha de pontos como centros é iniciada de maneira aleatória na camada selecionada. Nessa etapa foi definido o número de clusters que permita a segmentação da população a cada mil pontos residenciais, pois dessa forma é possível estimar que a população média a ser atendida seja de 4 mil habitantes como preconiza o programa de saúde da família.
- II. Inicia a interação com etapas de atribuição e atualização alternadas, durante essa atribuição os pontos são atribuídos aos centros de clusters mais próximos e durante a atualização, os centros de cluster são recalculados dos membros que foram atribuídos a um determinado cluster.
- III. O algoritmo para assim que os centros dos clusters não se movam mais.

Após a realização das etapas anteriores foi necessário utilizar uma técnica para determinação de localização de facilidades. Essas técnicas consistem em encontrar locais otimizados para alocar unidades de prestação de um determinado serviço ou realização de uma determinada atividade seguindo algum critério de escolha. Assim, localizar instalações pode consistir, por exemplo, quando o setor público precisa encontrar o melhor local em um espaço geográfico para instalar hospitais, unidades de atendimento do corpo de bombeiros e outros tipos de instalações para prestação de serviços para a sociedade.

## Resultados e discussão

Após estudo e cálculos do panorama atual da cidade de Montes Claros foi obtido o  $A_i$  (índice de acessibilidade para uma rede de pontos) e constatou-se que apenas 8% da população ficam a uma distância de 250 metros ou menos de uma unidade, 46% se situam a uma distância entre 250 metros e 350 metros da UBS mais próxima, outros 16% se situam a uma distância entre 350 metros a 400 metros e por fim, 30% da população se encontra numa distância superior a 400 metros. Estes dados obtidos corroboram para que seja feito o estudo e elaboração de uma proposta de melhoria em relação à localização das Unidades Básicas de Saúde.

Observando a figura 1 é possível verificar que existem UBS's que poderiam estar mais bem alocadas pelo fato de estarem próximas umas das outras o que pode restringir a área atendida, prejudicando outras regiões que possuem maior dificuldade de acesso ao serviço de saúde. O mesmo não acontece na figura 2, na qual verificou-se pelo modelo p-mediana a distribuição das unidades de forma homogênea.

Mediante os dados apontados, pode-se perceber de acordo com a tabela 1 que, ao confrontar a situação atual de acessibilidade com a situação ótima proposta por este trabalho, cerca de 712,5% da população estará a uma distância menor que 250 metros da UBS e houve uma queda de 90% da população que terá que percorrer mais de 400 metros para acessar uma unidade básica de saúde da família.

## Considerações finais

A acessibilidade é um grande desafio enfrentado para a garantia de prestação de serviços voltados para a área da saúde devido a diversificação em relação à infraestrutura de cada bairro, condições financeiras das pessoas e a atenção dada pela prefeitura, disponibilizando meios de transporte para esse fim, cabendo a ela proporcionar equidade no atendimento.



CIÊNCIA E TECNOLOGIA:  
IMPLICAÇÕES NO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

# FEPEG

F Ó R U M  
ENSINO • PESQUISA • EXTENSÃO • GESTÃO

REALIZAÇÃO:



APOIO:



ISSN: 1806-549X

O presente trabalho teve como objetivo a minimização da distância e conseqüentemente a diminuição do tempo de percurso dos usuários até a UBS mais próxima, com enfoque no modelo de P-Mediana, que permitiu localizar as unidades existentes a fim de sugerir melhor disposição das UBS's em possíveis novas instalações e facilitar o acesso da população. Esse modelo busca uma maior cobertura da demanda, possibilitando rapidez e agilidade aos usuários que necessitam dos serviços prestados pelas UBS's. Outro ponto bastante importante é que o modelo de P-Mediana contribuiu para melhor disposição das unidades evitando que maiores números de demanda se concentrem em poucos pontos específicos, causando excesso de demanda em apenas uma localidade.

O estudo não considerou o custo para a aplicação do modelo caso necessitem trocar ou criar novas instalações, verificou-se ainda que o mapa atual das UBS's pode ter sua eficiência melhorada para melhor atendimento da população dentro das especificações exigidas de acesso a prestação de serviço de saúde.

### Referências bibliográficas

BALLOU, Ronald H. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial*. Porto Alegre: Bookman, 2001.

KLOSE, A.; DREXL, A. *Facility location models for distribution system design*. *European Journal of Operational Research*, v. 162, n. 1, p. 4–29, 2005.

REVELLE, C. S.; SWAIN, R. W. *Central facilities location*. *Geographical Analysis*, Blackwell Publishing Ltd, v. 2, n. 1, p. 30–42, 1970. Citado na página 25.

SULE, D. R. *Logistics Of Facility Location And Allocation*. New York: Marcel Dekker, INC, 2001. p.456.

Figura 1 – Nível de acessibilidade pela localização atual UBSF na cidade de Montes Claros-MG

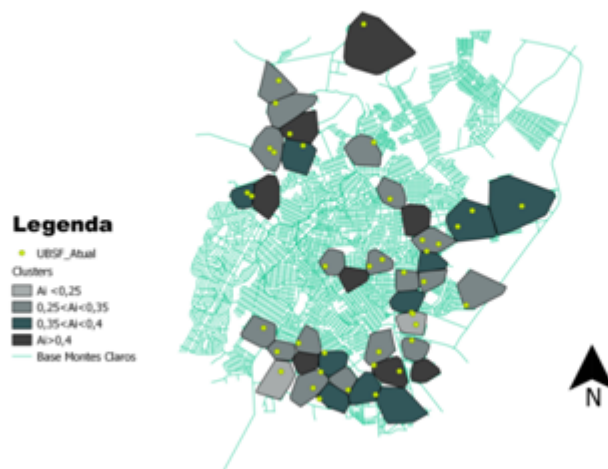
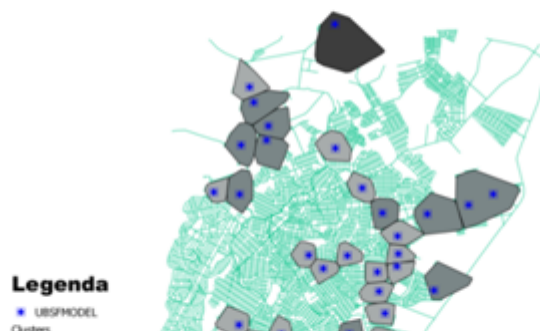


Figura 2 - Nível de acessibilidade dada a configuração ótima para a distribuição espacial das UBSF da cidade de Montes Claros-Mg, Brasil, até um conjunto de unidades mais próximas.





CIÊNCIA E TECNOLOGIA:  
IMPLICAÇÕES NO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

# FEPEG

F Ó R U M  
ENSINO • PESQUISA • EXTENSÃO • GESTÃO

REALIZAÇÃO:



APOIO:



ISSN: 1806-549X

Tabela 1 - Percentual em cada faixa do nível de acessibilidade para a distribuição atual e para a configuração ótima das unidades UBSF da cidade de Montes Claros-MG, Brasil.

Situação atual		Modelo P-mediana		Resultados
Faixa	% de clusters	Faixa	% de clusters	% acessibilidade
$A_i < 0,25$	8%	$A_i < 0,25$	57%	712,50%
$0,25 < A_i < 0,35$	46%	$0,25 < A_i < 0,35$	38%	-17,39%
$0,35 < A_i < 0,4$	16%	$0,35 < A_i < 0,4$	3%	-81,25%
$A_i > 0,4$	30%	$A_i > 0,4$	3%	-90,00%