

Modelos de Localização e Sistemas de Informações Geográficas na Assistência Materna

Miguel Murat Vasconcellos¹, Flávio da Fonseca Nobre¹ e Roberto D. Galvão²

¹ Programa de Engenharia Biomédica e ² Programa de Engenharia de Produção, COPPE/UFRJ.
Programa de Engenharia Biomédica, Caixa Postal 68510. CEP: 21945-970. Rio de Janeiro
E-mail: miguel@dcc001.cict.fiocruz.br

Resumo - Este trabalho discute as possibilidades do uso de modelos matemáticos de localização e sistemas de informações geográficas no apoio de decisões que envolvam a distribuição espacial de serviços de saúde, voltadas a grupos populacionais específicos. São tratados serviços de saúde maternos, sendo o modelo de localização utilizado o problema das p-medianas.

Abstract - This paper discusses the use of location-allocation models and geographical information systems to support the decision making process related with the spatial distribution of health care resources. Maternal facilities are considered and the location-allocation model utilized is the p median problem.

Introdução

Nos últimos 20 anos as propostas de regionalização dos serviços de saúde vêm sendo colocadas como fundamentais. Ao mesmo tempo, as tentativas de organizar espacialmente tais serviços, voltados para grupos populacionais específicos, vêm encontrando dificuldades. A distribuição espacial desigual da mortalidade neonatal no Rio de Janeiro, que reflete a oferta inadequada de serviços maternos e perinatais, é um dos exemplos dessa situação.

Os modelos de localização vêm recebendo aumento de atenção desde a publicação de definições e formulações matemáticas de diferentes tipos, a partir dos nos 60¹. Ainda são pouco utilizados, no Brasil, no setor saúde onde áreas de demanda, transportes, distâncias, características demográficas, de morbi-mortalidade e ambientais são seus principais elementos.

O objetivo é a implementação de um desses modelos (p-medianas) na localização de maternidades.

Metodologia

O modelo de localização utilizado, problema das p-medianas, aponta a localização de p unidades, nos vértices de uma rede, de tal forma que a distância (ou tempo) média de acesso às unidades, por parte da população, seja mínima. A solução inclui a alocação das áreas de demanda às unidades localizadas, daí serem chamados de "location-allocation models"². Podem ser usados métodos exatos, que fornecem soluções ótimas ou heurísticos, que fornecem soluções viáveis, não necessariamente ótimas. Sua formulação é:

$$\text{Min } Z = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} P_i d_{ij} x_{ij}$$

Sujeito a:

$$\sum_{j \in J} x_{ij} = 1 \quad \forall i \in I$$

$$\sum_j u_j = p$$

$$x_{ij} \leq u_j \quad \forall i \in I, j \in J$$

$$u_j = \{$$

1 se a área j possui unidade;
0 caso contrário

$$x_{ij} = \{$$

1 se a área i está vinculada à unidade localizada em j ;
0 caso contrário

onde, I é o conjunto de áreas de demanda; J o conjunto das possíveis localizações de unidades; P_i a população da área de demanda i ; d_{ij} a distância entre i e j ; sendo p o número de unidades a localizar.

Utilizou-se a Ilha do Governador como teste do modelo e métodos de solução a serem implementados no município do Rio de Janeiro, constituindo-se seus 14 bairros em áreas de demanda. Na modelagem da rede definiu-se os centróides de cada bairro, como vértices, conectados entre si pelas principais vias de tráfego, os arcos. Para privilegiar as áreas com maior número de nascimentos, a rede foi ponderada com o número de nascidos vivos de cada bairro. Na modelagem utilizou-se Arc-Info, Versão 7.02, software para implementação de Sistemas de Informações Geográficas, em estação unix.

Calculou-se o número de serviços necessários (p) por parâmetro internacional, onde uma maternidade deve realizar em torno de 3.000 partos anuais.

Para a localização utilizou-se o módulo de "location-allocation" do Arc-Info, cujo método de solução é a heurística de substituição de vértices de Teitz & Bart³.

Na comparação com os serviços existentes, e a consequente proposta de investimento, o número de leitos foi calculado a partir dos parâmetros propostos pelo Plano de Regionalização e Hierarquização da Atenção Pré-natal e Perinatal⁴.

Resultados

Em 1993 o número de nascidos vivos, de mães residentes na Ilha do Governador, foi de 3.213, sugerindo a necessidade de uma maternidade. A solução apontou sua localização no bairro Jardim Carioca.

Segundo dados cadastrais, o Hospital Municipal Paulino Werneck, localizado no bairro da Cacuaia, à pequena distância da localização proposta, possui 48 leitos, sendo 24 destinados à obstetrícia. De acordo com parâmetros mencionados anteriormente, seria possível atender, anualmente, perto de 2.000 gestantes. A duplicação do número de leitos possibilitaria que a totalidade de partos de mães residentes na Ilha do Governador ocorresse nesse hospital.

A comparação com resultados gerados por método exato, desenvolvido por Galvão & Raggi¹, mostrou resultado igual para $p=1$. Para $p>1$ o resultado passou a se diferenciar, mostrando os limites da solução gerada com o Arc-Info.

Discussão e Conclusões

Os modelos de localização parecem constituir-se em poderosas ferramentas de apoio à decisão na distribuição espacial de tecnologias de saúde. Deve-se considerar que o modelo e o método de solução utilizados não permitem a localização de serviços hierarquicamente diferenciados, restringindo as possibilidades de aplicação no setor

saúde. Embora modelos hierárquicos já tenham sido descritos na literatura², seus métodos de solução são complexos e de difícil aplicação em redes com grande número de vértices. O desenvolvimento de “pacotes” comerciais de programação matemática potentes, utilizando métodos de solução exatos, vem colocando essa discussão em novos patamares⁵.

As vantagens da utilização de um SIG referem-se às facilidades na definição de áreas de demanda, com população específica, a geração de matriz de distância para entrada de dados em outros métodos de solução e aos resultados serem, automaticamente, visualizados em mapas.

Referências

- ¹ GALVÃO, R. D.; RAGGI, L. A. 1989. A Method for Solving to Optimality Uncapacitated Location Problems. *Annals of Operations Research*. 18, pp. 225-244.
- ² SERRA, D; REVELLE, C. 1992. The PQ-Median Problem: Location and Districting of Hierarchical Facilities. *Economics Working Paper*. Universitat Pompeu Fabra. Barcelona.
- ³ TEITZ, M. B.; BART, D. 1968. Heuristic Methods for Estimating the Generalized Vertex Median of a Weighted Graph. *Ops. Res.* 16, pp. 955.
- ⁴ Comissão Perinatal do Município do Rio de Janeiro. 1987. Plano de Regionalização e Hierarquização da Atenção Pré-natal e Perinatal.
- ⁵ RIVAS, M. P. A. 1995. Modelos de Localização com Cobertura: Revisão Bibliográfica e Experiência Computacional. Tese de Mestrado, Programa de Engenharia de Produção. COPPE/UFRJ.