Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics, v. 9, n. 1, 2022.

Trabalho apresentado no XLI CNMAC, Unicamp - Campinas - SP, 2022.

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics
Preprint

O Problema de Agrupamento Aplicado na Atenção Básica de Seropédica-RJ

Matheus Degliomini Silva[1] Renan Vicente Pinto[2]
DEMAT/UFRRJ, Seropédica, RJ

Em se tratando da Atenção Básica no Município de Seropédica-RJ, foi constatada uma situação deficitária de acordo com a própria legislação que rege o sistema. A quantidade de equipes de profissionais da saúde está inferior ao valor adequado para atender a toda a população. A Atenção Básica é o segmento do Sistema Único de Saúde (SUS) que é responsável pelo atendimento primário da população, ou seja, o atendimento de casos de baixa complexidade, acompanhamento da saúde familiar e medidas preventivas. O atendimento é executado em instalações denominadas Unidades Básicas de Saúde (UBS), onde atuam as equipes de saúde. Cada equipe tem sua composição pré-estabelecida na Política Nacional da Atenção Básica (PNAB) que contém as informações operacionais da Atenção Básica e as obrigações que o segmento tem com a sociedade.

Este trabalho tem como proposta utilizar modelos de agrupamento (modelos de programação linear inteira) para auxiliar na tomada de decisão com relação ao melhor local de instalação das UBSs e com relação ao alocamento das equipes nessas UBSs. Para o problema de agrupamento, a característica analisada é a distância física entre os moradores de Seropédica (baseadas em informações sobre IPTUs, obtidas da prefeitura de Seropédica) e as UBSs. O modelo de programação linear inteira a seguir visa a minimização da soma de todas as distâncias entre os habitantes e as UBS, respeitando as limitações da quantidade de equipes disponíveis e suas capacidades de atendimento:

$$\min \quad \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} d_{ij}\, x_{ij} \tag{1}$$

sujeito a

$$\sum_{j=1}^{N} y_j \leq E \tag{2}$$

$$\sum_{j=1}^{N} x_{ij} = 1, \qquad \forall i = 1,\dots,N \tag{3}$$

$$\sum_{i=1}^{N} x_{ij} \leq C y_j, \quad \forall j = 1,\dots,N \tag{4}$$

$$\begin{aligned} x_{ij} &\leq y_j, && \forall i,j \\ x_{ij} &\in \{0,1\}, && \forall i,j = 1,\dots,N \\ y_j &\in \mathbb{Z}_+, && \forall j = 1,\dots,N \end{aligned}$$

No modelo acima, d_{ij} representa a distância entre o habitante i e a UBS j, x_{ij} é uma variável de decisão que indica se o habitante i está sendo atendido pela UBS j, y_j a quantidade de equipes alocadas na UBS j, C é a capacidade máxima de atendimento de uma equipe e E a quantidade de equipes.

[1]matheus.degliomini96@gmail.com
[2]renan_vicente@hotmail.com

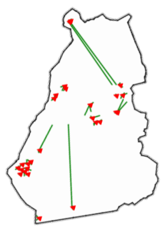
Embora esse modelo forneça a melhor localização das UBSs para melhor atender a população de Seropédica, este não é um cenário muito realista, visto que as UBSs já estão construídas e a instalação dessas unidades nos locais ótimos demandaria um replanejamento de toda a estrutura da saúde. Trabalhamos, então, com a seguinte alteração nesse modelo: foram fixadas as UBSs que já existem no município de Seropédica, foi considerada a distribuição das equipes entre essas instalações e, em caso de existência de verba para financiamento, foi considerada a possibilidade de abertura de novas UBSs em locais a serem determinados pelo modelo. O novo modelo também é um modelo de programação linear inteira:

$$
\begin{array}{lll}
\min & \displaystyle\sum_{i=1}^{N}\sum_{k=1}^{p} c_{i\,k}\, w_{i\,k} + \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} d_{i\,j}\, x_{i\,j} & (5) \\
\text{sujeito a} & & \\
& \displaystyle\sum_{k=1}^{p} w_{i\,k} + \sum_{j=1}^{N} x_{i\,j} = 1 \qquad \forall i = 1,\dots,N & (6) \\
& \displaystyle\sum_{k=1}^{p} z_k + \sum_{j=1}^{N} y_j \le E & (7) \\
& \displaystyle\sum_{i=1}^{N} w_{i\,k} \le C\, z_k \qquad \forall k = 1,\dots,p & (8) \\
& \displaystyle\sum_{i=1}^{N} x_{i\,j} \le C\, y_j \qquad \forall j = 1,\dots,N & (9)
\end{array}
$$

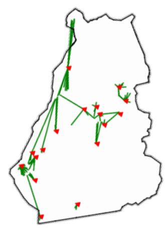
$$
\begin{array}{ll}
z_k \ge 1 & \forall k = 1,\dots,p \\
x_{i\,j} \le y_j & \forall j = 1,\dots,N \\
w_{i\,k} \in \{0,1\}, & \forall i=1,\dots,N \;\; \forall k=1,\dots,p \\
x_{i\,j} \in \{0,1\}, & \forall i,j = 1,\dots,N \\
z_k \in \mathbb{Z}_+, & \forall k = 1,\dots,p \\
y_j \in \mathbb{Z}_+, & \forall j = 1,\dots,N
\end{array}
$$

Agora, nessa formulação, c_{ik} e d_{ij} são as distâncias entre habitantes e UBS, no caso c_{ik} é a distância pras UBS fixadas e d_{ij} pras novas UBS. As variáveis w_{ik} e x_{ij} são as variáveis de decisão de atendimento. E as variáveis z_k é a quantidade de equipes utilizadas nas UBS fixadas e y_j a quantidade de equipes usadas nas novas UBS.

Ambos os modelos foram implementados na linguagem Python com o Gurobi Optimizer como solver. Tendo como soluções as seguintes imagens, onde os triângulos vermelhos são as UBS e os segmentos indicam os habitantes que estão sendo atendidos por cada uma das UBS.



(a) Resultado Modelo 1



(b) Resultado Modelo 2

Referências

[1] N. Maculan e M. H. Costa Fampa. **Otimização Linear**. 1a. ed. Brasília: Universidade de Brasília, 2006. ISBN: 85-230-0927-2.

[2] L.A. Wolsey. **Integer Programming**. New York: Wiley-Interscience Publication, 1998. ISBN: 0-471-28366-5.