



ESTUDO DO PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO DE MÁXIMA COBERTURA E SUAS APLICAÇÕES

DANIEL OZORIO SOUZA FILHO¹, LIGIA CORRÊA DE SOUZA²

¹ Graduando em Licenciatura em Matemática, Bolsista PIBIFSP, IFSP Câmpus Campos do Jordão, dof@gee.inatel.br.

² Professora EBTT, IFSP Câmpus Campos do Jordão, ligiacorrea@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): Matemática Discreta e Combinatória – 1.01.04.03-8

RESUMO: O presente projeto tem como objetivo um estudo de caso sobre o Problema de Localização de Antenas formulado como um Problema de Localização de Máxima Cobertura e suas implicações ambientais. Os problemas de localização de facilidades tratam de decisões envolvendo o atendimento da demanda de um indivíduo ou de uma população a partir de centros fornecedores de produtos ou serviços, considerando aspectos logísticos, como distâncias e custos. O problema da localização de antenas, descrito por meio de formulações matemáticas, será implementado utilizando um *software* específico e os resultados serão analisados. Com isso, pretende-se estabelecer medidas de desempenho, como tempo de resolução, número de variáveis e de restrições, entre outras, visando avaliar a eficiência da implementação assim como comparação entre o resultado da modelagem e a localização atual dessas antenas na cidade objeto do estudo de caso. Tais medidas de desempenho podem auxiliar os processos de tomada de decisão, tornando a análise dos problemas estudados e respectivas modelagens matemáticas, importantes ferramentas do ponto de vista estratégico de instituições públicas e privadas, contribuindo para a preservação de reservas ambientais e melhorando a qualidade de recepção dos sinais de internet e de telefonia móvel, e outros desdobramentos encontrados durante a pesquisa.

Palavras-chave: Problema de Localização de Facilidades; Antenas; Reservas ambientais.

INTRODUÇÃO:

O posicionamento de antenas é um problema da análise espacial muito comum para os sistemas de comunicações atuais. O objetivo da localização das antenas transmissoras é maximizar o atendimento de clientes em uma determinada área visando a utilização de um número mínimo de antenas.

Provedores de internet, rádio e telefonia móvel, com o crescimento da demanda por serviços, tem cada vez mais se preocupado com o problema de localização e tem investido na expansão e evolução de suas redes. Uma condição que aumenta a complexidade da localização destas antenas é uma grande extensão territorial, pois o ganho de uma antena é limitado. Segundo Hoffman & Gomes (2003), a extensão territorial em questão, topografia do local a ser abordado e variáveis usadas para cálculos de propagação de sinal, tais como potência de transmissão, ganho da antena, diretividade, polarização, entre outros, contribuem no alcance e qualidade do sinal, e, portanto, serão utilizados na modelagem do problema. Além disso, questões ambientais influenciam na localização de antenas especialmente em cidades como Campos do Jordão, que possuem territórios de preservação ambiental.

De acordo com a EMBRAPA (2012), buscam-se modos alternativos de combinar o desenvolvimento econômico com a proteção do meio ambiente de maneira harmônica. Portanto, considerando todas estas questões, o projeto justifica-se por prover uma solução sustentável para o problema estudado.

METODOLOGIA:

Foram localizadas todas as antenas das principais operadoras (Vivo, Tim, Claro e Oi) presentes no território de Campos do Jordão, feito isto, fizemos um estudo básico sobre antenas para ter uma estimativa sobre o quanto de cobertura uma antena de determinada operadora poderia alcançar.

O ponto onde cada antena está localizada foi colocado em um plano cartesiano para se ter mais precisão quando for calcular o problema de localização de máxima cobertura. Com o plano cartesiano feito, foram calculadas as distâncias euclidianas dos pontos e a demanda (clientes) de cada antena (ponto) deste plano.

Para o cálculo para o problema de localização de máxima cobertura das antenas, foi usado o programa

Xpress Ive, *software* que resolve problemas de otimização e auxilia nos resultados para problemas reais complexos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para ilustrar o que foi feito, iremos adotar apenas uma operadora seguindo a ordem de pesquisa, localização das antenas, antenas no plano cartesiano e resultado no *software*.

TABELA 1. Localização das Antenas por endereço, latitude e longitude na cidade de Campos do Jordão.

Fonte: o autor.

CLARO				
	Endereço	Bairro	Latitude	Longitude
1	RODOVIA LUIZ ARROBAS MARTINS - n SN	Vila Abernèssia	22S445388	45W372964
2	Rua Topo Verde - n SN	Serra Azul	22S452952	45W362340
3	Rua Joao Carlquist - n SN	Vila Guiomar	22S443192	45W352005
4	Rua e Vinte Tres - n SN	Atalaia	22S431452	45W351032
5	Rua das Azaleias - n SN	Alto do Capivari	22S435490	45W335490
6	ESTRADA UM - n 1	Capivari	22S430372	45W340228
7	Alameda Safira - n SN	Morro do Elefante	22S424500	45W335724
8	Avenida Pedro Paulo - n 7400	Rancho Alegre	22S421993	45W303271

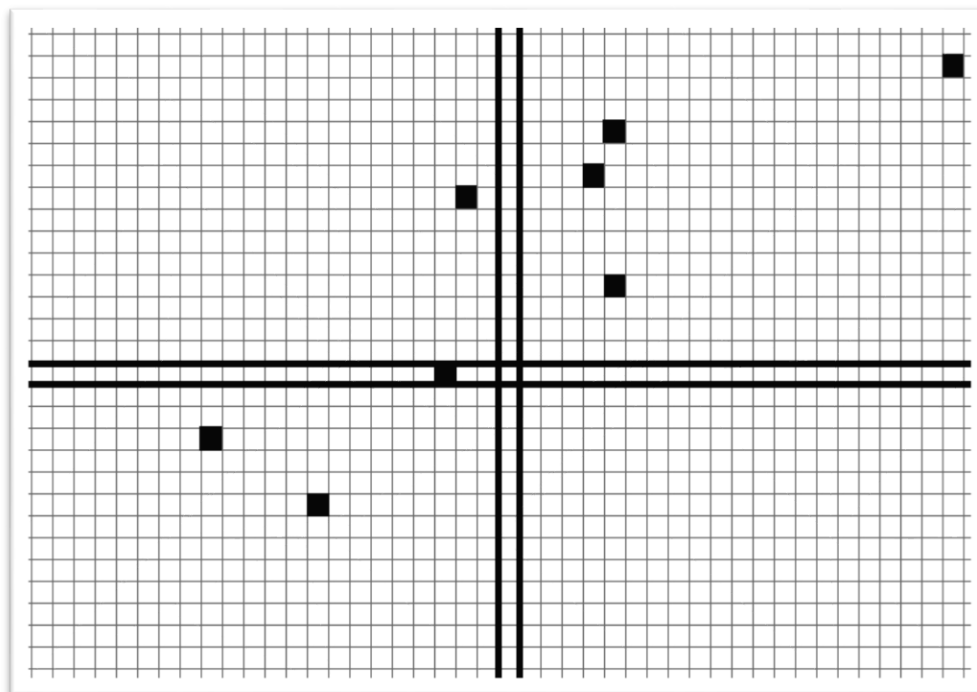


FIGURA 1. Localização das antenas em plano cartesiano.

Fonte: o autor.

```
Output/Input
Clear
Clientes      : 8
Facilidades   : 8
Distancia de servicio: 6

Solu-o -tima (soma das demandas): 137
=====
Clientes atendidos:
1 2 3 4 5 6 7 8
=====
Antenas instaladas:
1 2 3 4 5 6 7 8
=====
Type here:
Output/Input  Stats  Matrix  Solutions  Objective  MIP search
BB tree  User graph  IIS
```

FIGURA 2. Resultado mostrado pelo software.
Fonte: o autor.

CONCLUSÕES:

O trabalho apresentado apresenta breve descrição dos resultados encontrados até o momento e indica que as etapas de revisão bibliográfica, coleta de dados e implementação computacional foram cumpridas. O objetivo foi de estudar o problema de localização de máxima cobertura para antenas em Campos do Jordão, visando verificar se a cobertura de sinal das antenas atende à toda a demanda solicitada. Houve dificuldades durante o projeto para obtenção dos dados reais e, portanto, optou-se, em primeiro momento, realizar as implementações utilizando dados simulados mesclados com dados reais, visto que saber o real número de clientes em uma determinada região ou saber que determinada antena tem certa cobertura de sinal é muito difícil. Assim, pretende-se estudar com mais profundidade a organização e obtenção dos dados reais. Esse estudo pode ser incrementado colocando a cobertura real da antena tendo em mãos equipamentos adequados e considerar problemas de questão ambiental, ambas questões serão consideradas nas etapas seguintes do trabalho.

REFERÊNCIAS

ARAKAKI, R. G. I. **Heurística de localização-alocação para problemas de localização de facilidades**. 2002. 79 f. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2002. Disponível em: <<http://mtc-16.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/jeferson/2004/03.08.16.47/doc/publicacao.pdf>> Acesso em: 20 mai. 2016.

CHURCH, R.; REVELLE, C. **The maximal covering location problem**. Papers of the Regional Science Association, v. 32, n. 1, p. 101-118, 1974.

Cobertura Celular. Disponível em: <http://cobeturacelular.com.br/>. Acesso em: 13 jun. 2016.

PRADO, D. F. M. **Busca tabu aplicada ao problema de localização de facilidades com restrições de capacidade e fonte única**. 2007. 101p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

RIBEIRO, J. A. J., **Engenharia de Antenas: Fundamentos, Projetos e Aplicações**, São Paulo, Ed. Érica, 2012.

RIBEIRO, J. A. J., **Introdução à Engenharia de Antenas**, Santa Rita do Sapucaí: Inatel, 2005.