

Universidade Federal de Alfenas

Instituto de Ciências Exatas

Ciência da Computação

**Relatório de Pesquisa Operacional**  
**Problema de Telecomunicações -**  
**parte 3**

Alunos:

Alexandre William Miya - RA: 2014.1.08.004

Gustavo Alves Miguel - RA: 2014.1.08.013

Professor:

Humberto César Brandão de Oliveira

Junho

2018

# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Apresentação</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Descrição da Atividade</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Modelos Matemáticos</b>	<b>1</b>
3.1	Caso 1 . . . . .	2
3.2	Caso 2 . . . . .	2
3.3	Caso 3 . . . . .	3
<b>4</b>	<b>Resultados</b>	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>Considerações</b>	<b>3</b>

# 1 Apresentação

As telecomunicações constituem um ramo da engenharia elétrica que contempla o projeto, a implantação, manutenção e controles de redes de sistemas de comunicações (satélites, redes telefônicas, televisivas, emissora de rádio, internet, entre outros). A principal finalidade das telecomunicações é suprir a necessidade humana de se comunicar à distância. É comum o prefixo tele ser omitido e, com isto, usar-se a palavra comunicações.

## 2 Descrição da Atividade

Temos a possibilidade de instalar pela cidade várias antenas fornecedoras para dar suporte aos nossos consumidores. O conjunto de todas as antenas candidatas é definido por  $F$ , sendo que cada antena candidata  $f \in F$ , possui:

1.  $r_f$  : raio de cobertura;
2.  $x_f$  : posição longitudinal de  $f$ ;
3.  $y_f$  : posição latitudinal de  $f$ ;
4.  $l_f$  : limite de capacidade da largura de banda de  $f$ ;
5.  $c_f$  : custo de instalação de  $f$ ;

Cada consumidor  $c \in C$  possui:

1.  $d_c$ : demanda por largura de banda de  $c$ ;
2.  $x_c$ : posição longitudinal de  $c$ ;
3.  $y_c$  : posição latitudinal de  $c$ ;

Nosso objetivo é reduzir o custo de instalação de antenas fornecedoras do serviço, atendendo toda a demanda de todos os consumidores.

Um consumidor  $c$  só pode ser atendido por um fornecedor  $f$  caso esteja dentro de seu raio  $r_f$  de atuação.

A necessidade de largura de banda  $d_c$  de um consumidor  $c$  pode ser atendida por mais de um fornecedor.

## 3 Modelos Matemáticos

Deste modo, temos a matriz bidimensional  $y_{fc}$  e temos um vetor booleano  $x_f$  que representa as antenas a serem instaladas.

### 3.1 Caso 1

A necessidade de largura de banda  $d_c$  de um consumidor  $c$  pode ser atendida por mais de um fornecedor.

Modelo matemático 1:

$$\text{Min} \sum_{f \in F} c_f \cdot x_f$$

Sujeito a:

$$\forall c \in C, \sum_{f \in F} y_{fc} = d_c ,$$

$$\forall f \in F, \sum_{c \in C} y_{fc} \leq l_f ,$$

$$y_{fc} \in \mathbb{R}, f \in F, c \in C, y_{fc} = 0 \text{ se } \sqrt{(x_c - x_f)^2 + (y_c - y_f)^2} > r_f ,$$

$$\forall f \in F, (M \cdot x_f) \geq \sum_{c \in C} y_{fc} , \text{ onde } M \text{ tende ao infinito}$$

### 3.2 Caso 2

Neste caso, temos as mesmas condições que o caso anterior, porém o modelo é fornecido pelo professor. Abaixo listamos as alterações em relação ao primeiro modelo.

Modelo matemático 2:

Inclusão de uma matriz booleana  $a_{fc}$  que representa as antenas que estão dentro do raio de cobertura de cada fornecedor.

$$\forall f \in F, \forall c \in C, y_{fc} \leq (M \cdot a_{fc}) , \text{ onde } M \text{ tende ao infinito}$$

### 3.3 Caso 3

A necessidade de largura de banda  $d_c$  de um consumidor  $c$  **não** pode ser atendida por mais de um fornecedor.

Deste modo, a matriz bidimensional  $y_{fc}$  é booleana.

$$\forall f \in F, \sum_{c \in C} y_{fc} \cdot d_c \leq l_f ,$$

$$\forall c \in C, \sum_{f \in F} y_{fc} \geq 1 ,$$

## 4 Resultados

O experimento foi realizado em computador com processador i5 e 4Gb de memória RAM. A seguir é apresentado o resultado encontrado com a solução:

```
Total (root+branch&cut) =    0.91 sec. (270.27 ticks)
Valor min: 61.324230687100005
CONSTRUÍDO COM SUCESSO (tempo total: 2 segundos)
```

Figura 1: Resultado mínimo encontrado para o problema da telecomunicações, caso 1.

```
Total (root+branch&cut) =    0.75 sec. (268.29 ticks)
Valor min: 61.32423068709999
CONSTRUÍDO COM SUCESSO (tempo total: 3 segundos)
```

Figura 2: Resultado mínimo encontrado para o problema da telecomunicações, caso 2.

```
Total (root+branch&cut) =    8.25 sec. (3657.65 ticks)
Valor min: 61.3242306871
CONSTRUÍDO COM SUCESSO (tempo total: 10 segundos)
```

Figura 3: Resultado mínimo encontrado para o problema da telecomunicações, caso 3.

## 5 Considerações

Em um comparativo entre os modelos, a execução do caso 2 demonstrou-se mais rápida que os outros modelos.