

# CONIC SEMESP

15º Congresso Nacional de Iniciação Científica

**TÍTULO:** UMA APLICAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO LINEAR

**CATEGORIA:** EM ANDAMENTO

**ÁREA:** ENGENHARIAS E ARQUITETURA

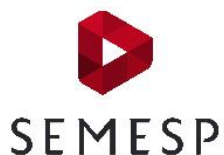
**SUBÁREA:** ENGENHARIAS

**INSTITUIÇÃO:** PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS

**AUTOR(ES):** PAULA VENTICINQUE MENDES

**ORIENTADOR(ES):** DENISE HELENA LOMBARDO FERREIRA

Realização:



Apoio:



# UMA APLICAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO LINEAR

## 1. RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo utilizar a Programação Linear para resolver um problema de otimização do transporte do lixo por meio do *Programa Microsoft Excel*. São apresentadas a formulação e a solução obtida do problema em questão.

## 2. INTRODUÇÃO

Desde o passado a humanidade tem feito uso de modelos para representar diversos fenômenos que ocorrem na realidade. Um modelo pode ser considerado uma representação da realidade, auxiliando no entendimento dos processos que envolvem esta realidade. Segundo Lisboa (2014), um modelo é a representação simplificada de um sistema real, podendo ser um projeto já existente ou um projeto futuro.

Diversos fenômenos da realidade podem ser modelados por meio da Pesquisa Operacional. Essa ciência tem como objetivo resolver problemas reais que envolvem tomada de decisão, em geral usando modelos matemáticos processados computacionalmente. A tomada de decisão pode ser entendida como o processo de identificar um problema ou uma oportunidade e selecionar uma linha de ação para obter a solução.

Goldbarg e Luna (2000) acrescentam que a Pesquisa Operacional pode ser utilizada para alocar de forma eficiente recursos limitados e que podem ser disputados por atividades alternativas. Nesta abrangente área encontra-se a Programação Linear, cuja formulação matemática é representada por uma função objetiva linear, restrições lineares e variáveis de decisão não negativas.

Neste contexto, a presente pesquisa busca aplicar a Programação Linear no problema de otimização do transporte do lixo, apresentado a seguir.

## 3. OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo utilizar a Programação Linear para resolver um específico problema de otimização do transporte do lixo.

#### 4. METODOLOGIA

Essa pesquisa trata de uma extensão do problema do lixo apresentado em Salles Neto (2015). O problema foi formulado com base na Programação Linear e a sua resolução foi obtida por meio do Programa do Microsoft Excel.

#### 5. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS PRELIMINARES

O problema a seguir destaca uma aplicação da Programação Linear. A cidade 1 produz 500 toneladas de lixo por dia, a cidade 2 produz 400 toneladas e a cidade 3 produz 450 toneladas. O lixo deve ser incinerado em três incineradores, 1, 2 e 3, e cada incinerador pode processar até 500 toneladas de lixo por dia. O custo por incineração do lixo é de R\$40/ton no incinerador 1, R\$30/ton no 2 e R\$35/ton no 3. A incineração reduz cada tonelada de lixo à 0,2 toneladas de resíduos que devem ser armazenadas em três aterros. Cada aterro pode receber até 200 toneladas de resíduos por dia. Para transportar uma tonelada de material, lixo ou resíduo, há um custo de R\$3,00 por quilômetro. As distâncias são mostradas na Tabela 1. Como minimizar o custo total com a coleta e destino do lixo nas três cidades?

**Tabela 1.** Distâncias (km) entre cidade e incinerador e entre incinerador e aterro.

	Incinerador 1	Incinerador 2	Incinerador 3		Aterro 1	Aterro 2	Aterro 3
Cidade 1	30	5	22	Incinerador 1	5	8	9
Cidade 2	36	42	34	Incinerador 2	9	6	10
Cidade 3	28	18	30	Incinerador 3	4	11	7

Sejam  $x_{ijk}$  a quantidade (toneladas) de lixo transportada da cidade  $i$  para o incinerador  $j$  e para o aterro  $k$ ;  $c_j$  o custo do incinerador  $j$ ;  $d_{ijk}$  a distância em km da cidade  $i$  para o incinerador  $j$  e para o aterro  $k$  (Tabela 1);  $prod_i$  a quantidade do lixo produzida pela cidade  $i$ ;  $cin_j$  a capacidade de recepção do lixo pelo incinerador  $j$ ;  $cat_k$  = capacidade de recepção do lixo pelo aterro  $k$ .

Função objetivo:

min {custo de incineração + custo de transporte}

$$\min \left\{ \sum_{j=1}^3 c_j \left( \sum_{i=1}^3 \sum_{k=1}^3 x_{ijk} \right) + 3 \sum_{k=1}^3 \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^3 d_{ijk} x_{ijk} \right\}$$

Restrições:

Cidades:

$$\sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^3 x_{ijk} = \text{prod}_i \quad \text{sendo } i = 1,2,3; \quad \text{prod}_i = (500,400,450)$$

Incineradores:

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{k=1}^3 x_{ijk} \leq \text{cin}_j \quad j = 1,2,3; \quad \text{cin}_j = (500,500,500)$$

Aterros:

$$0,2 \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 x_{ijk} \leq \text{cat}_k \quad k = 1,2,3; \quad \text{cat}_k = (200,200,200)$$

A solução ótima obtida no *Programa Microsoft Excel* foi a seguinte:

$x_{311} = 350$ ,  $x_{122} = 500$ ,  $x_{231} = 400$ ,  $x_{331} = 100$  com Custo Total = R\$153.450,00.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho abordou a utilização da Programação Linear e do *Programa Microsoft Excel* para resolver um específico problema de otimização do transporte do lixo. A formulação apresentada neste trabalho com algumas adaptações pode ser usada para resolver diversos outros problemas de alocação de recursos.

## 7. REFERÊNCIAS

GOLDBARG, M. C.; LUNA, H. P. L. *Otimização Combinatória e programação linear: modelos e algoritmos*. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

LISBOA, E. F. A. *Pesquisa Operacional*. Disponível em: <<http://www.ericolisboa.eng.br/cursos/apostilas/po/cap1.pdf>>. Acesso em: 18 de nov. 2014.

SALLES NETO, L. L. *Tópicos de Pesquisa Operacional para o Ensino Médio*. Disponível em: <<http://www.mat.ufg.br/bienal/2006/mini/leduino.pdf>>. Acesso em: 31 jul. 2015.