

# CI1238 - Otimização

## Primeiro Trabalho

05 de julho de 2022

## 1 Introdução

O trabalho consiste em modelar e implementar, por programação linear, uma solução para o problema do despacho hidrotérmico do sistema elétrico de uma cidade.

A resolução do problema, ou seja, a descrição do problema, da modelagem e da implementação, deve estar em um texto claro em formato de um artigo e em pdf. Deve conter o nome do autor (aluno), uma introdução com o problema, a modelagem e sua explicação (de por que essa modelagem resolve o problema). Todas as referências que forem usadas devem estar citadas corretamente no texto.

Não esperamos a implementação do método simplex. Você deve gerar uma saída para ser usada pelo resolvidor `lp_solve`. Seu programa deve compilar e executar nas servidoras do DINF. A implementação deve estar descrita em um texto com exemplos de uso (pode ser o mesmo texto da resolução).

O trabalho deve ser entregue com um `makefile` de forma que ao digitar o comando `make` o executável `despacho` seja construído no diretório corrente.

Você deve entregar um arquivo compactado (no formato `tar.gz`) com seu nome (ou login) com os seguintes arquivos no diretório corrente:

- texto (em pdf);
- os fontes (podem estar em subdiretórios);
- `makefile`;
- exemplos usados no texto (podem estar em subdiretórios).

A entrega deve ser feita por e-mail para `andre@inf.ufpr.br` (turma BCC1) ou `guilherme@inf.ufpr.br` (turma BCC2), em um arquivo compactado com todos os arquivos do trabalho, com assunto “Otimização-trabalho 1” (exatamente).

## 2 O problema

A rede elétrica de uma cidade é abastecida por uma usina hidrelétrica e uma usina termoeletrica, que é usada apenas quando a hidrelétrica, que tem custo de geração nulo, não consegue atender à demanda. A termoeletrica tem um custo associado a cada MWatt gerado. Neste problema, você deve conceber um plano de geração mensal em um período de  $n$  meses que minimiza o custo total. Além do custo de geração termoeletrica, há o custo ambiental (convertido em R\$) associado à variação do reservatório da hidrelétrica, para mais ou para menos, de um mês para o seguinte. Os custos de geração de 1 MWatt pela termoeletrica (CT) e da variação de  $1\text{ m}^3$  no reservatório (CA) são constantes dadas.

Para resolver este problema, você deve considerar as seguintes informações:

- O reservatório começa com um volume inicial de água ( $v_{ini}$ ) e tem limites mínimo e máximo (constantes dadas) para o volume de água ( $\text{m}^3$ ) e que devem ser respeitados, respectivamente  $v_{min}$  e  $v_{max}$ .
- A cada mês, o reservatório recebe um volume de água ( $\text{m}^3$ ) proveniente de chuvas, aflúências, etc. Essas informações foram estimadas para os  $n$  meses do planejamento e são constantes dadas,  $y_1, y_2, \dots, y_n$ .
- A única forma do volume de água no reservatório diminuir é turbinando a água para gerar energia. A cada  $1\text{m}^3$  de água turbinada, gera-se  $k\text{MWatt}$  de energia, onde  $k$  é uma constante dada.
- Há uma capacidade máxima de geração mensal da termoeletrica, que é uma constante  $t_{max}$  dada;
- As demandas mensais da cidade (MWatt) também são constantes  $d_1, d_2, \dots, d_n$  dadas e devem ser atendidas pela geração de energia da hidrelétrica e da termoeletrica. Gerar mais do que a demanda não é um problema (a energia restante vai para outra cidade, por exemplo).

### 2.1 Formato de entrada e saída

Os formatos de entrada e saída, são descritos a seguir e devem ser usados a entrada e a saída padrões (STDIN e STDOUT).

A entrada é formada de um conjunto de números. Os números podem estar separados por 1 ou mais espaços, tabs ou fim de linha.

**Entrada:** Inicia com um número inteiro  $n$  indicando a quantidade de meses do planejamento, seguido de  $n$  valores  $d_1, d_2, \dots, d_n$  indicando as demandas mensais e outros  $n$  valores  $y_1, y_2, \dots, y_n$  indicando as afluências mensais estimadas. Na sequência, temos 4 valores  $v_{ini}$ ,  $v_{min}$ ,  $v_{max}$  e  $k$  indicando as capacidades da hidrelétrica (respectivamente, volume inicial, volume mínimo, volume máximo e coeficiente de geração), um valor  $t_{max}$  indicando a capacidade máxima de geração da termoeletrica e um valor  $CT$  indicando o custo de geração da termoeletrica. Por fim, temos um valor  $CA$  indicando o custo ambiental de variação do volume do reservatório da hidrelétrica em meses consecutivos.

**Saída:** um arquivo no formato de entrada do `lp_solve` com a descrição do programa linear que resolve o problema para a instância dada. O formato de entrada do `lp_solve` está descrito na URL abaixo:

<http://lpsolve.sourceforge.net/5.5/lp-format.htm>

## 2.2 Exemplo de entrada

Considerando um período de 3 meses, com demandas 900, 1000 e 950, e afluências previstas de 500, 800 e 200. Considerando também que o reservatório da hidrelétrica inicia com volume 500 e tem restrições de volume mínimo 200 e volume máximo 1000 e coeficiente de geração de 1.1. E considerando que a termoeletrica tem capacidade de geração máxima de 1000 MWatt e custo de geração de 0.2 R\$ por MWatt gerado. Por fim, considerando que o custo ambiental convertido é de 0.005 R\$ pela variação de  $1 m^3$  do reservatório de um mês para o seguinte. O arquivo de entrada seria como abaixo.

```
3
900 1000 950
500 800 200
500 200 1000 1.1
1000 0.2
0.05
```

Para este exemplo o plano ótimo tem um custo de 175.5 R\$ e precisa gerar energia na termoeletrica nos meses 1 e 3, respectivamente, 350 MWatt e 520 MWatt. O volume de água turbinado a cada mês na hidrelétrica é:  $500 m^3$ ,  $909.091 m^3$  e  $390.909 m^3$ .

## 2.3 Exemplo de entrada do lp\_solve

Um exemplo, tirado de outro problema, pode ser visto abaixo.

$$\text{min : } 100x_{31} + 100x_{32};$$

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} = 10;$$

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} = 20;$$

$$x_{11} + x_{12} \leq 5;$$

$$x_{21} + x_{22} \leq 10;$$

$$x_{31} + x_{32} \leq 50;$$

$$x_{21} = 0;$$