



CEFET/RJ
campus Petrópolis

Solver: HiGHS

Sumário

- 1 História
- 2 Características
- 3 Utilização
- 4 Exemplos
- 5 Bibliografia
- 6 Fim



- **HiGHS - high performance software for linear optimization**



THE UNIVERSITY
of EDINBURGH

- **The University of Edinburgh**
- **Julian Hall, Ivet Galabova, Filippo Zanetti, Yanyu Zhou, Ben Champion**

Propósito

Solver (serial e paralelo), para modelos em larga escala e esparsos de: programação linear (PL), programação inteira mista (MIP) e programação quadrática (QP).

- **PL :**
 - ▶ **Simplex**
 - ▶ **Ponto Interior**
 - ▶ **Método de Gradiente Híbrido Primal-Dual**

- **MIT**

- ▶ **Gratuito**
- ▶ **Open Source** : Disponível no GitHub

Linguagem

- **C++11**
- **Interface para linguagens : C, C#, FORTRAN, Julia, Python.**

Instalação

- **Python:**

```
pip
```

```
pip install highspy
```

- **C++:**

```
Clonar repositório
```

```
git clone https://github.com/ERGO-Code/HiGHS.git
```

```
Construir/compilar com cmake a biblioteca
```

```
cd HiGHS
```

```
cmake -S. -B build
```

```
cmake - -build build - -parallel
```


Utilização

importando o modulo

```
import highspy
```

instanciando e inicializando o objeto

```
h = highspy.Highs()
```

Utilização : Lendo e Salvando Modelos

Lendo um modelo do tipo (CPLEX) LP

```
filename = 'model.lp' status = h.readModel(filename)
```

Salvando um modelo do tipo (CPLEX) LP

```
status = h.writeModel('model.lp')
```

Utilização : Adicionando Variável de Decisão

método `addVariable`

```
x0 = h.addVariable(lb = 0, ub = 4)
```

lb : limite inferior da variável.

ub : limite superior da variável.

Utilização : Adicionando Restrição

método addConstr

```
h.addConstr(5 <= x0 + 2*x1 <= 15)
```

Utilização : Tipo de Função Objetivo

método minimize

`h.minimize(x0 + x1)`

método maximize

`h.maximize(x0 + x1)`

Utilização : Rodando e Obtendo as Soluções

método run

```
h.run()
```

métodos para soluções

```
solution = h.getSolution()
```

```
basis = h.getBasis()
```

```
info = h.getInfo()
```

```
model_status = h.getModelStatus()
```

Exemplo 0: Window Glass

Fábrica	Tempo de produção por lote (h)		Tempo de produção disponível por semana (horas)
	Produto		
	1	2	
1	1	0	4
2	0	2	12
3	3	2	18
Lucro por lote	US\$ 3.000	US\$ 5.000	

- Determinar quais devem ser as taxas de produção para ambos produtos, de modo a maximizar o lucro total, sujeito às restrições de capacidade produtiva de cada fábrica.

Exemplo 0: Window Glass - Código

Código

```
x1 = h.addVariable(lb = 0, ub = 4)
x2 = h.addVariable(lb = 0, ub = h.inf)
```

```
h.addConstr(      2*x2 <= 12 )
```

```
h.addConstr( 3*x1 + 2*x2 <= 18 )
```

```
h.maximize( 3*x1 + 5*x2 )
```

Solução

$[x1, x2] = [2.0, 6.0]$

$(Z) = 36.0 \mid (Z \times 1000) = 36,000.0$

Exemplo 1: Dieta

Vitamina	Leite (litro)	carne (kg)	Peixe (kg)	Salada (100g)	Requisito nutricional min.
A	2 mg	2 mg	10 mg	20 mg	11 mg
C	50 mg	20 mg	10 mg	30 mg	70 mg
D	80 mg	70 mg	10 mg	80 mg	250 mg
Custo	R\$ 2,0	R\$ 4,0	R\$ 1,5	R\$ 1,0	

- O objetivo é minimizar o custo. Formular o problema para otimização dos recursos envolvidos.

Exemplo 1: Dieta - Código e Solução

Código

```
x1 = h.addVariable(lb = 0, ub = h.inf)
x2 = h.addVariable(lb = 0, ub = h.inf)
x3 = h.addVariable(lb = 0, ub = h.inf)
x4 = h.addVariable(lb = 0, ub = h.inf)

h.addConstr( 2*x1 + 2*x2 + 10*x3 + 20*x4 >= 11 )
h.addConstr( 50*x1 + 20*x2 + 10*x3 + 30*x4 >= 70 )
h.addConstr( 80*x1 + 70*x2 + 10*x3 + 80*x4 >= 250 )

h.minimize( 2*x1 + 4*x2 + 1.5*x3 + x4 )
```

Solução

$[x1, x2, x3, x4] = [0.0, 0.0, 0.0, 3.125]$
 $(Z) = 3.125$

Exemplo 2: Mistura de Petróleo

TABELA 2.6 QUANTIDADE DISPONÍVEL DE PETRÓLEO

<i>Tipo de Petróleo</i>	<i>Quantidade Máxima Disponível (Barril/dia)</i>	<i>Custo por Barril/dia (R\$)</i>
1	3.500	19
2	2.200	24
3	4.200	20
4	1.800	27

TABELA 2.7 PERCENTUAIS PARA LIMITES DE QUALIDADE DAS GASOLINAS

<i>Tipo de Gasolina</i>	<i>Especificação</i>	<i>Preço de Venda R\$/Barril</i>
Superazul	Não mais que 30% de 1 Não menos que 40% de 2 Não mais que 50% de 3	35
Azul	Não mais que 30% de 1 Não menos que 10% de 2	28
Amarela	Não mais que 70% de 1	22

Exemplo 2: Mistura de Petróleo

- O objetivo é maximizar o lucro resultante da venda dos diversos tipos de gasolina, abatidos os custos dos diversos tipos de petróleo utilizados.

Variáveis de Decisão: X_{ij} número de barris de petróleo do tipo j , $j = 1, 2, 3, 4$, que serão destinados à produção da gasolina i , ($i = A$ -gasolina Amarela, Z -gasolina aZul, S -gasolina Superazul).

Exemplo 2: Mistura de Petróleo

- **Função Objetivo:** $Z = \text{Maximizar } \{$

$$\begin{aligned} f(x) = & 22 (x_{A1} + x_{A2} + x_{A3} + x_{A4}) \\ & + 28 (x_{Z1} + x_{Z2} + x_{Z3} + x_{Z4}) \\ & + 35 (x_{S1} + x_{S2} + x_{S3} + x_{S4}) \\ & - 19 (x_{A1} + x_{Z1} + x_{S1}) \\ & - 24 (x_{A2} + x_{Z2} + x_{S2}) \\ & - 20 (x_{A3} + x_{Z3} + x_{S3}) \\ & - 27 (x_{A4} + x_{Z4} + x_{S4}) \\ & \} \end{aligned}$$

Exemplo 2: Mistura de Petróleo

- Restrições associadas à quantidade de petróleo disponível:

Tipo 1: $x_{A1} + x_{Z1} + x_{S1} \leq 3.500$

Tipo 2: $x_{A2} + x_{Z2} + x_{S2} \leq 2.200$

Tipo 3: $x_{A3} + x_{Z3} + x_{S3} \leq 4.200$

Tipo 4: $x_{A4} + x_{Z4} + x_{S4} \leq 1.800$

Exemplo 2: Mistura de Petróleo

- Restrições associadas às especificações da mistura:

Para a gasolina superazul:

$$xS1 \leq 0,3 (xS1 + xS2 + xS3 + xS4)$$

$$xS2 \geq 0,4 (xS1 + xS2 + xS3 + xS4)$$

$$xS3 \leq 0,5 (xS1 + xS2 + xS3 + xS4)$$

Para a gasolina azul:

$$xZ1 \leq 0,3 (xZ1 + xZ2 + xZ3 + xZ4)$$

$$xZ1 \geq 0,1 (xZ1 + xZ2 + xZ3 + xZ4)$$

Para a gasolina amarela:

$$xA1 \leq 0,7 (xA1 + xA2 + xA3 + xA4)$$

Exemplo 2: Mistura de Petróleo

- **Restrições de não negatividade:**

$$x_{A1}, x_{A2}, x_{A3}, x_{A4}, x_{Z1}, x_{Z2}, x_{Z3}, x_{Z4}, x_{S1}, x_{S2}, x_{S3}, x_{S4} \geq 0$$

Exemplo 2: Mistura de Petróleo - Código e Solução

Código

```
xA1 = h.addVariable(lb = 0, ub = h.inf)
```

```
...
```

```
xS4 = h.addVariable(lb = 0, ub = h.inf)
```

```
h.maximize( 22 * (xA1 + xA2 + xA3+ xA4 ) ... - 27 * (xA4 + xZ4 + xS4) )
```

Solução


```
[xA1, xA2, xA3, xA4] = [0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
```


```
[xZ1, xZ2, xZ3, xZ4] = [1860.0, 0.0, 4200.0, 140.0]
```

```
[xS1, xS2, xS3, xS4] = [1640.0, 2200.0, 0.0, 1660.0]
```

```
(Z) = 114200.0
```

Bibliografia

 ASSIS, L. *Aula 04 - Método Gráfico.pdf*. Acesso: 25 de Abril de 2025. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/lauraassis/home/courses/cefet/ensino/pl>>.

 GOLDBARG, M. C. *Otimização Combinatória E Programação Linear*. 2005.

 HIGHS, D. <https://ergo-code.github.io/HiGHS/stable/>. Acesso: 25 de Abril de 2025. Disponível em: <<https://ergo-code.github.io/HiGHS/stable/>>.



CEFET/RJ
campus Petrópolis