

## Preparação do trabalho (para usa em casa)

- Para o trabalho é necessário instalar Julia: <https://julialang.org>,
- e instalar os pacotes necessários em Julia

```
> <caminho>/bin/julia
julia> import Pkg
julia> Pkg.add("JuMP")
julia> Pkg.add("GLPKMathProgInterface")
julia> Pkg.add("IJulia")
```
- Caso não já está instalado, também é necessário instalar o GNU Linear Programming Kit (GLPK)
  - Windows: Baixar e instalar o GNU Linear Programming Kit (GLPK) em <http://gnuwin32.sourceforge.net/packages/glpk.htm>.
  - Linux: `sudo apt-get install glpk`
- A documentação de Julia/JuMP está disponível em <http://www.juliaopt.org/JuMP.jl/stable>.

## Exemplo

Para demonstrar a especificação de um problema nos formatos CPLEX lp e GNU mathprog, considere o exemplo de um importador de Whisky:

Um importador de Whisky tem as seguintes restrições de importação

- no máximo 2000 garrafas de *Johnny Ballantine* por 70 R\$ cada uma,
- no máximo 2500 garrafas de *Old Gargantua* por 50 R\$ cada uma,
- no máximo 1200 garrafas de *Misty Deluxe* por 40 R\$ cada uma.

Dos Whiskies importados ele produz três misturas *A*, *B*, *C*, que ele vende por 68 R\$, 57 R\$ e 45 R\$, respectivamente. As misturas são

- *A*: no mínimo 60% Johnny Ballantine, no máximo 20% Misty Deluxe,
- *B*: no mínimo 15% Johnny Ballantine, no máximo 60% Misty Deluxe,
- *C*: no máximo 50% Misty Deluxe.

Quais seriam as misturas ótimas, e quantas garrafas de cada mistura devem ser produzidas para maximizar o lucro? Formule como programa linear.

Observações:

- Use como variáveis o número de garrafas  $x_{m,i}$  da marca  $m$  usadas na mistura  $i$ .
- Desconsidere a integralidade das garrafas.

## Especificação em Julia

<http://nbviewer.jupyter.org/url/www.inf.ufrgs.br/~mrpritt/oc/whisky.ipynb>  
<http://www.inf.ufrgs.br/~mrpritt/oc/whisky.jl>

A solução é

---

```
using JuMP
using GLPK
using Formatting

I=collect(1:3); V=collect(1:3);

m = Model()
set_optimizer(m, GLPK.Optimizer);
@variable(m, x[i in I, v in V] >= 0);

pv=[68, 57, 45];

ci=[70, 50, 40];

@variable(m, y[v in V]) ## total vendas
@variable(m, z[i in I]) ## total importação
@objective(m, Max, sum(pv[v]*y[v] for v in V)-sum(ci[i]*z[i]
    for i in I))

@constraint(m, [v in V], y[v]==sum(x[i,v] for i in I))
@constraint(m, [i in I], z[i]==sum(x[i,v] for v in V));

li=[2000,2500,1200];

@constraint(m, [i in I], z[i] <= li[i]);

@constraint(m, x[1,1] >= 0.6 *y[1]) ## no mínimo 60% Johnny
    Ballantine em A
@constraint(m, x[3,1] <= 0.2 *y[1]) ## no máximo 20% Misty
    Deluxe em A

@constraint(m, x[1,2] >= 0.15*y[2]) ## no mínimo 15% Johnny
    Ballantine em B
@constraint(m, x[3,2] <= 0.6 *y[2]) ## no máximo 60% Misty
    Deluxe em B
```

```
@constraint(m, x[3,3] <= 0.6 *y[3]); ## no máximo 50% Misty
    Deluxe em C

println(m)
optimize!(m)

printfmt("O lucor máximo é {:.2f}.\n",objective_value(m))
printfmt("Importar {:.2f} garrafas de Johnny Ballantine, {:.2f}
    } garrafas de Old Gargantua, e {:.2f} garrafas de Misty
    Deluxe.",value(z[1]),value(z[2]),value(z[3]) )
for v in V
    printfmt("Mistura {}: {:.2f} garrafas.\n","ABC"[v],value(y
        [v]))
    if value(y[v])>0
        printfmt(" {:.2f}% JB, {:.2f}% OG, {:.2f}% MD.\n","ABC"
            [v],value(x[1,v])/value(y[v]),value(x[2,v])/value(y[v]
                ),value(x[3,v])/value(y[v]))
    end
end
end
```

---

## Laboratório 1

### Questão 1 (Formulação Matemática)

Resolve o problema da Manufatura Peça Mil da primeira lista usando Julia/JuMP.

- Formula o problema primeiramente explicitamente, com todos coeficientes.
- Depois estuda uma forma mais compacta, usando vetores e matrizes para os dados, e somatórios. Começa por definir os dados. Por exemplo, usando índices  $i = 1, 2, 3$  para fábricas e  $j = 1, 2, 3, 4, 5$  para atacadistas podemos definir uma matriz  $c_{ij}$  de custos por:

---

```
julia> c=[[0.05 0.07 0.11 0.15 0.15]; [0.08 0.06 0.10 0.12
    0.15]; [0.10 0.09 0.09 0.10 0.16]]
3×5 Array{Float64,2}:
 0.05  0.07  0.11  0.15  0.15
 0.08  0.06  0.1  0.12  0.15
 0.1   0.09  0.09  0.1   0.16
```

---

Depois re-escreve a função objetivo e as restrições de forma compacta.

### Questão 2 (Formulação Matemática)

Resolve o problem da Companhia Siderúrgica Jericó da primeira lista usando Julia/JuMP.

### Questão 3 (Formulação Matemática)

Resolve o problema de misturar o drinque ideal da primeira lista usando Julia/JuMP. (Como neste problema não tem dados, formula de forma genérica e depois gera alguns dados aleatórios. Podemos, por exemplo, definir um vetor de custos  $r$  para  $n = 10$  ingredientes desta forma:

---

```
julia> r=100*rand(10)
10-element Array{Float64,1}:
 2.111057439604469
62.08122447744915
62.216802504853284
39.31028824759333
19.013908175781612
27.74028421585395
89.64090779389875
91.84418467215028
32.697177755765324
53.95516610718194
```

---

)

### Questão 4 (Formulação Matemática)

Resolve o planejamento ótimo para construir uma casa da primeira lista usando Julia/JuMP. Como poderia uma generalização para tarefas com dependências arbitrários ser formulada?

### Questão 5 (Formulação Matemática)

Resolve o problema da Polícia de Cidade Limpa da primeira lista usando Julia/JuMP.

**Criando iPython notebooks com Julia** A forma mais simples de trabalhar com a Julia é usar um Notebook. O primeiro passo é rodar um servidor para notebooks na máquina local:

```
> <caminho>/bin/julia
julia> using IJulia
julia> notebook()
```

Isso abre um navegador no browser.

Um Notebook consiste de uma série de células. Um célula pode conter texto (markup) ou código. Células com código podem ser executadas diretamente no Notebook e o resultado aparece no Notebook.

Em <http://nbviewer.jupyter.org/url/www.inf.ufrgs.br/~mrpritt/oc/oils.ipynb> tem um notebook visualizado. Vocês podem baixar o Notebook e gravar no diretório do navegador. O Notebook vai aparecer no navegador, e vocês podem abri-lo e rodar. Tem várias possibilidades, por exemplo vocês podem rodar tudo com `Cell >> Run All`, ou célula por célula por clicar em `Run` ou usar `⇧ + Enter`.