

Otimização Combinatória: Laboratório de formulação linear

Henrique Becker
hbecker@inf.ufrgs.br

UFRGS – Departamento de Informática Teórica – 2025-03-30

Orientações gerais

1. O trabalho consiste na implementação de formulações de programação linear para os problemas descritos nas próximas seções desse documento.
2. Cada uma das 3 questões desse laboratório vale 1 décimo na média final de um aluno que, sem somar estes, está com menos do que 6.0.
3. A entrega do trabalho se dará por meio do Moodle até às 23:59 do dia 2025-04-15 (revisão para prova 1).
4. O arquivo entregue deve ser um diretório compactado de nome `inf05010_<ano>-<semestre>_<letra da turma>_lab-linear_<cartão do aluno>` com os arquivos `q1.jl`, `q2.jl`, e `q3.jl` dentro.
5. Caso feito com auxílio de colegas favor citar o nome e/ou código mesmos no corpo do e-mail de entrega.
6. Para testar se Julia/JuMP/HiGHS estão instalados, copie o código de exemplo ao final dessa lista para um arquivo `exemplo.jl` e tente executá-lo pelo terminal com `julia exemplo.jl`.
7. Caso a linguagem Julia não esteja disponível: <https://julialang.org/downloads/>
8. Caso Julia esteja instalada mas o JuMP/HiGHS não estejam instalados, execute a seguinte linha no terminal Julia: `import Pkg; Pkg.add("JuMP"); Pkg.add("HiGHS")`
9. Lembrete: uma cheatsheet de conversão da notação matemática para Julia/JuMP está disponível nos slides da última aula: <https://drive.google.com/file/d/1ABVA0axh-gZPB94YGp-W0ob8eEl9qjHF/view?usp=sharing>
10. Documentação da linguagem Julia: <https://docs.julialang.org/en/v1/>
11. Fórum da Linguagem Julia: <https://discourse.julialang.org/>
12. Documentação da biblioteca JuMP: <https://jump.dev/JuMP.jl/stable/>

```
example.jl
```

```
using JuMP
using HiGHS

# Cria o modelo usando HiGHS como solver
m = Model(HiGHS.Optimizer)

# Lembrar de sempre passar m
@variable(m, c >= 0)
@variable(m, s >= 0)
@objective(m, Max, 0.2c + 0.5s)
@constraint(m, c + 1.5s <= 150)
@constraint(m, 50c + 50s <= 6000)
@constraint(m, c <= 80)
@constraint(m, s <= 60)

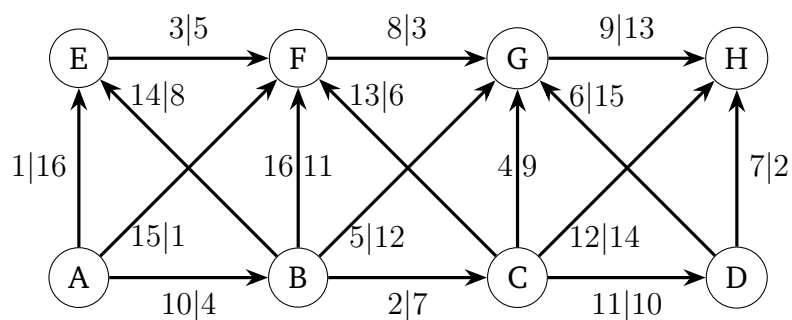
# Soluciona o modelo
optimize!(m)

# Mostra os valores encontrados
@show objective_value(m)
@show value(c)
@show value(s)
```

Questão 1: Ajuda humanitária (fácil mas trabalhosa)

Uma tragédia humanitária (enchente/terremoto/queimada) aconteceu na cidade H. A cidade A possui 6 toneladas recursos (água/alimentos/medicamentos) que ela quer enviar para H, mas a rede logística está um caos. Cada rota entre cidades envolve um

custo por tonelada enviada usando aquela rota (número à esquerda) e uma capacidade máxima de toneladas que podem ser enviadas por aquela rota (número à direita). Como se planejar para enviar **todas** as 6 toneladas pelo menor custo possível? (Para facilitar a verificação, cada número de 1 até 16 só aparece uma vez como custo e uma vez como capacidade. O valor ótimo esperado é 135.)



Questão 2: Ajuda ao agrônomo (lógica original)

Um agrônomo tem de decidir quantos m^2 ele plantará de cada uma das 3 opções de cultura que ele tem em cada uma das pró-

ximas 3 estações (Primavera, Verão, Outono). No começo da primavera, ele dispõe de $200m^2$ de terra fértil. Cada cultura possui uma taxa de lucro distinta mas também degrada o solo em um percentagem para as próximas estações. Por exemplo, se uma cultura de primavera tem uma taxa de degradação de 5%, isso quer dizer que 5% dos m^2 usados para aquela cultura deixarão de estar disponíveis para *qualquer* cultura de verão ou outono. Durante o inverno, o agrônomo não consegue plantar nada mas consegue revitalizar o solo, **contanto** que ele não tenha degradado mais que 50% (o que ele quer evitar). Fora isso, a única preocupação do agrônomo é lucrar o máximo possível este ano. (O valor ótimo esperado é 25763.54.)

	A (D)	B (D)	C (D)	A (L)	B (L)	C (L)
Primavera	1%	8%	17%	10	20	30
Verão	8%	27%	33%	40	50	60
Outono	12%	32%	51%	70	80	90

Questão 3: Ajuda ao químico (extensão intermediária)

Uma indústria química quer produzir uma mistura com o menor custo possível. Essa mistura tem de possuir pelo menos 20% do elemento R, 30% do elemento S, e 45% do elemento U. Infelizmente, a indústria não dispõe dos elementos em separado, somente em misturas já pré-

Elem./Mist.	A	B	C	D	X
Custo [R\$/L]	16	14	22	24	33
R	30	35	45	50	62
S	60	50	35	28	33
U	10	15	20	22	5

feitas (A, B, C, e D na tabela). Pior ainda, eles se deram conta que devido as proporções de cada elemento nas misturas, não há como obter a mistura desejada só misturando frações dessas 4 misturas pré-prontas. A única forma de obter a mistura desejada é também dispendar em um catalisador X, que absorve os demais elementos nas proporções indicadas, formando um cristal que pode ser removido do meio da mistura. (O valor ótimo esperado é 107,03.)