



Personnel scheduling during Covid-19 pandemic

(Programação de funcionários durante a pandemia de Covid-19)

BCC342 - Introdução à Otimização
Prof.: Gustavo Peixoto Silva

Caio Silas 21.1.4111
Henrique Dantas Pighini 21.1.4025

Descrição do problema

- Crew Scheduling.
- Armazém de produtos hospitalares.
- Armazém de 2 andares.
- Período emergencial.
- Horas contratadas vs Horas trabalhadas



Implementação



Parâmetros

Definição dos conjuntos

set E := 1..10; # Conjunto de Funcionários

set A := 1..4; # Conjunto de Setores

set S := 1..3; # Conjunto de Turnos

set W := 1..2; # Conjunto de Semanas



Parâmetros

Número máximo de horas de trabalho semanal por turno em cada setor

param lambda{s in S,a in A};

Número mínimo de horas de trabalho semanal por turno em casa setor

param tau{s in S,a in A};

param hemax{E} default 30.00; #Número de horas contratadas

param cea{E, A} default 1; # Parâmetro binário indicando se o funcionário pode ou não trabalhar em um setor

Variáveis de Decisão

Variáveis de decisão

var xsewa{E, A, S, W} **binary**; # Variável binária de escalonamento

var ysewa{E, A, S, W} **>= 0.00**; # Variável de horas trabalhadas

var delta_plus{E, W} **>= 0.00**; # Excesso de horas trabalhadas

var delta_minus{E, W} **>= 0.00**; # Sobra de horas trabalhadas



Variáveis de Decisão

```
# Variáveis adicionais  
var pos_diff{E, W} >= 0.00; # Diferença positiva  
var neg_diff{E, W} >= 0.00; # Diferença negativa
```



Função Objetivo.

```
minimize objective:  
    ... sum {e in E, w in W} (pos_diff[e, w] + neg_diff[e, w]);
```




Definição dos Deltas

Restrição relacionada às diferenças

subject to diff_constraint(e in E, w in W):

... pos_diff[e, w] - neg_diff[e, w] = delta_plus[e, w] - delta_minus[e, w];



Definição dos deltas

- Se delta_plus é maior que delta_minus , então a diferença positiva (pos_diff) irá "absorver" essa diferença, e a diferença negativa (neg_diff) será zero.
- Se delta_minus é maior que delta_plus , então a diferença negativa (neg_diff) irá "absorver" essa diferença, e a diferença positiva (pos_diff) será zero.
- Se delta_plus é igual a delta_minus , ambas as diferenças serão zero.

Restrições

A restrição (4) Um funcionário deve ser atribuído a apenas um turno e um setor na semana..

$$\text{s.t. } \sum_{a \in A} \sum_{s \in \{1,2\}} x_{se}^{wa} = 1 \quad w \in W, e \in E \quad (4)$$

Restrições

```
subject to selecao_horario_R4{e in E, w in W}:  
    sum{a in A, s in {1,2}} xsewa[e, a, s, w] = 1;
```



Restrições

A restrição (5) Garante que o funcionário trabalhe no mesmo turno/período nas duas semanas.

$$\sum_{s \in \{1,2\}} x_{se}^{1a} = \sum_{s \in \{1,2\}} x_{se}^{2a} \quad a \in A, e \in E \quad (5)$$



Restrições

```
subject to restricao_5 {a in A, s in {1,2}}:  
    sum{e in {1,2}} xsewa[e, a, s, 1] = sum{e in {1,2}} xsewa[e, a, s, 2];
```



Restrições

Restrição (6): cada funcionário deve trabalhar em exatamente um setor por turno.

$$\sum_{a \in A} \sum_{w \in W} x_{se}^{wa} = 1 \qquad e \in E, s \in \{1, 2\} \quad (6)$$



Restrições

```
subject to restricao_6 {e in E, s in {1,2}}:  
    sum{a in A, w in W} xsewa[e, a, s, w] = 1;
```




Restrições

Restrição (7): um funcionário só pode trabalhar no turno de sábado ($s = 3$) se for designado para o turno da manhã ($s = 1$) no setor 1.

$$x_{3e}^{w1} \leq x_{1e}^{w1}$$

$$e \in E, w \in W \quad (7)$$



Restrições

```
subject to restricao_7 {e in E}:
```

```
    xsewa[e, 1, 3, 1] <= xsewa[e, 1, 1, 1];
```



Restrições

Restrição (8): nenhum funcionário pode trabalhar nos setores 2, 3 e 4 no turno de sábado.

$$x_{3e}^{wa} = 0$$

$$w \in W, a \in \{2, 3, 4\}, e \in E \quad (8)$$



Restrições

```
subject to restricao_8 {e in E, w in W, a in {2, 3, 4}}:  
    xsewa[e, a, 3, w] = 0;
```



Restrições

Restrição (9): limitam o número máximo de horas de trabalho semanal para cada funcionário.

$$y_{se}^{wa} \leq \lambda_{sa} x_{se}^{wa} \quad w \in W, e \in E, a \in A, s \in S \quad (9)$$

Restrições

```
subject to restricao_9 {e in E, w in W, a in A, s in S}:  
    ysewa[e, a, s, w] <= lambda[s, a] * xsewa[e, a, s, w];
```



Restrições

Restrição (10): garantem que as horas de trabalho solicitadas para cada turno em cada setor sejam respeitadas.

$$\sum_{e \in E} y_{se}^{wa} \geq \tau_{sa}$$

$$w \in W, a \in A, s \in S \quad (10)$$



Restrições

```
subject to restricao_10 {w in W, a in A, s in S}:  
    sum{e in E} ysewa[e, a, s, w] >= tau[s, a];
```




Restrições

Restrição (11): indicam o número de horas de trabalho contratual semanal para cada funcionário.

$$\sum_{a \in A} \sum_{s \in S} y_{se}^{wa} + \delta_{ew}^- - \delta_{ew}^+ = h_e^{\max} \quad w \in W, e \in E \quad (11)$$



Restrições

```
subject to restricao_11 {e in E, w in W}:
```

```
    sum{a in A, s in S} ysewa[e, a, s, w] + delta_minus[e, w] - delta_plus[e, w] = hemax[e];
```



Restrições

Restrição (12): garantem a compatibilidade da designação de um funcionário e para trabalhar em um determinado setor.

$$x_{se}^{wa} \leq c_{ea}$$

$$w \in W, e \in E, a \in A, s \in S \quad (12)$$

Restrições

```
subject to restricao_12 {w in W, e in E, a in A, s in S}:  
    xsewa[e, a, s, w] <= cea[e, a];
```

Dados de Entrada

Definindo valores para o parâmetro lambda

param lambda :=

... 1 1 50

... 1 2 50

... 1 3 50

... 1 4 50

... 2 1 50

... 2 2 50

... 2 3 50

... 2 4 50

... 3 1 10

... 3 2 0

... 3 3 0

... 3 4 0;

Definindo valores para o parâmetro tau

param tau :=

... 1 1 30

... 1 2 30

... 1 3 30

... 1 4 30

... 2 1 40

... 2 2 40

... 2 3 40

... 2 4 40

... 3 1 6

... 3 2 0

... 3 3 0

... 3 4 0;

Definindo valores para o parâmetro hemax

param hemax :=

1 · 30

2 · 30

3 · 30

4 · 30

5 · 40

6 · 40

7 · 40

8 · 40;

Resultados

INTEGER OPTIMAL SOLUTION FOUND

Time used: 608.1 secs

Memory used: 145.5 Mb (152583113 bytes)

Valor da Função Objetivo: 40.00

Número de Funcionários em Cada Setor e Turno:

Setor 1, Turno 1, Semana 1: 1 funcionários
 Setor 1, Turno 1, Semana 2: 1 funcionários
 Setor 1, Turno 2, Semana 1: 1 funcionários
 Setor 1, Turno 2, Semana 2: 1 funcionários
 Setor 1, Turno 3, Semana 1: 1 funcionários
 Setor 1, Turno 3, Semana 2: 1 funcionários
 Setor 2, Turno 1, Semana 1: 1 funcionários
 Setor 2, Turno 1, Semana 2: 1 funcionários
 Setor 2, Turno 2, Semana 1: 1 funcionários
 Setor 2, Turno 2, Semana 2: 1 funcionários
 Setor 2, Turno 3, Semana 1: 0 funcionários
 Setor 2, Turno 3, Semana 2: 0 funcionários
 Setor 3, Turno 1, Semana 1: 1 funcionários
 Setor 3, Turno 1, Semana 2: 1 funcionários
 Setor 3, Turno 2, Semana 1: 1 funcionários
 Setor 3, Turno 2, Semana 2: 1 funcionários
 Setor 3, Turno 3, Semana 1: 0 funcionários
 Setor 3, Turno 3, Semana 2: 0 funcionários
 Setor 4, Turno 1, Semana 1: 1 funcionários
 Setor 4, Turno 1, Semana 2: 1 funcionários
 Setor 4, Turno 2, Semana 1: 1 funcionários
 Setor 4, Turno 2, Semana 2: 1 funcionários
 Setor 4, Turno 3, Semana 1: 0 funcionários
 Setor 4, Turno 3, Semana 2: 0 funcionários

Número de Horas Trabalhadas em Cada Setor e Turno:

Setor 1, Turno 1, Semana 1: 34.00 horas
 Setor 1, Turno 1, Semana 2: 34.00 horas
 Setor 1, Turno 2, Semana 1: 40.00 horas
 Setor 1, Turno 2, Semana 2: 40.00 horas
 Setor 1, Turno 3, Semana 1: 6.00 horas
 Setor 1, Turno 3, Semana 2: 6.00 horas
 Setor 2, Turno 1, Semana 1: 30.00 horas
 Setor 2, Turno 1, Semana 2: 40.00 horas
 Setor 2, Turno 2, Semana 1: 40.00 horas
 Setor 2, Turno 2, Semana 2: 40.00 horas
 Setor 2, Turno 3, Semana 1: 0.00 horas
 Setor 2, Turno 3, Semana 2: 0.00 horas
 Setor 3, Turno 1, Semana 1: 40.00 horas
 Setor 3, Turno 1, Semana 2: 30.00 horas
 Setor 3, Turno 2, Semana 1: 40.00 horas
 Setor 3, Turno 2, Semana 2: 40.00 horas
 Setor 3, Turno 3, Semana 1: 0.00 horas
 Setor 3, Turno 3, Semana 2: 0.00 horas
 Setor 4, Turno 1, Semana 1: 30.00 horas
 Setor 4, Turno 1, Semana 2: 30.00 horas
 Setor 4, Turno 2, Semana 1: 40.00 horas
 Setor 4, Turno 2, Semana 2: 40.00 horas
 Setor 4, Turno 3, Semana 1: 0.00 horas
 Setor 4, Turno 3, Semana 2: 0.00 horas

Model has been successfully processed
 Writing MIP solution to 'Covid.out'...

>Exit code: 0 Time: 608.679