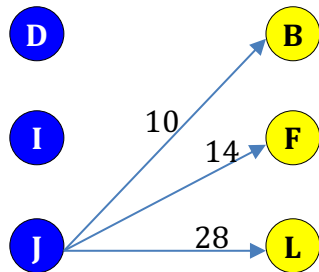


**Exercícios #13**  
**Valor total: 3 pontos**

**Solução**

**Questão 1 (Problema de Transporte)**

Transforme o problema do Exercício 11 em um Problema de Transporte. Para isso, ignore as limitações de fluxo dos trechos (D,K), (K,L) e (I,B). Depois disso, ligue diretamente os nós de oferta aos de demanda usando como custos seus caminhos mais curtos. No exercício 12 você já determinou o caminho mais curto do nó J até os demais:



Você deve determinar também os menores custos para os caminhos de D para (B, F, L) e de I para (B, F, L). Depois disso:

- Determine uma solução básica viável inicial usando o método do Menor Custo;
- Modele e resolva o problema. Compare a solução ótima com a obtida no item anterior;
- Desenhe o grafo mostrando a solução ótima.

	B	F	L
D	10	18	18
I	3	17	26
J	10	14	28

a)

	B	F	L		
D			1400	1400	0
I	1200		100	1500	200
J		1000		1100	100
	1200	1000	1500		
	0	0	0		

$$\text{Custo} = 3.600 + 14.000 + 25.200 + 2.600 = 45.400$$

b)

**Modelo no formato LINDO:**

```

min 10xDB + 18xDF + 18xDL +
     3xIB + 17xIF + 26xIL +
     10xJB + 14xJF + 28xJL
st
D) xDB + xDF + xDL <= 1400
  
```

I)  $x_{IB} + x_{IF} + x_{IL} \leq 1500$   
 J)  $x_{JB} + x_{JF} + x_{JL} \leq 1100$   
 B)  $x_{DB} + x_{IB} + x_{JB} = 1200$   
 F)  $x_{DF} + x_{IF} + x_{JF} = 1000$   
 L)  $x_{DL} + x_{IL} + x_{JL} = 1500$

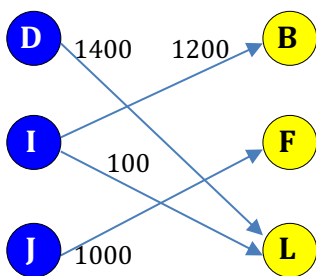
Objective value: 45400.00

Variable	Value	Reduced Cost
XDB	0.000000	15.000000
XDF	0.000000	12.000000
XDL	1400.000	0.000000
XIB	1200.000	0.000000
XIF	0.000000	3.000000
XIL	100.0000	0.000000
XJB	0.000000	7.000000
XJF	1000.000	0.000000
XJL	0.000000	2.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
D	0.000000	8.000000
I	200.0000	0.000000
J	100.0000	0.000000
B	0.000000	-3.000000
F	0.000000	-14.000000
L	0.000000	-26.000000

Por PURA coincidência, a solução obtida pela heurística do menor custo é ótima.

c)



## Questão 2 (Problema de Transporte)

[Baseado em Taha, pág. 90]

A JoShop quer designar cinco categorias de máquinas para execução de seis tipos de tarefas. O número de máquinas disponíveis nas cinco categorias são 30, 25, 40, 30 e 20. As quantidades de serviço nas seis tarefas são 30, 20, 20, 25, 10 e 15. A máquina de Categoria 2 não pode ser designada à tarefa do tipo 1, e a máquina de Categoria 5 não pode ser designada à tarefa do tipo 4. A Tabela abaixo dá o custo unitário (em R\$) da designação de uma categoria de máquina para execução de um tipo de tarefa. O objetivo do problema é determinar o número ótimo de máquinas em cada categoria a ser designado a cada tipo de tarefa.

		Tipo de Tarefa					
		1	2	3	4	5	6
Categoria da máquina	1	5	16	13	14	13	10
	2	—	8	13	9	8	14
	3	10	18	17	5	16	11
	4	14	7	13	10	13	16
	5	7	10	17	—	11	12

- Modele e resolva o problema.
- Desenhe o grafo mostrando a solução ótima.

a)

**Modelo no formato LINDO:**

```

min 5x11 + 16x12 + 13x13 + 14x14 + 13x15 + 10x16 +
      8x22 + 13x23 + 9x24 + 8x25 + 14x26 +
      10x31 + 18x32 + 17x33 + 5x34 + 16x35 + 11x36 +
      14x41 + 7x42 + 13x43 + 10x44 + 13x45 + 16x46 +
      7x51 + 10x52 + 17x53 + 11x55 + 12x56
st
M1) x11 + x12 + x13 + x14 + x15 + x16 <= 30
M2)      x22 + x23 + x24 + x25 + x26 <= 25
M3) x31 + x32 + x33 + x34 + x35 + x36 <= 40
M4) x41 + x42 + x43 + x44 + x45 + x46 <= 30
M5) x51 + x52 + x53 + x55 + x56 <= 20

T1) x11 + x31 + x41 + x51 = 30
T2) x12 + x22 + x32 + x42 + x52 = 20
T3) x13 + x23 + x33 + x43 + x53 = 20
T4) x14 + x24 + x34 + x44 = 25
T5) x15 + x25 + x35 + x45 + x55 = 10
T6) x16 + x26 + x36 + x46 + x56 = 15

```

**Modelo no formato LINGO:**

```

SETS:
    m / 1..5 /: s;
    n / 1..6 /: d;
    mat(m,n): c, x;
ENDSETS

DATA:
s = 30 25 40 30 20;
d = 30 20 20 25 10 15;
c =

```

```

5      16      13      14      13      10
1000  8        13      9        8        14
10     18      17      5        16      11
14     7       13      10      13      16
7      10      17      1000  11      12;
ENDDATA

MIN = fo;
fo = @SUM(m(i): @SUM(n(j): c(i,j)*x(i,j)));

@FOR(m(i): @SUM(n(j): x(i,j)) <= s(i));
@FOR(n(j): @SUM(m(i): x(i,j)) = d(j));

```

ou...

```

SETS:
    m / 1..5 /: s;
    n / 1..6 /: d;
    mat(m,n): c, x;
ENDSETS

DATA:
s = 30    25    40    30    20;
d = 30    20    20    25    10    15;
c =
    5      16      13      14      13      10
   -1      8       13      9        8        14
   10     18      17      5        16      11
   14     7       13      10      13      16
    7      10      17     -1      11      12;
ENDDATA

MIN = fo;
fo = @SUM(m(i): @SUM(n(j) | c(i,j) #GE# 0: c(i,j)*x(i,j)));

@FOR(m(i): @SUM(n(j) | c(i,j) #GE# 0: x(i,j)) <= s(i));
@FOR(n(j): @SUM(m(i) | c(i,j) #GE# 0: x(i,j)) = d(j));

```

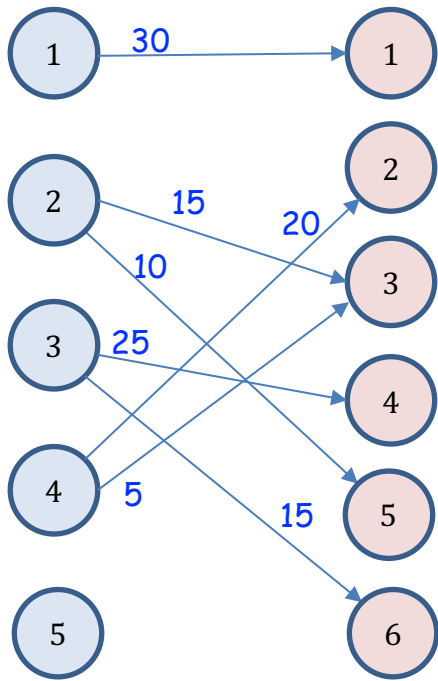
Solução (mostrando apenas os não-zeros):

Objective value: 920.0000

Variable	Value
X11	30.00000
X23	15.00000
X25	10.00000
X34	25.00000
X36	15.00000
X42	20.00000
X43	5.000000

Row	Slack or Surplus
M4	5.000000
M5	20.00000

b)



## Questão 2 (Problema de Designação)

(Adaptado de Taha, p. 98)

Os quatro filhos de Joe Klyne – John, Karen, Terri e Mike – querem ganhar algum dinheiro para gastar durante uma excursão da escola até o zoológico local. O Sr. Klyne escolheu cinco tarefas para seus filhos: (1) cortar a grama; (2) pintar a porta da garagem; (3) lavar os carros da família; (4) dar banho nos cachorros; e (5) lavar os banheiros. Para evitar a concorrência prevista entre os irmãos, ele pediu que seus filhos apresentassem propostas (fechadas) do que eles consideravam que fosse um pagamento justo para cada uma das três tarefas. Ficou combinado que os quatro concordariam com a decisão do pai sobre quem executaria qual tarefa. Cada filho ficaria responsável por uma única tarefa. A Tabela a seguir resume as propostas recebidas. Com base nessas informações, como o Sr. Klyne deve designar as tarefas, de modo que ele gaste o mínimo possível? Calcule o valor total gasto, as designações feitas, e indique qual tarefa “sobrará” para o próprio Sr. Klyne fazer.

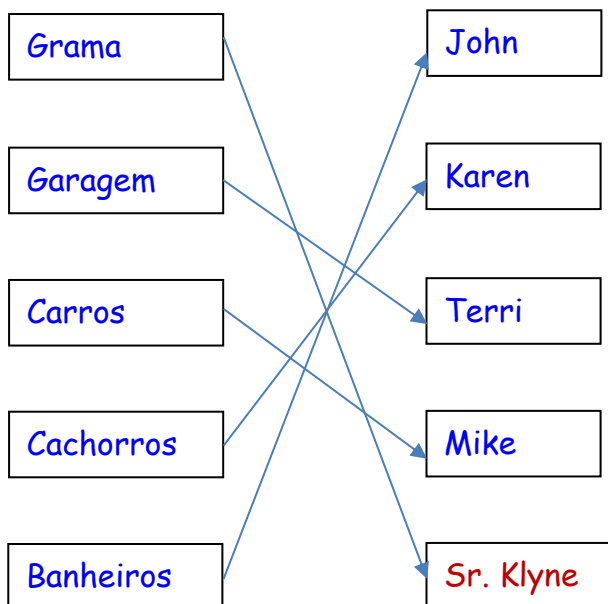
	John	Karen	Terri	Mike
Cortar a grama	6	4	6	5
Pintar a porta da garagem	3	8	2	6
Lavar os carros da família	3	8	3	2
Dar banho nos cachorros	1	1	1	1
Lavar os banheiros	3	5	5	8

6	4	6	5	0
3	8	2	6	0
3	8	3	2	0
1	1	1	1	0
3	5	5	8	0

5	3	5	4	0
2	7	1	5	0
2	7	2	1	0
0	0	0	0	0
2	4	4	7	0

4	2	4	3	0
1	6	0	4	0
1	6	1	0	0
0	0	0	0	1
1	3	3	6	0

3	1	4	3	0
0	5	0	4	0
0	5	1	0	0
0	0	1	1	2
0	2	3	6	0



$$\text{Custo Total} = 3 + 1 + 2 + 2 + 0 = 8$$