

Investigação Operacional - 7 Jun 2011  
Esboço de resolução

①

1. a) Devem ser produzidas e vendidas 38 ton. de P1, 10 ton de P2 e 2 de P3, obtendo-se uma receita total de 852 u.m. Com este plano de produção, são usadas todas as horas de trabalho disponíveis e a quantidade de P2 é exacta/ 20% do total da produção.

b)  $\max z = 18x_1 + 12x_2 + 24x_3$   
 $2x_1 + 4x_2 + 4x_3 \leq 124$   
 $-0,2x_1 + 0,8x_2 - 0,2x_3 \geq 0 \Leftrightarrow 0,2x_1 - 0,8x_2 + 0,2x_3 \leq 0$   
 $x_1, x_2, x_3 \geq 0$

F.A.  
 $\max z$   
 $z - 18x_1 - 12x_2 - 24x_3 = 0$   
 $2x_1 + 4x_2 + 4x_3 + x_4 = 124$   
 $0,2x_1 - 0,8x_2 + 0,2x_3 + x_5 = 0$   
 $x_1, \dots, x_5 \geq 0$

VB	Z	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	RHS	maj
$x_4$	1	-18	-12	-24	0	0	0	
$x_5$	0	0,2	-0,8	0,2	0	1	0	$x_5 \leq 0$
Z	1	6	-108	0	0	120	0	
$x_4$	0	-2	20	0	1	-20	124	
$x_1$	0	1	-4	1	0	5	0	

$z = 0$

$x = (0, 0, 0; 124, 0)$

esta sol. n̄ é optima pq coef de  $x_2 = -108 < 0$

c) Dual:  $\min w = 124y_1 + 50y_3$

s.a  $\begin{cases} 2y_1 - 0,2y_2 + y_3 \geq 18 \\ 4y_1 + 0,8y_2 + y_3 \geq 12 \\ 4y_1 - 0,2y_2 + y_3 \geq 24 \\ y_1 \geq 0, y_2 \leq 0, y_3 \text{ livre} \end{cases}$

$y = (10, 0, 0)$  é s.a. D

$w = 1240$

Como  $w^* = z^* = 852 < 1240$ ,  $(10, 0, 0)$  é admissível mas não optima.

Pelo relatório de sensibilidade,  $y^* = (3, -12, 9,6)$  (sol. opt. do Dual)

d)  $c_3 = 24 \rightarrow c'_3 = 24 + 0,25 \times 24 = 24 + 6$   $\Delta c_3 = 6 < +\infty \Rightarrow$

$\Rightarrow x^*$  n̄ se altera e novo  $z^* = \text{velho } z^* + \Delta c_3 \times x_3^* = \text{velho } z^* + 6 \times 2 = \text{velho } z^* + 12$

R: A sol. optima n̄ se altera e a receita total aumenta 12 u.m.

e)  $b_1 = 124 \rightarrow b'_1 = 124 + 48$   $\Delta b_1 = 48 \in [-4, 76] \Rightarrow \Delta z = \Delta b_1 \times y_1^* = 48 \times 3 = 144$

R: A receita total aumenta 144 u.m.

f)  $x_2 \geq 2 + 0,20(x_1 + x_2 + x_3) \Leftrightarrow -0,2x_1 + 0,8x_2 - 0,2x_3 \geq 2 \therefore b_2 = 0 \rightarrow b'_2 = 2$   
 $\Delta b_2 = 2 \in [-10, 2] \Rightarrow \text{novo } z^* = \text{velho } z^* + \Delta b_2 \times y_2^* = \text{velho } z^* + 2 \times (-12)$

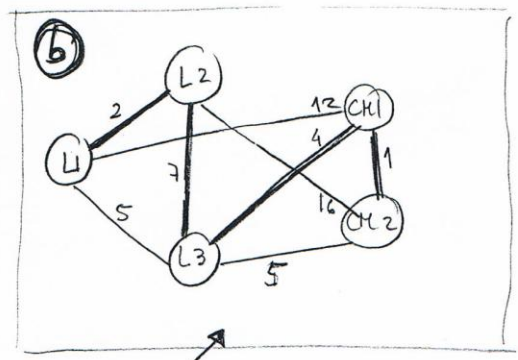
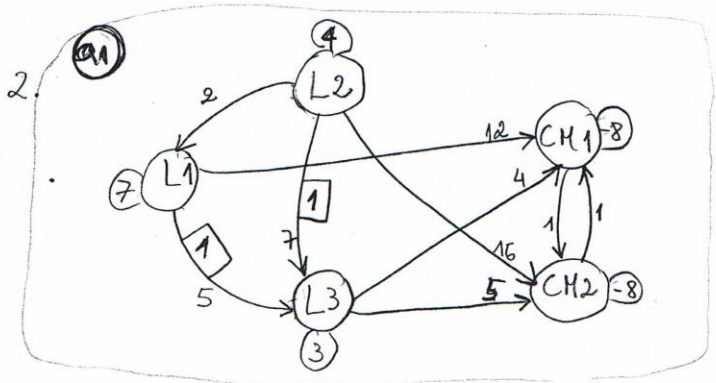
R: A receita diminuirá 24 u.m.

g)  $\max Z = 18x_1 + 12x_2 + 24x_3 + 22x_4 - 4y_4$

1.a

$$\begin{cases} 2x_1 + 4x_2 + 4x_3 + 3x_4 \leq 124 \\ -0,2x_1 + 0,8x_2 - 0,2x_3 - 0,2x_4 \geq 0 \\ x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 50 \\ x_1 \leq My_1, x_2 \leq My_2, x_3 \leq My_3, x_4 \leq My_4 \\ y_1 + y_2 + y_3 + y_4 \leq 3 \\ y_4 \leq y_1 \\ x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0, y_1, y_2, y_3, y_4 \in \{0,1\} \end{cases} \quad (M=50)$$

(onde  $x_i = n^\circ$  ton a prod. de novo produto e  $y_i = \begin{cases} 1, & \text{se se prod } P_i, i=1, \dots, 4. \\ 0, & \text{se n se prod } P_i \end{cases}$ )



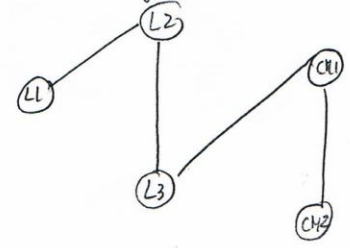
a1) Uma sol. admi.: 4 carros (=20 pessoas) de L2 para CH2  
 7 carros (=35 pessoas) de L1 para CH1  
 3 carros (=15 pessoas) de L3 para CH2

Custo total :  $4 \times 16 + 7 \times 12 + 3 \times 5 = 163$

b) Determinação da AGM na rede, pelo algoritmo de Prim.

iteração	nova aresta	nº de aresta, adjacente e máximo	custo da ligação	aresta a incluir na aresta
1	L1	L2	2	(L1, L2)
2	L1 L2	L3	5* 7	(L1, L3)
3	L1 L2 L3	CH1 CH2 CH1	12 16 4*	(L3, CH1)
4	L1 L2 L3 CH1	- CH2 CH2 CH2	16 5 1*	(CH1, CH2)

A rede de emergência que deve ser construída é a seguinte



e o custo total de construção é  $2 + 5 + 4 + 1 = 12$  u.u.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	arcos	fluxo	uij	cij		nós	fluxo liq		bi
2	L1,L3		1	5		L1	=B2+B3-B4	=	7
3	L1,CM1			12		L2	=B4+B5+B6	=	4
4	L2,L1			2		L3	=B7+B8-B5-B2	=	3
5	L2,L3		1	7		CM1	=B9-B3-B7-B10	>=	-8
6	L2,CM2			16		CM2	=B10-B8-B6-B9	>=	-8
7	L3,CM1			4					
8	L3,CM2			5					
9	CM1,CM2			1					
10	CM2,CM1			1					
11				=SUMPRODUCT(B2:B10;D2:D10)					

### Solver Parameters

Set Target Cell:

Equal To:  Max  Min  Value of:

By Changing Cells:

Subject to the Constraints:

\$B\$2 <= \$C\$2  
 \$B\$5 <= \$C\$5  
 \$G\$2 : \$G\$4 = \$I\$2 : \$I\$4  
 \$G\$5 : \$G\$6 >= \$I\$5 : \$I\$6