

INSTITUTO SUPERIOR DE ECONOMIA E GESTÃO  
INVESTIGAÇÃO OPERACIONAL – 1º Semestre

Data: 08/01/2013

Época Normal

Duração: 2horas

Nota: Justifique todas as respostas e apresente os cálculos efetuados

1. Considere o seguinte problema relativo a uma fábrica em que cada variável de decisão,  $x_j$ , representa a quantidade de produto  $j$  ( $j = 1,2,3$ ) a produzir por semana e as restrições funcionais correspondem a recursos necessários. A função objetivo representa o lucro total (em u.m.) obtido com a produção semanal.

$$\begin{aligned} \text{Max } Z &= 2x_1 + 4x_2 + 6x_3 \\ \text{s. a: } &\begin{cases} 5x_1 + 2x_2 + 3x_3 \leq 30 \\ x_1 + 4x_2 + 2x_3 \leq 8 \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

**Nota:** Nas respostas às alíneas pode recorrer, sempre que necessário, à informação do output do Solver/Excel seguinte:

**Microsoft Excel 14.0 Sensitivity Report**

**Variable Cells**

Cell	Name	Final Value	Reduced Cost	Objective Coefficient	Allowable Increase	Allowable Decrease
\$C\$7	$x_1$	A	-1	2	H	I
\$D\$7	$x_2$	B	-8	4	8	1E+30
\$E\$7	$x_3$	C	0	6	J	K

**Constraints**

Cell	Name	Final Value	Shadow Price	Constraint R.H. Side	Allowable Increase	Allowable Decrease
\$F\$4	r1	D	F	30	1E+30	18
\$F\$5	r2	E	G	8	12	8

- a) (2,5 valores) Escreva o problema dual e resolva-o graficamente.
- b) (1,5 valores) Obtenha a solução ótima do problema primal (variáveis de decisão e auxiliares ou de desvio) a partir da solução ótima do problema dual.
- c) (2 valores) Interprete as soluções ótimas dos dois problemas: i) no caso do primal inclua também as variáveis auxiliares; ii) no caso do dual indique os intervalos em que a interpretação se mantém válida.
- d) (1 valor) No output do Solver há informação que se perdeu. Indique os valores das células assinaladas pelas letras de A a G.
- e) (2 valores) Faça uma iteração do método do simplex para o problema primal apresentado. Apresente a solução obtida e classifique-a.
- f) (1,5 valores) Consultando informação do output do Solver/Excel, qual o recurso que consideraria aumentar e em que quantidade para obter um aumento de 15 u.m. no lucro.
- g) (1,5 valores) Com base na resolução gráfica do dual e nos conhecimentos sobre dualidade determine o intervalo de sensibilidade para o coeficiente da variável  $x_1$  na função objetivo.
- h) (1,5 valores) Suponha que existem 20 unidades disponíveis de um terceiro recurso que pode substituir o recurso 1, se se verificar ser mais vantajoso. Sabendo que para se produzir uma unidade de cada um dos três produtos se consome 2, 2 ou 6 unidades desse recurso, modifique o modelo acima para incluir esta restrição. Não resolva o novo problema.

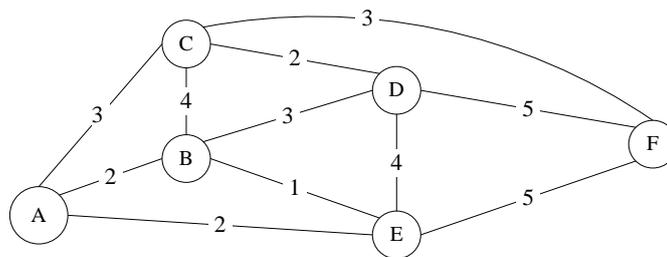
(v.s.f.f.)

2. Suponha que ocorrem, em simultâneo, acidentes muito graves em 3 locais distintos (L1, L2 e L3), sendo pedidas 2, 3 e 5 equipas do INEM. De forma a minimizar o custo total associado ao auxílio às vítimas, considerou-se possível disponibilizar o apoio de dois centros (C1 e C2). O custo por equipa afeta, bem como o número de equipas que podem ser disponibilizadas de cada centro, estão identificados na tabela seguinte.

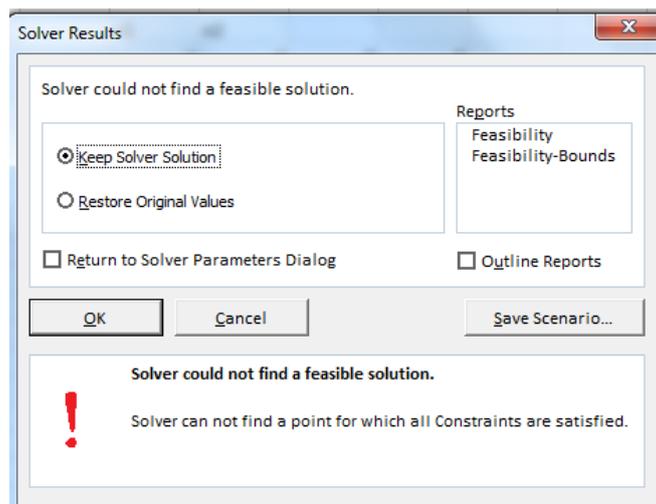
Centro	Locais			Disponibilidade (em equipas do INEM)
	L1	L2	L3	
C1	1	3	5	6
C2	1	2	6	8

- (0,5 valores) Identifique o problema descrito como um caso particular de um dos problemas tipo estudados em IO.
- (2 valores) Formule o problema **na folha do Excel/Solver anexa** de forma a conseguir resolvê-lo pelo Solver (preencha **todos** os campos necessários à resolução).
- (0,5 valores) Que alterações poderão ocorrer na solução ótima se exigir que as variáveis só podem assumir valores inteiros?

3. (2 valores) Determine uma árvore geradora mínima e o respetivo custo total na rede seguinte, onde os valores sobre as arestas representam custos da ligação. Indique de forma detalhada a sequência na seleção das ligações.



4. (1,5 valores) Justificando a sua opção, escreva um modelo de programação linear tal que se tentar resolver pelo excel/solver obterá o seguinte quadro:



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														

### Solver Parameters

Set Objective:

To:  Max  Min  Value Of:

By Changing Variable Cells:

Subject to the Constraints:

Make Unconstrained Variables Non-Negative

Select a Solving Method:

**Solving Method**

Select the GRG Nonlinear engine for Solver Problems that are smooth nonlinear. Select the LP Simplex engine for linear Solver Problems, and select the Evolutionary engine for Solver problems that are non-smooth.

Sheet1 | Answer Report 1 | Sensitivity Report 1 | ev1 | Sheet3