

# INSTITUTO SUPERIOR DE ECONOMIA E GESTÃO

## INVESTIGAÇÃO OPERACIONAL

2011/06/03

Época Normal

Duração: 2h

**(Nota: Justifique convenientemente todas as suas respostas e apresente os cálculos efectuados)**

1. Um empresário pretende maximizar a receita relativa à venda de três produtos, P1, P2 e P3, que produz numa das suas fábricas. Para o final da próxima semana, foi recebida uma encomenda de 50 toneladas do total dos três produtos, tendo sido exigido pelo cliente que a quantidade de P2 fosse pelo menos 20% do total da encomenda. Na próxima semana, os trabalhadores da fábrica têm 124 horas disponíveis para a produção desta encomenda.

O modelo de PL criado para resolver este problema foi o seguinte

$$\begin{aligned} \max z &= 18x_1 + 12x_2 + 24x_3 \quad (u. m.) \\ s. a \quad &\begin{cases} 2x_1 + 4x_2 + 4x_3 \leq 124 \\ -0,2x_1 + 0,8x_2 - 0,2x_3 \geq 0 \\ x_1 + x_2 + x_3 = 50 \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

onde  $x_j = n^\circ$  de toneladas a produzir do produto  $j$ ,  $j = 1, 2, 3$ .

Após resolução com o Solver/Excel, obtiveram-se os relatórios:

### Microsoft Excel 12.0 Relatório de respostas

Célula de destino (Máx)

Célula	Valor original	Valor final
\$F\$6	0	852

Células ajustáveis

Célula	Nome	Valor original	Valor final
\$C\$5	p1	0	38
\$D\$5	p2	0	10
\$E\$5	p3	0	2

Restrições

Célula	Valor da célula	Fórmula	Estado	Tolerância
\$F\$2	124	\$F\$2<=\$H\$2	Arquivar	0
\$F\$3	0	\$F\$3>=\$H\$3	Arquivar	0
\$F\$4	50	\$F\$4=\$H\$4	Não arquivar	0

### Microsoft Excel 12.0 Relatório de sensibilidade

Células ajustáveis

Célula	Nome	Final	Reduzido	Objectivo	Permissível
		Valor	Custo	Coeficiente	Aumentar
\$C\$5	p1	38	0	18	6
\$D\$5	p2	10	0	12	12
\$E\$5	p3	2	0	24	1E+30

Restrições

Célula	Final	Sombra	Restrição	Permissível	Permissível
	Valor	Preço	Lado direito	Aumentar	Diminuir
\$F\$2	124	3	124	76	4
\$F\$3	0	-12	0	2	10
\$F\$4	50	9,6	50	1,666667	19

a)(2 val) Com base no Relatório de Respostas, faça um pequeno relatório a enviar ao empresário com a informação relevante.

b)(2 val) Considere o problema que se obtém do problema dado, eliminando a terceira restrição. Faça uma iteração do algoritmo do simplex e averigúe se a solução obtida é ótima.

c)(2 val) Escreva o dual do modelo de PL apresentado e indique uma solução admissível não ótima do dual e outra solução que seja ótima do dual.

d)(1,5 val) O empresário sabe que se aumentar o preço de venda de P3 em 25%, não perderá esta encomenda e decide aumentá-lo. Quais as consequências na receita e no plano ótimo de produção?

e)(1,5 val) Um empregado que estava de baixa médica vai regressar, o que permitirá dispor de mais 48 horas na próxima semana. Como é que a receita total será afectada?

f)(1,5 val) O cliente alterou a sua exigência relativa à quantidade de P2. Pretende agora que a quantidade de P2 ultrapasse em, pelo menos, 2 toneladas, os 20% do total da encomenda. Quais as consequências de tal alteração na receita total?

g)(3 val) O empresário e o cliente estão interessados em estudar as consequências de se poder fabricar mais um produto, P4, que consome 3 horas de trabalho por tonelada produzida e que tem um preço de venda de 22u.m. por tonelada. As exigências do cliente mantêm-se, mas o empresário pretende produzir, no máximo, três produtos diferentes e só produzirá P4 se também produzir P1. Se se fabricar P4, por ser um novo produto, existe um custo de formação de pessoal associado de 40 u.m. Apresente um modelo linear que represente a nova situação.

(v.s.f.f.)

2. Numa zona industrial onde trabalham 70 pessoas deflagrou um incêndio que se pensa estar controlado. De acordo com os planos de evacuação, os trabalhadores concentraram-se nos locais L1, L2 e L3 e comunicaram aos bombeiros que se encontram 35 pessoas em L1, 20 em L2 e 15 em L3.

Os bombeiros dirigem-se para a zona em 14 carros, a fim de transportarem todos os trabalhadores de L1, L2 e L3 para os centros médicos CM1 e CM2, que têm capacidade para receber, no máximo, 40 pessoas cada. Além do condutor, cada carro transporta 5 pessoas até um centro médico.

Por razões de segurança, não será permitido passar mais do que um carro de bombeiros tanto na ligação (L1, L3) como na ligação (L2, L3).

Os custos de deslocação das viaturas entre os diferentes locais são os indicados na tabela seguinte

De	L1	L1	L2	L2	L2	L3	L3	CM1	CM2
Para	L3	CM1	L1	L3	CM2	CM1	CM2	CM2	CM1
custo unitário (u.m.)	5	12	2	7	16	4	5	1	1

a) Sabendo que se pretende organizar o transporte dos trabalhadores da forma mais barata possível,

a1) (1,5 val) proponha uma solução admissível para o problema (não necessariamente ótima) e indique o seu custo;

a2) (2,5 val) escreva na folha em anexo, exactamente o que escreveria numa folha em Excel, se pretendesse resolver este problema com o *Solver*.

b) (2,5 val) Quando se fizer a recuperação dos estragos provocados pelo incêndio, será construída uma rede de apoio a situações de emergência, ligando os cinco locais acima indicados. Nessa rede, terá de existir uma ligação entre qualquer par de locais (ligação directa ou passando por outros locais). Considerando agora que os custos presentes na tabela são os custos de construção das respectivas ligações determine, justificando, a rede de emergência de custo mínimo que deve ser construída.