

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

1. Considere o output do Anexo A, obtido da utilização do *Solver/Excel* na resolução do problema de PL formulado para determinar o montante a cobrar por cada bilhete num parque de estacionamento de um estabelecimento numa congestionada zona de Lisboa. Vão ser emitidos três tipos de bilhetes, relacionados com três tipos de utilizadores do parque: funcionários do estabelecimento (tipo 1); clientes (tipo 2); e outros utilizadores (tipo 3). Representou-se por x_j o preço (em *u.m.*) a cobrar por bilhete de tipo j ($j = 1,2,3$). A maximização da receita total por unidade de tempo, calculada em função do número esperado de bilhetes que serão vendidos por unidade de tempo, e sujeito a quatro restrições funcionais, deu origem ao seguinte PL:

$$\begin{array}{ll} \text{Max } Z = 20x_1 + 40x_2 + 10x_3 & \text{receita total (em } u.m.) \\ \text{s.a: } \begin{cases} 4x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 260 & \text{capacidade do parque} \\ x_1 \leq 20 & \text{preço máximo de um bilhete de tipo 1 (} u.m.) \\ 10x_1 + 10x_2 + x_3 \geq 900 & \text{receita mínima exigida (em } u.m.) \\ 4x_1 - x_2 = 0 & \text{relação entre preços de bilhetes (em } u.m.) \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0 \end{cases} \end{array}$$

- a) (2,5 valores) Escreva e interprete a solução ótima primal (variáveis de decisão e auxiliares), fazendo também referência ao valor ótimo.
- b) (1 valor) Escreva o dual do problema dado.
- c) (1,5 valores) Indique e interprete o primeiro preço-sombra, explicitando o intervalo em que permanece válido.
- d) (1,5 valores) Quais as consequências na receita total de alterar para 5 *u.m.* (termo independente da quarta restrição funcional) a actual relação entre os preços de venda dos bilhetes de tipo 1 e 2.
- e) (1,5 valores) Quais as consequências, quer na actual solução ótima quer no correspondente valor ótimo, de um acréscimo de 10 no número esperado de bilhetes que serão vendidos por unidade de tempo a funcionários.
- f) (2,5 valores) Para aumentar a receita, a direcção do parque pretende optar entre: (A) a realização de obras para aumentar a capacidade do parque para 280, e que custarão 150 *u.m.*; (B) aumentar de 20 para 21 *u.m.* o preço máximo a cobrar aos funcionários do estabelecimento. Justifique qual das opções será mais favorável para a direcção do parque.
- g) (1,5 valores) Indique, justificando, as alterações a incluir na formulação do modelo de PL de forma a impor que só serão emitidos dois tipos de bilhetes no máximo: os bilhetes para funcionários e um dos outros dois tipos (ou bilhetes de tipo 2 ou de tipo 3). Considere ainda que a emissão dos bilhetes de tipo 1, 2 ou 3 acarretam, respectivamente, um custo fixo de 50, 150, e 75 *u.m.*.

(v.s.f.f.)

2. Considere o seguinte quadro incompleto do simplex relativo a um problema de PL com duas variáveis de decisão e quatro restrições funcionais de tipo “ \leq ”:

VB	Z	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	T.I.
Z	1	0	-4	0	-2	0	0	20
	0	0	2	1	0	0	0	4
	0	1	-1	0	2	0	0	2
	0	0	1	0	2	1	0	0
	0	0	1	0	-1	0	1	1

- a) (2,5 valores) Faça **uma** iteração do algoritmo do simplex a partir do quadro dado. Escreva e classifique a solução que obtiver.
- b) (1 valor) Explique o significado de todos os valores do quadro dado na coluna da variável x_2 .
3. Considere a seguinte tabela de custos unitários (em *u.m.*) de transporte de um produto de três fábricas para dois armazéns, onde “-” representa um transporte impossível:

		Custos unitários (em <i>u.m.</i>)		Capacidade produtiva (<i>ton.</i>)
		A1	A2	
Fábricas	Armazéns			
F1		20	10	500
F2		15	-	200
F3		5	25	300
Procura (<i>ton.</i>)		400	500	

- a) (1,5 valores) Escreva e interprete uma solução admissível para o problema.
- b) (3 valores) Preencha a folha *Excel* e a respectiva janela do *Solver* do Anexo **B**, apresentando todos os parâmetros e fórmulas que lhe permitiriam resolver o problema.

ANEXO A

Microsoft Excel 12.0 Answer Report

Target Cell (Max)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$F\$7	receita (u.m.)	0,00	3800,00

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$C\$8	x1	0,00	20,00
\$D\$8	x2	0,00	80,00
\$E\$8	x3	0,00	20,00

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$F\$3	capacidade do parque	260	\$F\$3<=\$H\$3	Binding	0
\$F\$4	preço máximo - tipo 1	20	\$F\$4<=\$H\$4	Binding	0
\$F\$5	receita mínima	1020	\$F\$5>=\$H\$5	Not Binding	120
\$F\$6	relação entre preços	0	\$F\$6=\$H\$6	Not Binding	0

Microsoft Excel 12.0 Sensitivity Report

Adjustable Cells

Cell	Name	Final Value	Reduced Cost	Objective Coefficient	Allowable Increase	Allowable Decrease
\$C\$8	x1	20,00	0,00	20	1E+30	60
\$D\$8	x2	80,00	0,00	40	1E+30	15
\$E\$8	x3	20,00	0,00	10	5	10

Constraints

Cell	Name	Final Value	Shadow Price	Constraint R.H. Side	Allowable Increase	Allowable Decrease
\$F\$3	capacidade do parque	260	10	260	1E+30	20
\$F\$4	preço máximo - tipo 1	20	60	20	1,67	3,16
\$F\$5	receita mínima	1020	0	900	120	1E+30
\$F\$6	relação entre preços	0	-20	0	15	10

ANEXO B

Nome: _____

N.º: _____

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													

Solver Parameters [?] [X]

Set Target Cell: [X]

Equal To: Max Min Value of:

By Changing Cells: [X]

Subject to the Constraints: