

Data: 18-12-2024

Época Normal

Duração: 2 horas

Nota: Justifique todas as respostas e apresente os cálculos efetuados.

Responda a todas as questões utilizando metodologias lecionadas em Investigação Operacional.

1. A empresa de produtos agrícolas OLI produz e vende azeite no mercado interno e no mercado externo. A OLI poderá produzir até 6 mt (mt = mil toneladas) de azeite. A quantidade de azeite a vender no mercado externo não poderá ultrapassar as 3 mt. A OLI terá uma despesa de 2000 u.m. e de 4000 u.m., por mt, com a venda do azeite no mercado interno e externo, respetivamente. A despesa total com a venda do azeite não poderá exceder 16000 u.m.. A empresa obterá um lucro de 500 u.m. e de 600 u.m., por mt, com a venda do azeite no mercado interno e no mercado externo, respetivamente. Designe por x_1 e por x_2 a quantidade de azeite, em mt, a vender no mercado interno e externo, respetivamente. Com o objetivo de maximizar o lucro da OLI a divisão de **Gestão e Investigação Operacional (GIO)** formulou o seguinte PL:

$$\begin{aligned} \text{Max } Z &= 500 x_1 + 600 x_2 \\ \text{s. a: } &\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 6 \text{ (R1)} \\ x_2 \leq 3 \text{ (R2)} \\ 2x_1 + 4x_2 \leq 16 \text{ (R3)} \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

e a resolução deste PL pelo Solver do Excel produziu o seguinte relatório de sensibilidade.

Variable Cells

Cell	Name	Final Value	Reduced Cost	Objective Coefficient	Allowable Increase	Allowable Decrease
\$B\$2	x1	4	0	500	100	200
\$C\$2	x2	2	0	600	400	100

Constraints

Cell	Name	Final Value	Shadow Price	Constraint R.H. Side	Allowable Increase	Allowable Decrease
\$D\$4	R1	6	400	6	2	1
\$D\$5	R2	2	0	3	1E+30	1
\$D\$6	R3	16	50	16	2	4

- (a) (1,5 val.) Indique o valor ótimo e a solução ótima (variáveis de decisão e de folga) do PL, e interprete o seu significado no contexto do problema.
- (b) (2,0 val.) A OLI pretende aumentar os seus lucros, **sem alterar a estratégia ótima de venda**, pelo que a direção colocou à GIO as duas seguintes opções:
- Aumentar a produção da quantidade total de azeite o máximo possível. Foi avaliado que o aumento da produção tem um custo adicional de 300 u.m., por mt.
 - Disponibilizar mais 2000 u.m. para a despesa com a venda do azeite.
- Nestas circunstâncias qual será a melhor decisão para a empresa?
- (c) (2,0 val.) A GIO sugeriu que outra possibilidade seria a de tentar a venda do azeite num mercado mais exigente (um terceiro mercado). Considere que a despesa na preparação e venda do azeite neste mercado será de 5000 u.m., por mt. De quanto teria de ser o lucro unitário para justificar a venda neste novo mercado?
- (d) Suponha que a OLI tem 3 unidades de produção de azeite: em Vila Real; na Guarda e em Beringel. A maior unidade de produção é a de Vila Real e tem disponíveis 3 mt de azeite, a da Guarda tem 1 mt e a de Beringel

tem 2 mt. O azeite terá de ser levado para 4 grandes armazéns (A1, A2, A3, A4) que depois farão a sua distribuição pelos diferentes mercados. Cada armazém recebe 1,5 mt de azeite. Os custos de transporte (u.m.), por mt, são indicados na tabela seguinte.

	A1	A2	A3	A4
Vila Real	10	3	5	7
Guarda	8	10	6	3
Beringel	5	6	3	4

- (1,0 val.) Identifique o problema, proponha uma solução admissível e indique o seu valor.
- (1,5 val.) Formule o problema em programação linear.

2. A Luana estava a resolver um exercício de programação linear e chegou ao seguinte quadro do Simplex.

- (1,0 val.) Indique e classifique a solução associada a este quadro.
- (1,5 val.) Se possível, efetue uma iteração do algoritmo Simplex. Nesse caso, indique e classifique a solução obtida. Caso não seja possível, justifique.
- (1,0 val.) Suponha que, neste quadro do Simplex, na coluna de x_1 **todos** os valores são iguais a -3. O que pode concluir?

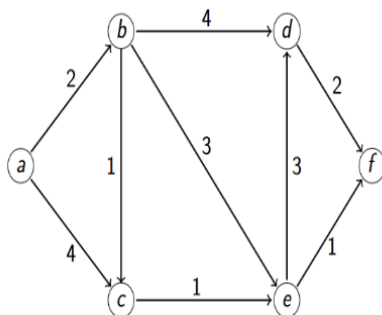
VB	z	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	TI
z	1	-3	0	7	2	0	0	4
x_2	0	-3	1	2	3	0	0	1
x_5	0	3	0	-3	-1	1	0	9
x_6	0	0	0	2	3	0	1	8

3. Considere que a OLI decidiu diversificar a sua oferta e pondera produzir três produtos **P1**, **P2** e **P3** derivados da azeitona e do azeite. A GIO formulou o seguinte PL no qual x_i representa a quantidade, em mt, do novo produto $i = 1, 2, 3$ a produzir e que maximiza o lucro com a venda desses produtos, tendo em conta duas restrições (R1) e (R2) referentes a diferentes estratégias da linha de produção.

$$\begin{aligned} \text{Max } Z &= 3x_1 + 4x_2 + 5x_3 \\ \text{s. a: } &\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 12 \text{ (R1)} \\ 3x_2 + x_3 \leq 16 \text{ (R2)} \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

A GIO sabe que precisa de adicionar outras restrições ao modelo para as quais tem de usar três variáveis binárias y_1 , y_2 e y_3 cujo valor será 1 (um) se os produtos **P1**, **P2** e **P3**, respetivamente, são produzidos e 0 (zero) caso contrário. Modele as seguintes situações, de forma independente, para incluir no modelo anterior:

- (1,0 val.) Só é possível produzir **P3** se for produzido **P2**.
 - (1,0 val.) Ou se produzem ambos **P1** e **P2** ou nenhum deles é produzido.
 - (1,5 val.) As restrições (R1) e (R2) referem-se a estratégias de produção alternativas. Caso **P3** não seja produzido, é necessário utilizar (R1), caso **P1** não seja produzido é necessário utilizar (R2).
4. Considere a seguinte rede que representa as ligações existentes entre diversos locais **a**, **b**, **c**, **d**, **e**, **f** onde a OLI tem explorações agrícolas. Junto de cada ligação está o custo (u.m.) de a percorrer usando um pequeno trator.



- (2,0 val.) A Luana mora próximo do local **a** e desloca-se com frequência ao local **f**. Utilize a folha em anexo para formular um problema que lhe permita identificar, utilizando o Solver/Excel, o melhor caminho a percorrer de **a** a **f**.
- (1,5 val.) Identifique uma solução admissível para o problema de (a) e indique o seu valor.
- (1,5 val.) Uma tempestade destruiu todas as ligações. A OLI decidiu que vai começar por reconstruir aquelas que permitam ligar todos os locais ao menor custo total, independentemente da orientação da ligação. Usando um algoritmo estudado, identifique as ligações que devem ser reconstruídas em primeiro lugar.

NOME: _____

Nº: _____

	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													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													

Solver Parameters

Set Objective:

↑

To:

☐ Max

☐ Min

☐ Value Of:

0

By Changing Variable Cells:

↑

Subject to the Constraints:

Add

Change

Delete

Reset All

Load/Save

☐ Make Unconstrained Variables Non-Negative

Select a Solving Method:

Options