

Optimização para Ciência de Dados

Relatório Grupo 18

Docente: Ana Catarina Nunes

Anastasia Fynar, N.º123452, CD-PL

André Estêvão, N.º123442, CD-PL

Matilde Costa, N.º110995, CDA2

Patrícia Shulzhyk, N.º123449, CD-PL



GRUPO 18



Anastasia Fynar
Nº123452
CD-PL



André Estêvão
Nº123442
CD-PL



Matilde Costa
Nº110995
CDA2



Patrícia Shulzhyk
Nº123449
CD-PL



ÍNDICE

01. INTRODUÇÃO

02. PARTE I – MODELO

03. PARTE II – RESOLUÇÃO DO MODELO

04. PARTE III – PLANO DE TRANSPORTE

05. PARTE IV – QUESTÕES DA TORRESMAR

**06. PARTE V – ESTUDO DO IMPACTO DO LUCRO POR TONELADA NO
COMPARTIMENTO DA FRENTE**

07. PARTE VI – PROPOSTA DE ALTERAÇÃO

08. CONCLUSÃO

09. ANEXOS

INTRODUÇÃO

Neste relatório irá ser abordado um caso de otimização de dados relacionado à empresa TorresMar, uma empresa especializada no transporte por via marítima. Esta mesma empresa pretende planejar o transporte do pedido de um cliente e pretende obter o maior lucro possível.

O pedido consiste no envio de materiais para os Açores num navio da TorresMar que se encontra dividido em três compartimentos de carga (Frente, Centro e Traseira), estes mesmos com limitações de capacidade e requisitos de segurança a seguir.

Neste relatório, o leitor irá encontrar uma explicação de fácil compreensão de como foi produzido o modelo e a resolução do mesmo no software pretendido (Excel), respondendo a algumas questões que foram pedidas ao longo do trabalho.

PARTE I – MODELO

VARIÁVEIS DE DECISÃO:

X_{ij} – quantidade, em toneladas, do material (i) a transportar e onde o transportar (j), com:

i = 1 (Material 1), 2 (Material 2), 3 (Material 3), 4 (Material 4)

j = 1 (Frente), 2 (Centro), 3 (Traseira)

MODELO EM PROGRAMAÇÃO LINEAR (PL) – FUNÇÃO OBJETIVO:

Maximizar o lucro: $70x_{11} + 75x_{12} + 80x_{13}$
 $+ 50x_{21} + 60x_{22} + 65x_{23}$
 $+ 60x_{31} + 65x_{32} + 75x_{33}$
 $+ 80x_{41} + 75x_{42} + 65x_{43}$

PARTE I – MODELO

RESTRIÇÕES:

S.A.: $x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} \leq 3000$ (peso máximo frente)

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} \leq 6000 \text{ (peso centro)}$$

$$x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} \leq 4000 \text{ (peso traseira)}$$

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} \leq 4800 \text{ (peso } x_1)$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} \leq 2500 \text{ (peso } x_2)$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} \leq 1200 \text{ (peso } x_3)$$

$$x_{41} + x_{42} + x_{43} \leq 1700 \text{ (peso } x_4)$$

$$1,25x_{11} + 0,8x_{21} + 1,6x_{31} + 2x_{41} \leq 3900 \text{ (volume)}$$

$$1,25x_{12} + 0,8x_{22} + 1,6x_{32} + 2x_{42} \leq 5200 \text{ (volume)}$$

$$1,25x_{13} + 0,8x_{23} + 1,6x_{33} + 2x_{43} \leq 4000 \text{ (volume)}$$

PARTE I – MODELO

$$\begin{aligned}x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} &\geq 0,9(x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43}) \\x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} &\leq 0,9(x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43})\end{aligned}$$

o peso no compartimento da frente
não poderá diferir mais de 10% do
peso no compartimento da traseira

$$\begin{aligned}x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} &\geq 0,4(x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} + x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} + x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43}) \\x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} &\leq 0,6(x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} + x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} + x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43})\end{aligned}$$

O compartimento do centro terá de conter entre 40% e 60% do peso total transportado

$$x_{ij} \geq 0, i = 1,2,3,4 ; j = 1,2,3 \quad (\text{Garantir valores inteiros, maiores que zero})$$

PARTE II – RESOLUÇÃO DO MODELO

Para a resolução do modelo, utilizámos o software do Excel Solver de modo a encontrar a melhor alocação dos materiais e o máximo de lucro.

No Solver, foram criados relatórios de reposta e de sensibilidade que fornecem informações necessárias às análises feitas no seguimento deste documento.

A inserção do modelo no Excel encontra-se nos anexos, na *figura 1*.



PARTE III – PLANO DE TRANSPORTE

	Materiais				
Transporte	x1	x2	x3	x4	
frente	0	1046	0	1531,6	
centro	3136	1454	0	58,4	
traseira	1664	0	1200	0	
Max (lucro):	70	50	60	80	724768
Coeficientes	75	60	65	75	
	80	65	75	65	

Figura 3 - Plano ótimo e lucro total.

PARTE III – PLANO DE TRANSPORTE

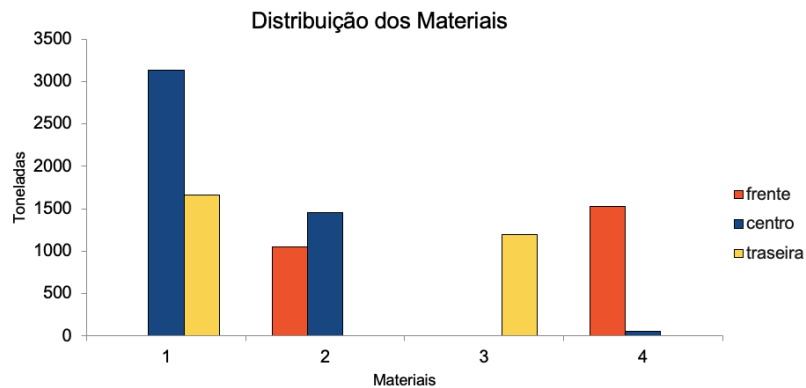


Figura 4 – Distribuição de Materiais por Compartimento.

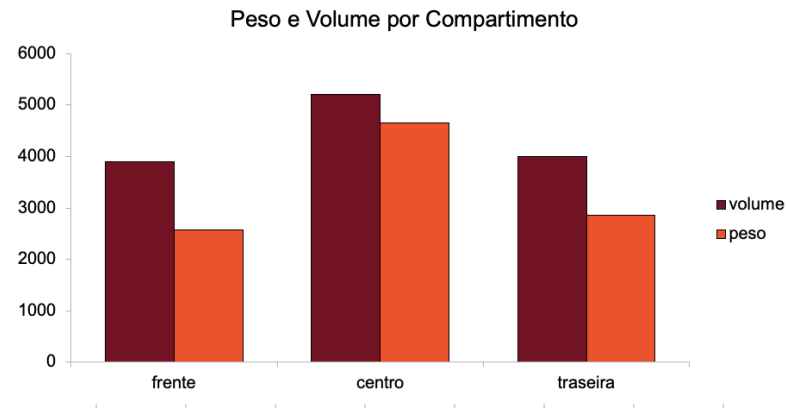


Figura 5 - Peso e Volume por Compartimento.

PARTE IV – QUESTÕES DA TorresMar

A. Caso o cliente tome uma decisão de última hora e pretenda transportar até 1250 toneladas do Material 3, o que acontecerá ao lucro total? A TorresMar deverá aceitar a alteração?

O valor inicial máximo é 1200 toneladas do material 3, ao alterarmos para 1250, aumentamos 50 toneladas, por isso o aumento no lucro será de $50 * 13,63$ (preço de sombra), fazendo com que o lucro total seja de $724768 + 50 * 13,63 = 725449,5$

B. Caso o lucro do Material 2 transportado no compartimento da frente passe a ser de 55 euros por tonelada, o plano ótimo irá manter-se?

Não, o plano ótimo não se manterá caso o lucro do Material 2 transportado no compartimento da frente aumente para 55 euros por tonelada. Alterando os coeficientes da função objetivo, a nova solução ótima é maior, pois transportar mais Material 2 na frente torna-se mais lucrativo. O lucro aumenta para 729998.

PARTE IV – QUESTÕES DA TorresMar

C. Para este plano de transporte, de qual dos materiais a TorresMar preferiria transportar uma quantidade maior e porquê?

A TorresMar vai preferir transportar quantidades maiores do Material 1 pois este tem maior lucro, assim a TorresMar ao priorizar o transporte de X_1 , o seu lucro vai ser maximizado.



PARTE V – ESTUDO DO IMPACTO DO LUCRO POR TONELADA NO COMPARTIMENTO DA FENTE

	Variação				
Max (lucro):	55	50	60	80	652768
Coeficientes	60	60	65	75	
	65	65	75	65	
Max (lucro):	60	50	60	80	676768
Coeficientes	65	60	65	75	
	70	65	75	65	
Max (lucro):	65	50	60	80	700768
Coeficientes	70	60	65	75	
	75	65	75	65	
Max (lucro):	75	50	60	80	748768
Coeficientes	80	60	65	75	
	85	65	75	65	
Max (lucro):	80	50	60	80	772768
Coeficientes	85	60	65	75	
	90	65	75	65	
Max (lucro):	85	50	60	80	796768
Coeficientes	90	60	65	75	
	95	65	75	65	

Figura 8 – Variação de Lucro.

A variação de + ou - 5 euros no lucro do compartimento da frente, causa um aumento/diminuição de 24000 por tonelada.

O lucro aumenta/diminui linearmente.

Concluindo, as variações no lucro da frente têm um impacto significativo no lucro total da empresa.

Otimizar a rentabilidade deste compartimento é crucial para maximizar os lucros gerais da empresa.

PARTE VI – PROPOSTA DE ALTERAÇÃO

Y_{ij} = variável binária

Cada material é transportado apenas num único compartimento: $\sum_j Y_{ij} = 1$, para cada i

$X_{ij} \leq$ peso máximo de cada material (i) $\times Y_{ij}$, com $i = 1, \dots, 4$ e $j =$ frente, centro, traseira

Restrição binária	1	1	1	1 <=	1
	1	1	1	1 <=	1
	1	1	1	1 <=	1
	1	1	1	1 <=	1
Restrição binária	1			0 <=	0
x1		1		4160 <=	4800
			1	0 <=	0
x2	1			0 <=	0
		1		0 <=	0
			1	2500 <=	2500
x3	1			0 <=	0
		1		0 <=	0
			1	1200 <=	1200
x4	1			1700 <=	1700
		1		0 <=	0
			1	0 <=	0

Figura 9 – Restrições Binárias.

PARTE VI – PROPOSTA DE ALTERAÇÃO

O lucro diminui pois apenas transportamos cada material num único compartimento, o que não é rentável.

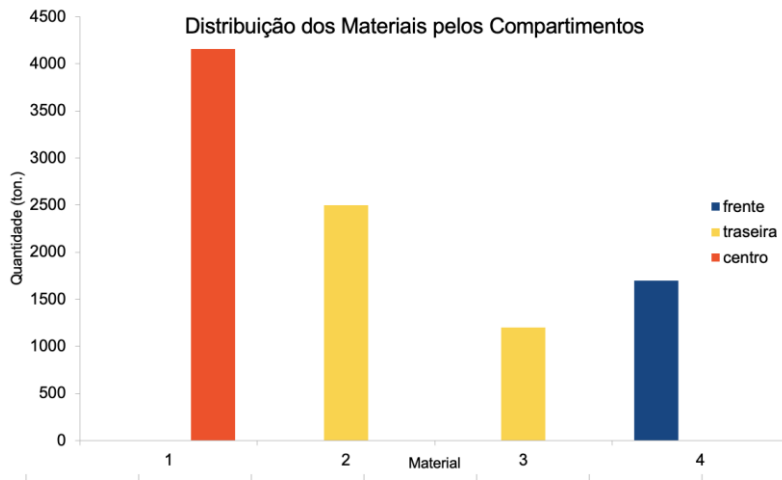


Figura 10 – Distribuição dos Materiais pelos Compartimentos.

CONCLUSÃO

O presente relatório focou-se em planejar o transporte do pedido de um cliente da empresa TorresMar, tendo em conta os três tipos de compartimentos: frente, centro e traseira, e com o intuito de obter o maior lucro possível.

Através do Excel Solver, foi possível identificar a melhor alocação de materiais nos compartimentos do navio, respeitando todas as restrições de capacidade e segurança.

O plano ótimo mostrou uma distribuição eficiente dos materiais, maximizando a capacidade de carga nos compartimentos.

Por fim, através deste trabalho conseguimos desenvolver novas aptidões em relação a modelos em programação linear. Foi conseguido também explorar melhor as funcionalidades do Excel, mais especificamente, do Solver.

ANEXOS

PARTE II – RESOLUÇÃO DO MODELO

Inserção do modelo no Excel

Materiais					Transporte			
	x1	x2	x3	x4				
Transporte								
frente	0	1046	0	1531,6				
centro	3136	1454	0	58,4				
traseira	1664	0	1200	0				
Max (lucro):	70	50	60	80				
Coefficientes	75	60	65	75				
	80	65	75	65				
					LHS	RHS		
Peso (transporte)	1	1	1	1	2577,6	<=	3000	
	1	1	1	1	4648,4	<=	6000	
	1	1	1	1	2864	<=	4000	
Peso (material)	1	1	1		4800	<=	4800	
	1	1	1		2500	<=	2500	
	1	1	1		1200	<=	1200	
	1	1	1		1590	<=	1700	
Volume	1,25	0,8	1,6	2	3900	<=	3900	
	1,25	0,8	1,6	2	5200	<=	5200	
	1,25	0,8	1,6	2	4000	<=	4000	
Peso (Restrição 1)	1	1	1	1	2577,6	>=	2577,6	
	0,9	0,9	0,9	0,9				
	1	1	1	1	2577,6	<=	3150,4	
	1,1	1,1	1,1	1,1				
Peso (Restrição 2)	1	1	1	1	4648,4	>=	4036	
	0,4	0,4	0,4	0,4				
	1	1	1	1	4648,4	<=	6054	
	0,6	0,6	0,6	0,6				

Figura 1 – Modelo em Excel.

Valores referentes às quantidades dos materiais em toneladas por cada compartimento do barco

=SUMPRODUCT(B8:E10;B3:E5)

ANEXOS

Parâmetros do Solver

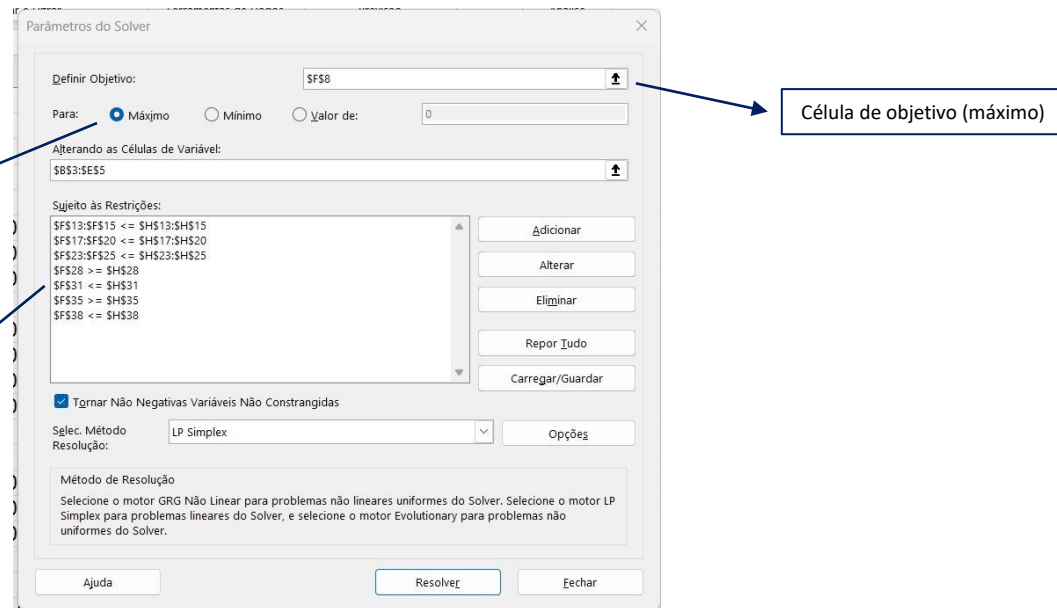


Figura 2 – Parâmetros no Excel Solver.

ANEXOS

IV – QUESTÕES DA TorresMar

Questão A

Célula	Nome	Final Valor	Sombra Preço	Restrição Lado Direito	Permissível Aumentar	Permissível Diminuir
\$F\$13	Peso (transporte) LHS	2577,6	0	3000	1E+30	422,4
\$F\$14	LHS	4648,4	0	6000	1E+30	1351,6
\$F\$15	LHS	2864	0	4000	1E+30	1136
\$F\$17	Peso (material) LHS	4800	28,125	4800	93,44	176
\$F\$18	LHS	2500	30	2500	146	275
\$F\$19	LHS	1200	13,64	1200	60,33057851	137,5
\$F\$20	LHS	1590	0	1700	1E+30	110
\$F\$23	Volume LHS	3900	50	3900	175,2	1744,8
\$F\$24	LHS	5200	37,5	5200	220	116,8
\$F\$25	LHS	4000	27,1	4000	220	59,59183673
\$F\$28	Peso (Restrição 1) LHS	2577,6	-20	0	422,4	87,6
\$F\$31	LHS	2577,6	0	0	1E+30	572,8
\$F\$35	Peso (Restrição 2) LHS	4648,4	0	0	612,4	1E+30
\$F\$38	LHS	4648,4	0	0	1E+30	1405,6

Figura 6 – Relatório da sensibilidade da parte II.

Questão B

Max (lucro):	70	55	60	80	729998
Coeficientes	75	60	65	75	
	80	65	75	65	

Figura 7 – Aumento do lucro consoante o aumento de 55€/tonelada.