

# OCD

## Otimização da *Beirafio*

OCD | Otimização para Ciência de Dados  
Docente | Ana Catarina Nunes

**Grupo 12**

**TRABALHO REALIZADO POR:**

André Silvestre N°104532

Diogo Catarino N°104745

Francisco Gomes N°104944

Rita Matos N°104936

**CDA1**



# Dados do Problema

**Beirafio** – Fabricante de Tapetes Tradicionais

**Objetivo** – Planear o fabrico para o próximo trimestre (**13 semanas**), no qual tem encomendas para **6** tipos de tapetes

Para dar resposta à encomenda, a fábrica **Produz** e **Compra** a um fornecedor externo, sempre que excede a capacidade de produção

**Produção dos Tapetes** – Teares do tipo **Alfa**( $\alpha$ ) do tipo **Beta**( $\beta$ ) que trabalham 24h por dia, 7 dias por semana (-2h p/semana para manutenção)

4                      21

Tipo de Tapete	Encomenda (m)	Velocidade (m/h)		Custo(€/m)		Aquisição
		Alfa	Beta	Alfa	Beta	
Tapete 1	14 000	4,510	--	2,65	--	3,05
Tapete 2	20 000	4,256	--	2,55	--	2,80
Tapete 3	109 500	3,806	3,935	1,65	1,25	1,95
Tapete 4	60 000	5,251	5,356	1,50	0,95	1,85
Tapete 5	7 500	5,223	5,277	1,50	1,50	1,70
Tapete 6	68 500	3,744	3,835	1,60	1,70	2,05

Tabela com as **Encomendas, Velocidades e Custos**

# Dados do Problema

## Cálculos

### Horas Disponíveis

**Tear Alfa(α) –**

$$\frac{4}{\text{Nº Teares Alfa}} \times \frac{24}{\text{Produção 24 h por dia 7 dias por semana}} \times \frac{7}{\text{Semanas de Produção}} \times \frac{13}{\text{Subtração das 2 Horas de Manutenção Semanais}} - (4 \times 2 \times 13)$$

**= 8 632 horas disponíveis**

**Tear Beta(β) –**

$$\frac{21}{\text{Nº Teares Beta}} \times \frac{24}{\text{Produção 24 h por dia 7 dias por semana}} \times \frac{7}{\text{Semanas de Produção}} \times \frac{13}{\text{Subtração das 2 Horas de Manutenção Semanais}} - (21 \times 2 \times 13)$$

**= 45 318 horas disponíveis**

## Conversões

### Velocidade (m/h)

Os dados fornecem informação sobre a velocidade em **m/h**, porém é necessário em **horas/metro** de produção de cada tapete, uma vez que a produção está condicionada às **horas disponíveis de produção**, e não aos metros de tapete.

Neste sentido, convertemos os valores dados.

Tipo de Tapete	Inverso da Velocidade (h/m)	
	Alfa	Beta
Tapete 1	0,22172949	--
Tapete 2	0,23496241	--
Tapete 3	0,26274304	0,25412961
Tapete 4	0,19043992	0,18670650
Tapete 5	0,19146085	0,18950161
Tapete 6	0,26709402	0,26075619

# Formulação do Modelo

## Variáveis de Decisão

$\alpha_i$  – Quantidade de metros de tapetes do tipo  $i$  a produzir no tear **Alfa**

$\beta_i$  - Quantidade de metros tapetes do tipo  $i$  a produzir no tear **Beta**

$C_i$  - Quantidade de metro tapetes do tipo  $i$  a comprar ao fornecedor externo

com  $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$  para  $\alpha_i$   
e  $C_i$  e  $i = 3, 4, 5, 6$  para  $\beta_i$

## Modelo em Programação Linear

### Função Objetivo

É o custo **mínimo** dado pelo somatório da multiplicação entre os diferentes custos de produção e de compra (€/metro) dos diferentes tipos de tapetes e a quantidade (em metros) produzida/comprada.

$$\begin{aligned} \text{Custo} = & 2,65 \alpha_1 + 2,55 \alpha_2 + 1,65 \alpha_3 + 1,50 \alpha_4 + 1,50 \alpha_5 + 1,60 \alpha_6 + \\ & 1,25 \beta_3 + 0,95 \beta_4 + 1,50 \beta_5 + 1,70 \beta_6 + \\ & 3,05 C_1 + 2,80 C_2 + 1,95 C_3 + 1,85 C_4 + 1,70 C_5 + 2,05 C_6 \end{aligned}$$

# Formulação do Modelo

## Modelo em Programação Linear

### Restrições

s.a.:  $\alpha_1 + C_1 = 14\ 000$

$\alpha_2 + C_2 = 20\ 000$

$\alpha_3 + \beta_3 + C_3 = 109\ 500$

$\alpha_4 + \beta_4 + C_4 = 60\ 000$

$\alpha_5 + \beta_5 + C_5 = 7\ 500$

$\alpha_6 + \beta_6 + C_6 = 68\ 500$

Garantir que a quantidade de metros produzida ( $\alpha_i$  e  $\beta_i$ ) e comprada ( $C_i$ ) dá resposta à encomenda de tapetes do tipo  $i$

$0,222\ \alpha_1 + 0,235\ \alpha_2 + 0,263\ \alpha_3 + 0,190\ \alpha_4 + 0,191\ \alpha_5 + 0,267\ \alpha_6 \leq 8\ 632$

$0,254\ \beta_3 + 0,188\ \beta_4 + 0,190\ \beta_5 + 0,261\ \beta_6 \leq 45\ 318$

Garantir que não é excedida a capacidade produtiva de cada tear ( $\alpha_i$  e  $\beta_i$ ) na produção de tapetes do tipo  $i$

$\alpha_i + \beta_i + C_i \geq 0 \longrightarrow$  Garantir que as quantidades produzidas e compradas são não negativas

sendo  $i = 1, \dots, 6$  para  $\alpha$  e  $C$  e

$i = 3, \dots, 6$  para  $\beta$

## Questão 2

		Variáveis de Decisão																Total de Custo	
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\beta_6$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$		$C_5$
		Tapete 1 Produto: Alpha	Tapete 2 Produto: Alpha	Tapete 3 Produto: Alpha	Tapete 4 Produto: Alpha	Tapete 5 Produto: Alpha	Tapete 6 Produto: Alpha	Tapete 3 Produto: Beta	Tapete 4 Produto: Beta	Tapete 5 Produto: Beta	Tapete 6 Produto: Beta	Tapete 1 Comper	Tapete 2 Comper	Tapete 3 Comper	Tapete 4 Comper	Tapete 5 Comper	Tapete 6 Comper		
min	Quantidade de Tapetes (m)	14000	0	0	0	0	20696,0	109500	60000	0	24116,1	0	20000	0	0	7500	23687,9		
	Custo (€/m)	2,65	2,55	1,65	1,50	1,50	1,60	1,25	0,95	1,50	1,70	3,05	2,80	1,95	1,40	1,70	2,05	422.396,15 €	
Restrições																		Usado	Disponível
Encomenda   Tapete 1 (m)		1										1						14000	= 14000
Encomenda   Tapete 2 (m)			1										1					20000	= 20000
Encomenda   Tapete 3 (m)				1				1						1				109500	= 109500
Encomenda   Tapete 4 (m)					1				1						1			60000	= 60000
Encomenda   Tapete 5 (m)						1				1							1	7500	= 7500
Encomenda   Tapete 6 (m)							1				1						1	68500	= 68500
Teat Alpha		0,22172949	0,234962406	0,262743037	0,190439916	0,191460846	0,267094017											8632	<= 8632
Teat Beta								0,254129606	0,186706497	0,189501611	0,260756193						45318	<= 45318	
																		Usado	Disponível
																		L.H.Side	R.H.Side

com  $\alpha_i, \beta_i$  e  $C_i \geq 0$   
sendo  $i = 1, \dots, 6$  para  $\alpha$  e  $C$  e  $i = 3, \dots, 6$  para  $\beta$

Para resolver o problema e obter a **Solução Ótima**, usamos *Solver* no qual:

- Indicámos ser um problema de **Minimização**;
- Definimos a **Função Objetivo** e as **Variáveis de Decisão**;
- Adicionámos as **Restrições**;
- Garantimos a não negatividade das soluções obtidas;

**Parâmetros do Solver**

Definir Objetivo:  [↑]

Para: ☐ Máximo ☒ Mínimo ☐ Valor de:

Alterando as Células de Variável:  
 [↑]

Sujeito às Restrições:

ST\$16:ST\$17 <= SV\$16:SV\$17 ST\$9:ST\$14 = SV\$9:SV\$14	[Adicionar]  [Alterar]  [Eliminar]  [Repor Tudo]  [Carregar/Guardar]
---	--

☒ Tornar Não Negativas Variáveis Não Constrangidas

Selec. Método:  [v]

[Resolver] [Fechar]

Método de Resolução

Selecione o motor GRG Não Linear para problemas não lineares uniformes do Solver. Selecione o motor LP Simplex para problemas lineares do Solver, e selecione o motor Evolutionary para problemas não uniformes do Solver.

# Solução Ótima

## Questão 3

Solução Ótima				
Tipo de Tapete	Fabricar		Comprar	Total
	Alfa	Beta		
1	14000	--	0	14000
2	0	--	20000	20000
3	0	109500	0	109500
4	0	60000	0	60000
5	0	0	7500	7500
6	20875,7	25082,5	22541,7	68500

Valor Ótimo	422396,1548 €
-------------	---------------

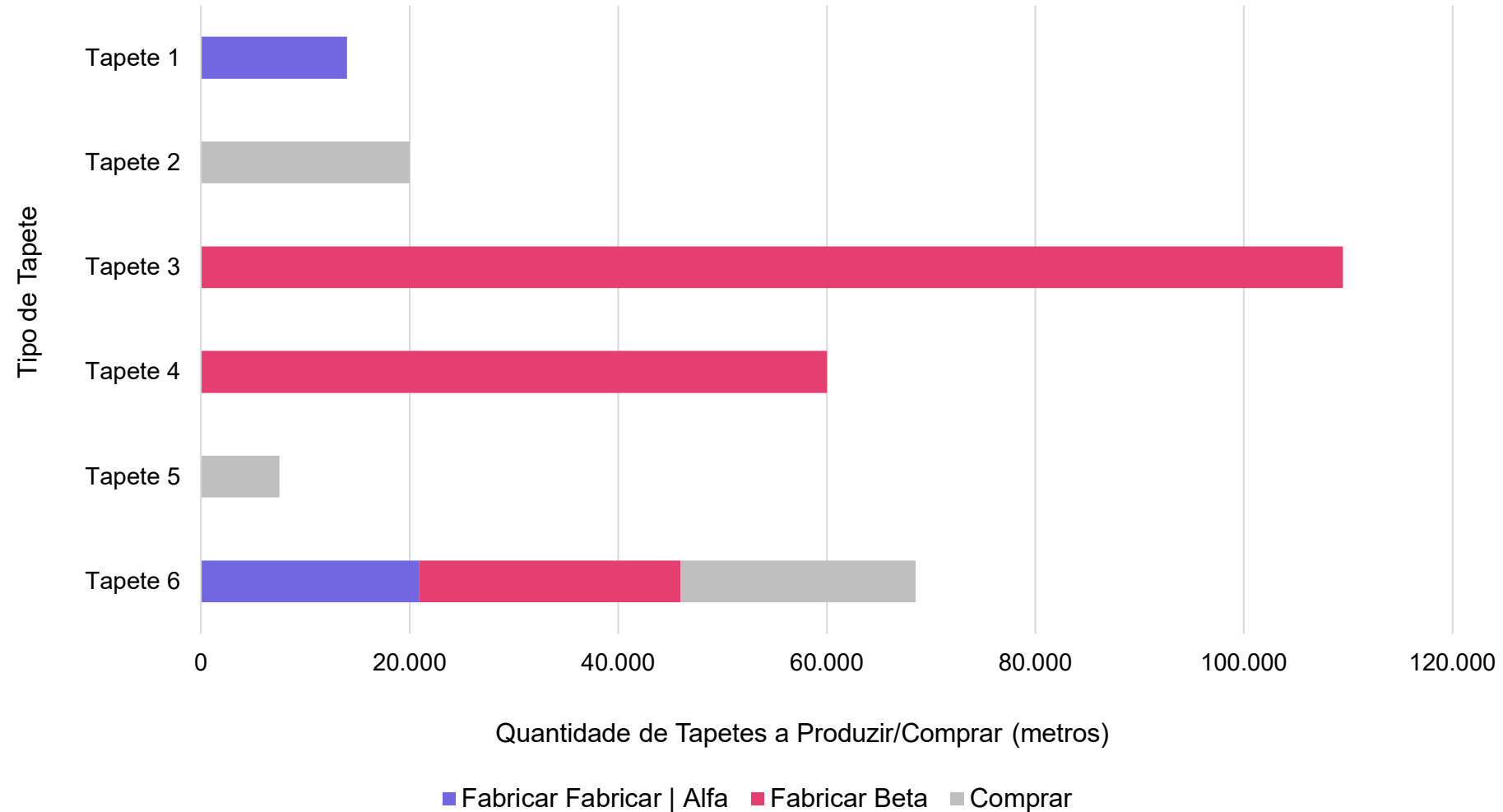
Tabela Representativa da  
**Solução Ótima**

O **Valor Ótimo** obtido significa que o custo total otimizado, de produção interna e compra ao fornecedor externo de tapetes do tipo  $i$  (com  $i = 1, \dots, 6$ ), que a *Beirafio* deveria adquirir para dar resposta à encomenda do próximo trimestre é de **422 396,15€**.

# Solução Ótima

## Questão 3

Gráfico representativo da **Solução Ótima** obtida





# Gráfico 1

Questão 4 i)

Gráfico relativo ao preço de produção/ compra dos tapetes, em €.

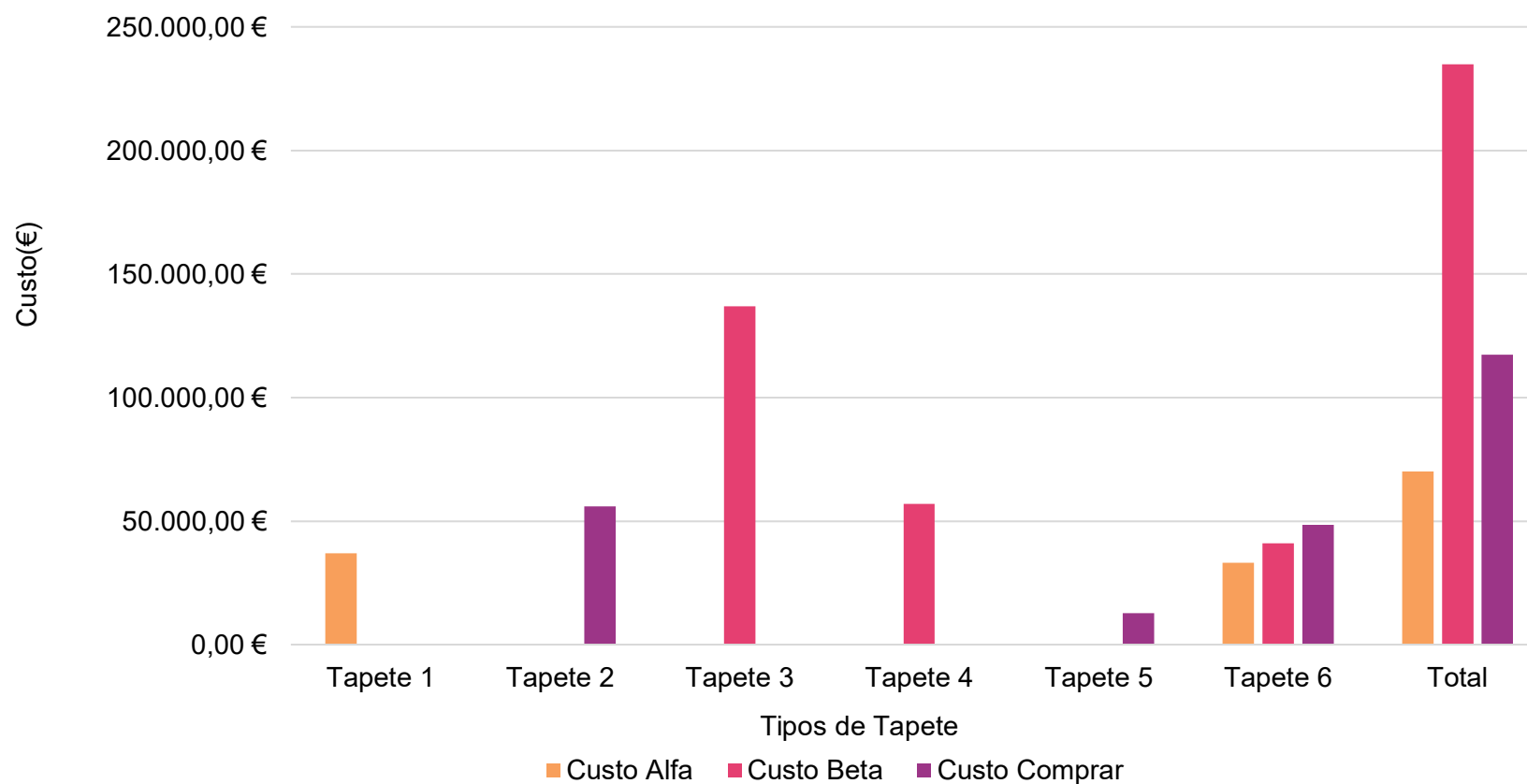


Gráfico acerca dos detalhes relativos ao fabrico em cada tipo de tear e à aquisição ao fornecedor externo.

## Gráfico 2

Questão 4 ii)

Gráfico relativo à origem de produção/ compra de cada tapete

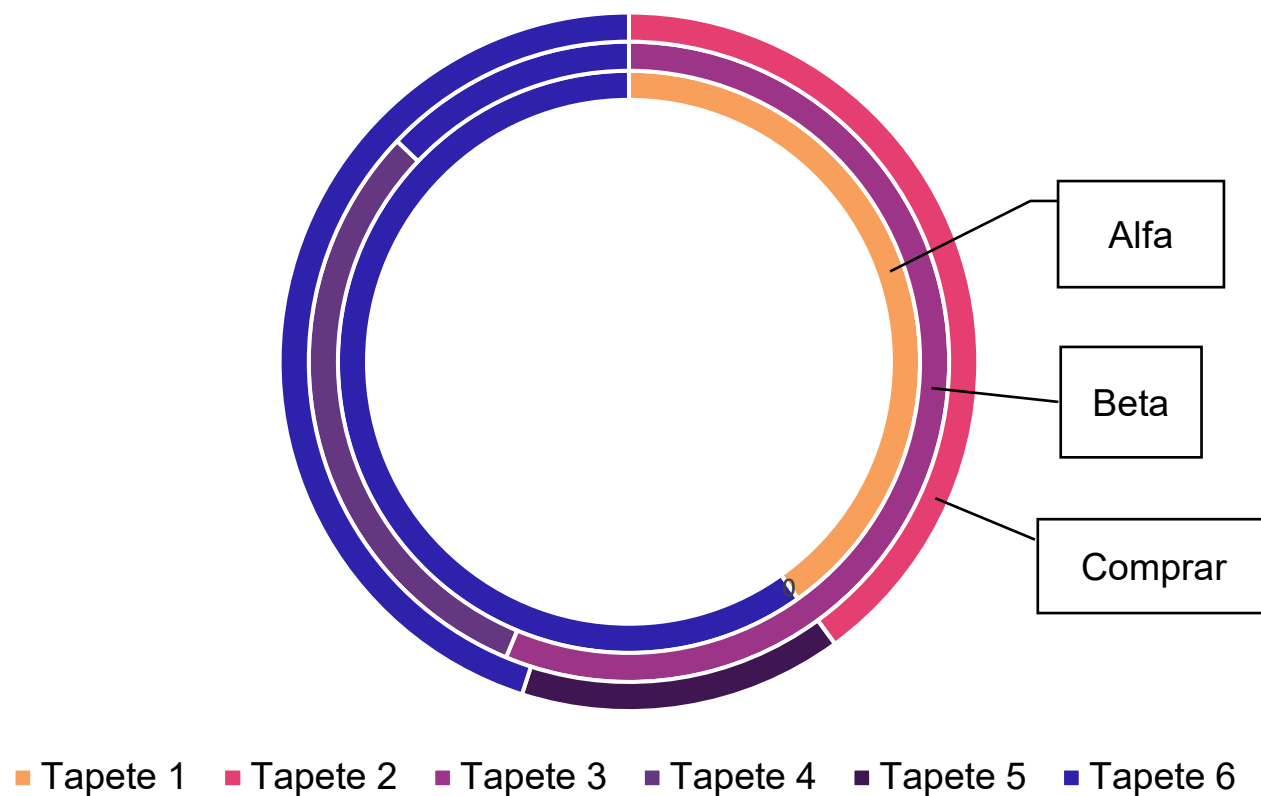


Gráfico relativo aos detalhes sobre como será satisfeita a encomenda de cada tapete.

# Relatório de Sensibilidade

## Questão 5

### Células de Variável

Célula	Nome	Final Valor	Reduzido Custo	Objetivo Coeficiente	Permissível Aumentar	Permissível Diminuir
\$D\$5	Quantidade de Tapete 1   Produzir - Alpha	14000	0	2,65	0,026430155	1E+30
\$E\$5	Quantidade de Tapete 2   Produzir - Alpha	0	0,145864662	2,55	1E+30	0,145864662
\$F\$5	Quantidade de Tapete 3   Produzir - Alpha	0	0,501564005	1,65	1E+30	0,501564005
\$G\$5	Quantidade de Tapete 4   Produzir - Alpha	0	0,620246375	1,5	1E+30	0,620246375
\$H\$5	Quantidade de Tapete 5   Produzir - Alpha	0	0,122573234	1,5	1E+30	0,122573234
\$I\$5	Quantidade de Tapete 6   Produzir - Alpha	20696,03505	0	1,6	0,165811966	0,031837607
\$J\$5	Quantidade de Tapete 3   Produzir - Beta	109500	0	1,25	0,358894536	1E+30
\$K\$5	Quantidade de Tapete 4   Produzir - Beta	60000	0	0,95	0,620246375	1E+30
\$L\$5	Quantidade de Tapete 5   Produzir - Beta	0	0,054358537	1,5	1E+30	0,054358537
\$M\$5	Quantidade de Tapete 6   Produzir - Beta	24116,08414	0	1,7	0,074797914	0,368252934
\$N\$5	Quantidade de Tapete 1   Comprar	0	0,026430155	3,05	1E+30	0,026430155
\$O\$5	Quantidade de Tapete 2   Comprar	20000	0	2,8	0,145864662	1E+30
\$P\$5	Quantidade de Tapete 3   Comprar	0	0,358894536	1,95	1E+30	0,358894536
\$Q\$5	Quantidade de Tapete 4   Comprar	0	0,649393204	1,85	1E+30	0,649393204
\$R\$5	Quantidade de Tapete 5   Comprar	7500	0	1,7	0,054358537	1E+30
\$S\$5	Quantidade de Tapete 6   Comprar	23687,88081	0	2,05	0,031837607	0,074797914

### Restrições

Célula	Nome	Final Valor	Sombra Preço	Restrição Lado Direito	Permissível Aumentar	Permissível Diminuir
\$T\$16	Teara Alpha Usado	8632	-1,6848	8632	6326,891242	5527,78714
\$T\$17	Teara Beta Usado	45318	-1,34225	45318	6176,761619	6288,418289
\$T\$9	Encomenda   Tapete 1 (m) Usado	14000	3,023569845	14000	24930,32	14000
\$T\$10	Encomenda   Tapete 2 (m) Usado	20000	2,8	20000	1E+30	20000
\$T\$11	Encomenda   Tapete 3 (m) Usado	109500	1,591105464	109500	24744,92597	24305,55697
\$T\$12	Encomenda   Tapete 4 (m) Usado	60000	1,200606796	60000	33680,76836	33082,73523
\$T\$13	Encomenda   Tapete 5 (m) Usado	7500	1,7	7500	1E+30	7500
\$T\$14	Encomenda   Tapete 6 (m) Usado	68500	2,05	68500	1E+30	23687,88081

a)

## Questão 5

Células de Variável

Célula	Nome	Final Valor	Reduzido Custo	Objetivo Coeficiente	Permissível Aumentar	Permissível Diminuir
\$S\$5	Quantidade de Tapete 6   Comprar	23687,88081	0	2,05	0,031837607	0,074797914

$$Y_{c_6} = 2,05\text{€} \rightarrow Y_{c_6}^N = 2,00\text{€}$$

Significaria que o custo de  $Y_{c_6}$  (coeficiente de  $C_6$ ) diminuiria **0,05€** (2,05€ - 2,00€)

De acordo com o relatório de sensibilidade, o **permissível diminuir** do custo de aquisição dos **tapetes 6** ao fornecedor externo é de  $\approx$  **0,0748**. Este valor indica o limite mínimo que o coeficiente de  $C_6$  pode adquirir de modo que a solução ótima se mantenha.

Assim, se o custo de aquisição dos tapetes 6 diminui-se em **0,05€**, a solução corrente irá manter-se ótima, uma vez que o **Permissível Diminuir  $\approx$  0,0748** é maior do que o decréscimo de **0,05€**.

No entanto, o valor ótimo resultante da função objetivo terá uma variação de **1184,4€**  $\rightarrow \Delta Y_{c_6} \times C_6 = 0,05 \times 23687,88$ .

b)

## Questão 5

Restrições

Célula	Nome	Final Valor	Sombra Preço	Restrição Lado Direito	Permissível Aumentar	Permissível Diminuir
\$T\$16	Teara Alpha Usado	8632	-1,6848	8632	6326,891242	5527,78714

Se uma das máquinas Alfa avariar durante uma semana, o número de horas disponíveis diminuiria em:  $(24 \times 7 - 2) = 166$  horas.

Segundo o relatório de sensibilidade, esta diminuição encontra-se dentro do intervalo permissível diminuir, e o **preço-sombra** para o **Tear Alfa** é **-1,6848**.

Este valor indica o impacto no custo total de um aumento unitário nas horas de produção do Tear Alfa. Em caso de diminuição, o **preço sombra**, é o **simétrico**, tornando-se, neste caso, positivo. Isto significa que a empresa irá **aumentar em 1,6848€** por cada hora a menos de produção a menos no Tear Alfa.

Deste modo, o impacto no custo total é então:  $1,6848€ \times 166 = 279,7€$

Assim, conclui-se que o custo total aumentaria em aproximadamente **280€**.

c)

## Questão 5

Restrições

Célula	Nome	Final Valor	Sombra Preço	Restrição Lado Direito	Permissível Aumentar	Permissível Diminuir
\$T\$17	Teara Beta Usado	45318	-1,34225	45318	6176,761619	6288,418289

Se a *Beirafio* adicionar um tear Beta, o número de horas disponíveis para a produção do próximo trimestre aumentaria em:  **$(24 \cdot 7 - 2) \cdot 13 = 2158$  horas.**

De acordo com o relatório de sensibilidade, este aumento encontra-se dentro do intervalo permissível, e o preço-sombra para o Tear Beta é de **- 1,3423**. Este valor indica o impacto no custo total de um aumento unitário nas horas de produção do Tear Beta.

Deste modo, o custo total diminuiria:  **$- 1,34225 \cdot 2158 = - 2896,58\text{€}$**

Assim, a *Beirafio* estaria disposta a pagar, no máximo, **2896,58€** por um tear beta, a fim de minimizar os custos o próximo trimestre.

d)

## Questão 5

Células de Variável

Célula	Nome	Final Valor	Reduzido Custo	Objetivo Coeficiente	Permissível Aumentar	Permissível Diminuir
\$D\$5	Quantidade de Tapete 1   Produzir - Alpha	14000	0	2,65	0,026430155	1E+30

Se a encomenda dos tapetes 1 for eliminada, o problema terá de ser reformulado com menos duas variáveis de decisão ( $\alpha_1$  e  $C_1$ ) e menos uma restrição ( $\alpha_1 + C_1 = 14\ 000$ ).

Todavia, sem necessitar de recalcular o modelo, será de esperar que o **custo mínimo diminua em  $14000 * 2,65 = 37\ 100\text{€}$** , devido à não necessidade de produção do Tapete 1.

Adicionalmente, e uma vez que este tipo de tapete era produzido no **Tear Alfa**, e este **passará a ter horas disponíveis**, será de esperar que o custo diminui ainda mais, pois algum dos tipos de tapete que estava a comprar passará a poder ser produzido, baixando por isso o valor ótimo.

Em suma, se a **encomenda 1 fosse eliminada**, a empresa pouparia o montante da sua produção e seria capaz de utilizar mais capacidade para as restantes encomendas.

e)

## Questão 5

Células de Variável

Célula	Nome	Final Valor	Reduzido Custo	Objetivo Coeficiente	Permissível Aumentar	Permissível Diminuir
\$F\$5	Quantidade de Tapete 3   Produzir - Alpha	0	0,501564005	1,65	1E+30	0,501564005
\$G\$5	Quantidade de Tapete 4   Produzir - Alpha	0	0,620246375	1,5	1E+30	0,620246375
\$H\$5	Quantidade de Tapete 5   Produzir - Alpha	0	0,122573234	1,5	1E+30	0,122573234
\$J\$5	Quantidade de Tapete 3   Produzir - Beta	109500	0	1,25	0,358894536	1E+30
\$K\$5	Quantidade de Tapete 4   Produzir - Beta	60000	0	0,95	0,620246375	1E+30
\$L\$5	Quantidade de Tapete 5   Produzir - Beta	0	0,054358537	1,5	1E+30	0,054358537
\$P\$5	Quantidade de Tapete 3   Comprar	0	0,358894536	1,95	1E+30	0,358894536
\$Q\$5	Quantidade de Tapete 4   Comprar	0	0,649393204	1,85	1E+30	0,649393204
\$R\$5	Quantidade de Tapete 5   Comprar	7500	0	1,7	0,054358537	1E+30

Considerando que a **encomenda permanecerá igual**, se os tapetes 3, 4 e 5 forem vendidos todos pelo mesmo valor, o mais rentável para a empresa seria o com o menor custo. Assim, a *Beirafio* deverá encorajar a aquisição do **tapete 4**, que é produzido apenas a **0,95€ por metro** no Tear Beta.

Deste modo, geraria maior lucro marginal.



## Restrições

Célula	Nome	Final Valor	Sombra Preço	Restrição Lado Direito	Permissível Aumentar	Permissível Diminuir
\$T\$11	Encomenda   Tapete 3 (m) Usado	109500	1,591105464	109500	24744,92597	24305,55697
\$T\$12	Encomenda   Tapete 4 (m) Usado	60000	1,200606796	60000	33680,76836	33082,73523
\$T\$13	Encomenda   Tapete 5 (m) Usado	7500	1,7	7500	1E+30	7500

Já se o objetivo for **aumentar a encomenda**, a *Beirafio* deverá encorajar, igualmente, a aquisição do **tapete 4**.

Segundo o relatório de sensibilidade, analisando o preço sombra da restrição relativa às encomendas dos tapetes 3, 4 e 5, o que tem um **menor preço sombra** é o **tapete 4** (1,2 €/m), significando, por isso, que a ser aumentada a encomenda, este será aquele que terá **menor custo de produção/aquisição**.

f)

## Questão 5

Células de Variável

Célula	Nome	Final Valor	Reduzido Custo	Objetivo Coeficiente	Permissível Aumentar	Permissível Diminuir
\$D\$5	Quantidade de Tapete 1   Produzir - Alpha	14000	0	2,65	0,026430155	1E+30
\$I\$5	Quantidade de Tapete 6   Produzir - Alpha	20696,03505	0	1,6	0,165811966	0,031837607
\$L\$5	Quantidade de Tapete 5   Produzir - Beta	0	0,054358537	1,5	1E+30	0,054358537
\$M\$5	Quantidade de Tapete 6   Produzir - Beta	24116,08414	0	1,7	0,074797914	0,368252934

A solução ótima irá alterar-se se o custo unitário de produção (coeficiente na função objetivo) tiver um aumento superior ao **PA**, ou uma diminuição superior ao **PD**.

Analizando o Relatório de Sensibilidade, os valores de **PA** e **PD** dos coeficientes relativos ao custo de produção que se destacam por serem deveras reduzidos são:

- **Tapete 1** – Custo de Produzir no Tear Alfa → **PA** = 0,02643
- **Tapete 6** – Custo de Produzir no Tear Alfa → **PD** = 0,03184
- **Tapete 5** – Custo de Produzir no Tear Beta → **PD** = 0,05436
- **Tapete 6** – Custo de Produzir no Tear Beta → **PA** = 0,07480

Neste sentido, os custos de produção de  $\alpha_1$ ,  $\alpha_6$ ,  $\beta_5$  e  $\beta_6$  (coeficientes da f.o.) deveriam ser estimados com maior rigor, para que o planeamento do próximo trimestre possa ser melhor otimizado.

# Renegociação de Preços

## Questão 6

Supondo que o custo de aquisição de cada tapete ao fornecedor externo é renegociável e que poderão ser conseguidas reduções em até 0,50€ por metro, em múltiplos de 0,05€, foi recalculado, através do Solver, o valor ótimo que seria obtido em cada um dos 6 tapetes, individualmente, em todas as variações do custo de aquisição.

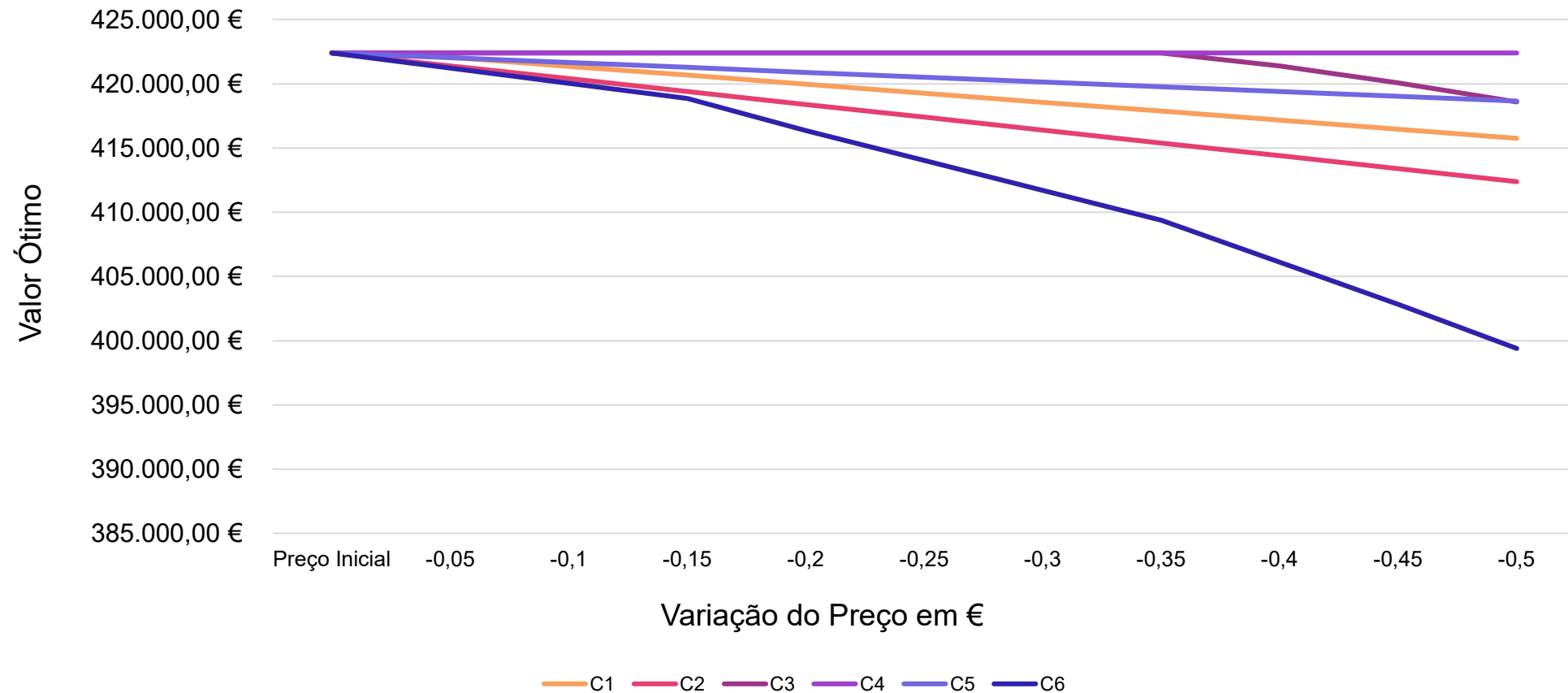
Tabela dos **Valores Ótimos** aquando da variação do preço de aquisição

$\Delta$ Preço	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>
Preço Inicial	422.396,15 €					
-0,05	422.066,18 €	421.396,15 €	422.396,15 €	422.396,15 €	422.021,15 €	421.211,76 €
-0,1	421.366,18 €	420.396,15 €	422.396,15 €	422.396,15 €	421.646,15 €	420.027,37 €
-0,15	420.666,18 €	419.396,15 €	422.396,15 €	422.396,15 €	421.271,15 €	418.842,97 €
-0,2	419.966,18 €	418.396,15 €	422.396,15 €	422.396,15 €	420.896,15 €	416.374,66 €
-0,25	419.266,18 €	417.396,15 €	422.396,15 €	422.396,15 €	420.521,15 €	414.038,04 €
-0,3	418.566,18 €	416.396,15 €	422.396,15 €	422.396,15 €	420.146,15 €	411.701,42 €
-0,35	417.866,18 €	415.396,15 €	422.396,15 €	422.396,15 €	419.771,15 €	409.364,79 €
-0,4	417.166,18 €	414.396,15 €	421.397,06 €	422.396,15 €	419.396,15 €	406.094,90 €
-0,45	416.466,18 €	413.396,15 €	420.079,95 €	422.396,15 €	419.021,15 €	402.825,00 €
-0,5	415.766,18 €	412.396,15 €	418.585,04 €	422.396,15 €	418.646,15 €	399.400,00 €

# Renegociação de Preços

## Questão 6

Gráfico do **Impacto da Variação** do Custo de Aquisição no Custo Total



# Renegociação de Preços

## Questão 6

Tabela do **Impacto da Variação** do Custo de Aquisição no Custo Total

$\Delta$ Preço	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>
Preço Inicial	422.396,15 €					
-0,05	-329,98 €	-1.000 €	0 €	0 €	-375 €	-1.184,39 €
-0,1	-1.029,98 €	-2.000 €	0 €	0 €	-750 €	-2.368,79 €
-0,15	-1.729,98 €	-3.000 €	0 €	0 €	-1.125 €	-3.553,18 €
-0,2	-2.429,98 €	-4.000 €	0 €	0 €	-1.500 €	-6.021,50 €
-0,25	-3.129,98 €	-5.000 €	0 €	0 €	-1.875 €	-8.358,12 €
-0,3	-3.829,98 €	-6.000 €	0 €	0 €	-2.250 €	-10.694,74 €
-0,35	-4.529,98 €	-7.000 €	0 €	0 €	-2.625 €	-13.031,36 €
-0,4	-5.229,98 €	-8.000 €	-999,09 €	0 €	-3.000 €	-16.301,26 €
-0,45	-5.929,98 €	-9.000 €	-2.316,20 €	0 €	-3.375 €	-19.571,15 €
-0,5	-6.629,98 €	-10.000 €	-3.811,11 €	0 €	-3.750 €	-22.996,15 €

Após a análise do gráfico e da tabela relativos ao impacto da variação do custo de aquisição no custo total, conclui-se que o tapete que é o melhor candidato à renegociação é o **Tapete 6**, seguindo-se o **Tapete 2** e o **Tapete 1**.

# Novo Modelo

## Questão 7

Com o aumento atual dos preços do combustível, o **fornecedor externo** viu-se obrigado a **aumentar o preço de cada tipo de tapete a 40%** para cobrir este aumento. Isto resultou num aumento de custos e consequentemente preço final dos tapetes *Berafrio* para o consumidor.

Com este aumento do preço dos tapetes, como resultado da razão enunciada acima, houve uma **quebra de 10% na quantidade total de tapetes encomendados**.

	Custo de Aquisição (€/m)	
	Antigo	Novo (+ 40%)
Tapete 1	3,05	4,27
Tapete 2	2,80	3,92
Tapete 3	1,95	2,73
Tapete 4	1,85	2,59
Tapete 5	1,70	2,38
Tapete 6	2,05	2,87

Para combater a quebra de faturação a *Berafrio* teve como estratégia a **criação de um tapete**, o **Tapete 7**, produzido internamente e a preços *lowcost*. Este novo tapete tem uma **velocidade de produção no Tear Alfa de 9,5084 m/h** e no **Tear Beta de 5,8495 m/h**, e a sua **encomenda** foi de **23 000 metros**, sendo que apenas poderá ser produzido internamente. O **custo de produção** deste novo tapete será de **0,9 €/m no Tear Alfa** e **0,7 €/m no Tear Beta**.

Tapete 7			
Velocidade(m/h)		Custo(€/metro)	
Alfa	Beta	Alfa	Beta
9,5084	5,8495	0,90	0,70

# Novo Modelo - Formulação

## Questão 7

### Função Objetivo

$$\begin{aligned}\text{Custo} = & 2,65 \alpha_1 + 2,55 \alpha_2 + 1,65 \alpha_3 + 1,50 \alpha_4 + 1,50 \alpha_5 + 1,60 \alpha_6 + 0,90 \alpha_7 \\ & 1,25 \beta_3 + 0,95 \beta_4 + 1,50 \beta_5 + 1,70 \beta_6 + 0,70 \beta_7 \\ & 4,27 C_1 + 3,92 C_2 + 3,73 C_3 + 2,59 C_4 + 3,38 C_5 + 2,87 C_6\end{aligned}$$

### Restrições

**s.a.:**

$$\begin{aligned}\alpha_1 + C_1 &= 12\,600 \\ \alpha_2 + C_2 &= 18\,000 \\ \alpha_3 + \beta_3 + C_3 &= 98\,550 \\ \alpha_4 + \beta_4 + C_4 &= 54\,000 \\ \alpha_5 + \beta_5 + C_5 &= 6750 \\ \alpha_6 + \beta_6 + C_6 &= 61\,650 \\ \alpha_7 + \beta_7 &= 23\,000\end{aligned}$$

Diminuição da quantidade de metros produzida ( $\alpha_i$  e  $\beta_i$ ) e compra ( $C_i$ ) de tapetes do tipo  $i$  e **adição do Tapete 7**

Conversão da velocidade do **Tapete 7**

$$0,222 \alpha_1 + 0,235 \alpha_2 + 0,263 \alpha_3 + 0,190 \alpha_4 + 0,191 \alpha_5 + 0,267 \alpha_6 + 0,105 \alpha_7 \leq 8\,632$$

$$0,254 \beta_3 + 0,188 \beta_4 + 0,190 \beta_5 + 0,261 \beta_6 + 0,171 \beta_7 \leq 45\,318$$

$$\alpha_i + \beta_i + C_i \geq 0$$

sendo  $i = 1, \dots, 7$  para  $\alpha$ ,  $i = 3, \dots, 7$  para  $\beta$  e  $i = 1, \dots, 6$  para  $C$

# Novo Modelo

## Questão 7

### Solução Ótima

Tipo de Tapete	Fabricar		Comprar	Total
	Alfa	Beta		
Tapete 1	12.600	--	0	12.600
Tapete 2	18.000	--	0	18.000
Tapete 3	0	98.550	0	98.550
Tapete 4	0	54.000	0	54.000
Tapete 5	0	6.750	0	6.750
Tapete 6	0	29.128,85	32.521,15	61.650
Tapete 7	15.297,95	7.702,05	--	23.000

Tabela Representativa da  
**Solução Ótima**

### Valor Ótimo

425.916,84 €

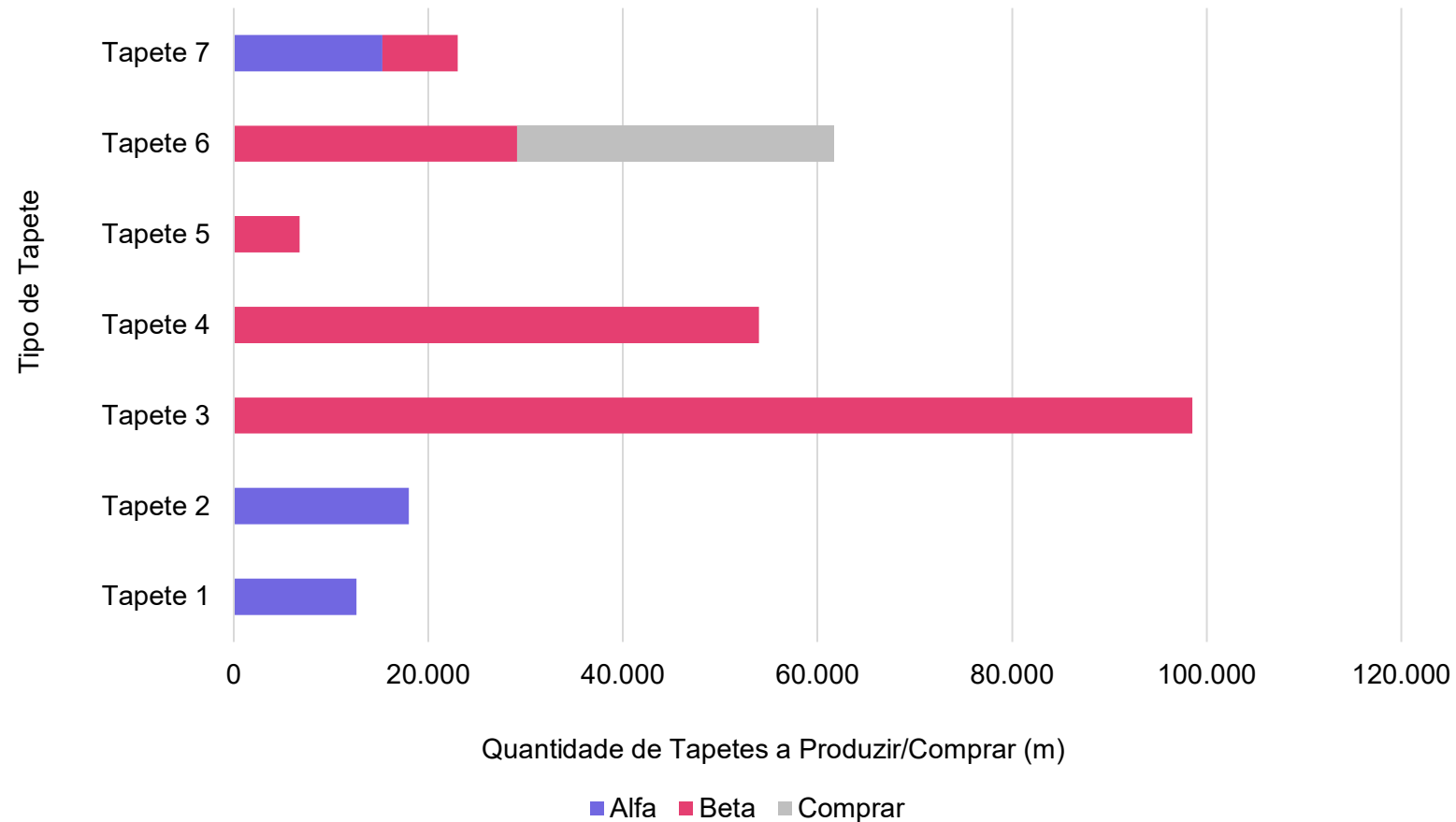
O **Valor Ótimo** obtido significa que, no novo problema o custo total otimizado, de produção interna e compra ao fornecedor externo de tapetes do tipo  $i$  (com  $i = 1, \dots, 6$ ), que a *Beirafio* deveria adquirir para dar resposta à encomenda do próximo trimestre é de **425 916,84€**.



# Novo Modelo

## Questão 7

Gráfico representativo da **Solução Ótima** obtida no novo modelo



# Conclusão

Em suma, através da realização deste trabalho, foram utilizadas as competências lecionadas em aula, permitindo assim, pô-las em prática num caso real.

Deste modo, compreendemos a importância de otimizar os problemas do quotidiano, de forma a obter a solução ótima para os mesmos.