

Protótipo 1. Problema da Giapetto (Winston, 2004).

A Giapetto é uma empresa que produz vários brinquedos em madeira e vai iniciar a produção de dois novos brinquedos: soldados e comboios.

Semanalmente, é possível adquirir toda a matéria-prima necessária para os brinquedos, mas só estão disponíveis 100 horas para acabamentos em verniz, 40 horas para acabamentos em tinta acrílica e 200 horas de carpintaria. Um soldado necessita de 2 horas de acabamento em verniz e 2 de carpintaria, dando um lucro de 3. Cada comboio requer 1 hora de acabamento em tinta acrílica e 4 de carpintaria, sendo 2 o seu lucro.

Toda a produção tem venda assegurada.

A Giapetto pretende maximizar o lucro semanal obtido com a produção destes brinquedos.

- a) Formule e resolva graficamente o problema.
 b) Considerando o mesmo conjunto de soluções admissíveis, resolva os seguintes problemas modificados

$$\mathbf{b1)} \max z = x_1 - x_2$$

$$\mathbf{b2)} \min z = x_2$$

$$\mathbf{b3)} \max z = x_1 + 4x_2$$

$$\mathbf{b4)} \min z = 2x_1 - x_2$$

$$\mathbf{b5)} \max z = 2x_1 - x_2$$

- c) A direção da empresa pretende saber quais as consequências de aceitar uma encomenda de 90 comboios.
 d) Resolva o problema inicial, exigindo ainda que se produza exatamente a mesma quantidade dos dois brinquedos.
 e) e1) Resolva o problema inicial admitindo que não há limitações no número de horas disponíveis para acabamentos em verniz nem no número de horas de carpintaria.
 e2) Para esse novo problema, modifique o objetivo para b5).
 e3) e para b4).
 f) Resolva as alíneas anteriores com o *Solver/Excel*.

Protótipo 2. Problema da Dorian Auto (Winston, 2004).

A Dorian Auto fabrica automóveis de luxo. Estudos prévios indicam que os potenciais clientes são sobretudo pessoas de classe alta. Para atingir este grupo, a Dorian Auto decidiu fazer uma ambiciosa campanha publicitária na TV, comprando anúncios de 1 minuto durante dois tipos de programa, comédias e jogos de futebol, que custarão \$50 000 e \$100 000 cada, respetivamente.

Cada comédia é vista por 7 milhões de mulheres e por 2 milhões de homens de classe alta; cada jogo de futebol é visto por 2 milhões de mulheres e 12 milhões de homens de classe alta.

A Dorian Auto pretende gastar o mínimo possível na campanha publicitária e de modo a que os anúncios sejam vistos por, pelo menos, 28 milhões de mulheres e 24 milhões de homens de classe alta.

- a) Formule e resolva graficamente o problema.
 b) Determine a solução pelo *Solver/Excel*

1. Formule os problemas que se seguem no contexto da PL (ou, se necessário, da PLI), resolva-os utilizando o Solver (Excel) e faça um pequeno relatório relativo aos resultados obtidos.

- a) Uma estação de correios precisa de um número distinto de empregados a tempo integral nos diferentes dias da semana:

Dia da semana	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	Sab	Dom
Necessidade de empregados a tempo integral	17	13	15	19	14	16	11

Pela legislação laboral, cada empregado trabalha cinco dias consecutivos, seguidos de dois dias de folga.

Determine o número mínimo de funcionários (a tempo integral) que a estação precisa, para assegurar as necessidades dos diferentes dias.

- b) Oranju é uma empresa que vende laranjas em sacos e pacotes de sumo de laranja. As laranjas são classificadas numa escala de 1 (fraco) a 10 (excelente). Neste momento a Oranju tem 50 toneladas de laranja de nível 9 e 60 toneladas de laranja de nível 6. A qualidade média das laranjas vendidas em sacos tem de ser não inferior a 7 e a das laranjas para sumo tem de ser não inferior a 8.

Cada Kg de laranjas usado para sumo origina uma receita de \$3 e tem um custo de \$2.1 (custo de aquisição + custo de preparação + custo de armazenagem + outros custos). Cada Kg de laranjas em sacos é vendido por \$1 e tem um custo de 40c.

Determine a melhor forma de maximizar o lucro da Oranju.

- c) Mok está a estudar a melhor forma de um seu cliente investir em três projetos (P1, P2 e P3) que começam agora (ano 0) e para os quais tem disponíveis 2 milhões de US\$. Pode investir em cada projeto a 100% ou apenas parcialmente.

Na tabela seguinte encontram-se os cash flows (em milhões de US\$) relativos a cada um dos projetos, se o investimento for a 100%. Por exemplo, P1 necessita de um investimento de 3 milhões agora e de um milhão daqui a 6 meses e dá um retorno de 1.8 milhões daqui a um ano, 1.8 milhões daqui a um ano e meio e 5.5 milhões daqui a 2 anos (se o investimento for parcial, os cash flow serão todos na mesma proporção).

Instante (ano)	Cash flow		
	P1	P2	P3
0	-3.0	-1.0	-1.5
0.5	-1.0	-0.5	-0.5
1.0	1.8	1.5	-0.5
1.5	1.8	1.5	1.0
2.0	5.5	-1.0	6.0

Em cada instante assinalado (ano $t=0, 0.5, 1, 1.5$) é possível contrair um empréstimo por 6 meses não superior a 2 milhões, a uma taxa de 3.5% por cada 6 meses; também é possível fazer um depósito a prazo (6 meses) à taxa de 3% por cada 6 meses.

O objetivo da Mok é maximizar o dinheiro do cliente no final dos 2 anos.

d) O João e a Ana estão a tentar conter as despesas domésticas e decidiram alimentar os seus gatos ao menor custo possível, satisfazendo requisitos mínimos nutricionais. Assim, a Ana decidiu comprar apenas dois tipos de comida para gatos: G1 e G2. Cada pacote de G1 custa 7€ e contém 30 unidades de vitamina A e 10 de vitamina C. Cada pacote de G2 custa 1€ e contém 10 unidades de cada vitamina. Diariamente, os gatos necessitam de, pelo menos, 6 unidades de vitamina A e 3 de vitamina C.

- i) Qual o valor mínimo que a Ana terá de gastar por mês (30 dias) de modo a alimentar os seus gatos, satisfazendo os requisitos vitamínicos descritos?
- ii) O João verificou que com a solução apresentada pela Ana, a quantidade mínima necessária de vitamina C é largamente excedida e, por isso, quis determinar uma solução que satisfizesse os mínimos exigidos como igualdade (isto é, uma combinação diária de G1 e G2 que contivesse exatamente 6 unidades de vitamina A e 3 de vitamina C). A solução do João é mais cara ou mais barata do que a da Ana? Justifique e depois calcule-a exatamente.

e) Uma empresa de autocarros pretende arranjar motoristas para um novo percurso no próximo verão. Estes motoristas poderão ser trabalhadores da própria empresa, que estiveram afetos a outros percursos e que vão estar disponíveis ou então poderão ser trabalhadores a contratar apenas para este período.

Uma vez que a procura de autocarros varia ao longo do dia, o número de motoristas necessários também vai variar. Assim, prevê-se que as necessidades ao longo do dia sejam as seguintes

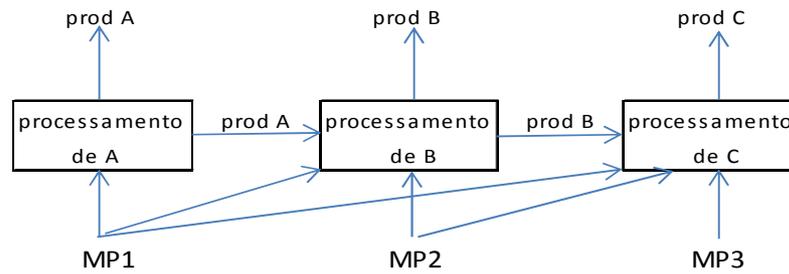
Nº de autocarros	4	8	10	7	12	4
período	0 - 4	4 - 8	8 - 12	12 - 16	16 - 20	20 - 24

Há três tipos de motoristas: tempo parcial (um turno de 4 horas consecutivas, diariamente), horário completo contínuo (um turno de 8 horas consecutivas, diariamente) e horário completo descontínuo (dois turnos de 4 horas, separados por 4 horas sem trabalhar). Qualquer motorista a tempo completo pode ser selecionado para fazer horário contínuo ou descontínuo, tendo uma remuneração superior, no caso descontínuo.

Para o período e percurso em estudo a empresa dispõe de 10 motoristas a tempo parcial e 20 motoristas a tempo completo podendo contratar ainda, e apenas durante o verão, mais motoristas a tempo completo pagando-lhes mais 25% do que aos que são trabalhadores da empresa (até um máximo de 20 motoristas extra).

Determine a forma mais barata de assegurar as necessidades diárias de motoristas, sabendo que os motoristas em tempo parcial ganham 8€, os motoristas em tempo completo contínuo 12€ e os motoristas em tempo completo descontínuo 14€, por cada hora de trabalho efetivo.

f) Numa fábrica existem 3 máquinas onde vão ser processados os produtos A,B e C, de acordo com o esquema



Os produtos necessitam de três matérias-primas: MP1, MP2 e MP3.

Cada unidade de A necessita de uma unidade de MP1. Para produzir uma unidade do produto B são necessárias duas unidades do produto A, 1 unidade de MP1 e 0.6 unidades de MP2. Para produzir uma unidade do produto C são necessárias 1.2 unidades de B, 0.3 unidades de MP1, 0,2 unidades de MP2 e 1 unidade de MP3.

Nas tabelas seguintes encontram-se informações sobre os produtos e as matérias primas. As receitas indicadas dizem respeito apenas às unidades vendidas de cada um dos produtos (e não às utilizadas no processamento de outros produtos).

Produto	A	B	C
Receita unitária	\$100	\$350	\$500
Procura máxima	100	150	200

Matéria-Prima	MP1	MP2	MP3
Custo unitário	\$50	\$20	\$40
disponibilidade	200	150	200

Com o objetivo de maximizar o lucro, determine as quantidades a produzir de cada um dos produtos.

g) Uma fábrica de rações para alimentação de animais produz e vende três tipos de rações (r1, r2 e r3). Cada uma delas é feita a partir de apenas 3 tipos diferentes de matérias primas, em proporções diferentes (mp1, mp2 e mp3). No processo de produção não há perdas, isto é, cada kg de matéria-prima origina um kg de ração. O preço de venda de cada kg de ração e o preço de compra de cada kg de matéria-prima são

ração	Preço de venda por Kg	Matéria prima	Preço de compra por kg
r1	35	mp1	22
r2	30	mp2	17
r3	25	mp3	12

A fábrica pode comprar diariamente um máximo de 5 toneladas de cada uma das matérias primas. As rações distinguem-se pelas quantidades de cálcio e de gordura. A ração r1 deve conter pelo menos 50g de cálcio por kg e não pode conter mais do que 4% de gordura. A ração r2 deve conter um mínimo de 40g de cálcio por kg e, no máximo, 8% de gordura. A ração r3 deve conter pelo menos 30g de cálcio por kg e não mais do que 4% de gordura. A quantidade de cálcio (g de cálcio por kg de matéria prima, abreviadamente, g/kg) e de gordura de cada uma das matérias primas é

Matéria prima	Quantidade de cálcio (g/kg)	Conteúdo de gordura (%)
mp1	60	2,0

mp2	30	8,0
mp3	40	12,0

O custo de transformar as matérias-primas nas rações é 2 por cada kg de ração e a fábrica pode produzir um máximo de 14 toneladas de rações diariamente.

A fábrica tem de satisfazer as seguintes encomendas diariamente: 3 toneladas de r1, 2 toneladas de r2 e 1 tonelada de r3. Se pretender ter mais encomendas, é sabido que cada unidade monetária gasta em publicidade numa das rações aumenta a procura diária dessa ração em 100 kg.

Determine a forma desta fábrica ter o máximo lucro diário.

2. Resolva graficamente e utilizando o Solver (Excel) os seguintes problemas de PL

a) $Max z = x_1 + 2x_2$

$$s. a \begin{cases} x_1 - 2x_2 \leq 3 \\ x_1 + x_2 \leq 3 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

b) $Max z = x_1 + 2x_2$

$$s. a \begin{cases} x_1 - 2x_2 \geq 4 \\ x_1 + x_2 \leq 3 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

c) $Max z = x_1$

$$s. a \begin{cases} x_1 - 2x_2 \leq 1 \\ x_1 + x_2 \leq 3 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

d) $Max z = x_1 + 2x_2$

$$s. a \begin{cases} x_1 - x_2 \leq 2 \\ x_1 - x_2 \geq 0 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

e) $Max z = x_1 - x_2$

$$s. a \begin{cases} x_1 - x_2 \leq 2 \\ x_1 - x_2 \geq 0 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

f) $Min z = x_2$

$$s. a \begin{cases} x_1 - x_2 \leq 5 \\ x_1 + 2x_2 \geq -3 \\ x_1 \text{ livre}, x_2 \leq 0 \end{cases}$$

g) $Min z = x_2$

$$s. a \begin{cases} x_1 - x_2 \leq 5 \\ x_1 + 2x_2 \geq -3 \\ x_1 - x_2 = 1 \\ x_1 \text{ livre}, x_2 \leq 0 \end{cases}$$

h) $Max z = x_1 - x_2$

$$s. a \begin{cases} x_1 - x_2 \leq 5 \\ x_1 + 2x_2 \geq -3 \\ x_1 \text{ livre}, x_2 \leq 0 \end{cases}$$

3. Escreva os duais dos problemas do exercício anterior e, para cada um

- a) Determine a s.o. do dual, a partir da s.o. do primal, usando as relações de complementaridade
- b) Verifique que o dual do dual é o primal.

4. Na fábrica Choco está a planear-se a produção diária de três novos tipos de tabletes de chocolate para a indústria alimentar, de modo a maximizar o lucro diário total. Cada tablete contém apenas açúcar e chocolate.

Tablete	Quantidade de Açúcar (kg/tablete)	Quantidade de Chocolate (kg/tablete)	Lucro de cada tablete (u.m.)
Tipo 1	1	2	3
Tipo 2	1	3	7
Tipo 3	1	1	5
Disponibilidades diárias (kg)	50	100	

- a) Resolva o problema e faça um pequeno relatório com a informação considerada relevante.
- b) Para que valores do lucro das tabletes do **Tipo 2** é que a solução corrente se mantém ótima? Qual será o lucro total se o lucro unitário das tabletes do **Tipo 2** for de 13 u.m.?
- c) Valerá a pena pensar em aumentar a disponibilidade de açúcar? E a de chocolate?
- d) Se a quantidade de açúcar disponível fosse de 60 kg, qual seria o lucro total relativo a estes produtos? E se fosse 40Kg?
- e) Existe um saco azul que a fábrica Choco pode usar mas para comprar apenas uma das matérias-primas. O dinheiro disponível poderá ser usado para comprar 10Kg de açúcar ou 30Kg de chocolate. O que se deve fazer?
E se o dinheiro disponível puder ser usado para comprar ambos, o que pode concluir?
- f) Na Choco está a considerar-se a hipótese de fabricar um de dois novos tipos de tablete. Um dos tipos, **Tipo 4**, necessita de 1 kg de açúcar e 4 kg de chocolate por tablete. Para o outro tipo de tablete, **Tipo 5**, são necessários 2 kg de açúcar e 2 kg de chocolate por tablete. Qualquer dos tipos descritos tem o mesmo lucro unitário de 9. Tome uma decisão e fundamente-a.

5. Uma empresa pretende produzir uma ração a partir de três matérias-primas diferentes (m_1 , m_2 e m_3). Essa ração tem de conter, pelo menos, 17kg de uma substância (A) e 23kg de outra substância (B). Não há procura para mais do que 12 toneladas da ração. Para determinar a composição da ração que, verificando estas condições, tenha o menor custo possível, formalizou-se o seguinte problema de PL

$$\begin{aligned} \min \quad & z = 40x_1 + 80x_2 + 60x_3 \\ \text{s.a:} \quad & \begin{cases} 4x_1 + 5x_2 + x_3 \geq 17 \\ x_1 + 2x_2 + 4x_3 \geq 23 \\ x_1 + x_2 + x_3 \leq 12 \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0, \end{cases} \end{aligned}$$

cuja solução ótima indica que a ração contém apenas 3 toneladas de mp1 e 5 de mp3.

- Explique o significado de todos os parâmetros da primeira restrição.
- Sem resolver o problema, determine os preços sombra das restrições e faça a sua interpretação económica.
- Resolva o problema com o *Solver* e indique qual teria de ser o decréscimo no preço de mp2 de modo a que se tornasse vantajosa a sua inclusão na ração.
- Sem resolver de novo o problema, o que pode afirmar sobre as consequências de aumentar 30% as quantidades mínimas das substâncias A e B na ração? E se for 50%?

6. Resolva o seguinte problema de PL referente à produção de três produtos (**P1**, **P2** e **P3**), usando o *Solver* do *Excel*:

$$\text{Max}Z = 10x_1 + 20x_2 + 15x_3$$

s.a:

$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 + 2x_3 \leq 80 \\ 4x_1 + 10x_2 + 5x_3 \leq 90 \\ 4x_1 + 10x_2 \geq 50 \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0 \end{cases}$$

A função objetivo refere-se à maximização das receitas totais, as 1ª e 2ª restrições referem-se às horas máquina disponíveis nas secções 1 e 2, respetivamente, e a 3ª restrição fixa a margem financeira mínima a obter. Entende-se por margem financeira a diferença entre a receita total e os custos variáveis totais.

- Resolva o problema e interprete a sua solução.
- A receita de **P2** acaba de subir 20%, embora se mantenha a sua margem financeira. Indique quais são as alterações daqui decorrentes seja no programa de produção seja nos preços sombra.
- Quanto deve aumentar a receita de P2 (mantendo-se a margem financeira) para que este produto faça parte do plano de produção?
- Indique uma forma de aumentar as receitas em pelo menos 2% através de alterações nas quantidades disponíveis dos recursos da empresa.
- Quais as alterações no programa ótimo decorrentes de uma nova exigência de mercado que exige uma produção mínima de **P2** de 4 unidades? Idêntica questão para **P1**.
- A exigência relativa à margem financeira mudou. Afinal pretende-se que a margem financeira mínima seja de, pelo menos, 75 u.m. Como vem alterada a receita total?

7. Formalize os problemas que se seguem no contexto da PL ou da PLI (mista ou pura) e resolva-os utilizando o Solver (Excel).

a) A empresa P&J está a estudar 5 possíveis empreendimentos imobiliários onde poderá investir. A tabela seguinte contém o lucro estimado a longo prazo (net present value) que cada projeto geraria, bem como a quantidade de investimento necessária para realizar o empreendimento (ambos em milhões de dólares).

	Empreendimentos				
	1	2	3	4	5
Lucro estimado	1	1,8	1,6	0,8	0,4
Capital necessário	6	12	10	4	8

Há 20 milhões de dólares para investir e pretende-se seleccionar a combinação de investimentos que maximiza o total de lucro estimado.

b) A divisão de investigação e desenvolvimento da PC desenvolveu quatro linhas de novos produtos e precisa agora de decidir quais desses quatro produtos vão realmente ser produzidos e a que níveis.

O início da produção de qualquer dos produtos tem um custo elevado, conforme se pode ver na primeira linha da tabela seguinte (em US\$). O objetivo da empresa PC é encontrar o plano de produção que maximiza o lucro total (receita líquida total menos custos iniciais de implantação).

	Produto			
	1	2	3	4
Custos iniciais de implantação	50 000	40 000	60 000	70 000
Receita líquida marginal	70	60	90	80

A gerência impôs as seguintes restrições:

- i) Não mais do que dois produtos poderão ser produzidos,
- ii) O produto 3 pode ser produzido apenas se o produto 1 ou 2 forem produzidos
- iii) O produto 4 pode ser produzido apenas se o produto 1 ou 2 forem produzidos
- iv) Qualquer dos produtos precisa de passar numa de 2 máquinas, ambas com a mesma disponibilidade de 6000 horas. A gerência já decidiu que só uma dessas máquinas funcionará, sendo a outra ocupada com produtos mais antigos da mesma companhia. O tempo que cada unidade de cada produto precisa de cada uma das máquinas está na tabela seguinte

	Produto			
	1	2	3	4
Maquina A	5	3	6	4
Maquina B	4	6	3	5

c) Uma empresa petrolífera pretende selecionar 5 de 10 possíveis poços (P1, P2,...,P10) a que estão associados os custos 6, 15, 14, 10, 12, 8, 5, 10, 14, 20, respetivamente. Por compromisso com o governo local, a empresa deve respeitar as seguintes restrições de desenvolvimento regional:

- a escolha simultânea de P1 e P7 impede a escolha de P8;
- tanto a escolha de P3 como a de P4 impedem a escolha de P5;
- do grupo P5, P6, P7 e P8 no máximo dois são possíveis;
- a escolha de P1 arrasta a de P10.

Formalize o problema.

d) A Companhia FlyLux constrói aviões pequenos que se destinam a ser vendidos a grandes corporações para transportar alguns dos seus executivos. Estes aviões podem ser 'personalizados', de acordo com as necessidades dos clientes. No entanto, este tipo de alteração ao modelo standard origina um acréscimo substancial no custo e que é independente do número de aviões com a mesma alteração.

Atualmente a FlyLux tem encomendas de três corporações diferentes: C1, C2 e C3. As encomendas de C1 e C2 têm exigências de alterações ao modelo standard. A FlyLux não poderá satisfazer completamente todas as encomendas devido a compromissos já assumidos com outros clientes, pelo que terá de decidir quantos aviões irá produzir para cada uma das três corporações. A tabela seguinte contém os dados relevantes: na primeira linha está o custo por fazer alterações ao modelo original, na segunda o lucro previsto por avião (=preço de venda unitário-custo do modelo standard), na terceira linha a percentagem da capacidade de produção atualmente disponível e que será usada para produzir cada avião e na quarta linha está o número de aviões que cada corporação encomendou.

	C1	C2	C3
Custo da personalização	1,6	2	0
Lucro unitário	2	3	0,8
Capacidade usada por avião	20%	40%	20%
Encomenda máxima	3	2	5

e) A empresa americana P&T produz, entre outros produtos, enlatados de ervilhas. As ervilhas depois de preparadas em três fábricas de conservas (perto de: Bellingham, Washington, F1; Eugene, Oregon, F2; Albert Lea, Minnesota, F3), são levadas, de camião, para quatro armazéns localizados na parte ocidental dos Estados Unidos (Sacramento, California, A1; Salt Lake City, Utah, A2; Rapid City, South Dakota, A3; Albuquerque, New Mexico, A4). Dado os custos associados ao transporte serem muito elevados, pretende-se estudar a distribuição que acarrete menores custos de transporte.

As produções de cada fábrica bem como as necessidades em cada armazém, para a próxima estação, foram estimadas e constam da tabela (em n.º de camiões carregados). Nesta tabela encontram-se também os custos associados ao fato de se enviar um camião carregado de cada uma das três fábricas para cada um dos quatro armazéns. Nota-se assim ser necessário transportar 300 carregamentos entre as fábricas e os armazéns.

	custo de transporte de um camião carregado (em <i>u.m.</i>)				produções nas Fábricas
	A1	A2	A3	A4	
F1	464	513	654	867	75
F2	352	416	690	791	125
F3	995	682	388	685	100
necessidades nos armazéns	80	65	70	85	

i) Pretende-se determinar o número de camiões que devem ser enviados de cada fábrica para cada armazém, de forma a minimizar o custo total de transporte.

ii) A direção da P&T está a estudar alternativas de abastecimento dos seus armazéns. Assim, pretende saber quais as consequências de exigir que cada fábrica abasteça completamente um único armazém (sabendo que esta exigência origina que um dos armazéns não seja abastecido).

f) Quatro barcos de carga vão ser usados para transportar mercadorias dum porto para quatro outros portos (P1, P2, P3 e P4). Qualquer barco pode ser usado para fazer qualquer dos percursos, mas como os barcos têm características diferentes, o custo de transportar a mercadoria do porto onde está para cada um dos quatro portos varia consoante o barco e está na tabela seguinte

		porto			
		P1	P2	P3	P4
barco	B1	500	400	600	700
	B2	600	600	700	500
	B3	700	500	700	600
	B4	500	400	600	600

Sabendo que cada barco faz apenas uma viagem, determine como deve ser feito o transporte das mercadorias, do porto onde estão para os quatro portos.

g) A OnenoteCo produz um único produto em 3 fábricas, para o qual tem 4 clientes. As 3 fábricas produzirão 60, 80 e 40 unidades na próxima temporada (respetivamente para F1, F2 e F3). A empresa assumiu o compromisso de vender 40 unidades ao cliente 1, 60 unidades ao cliente 2 e pelo menos 20 ao cliente 3. Os clientes 3 e 4 pretendem comprar a quantidade máxima possível do produto. O lucro associado a enviar (e vender) uma unidade da fábrica *i* para o cliente *j* é dado na tabela seguinte:

		cliente			
		1	2	3	4
Fabrica	1	800	700	500	200
	2	500	200	100	300
	3	600	400	300	500

A gerência da Onenote pretende saber quantas unidades deve vender aos clientes 3 e 4 e quantas unidades devem ser enviadas de cada fábrica para cada cliente, de modo a maximizar o lucro.

h) A M.I. Company tem duas fábricas onde se fabricam empilhadoras que são depois transportadas para três centros de distribuição. Cada fábrica tem capacidade de produzir semanalmente 50 empilhadoras. Os custos de produção das empilhadoras não dependem da fábrica e os custos unitários de transporte das empilhadoras desde as fábricas até aos centros de distribuição são:

		CD1	CD2	CD3
Fabrica	A	500	700	400
	B	600	800	500

Semanalmente, 60 empilhadoras são produzidas nas fábricas e enviadas para os centros de distribuição. Cada centro de distribuição necessita receber 20 empilhadoras por semana.

- i) Determine como se deve satisfazer a procura de empilhadoras nos centros de distribuição;
- ii) O centro de distribuição CD1 alterou a sua procura para 10 empilhadoras por semana. Por razões administrativas, a direção decidiu que cada centro de distribuição é abastecido por apenas uma fábrica e que uma das fábricas irá abastecer um dos centros e a outra abastecerá dois.

Como deve ser feito o transporte das empilhadoras de modo a que o custo total de abastecer os centros de distribuição seja mínimo?

i) Numa organização há nove tarefas para serem executadas diariamente e três indivíduos que as podem fazer. O tempo que cada um demora a executar cada tarefa é

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
I1	12	17	8	9	18	5	15	7	8
I2	6	9	13	7	10	14	8	9	10
I3	11	12	13	10	11	12	11	12	13

Até agora tem sido escolhido o indivíduo mais rápido para executar cada tarefa, mas essa decisão vai ser alterada. Assim, pretende-se saber quais as tarefas que cada indivíduo deverá fazer diariamente de modo a que se satisfaçam simultaneamente as seguintes condições:

- i) O tempo total de conclusão das tarefas seja mínimo,
- ii) Todos os indivíduos executem o mesmo número de tarefas,
- iii) Qualquer tarefa seja feita por um único indivíduo.