



Métodos de Apoio à Decisão (CC 3003)

Trabalho 1

Catarina Teixeira -L:CC- up201805042
Duarte Alves -L:CC- up201805437

Regente: João Pedro Pedroso
Abril 2021

Introdução ao problema

Num mundo futurista vemos uma empresa a vender marmelada a 3 planetas distantes (Mercúrio, Vénus e Marte). A empresa vende 3 tipos diferentes de marmelada (**R**: Regular, **C**: Casual e **I**: Intensa) estes têm preços diferentes consoante o planeta destino e o mês da compra.

Month	Venus			Mars			Mercury		
	<i>R</i>	<i>C</i>	<i>I</i>	<i>R</i>	<i>C</i>	<i>I</i>	<i>R</i>	<i>C</i>	<i>I</i>
1	12	13	10	10	23	20	8	8	10
2	10	25	10	10	35	20	7	5	11
3	10	28	10	10	38	20	7	8	10
4	10	32	10	10	42	20	9	12	12
5	22	32	10	10	42	20	12	12	13
6	32	40	25	10	50	35	22	20	15
7	13	45	52	10	55	62	18	35	22
8	11	40	75	10	50	65	19	30	35
9	10	35	20	10	45	30	15	25	30
10	10	33	20	10	43	30	9	23	20
11	10	20	15	10	30	25	7	20	15
12	10	10	12	10	20	22	6	10	12

A produção de marmelada é restringida por 3 fatores (**Cleaning**: Limpeza, **Cooking**: Produção e **Packing**: Armazenamento). Cada um limita o número máximo de unidades de marmeladas que podem ser produzidas num mês.

	<i>R</i>	<i>C</i>	<i>I</i>
Cleaning	1000	1535	1750
Cooking	1850	850	1200
Packing	750	1500	2000

Os materiais necessários para a produção da marmelada têm um preço insignificante e mensalmente existe um “shuttle” para cada planeta, cada um com capacidade de 1000 unidades.

Exercício 1

A primeira questão começa por assumir que não há condições para o armazenamento da produção, ou seja, tudo o que é produzido num mês tem de ser vendido. Com isto, pretende-se que seja formulado uma otimização linear para maximizar a receita.

Dados do problema:

PROD set de marmeladas (**R, C, I**)
TRAB set da linha de produção (**Cleaning, Cooking, Packing**)
PLAT set dos planetas (**Vénus, Mercúrio, Marte**)
I set dos meses do ano (**1 a 12**)
Limit capacidade máxima de marmeladas para cada planeta
 $tabela_{lpi}$ $l \in PLAT, p \in PROD, i \in I$ custo em solarcoins de cada tipo de marmelada p em cada planeta l em cada mês i
 $producao_{tp}$ $t \in TRAB, p \in PROD$ linha de produção constituída por operações t para produzir cada tipo de marmelada p

Variáveis:

$vendeu_{lpi}$ $l \in PLAT, p \in PROD, i \in I$ quantidade de marmeladas de variedade p que conseguimos vender em cada planeta l por mês i

Formulação:

$$\text{maximize lucro} = \sum_{i \in I, l \in PLAT, p \in PROD} \text{vendeu}_{lpi} * \text{tabela}_{lpi} \quad (1)$$

$$\text{subject to: } \sum_{p \in PROD} \text{vendeu}_{lpi} \leq \text{Limit} \quad l \in PLAT, i \in I \quad (2)$$

$$\sum_{l \in PLAT, p \in PROD} \text{vendeu}_{lpi} / \text{producao}_{tp} \leq 1 \quad i \in I, t \in TRAB \quad (3)$$

$$\text{vendeu}_{lpi} \geq 0 \quad l \in PLAT, i \in I, p \in PROD \quad (4)$$

Segundo o contexto do problema, temos como objetivo descobrir o lucro máximo a partir da venda de cada tipo de marmelada por cada mês em cada planeta, cumprindo as devidas restrições.

Em (1) está representada a formulação para calcular o nosso lucro, sendo o somatório de todos os meses i , de todos os tipos de marmeladas p vendidas (variável **vendeu**) para os planetas l com o respectivo preço por tipo de marmelada p em cada planeta l em cada mês i .

Em (2) vamos ter uma restrição em que limita a capacidade de marmeladas que podemos mandar/vender para cada planeta, sendo neste caso **Limit**=1000.

Em (3) temos a restrição em que vai limitar a produção das marmeladas que podemos vender a partir da divisão de tempo de produção entre os três produtos, ou seja se uma linha estiver a produzir um tipo de marmelada, ele não pode estar em simultâneo a processar outro tipo de marmelada, sendo a razão para que tenhamos de dividir o tempo de produção entre os três tipos de marmelada.

Exercício 2

A segunda questão pede o resultado da receita e também o plano de produção do **exercício 1**.

A codificação da resolução do problema pode ser consultada no ficheiro **ex1-3.mod** e os dados podem ser consultados no ficheiro **ex1-3.dat**. A sua solução pode ser consultada no ficheiro **ex1-3.sol**.

O comando para executar seria: **glpsol --math ex1-3.mod --data ex1-3.dat -o ex1-3.sol**

lucro: 492966 (492965.7895)

E a solução obtida na variável **vendeu** foi:

Mês	Mercúrio			Vénus			Marte		
	R	C	I	R	C	I	R	C	I
1	0	0	0	308.333	0	0	0	0	1000
2	0	0	0	0	0	0	0	850	0
3	0	0	0	0	0	0	0	850	0
4	0	0	0	0	0	0	0	850	0
5	0	0	0	421.93	0	0	0	656.14	0
6	0	0	0	421.93	0	0	0	656.14	0
7	0	0	0	0	0	200	0	0	1000
8	0	0	0	0	0	1000	0	0	200
9	0	0	0	0	0	0	0	850	0
10	0	0	0	0	0	0	0	850	0
11	0	0	0	308.333	0	0	0	0	1000
12	0	0	0	308.333	0	0	0	0	1000

A partir dos resultados obtidos na variável **vendeu**, podemos reparar que não houve vendas para mercúrio porque a partir da tabela dos preços em solarcoins, eles tinham o preço de compra mais baixo, o que iria influenciar negativamente o lucro da empresa e nos poucos meses que tem melhor preço, pode nem sequer ter se produzido esse tipo de marmelada.

Exercício 3

A terceira questão pergunta com base nos dados obtidos nas questões anteriores qual seria a linha de produção mais rentável para aumentar a capacidade de produção .

Analisando a tabela da linha de produção e a tabela dos resultados da variável vendeu, podemos excluir o Cleaning porque não vai influenciar o lucro.

Depois de termos testado o nosso programa com os valores de produção diferentes, chegamos à conclusão que se a companhia aumentar a capacidade de produção no Cooking, o seu lucro irá aumentar significativamente, havendo mais venda do tipo de marmelada C e do tipo de marmelada I.

Exercício 4

A última questão começa por reformular o problema, ou seja, supondo que o armazenamento é ilimitado mas cada unidade de marmelada armazenada tem o custo de 1 solarcoin por mês. Com isto o objetivo do exercício será maximizar a receita da empresa.

Sendo que vamos agora ter de contar o que sobrou de marmeladas em cada mês, neste caso temos de ter em consideração o que produzimos e o que conseguimos vender para que depois a sua diferença vai ser o que sobrou no devido mês, que depois vai ser adicionado ao nosso stock. Sendo assim a nossa formulação vai ser a seguinte:

Dados do problema:

PROD	set de marmeladas (R, C, I)
TRAB	set da linha de produção (Cleaning, Cooking, Packing)
PLAT	set dos planetas (Vénus, Mercúrio, Marte)
I	set dos meses do ano incluindo zero (0 a 12) que vai ser usado para o stock que sobrou a cada mês
B	set dos meses do ano (1 a 12)
pagarUni	preço por unidade de marmelada em solarcoins
Limit	capacidade máxima de marmeladas para cada planeta
tabela _{lpi}	$l \in PLAT, p \in PROD, i \in B$ custo em solarcoins de cada tipo de marmelada p em cada planeta l em cada mês i
producao _{tp}	$t \in TRAB, p \in PROD$ linha de produção constituída por operações t para produzir cada tipo de marmelada p

Variáveis:

vendeu _{lpi}	$l \in PLAT, p \in PROD, i \in B$ quantidade de marmeladas de variedade p que conseguimos vender em cada planeta l por mês i
produzido _{lpi}	$l \in PLAT, p \in PROD, i \in B$ quantidade de marmeladas de variedade p que conseguimos produzir em cada planeta l por mês i
sobrou _{ip}	$p \in PROD, i \in I$ quantidade de marmelada do tipo p que sobrou no mês i .

Formulação:

$$\text{maximize lucro} = \sum_{i \in B, l \in PLAT, p \in PROD} \text{vendeu}_{lpi} * \text{tabela}_{lpi} - \sum_{i \in B, p \in PROD} \text{sobrou}_{ip} * \text{pagarUni} \quad (1)$$

$$\text{subject to: } \sum_{p \in PROD} \text{vendeu}_{lpi} \leq \text{Limit} \quad l \in PLAT, i \in B \quad (2)$$

$$\sum_{l \in PLAT, p \in PROD} \text{produzido}_{lpi} / \text{producao}_{tp} \leq 1 \quad i \in B, t \in TRAB \quad (3)$$

$$\text{sobrou}_{0p} = 0 \quad p \in PROD \quad (4)$$

$$\text{sobrou}_{ip} = \sum_{l \in PLAT} (\text{produzido}_{lpi} - \text{vendeu}_{lpi}) + \text{sobrou}_{(i-1)p} \quad i \in B, p \in PROD \quad (5)$$

$$\text{vendeu}_{lpi} \geq 0 \quad l \in PLAT, i \in B, p \in PROD \quad (6)$$

$$\text{produzido}_{lpi} \geq 0 \quad l \in PLAT, i \in B, p \in PROD \quad (7)$$

$$\text{sobrou}_{ip} \geq 0 \quad i \in I, p \in PROD \quad (8)$$

Na **(1)** vamos calcular o nosso lucro através do que conseguimos vender (variável **vendeu**) com os preços que temos (variável **tabela**) e a esse valor vamos subtrair o que sobrou em cada mês em cada planeta em cada mês, sabendo que cada unidade de marmelada custa 1 solarcoin.

Na **(2)** temos a restrição que no máximo o que conseguimos vender (variável **vendeu**) para cada planeta tem de ser menor ou igual ao nosso Limit=1000.

Na **(3)** vai restringir a percentagem que a máquina vai produzir as marmeladas, ou seja, vamos dividir o tempo de produção pelos tipos de marmelada. Então, o que vamos fazer é no que conseguimos produzir (variável **produzido**) daquele tipo de marmelada, naquele mês, vamos dividir pela nossa tabela de produção e o resultado disso tem que ser menor ou igual a 1 ou seja, em termos percentuais, tem que ser menor ou igual a 100% da utilização da máquina.

Na **(4)** é a inicialização do nosso stock, ou seja, inicialmente antes de percorrermos os meses à procura do stock que sobrou, primeiro temos que inicializá-lo a 0 de forma a que depois seja mais fácil ir armazenando/somando o que sobrou nos meses todos.

Na **(5)** vai ocorrer a atualização do nosso stock, ou seja, à medida que percorremos os meses, vamos ver em cada planeta o que sobrou de marmeladas, subtraindo o que conseguimos produzir (variável **produzido**) com o que conseguimos vender (variável **vendeu**) e depois somamos com o que sobrou no mês anterior.

A codificação da resolução do problema pode ser consultada no ficheiro **ex4.mod** e os dados podem ser consultados no ficheiro **ex4.dat**. A sua solução pode ser consultada no ficheiro **ex4.sol**.

O comando para executar seria: **glpsol --math ex4.mod --data ex4.dat -o ex4.sol**

lucro: 560562 (560562.0092)
