

Licenciatura em Engenharia Informática

Modelos Determinísticos de Investigação Operacional

Trabalho 4 (data de entrega - 07 jan 2015)

(o caso a seguir descrito é totalmente ficcional. Embora o sistema ilustre um problema de produção-inventário, os dados ou hipóteses poderão ser irreais).

Uma empresa produz sumos de frutas, laranja, maçã e pêra, à base de concentrado. A produção consiste em misturar as matérias primas, concentrado de sumo de fruta, água e açúcar, e encher os pacotes de sumo na única linha de engarrafamento. O tempo de produção de um dado sumo corresponde ao tempo de engarrafamento, dado que a mistura das matérias primas é feita num tempo negligenciável. Há dois armazéns, o de matérias primas, onde são guardados os tambores com os concentrados de sumo, e o de produtos finais, que guarda as paletes com os pacotes de sumo.

Pretende-se determinar as quantidades a comprar, a produzir e a armazenar, em cada período e de cada tipo de sumo, de modo a fornecer os pedidos dos clientes num horizonte de planeamento de 12 meses, com um custo global mínimo.

As quantidades de concentrado serão expressas em unidades equivalentes (U.E.). Uma U.E. de concentrado de fruta é o peso de concentrado necessário para produzir uma tonelada de produto final (que equivale a uma U.E. de produto final).

O contrato com o cliente prevê a entrega das seguintes quantidades, em U.E.:

Mês	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Laranja	9	9	9	12	16	17	19	19	16	12	10	9
Maçã	5	5	5	6	8	9	10	10	8	6	5	5
Pêra	4	4	4	5	6	7	8	8	6	5	4	4

Os custos de produção [U.M./U.E.] são semelhantes para os três tipos de sumo, mas variam ao longo do tempo:

Mês	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
custo de produção	10	10	10	10	10	10	10	12	10	10	10	10

A capacidade máxima de produção normal é de 45 U.E. por período (ou seja, uma capacidade diária de produção de 1.5 U.E.), não podendo haver lugar a produção extraordinária.

A capacidade máxima do armazém de tambores de concentrado de sumo é de 30 U.E.; há um custo de posse de inventário de 1 U.M./U.E.período. É possível fazer também inventário de paletes de pacotes de sumo, mas o custo de posse de inventário é de 3 U.M./U.E.período. A capacidade máxima de armazenagem é de 40 U.E..

No início, existem os seguintes inventários em armazém:

	laranja	maçã	pêra
armazém de matéria-prima (U.E.)	16	8	6
armazém de produto final (U.E.)	20	10	10

Pretende-se que, no fim do horizonte de planeamento, os inventários sejam os mesmos.

O preço do concentrado de fruta [U.M./U.E.] varia ao longo do ano, e é dado pela seguinte tabela:

Mês	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Laranja	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Maçã	231	199	187	198	210	208	211	220	217	216	221	217
Pêra	116	116	124	120	132	128	136	116	120	108	100	116

Neste trabalho, cada grupo deverá considerar um problema em que os custos do concentrado de laranja (sujeitos a grande volatilidade nas bolsas de mercadorias e futuros) variam com o número de inscrição do aluno do grupo com maior número de inscrição (ABCDE), do modo indicado nas seguintes tabelas, que têm como entradas os dígitos D e E, respectivamente:

Se D =	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
X =	145	150	155	160	165	170	180	190	200	210

Se E =	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Y =	145	150	155	160	165	170	180	190	200	210

Neste trabalho, vamos considerar variações ao modelo desenvolvido no Trabalho 1.

Parte I

Esta Parte é muito semelhante à realizada no Trabalho 1, Parte V, considerando uma capacidade máxima de produção normal de 45 U.E.. Considere que se pretende fazer um plano de produção em que, em cada período, apenas se produz um único tipo de sumo. O objectivo desta Parte I é servir de base de comparação para os restantes modelos deste trabalho.

1. Formule este problema como um modelo de programação linear mista (*i.e.*, usando variáveis binárias e variáveis reais). Explique detalhadamente o significado das novas restrições do modelo e da função objectivo do modelo. Teça todas as considerações que considere necessárias.
2. Apresente o ficheiro de input (*cut-and-paste*).
3. Apresente o ficheiro de output produzido pelo programa (*cut-and-paste*).
4. Apresente o plano detalhado de produção, indicando, em redes separadas para cada tipo de sumo, as quantidades a comprar, a produzir, a armazenar (nos armazéns de matérias primas e de produtos acabados) e a entregar em cada período.
5. Verifique que a solução é admissível e que os custos estão correctos. Apresente evidência sumária do trabalho de validação do modelo.

Parte II

Desenvolva agora um modelo **único** que lhe permita decidir estabelecer um plano que atenda ao seguinte:

- é necessário proceder a uma operação de manutenção, que força uma paragem da linha de engarrafamento durante 20 dias, com a respectiva redução da capacidade de produção; é possível agendar esta operação para o mês de março ou de setembro;
 - uma empresa envolvida na operação de manutenção cobra 400 U.M. em março e 220 U.M. em setembro.
 - a operação de manutenção deve ser articulada com uma operação de limpeza do armazém de matérias primas; se a manutenção for em março, o armazém de matérias primas deve ser esvaziado ou em fevereiro ou em março (*i.e.*, não há stock de matérias primas de fevereiro para março ou de março para abril); se a manutenção for em setembro, o armazém de matérias primas deve ser esvaziado ou em agosto ou em setembro.
1. Formule este problema como um modelo de programação linear mista (*i.e.*, usando variáveis binárias e variáveis reais). Explique detalhadamente o significado **apenas** das novas restrições do modelo e da função objectivo do modelo. Teça todas as considerações que considere necessárias.
 2. Apresente o ficheiro de input (*cut-and-paste*).
 3. Apresente o ficheiro de output produzido pelo programa (*cut-and-paste*).
 4. Apresente o plano detalhado de produção, indicando, em redes separadas para cada tipo de sumo, as quantidades a comprar, a produzir, a armazenar (nos armazéns de matérias primas e de produtos acabados) e a entregar em cada período.
 5. Verifique que a solução é admissível e que os custos estão correctos. Apresente evidência sumária do trabalho de validação do modelo.

Parte III

Partindo do modelo da Parte I, considere agora que existe uma perda de capacidade de produção, igual a 6 U.E., se existir uma mudança do tipo de sumo de um período para o período seguinte (esta perda de capacidade de produção resulta da paragem forçada da linha durante 4 dias). Por exemplo, se, em março, produzir sumo de laranja e, em abril, sumo de maçã, a capacidade de produção do mês de abril é de apenas 39 U.E.. Por outro lado, se, em março, produzir sumo de laranja e, em abril, sumo de laranja também, a capacidade de produção do mês de abril é de 45 U.E.. Considere que, em dezembro do ano transacto, se produziu sumo de pêra.

1. Formule este problema como um modelo de programação linear mista (*i.e.*, usando variáveis binárias e variáveis reais). Explique detalhadamente o significado **apenas** das novas restrições do modelo e da função objectivo do modelo. Teça todas as considerações que considere necessárias.
2. Apresente o ficheiro de input (*cut-and-paste*).
3. Apresente o ficheiro de output produzido pelo programa (*cut-and-paste*).
4. Apresente o plano detalhado de produção, indicando, em redes separadas para cada tipo de sumo, as quantidades a comprar, a produzir, a armazenar (nos armazéns de matérias primas e de produtos acabados) e a entregar em cada período.
5. Verifique que a solução é admissível e que os custos estão correctos. Apresente evidência sumária do trabalho de validação do modelo.

Parte IV

No modelo da Parte III, as mudanças do tipo de sumo ocorrem no início do período. Considere agora que pode haver mudanças de tipo do sumo em qualquer dia do mês, mas que apenas pode ocorrer, no máximo, uma mudança em cada mês. Por exemplo, pode produzir sumo de laranja em janeiro até ao final do mês e continuar a produção até ao dia 10 de fevereiro, o que daria uma produção total contínua de 60 U.E. (*i.e.*, 45 U.E. em janeiro e mais 15 U.E. até ao dia 10 de fevereiro), após o que a produção mudaria para sumo de maçã, que deveria continuar para além do fim do mês de fevereiro, dado que, no máximo, pode haver uma mudança de tipo de sumo por mês. Considere que uma mudança de produção feita no último dia do mês (*e.g.*, produzir sumo de maçã até ao final de abril e iniciar produção de sumo de pêra no primeiro dia de maio) conta como uma mudança de produção desse mês. Considere que não existe uma perda de capacidade de produção quando há mudanças do tipo de sumo.

1. Formule este problema como um modelo de programação linear mista (*i.e.*, usando variáveis binárias e variáveis reais). Explique detalhadamente o significado **apenas** das novas restrições do modelo e da função objectivo do modelo. Teça todas as considerações que considere necessárias.
2. Apresente o ficheiro de input (*cut-and-paste*).
3. Apresente o ficheiro de output produzido pelo programa (*cut-and-paste*).
4. Apresente o plano detalhado de produção, indicando, em redes separadas para cada tipo de sumo, as quantidades a comprar, a produzir, a armazenar (nos armazéns de matérias primas e de produtos acabados) e a entregar em cada período.
5. Verifique que a solução é admissível e que os custos estão correctos. Apresente evidência sumária do trabalho de validação do modelo.

Parte V

Esta Parte é igual à Parte IV, mas existe uma perda de capacidade de produção de 6 U.E., em resultado da paragem forçada da linha durante 4 dias. Além da perda de capacidade de produção, há um custo associado à mudança de tipo de sumo de 100 U.M.. Considere que, em dezembro do ano transacto, se produziu sumo de pêra.

1. Formule este problema como um modelo de programação linear mista (*i.e.*, usando variáveis binárias e variáveis reais). Explique detalhadamente o significado **apenas** das novas restrições do modelo e da função objectivo do modelo. Teça todas as considerações que considere necessárias.
2. Apresente o ficheiro de input (*cut-and-paste*).
3. Apresente o ficheiro de output produzido pelo programa (*cut-and-paste*).
4. Apresente o plano detalhado de produção, indicando, em redes separadas para cada tipo de sumo, as quantidades a comprar, a produzir, a armazenar (nos armazéns de matérias primas e de produtos acabados) e a entregar em cada período.
5. Verifique que a solução é admissível e que os custos estão correctos. Apresente evidência sumária do trabalho de validação do modelo.