

*FORMULAÇÃO DE PROBLEMAS*

*DE*

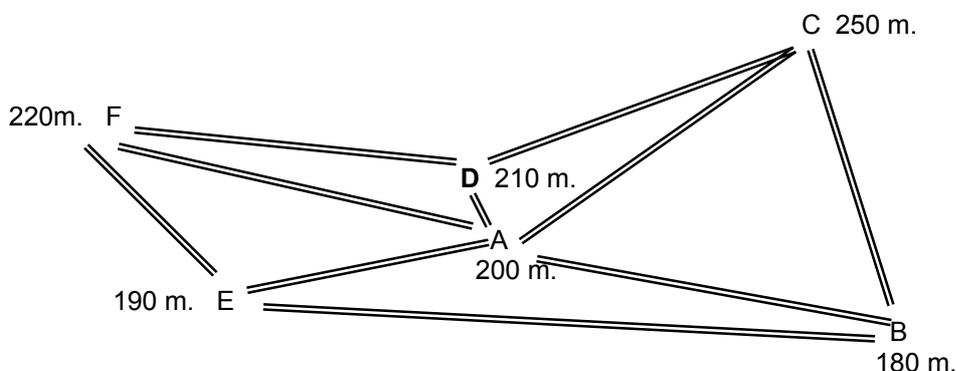
*PROGRAMAÇÃO LINEAR*

*E*

*PROGRAMAÇÃO LINEAR INTEIRA*

- 1 -

Cinco povoações A, B, C, E e F, são abastecidas de água pelo mesmo sistema de abastecimento. Tal sistema consiste num Centro Distribuidor D e pelas canalizações esquematizadas na Figura abaixo. O Centro Distribuidor pode abastecer directamente as povoações A, C e F.



O Centro Distribuidor D está situado a 210 m. de altitude. As povoações A, B, C, E e F estão situadas, respectivamente, a 200 m., 180 m., 250 m., 190 m. e 220 m. de altitude.

O abastecimento de C e F implica a utilização de bombas hidráulicas, pelo que corresponde a custos respectivamente iguais a 800 e 600 u.m./u.v. (unidade monetária por unidade de volume).

O abastecimento de A, B e E, é feito por gravidade, estimando-se em 2 u.m./(u.v..km) o custo correspondente à utilização das canalizações para tal utilizadas. Na tabela seguinte são indicados os comprimentos das diferentes canalizações.

Canalizações	CA	DA	FA	AB	CB	EB	AE	FE
Comprimentos (km)	50	5	10	40	60	30	20	17

Na tabela seguinte são indicados os volumes mínimos diários a fornecer a cada povoação :

Povoação	A	B	C	E	F
Volume (u.v.)	60	120	50	150	100

As canalizações DA, DC e DF podem assegurar um escoamento máximo diário de, respectivamente, 200 u.v., 150 u.v. e 180 u.v. .

As restantes canalizações do sistema estão limitadas a um escoamento máximo \*diário de 85 u.v. .

Formule um modelo de Programação Linear que lhe permita determinar o esquema de abastecimento de água que minimiza o custo total.

- 2 -

Os dirigentes de uma Cooperativa de Habitação Económica pretendem planear a construção de fogos para os seus sócios. Tal construção decorrerá em duas fases: a primeira até 1999 e a segunda até 2004.

No quadro seguinte indica-se o número de sócios com  $n$  elementos no seu agregado familiar, bem como o esforço financeiro associado à aquisição de um fogo de tipo I, II ou III. (Tal esforço financeiro é referenciado na escala 0 : esforço mínimo - 100 : esforço máximo).

n	Nº de agregados familiares com n elementos	Esforço financeiro Tipo de fogo atribuído		
		I	II	III
1	80	30	*	*
2	120	20	50	*
3	200	*	60	70
> 3	100	*	*	80

Nota (\*): Não se contempla a hipótese de atribuir um fogo deste tipo a um agregado familiar com este nº de elementos.

A estimativa do custo de cada tipo de fogo, dada (em u.m.) no quadro seguinte:

Fase	Tipo	I	II	III
1ª		100	150	220
2ª		130	190	260

A Cooperativa dispõe de 40 000 u.m. para aplicar na 1ª fase, estimando-se em 60 000 u.m. a verba disponível para a 2ª fase.

Pretende-se que na 1ª fase sejam construídos, pelo menos, 200 fogos.

Razões de ordem urbanística levam a que, em relação ao total das duas fases, devam ser verificadas as duas condições seguintes:

- o número de fogos de tipo I não deve ser inferior a 25 % do número de fogos de tipos II e III.
- o número de fogos de tipo III não deve exceder o número de fogos de tipo II.

Sabendo que se pretende minimizar o esforço financeiro global suportado pelos sócios da Cooperativa, elabore um modelo de Programação Linear que pudesse ajudar os dirigentes da Cooperativa a planear a construção dos fogos.

Ruy Costa, 2011

- 3 -

A NOVAir , uma nova companhia de transportes aéreos, que pretende assegurar três tipos de rotas: longo curso (L), médio curso (M), e pequeno curso (P).

Para efeitos de planeamento admite-se que 1 "vôo L" é equivalente a 2 "vôos P", e que 1 "vôo M" é equivalente a 1,5 "vôos P".

Actualmente estuda-se a aquisição dos aviões que irão assegurar os vôos da NOVAir.

No quadro abaixo, são indicadas algumas informações relativas aos aviões de tipos A, B e C, que poderão ser adquiridos.

Tipo de avião	Tipo de rota	Nºpassageiros por avião	Nº "vôos P" por ano e por avião	Custo de aquisição	Custo anual de manutenção
A	L,M,P	200	620 (*)	15	3
B	M,P	150	600	12	2
C	P	100	580	10	1

- Notas:
- 1 - (\*) Um avião de tipo A pode efectuar anualmente um número de vôos equivalente a 620 vôos de "pequeno curso".
  - 2 - Os custos indicados no quadro são expressos em u.m. .

A NOVAir dispõe de 300 u.m. para proceder à aquisição dos aviões.

Pretende-se assegurar um mínimo de 2 000, 6 000 e 8 000 vôos L, M e P, por ano, respectivamente. Por outro lado, pretende-se garantir um mínimo anual de 96 000 lugares disponíveis em vôos M , e de 100 000 em vôos P.

Sabendo que se pretende minimizar o custo total de manutenção dos aviões,elabore um modelo de Programação Linear que pudesse ajudar a decidir quais os aviões a adquirir, tendo em conta os condicionalismos referidos.

- 4 -

Uma fábrica dispõe de duas linhas de produção independentes, L1 e L2. A linha L1 é constituída por uma máquina de tipo 1 e uma máquina de tipo 2. A linha L2 é constituída por uma máquina de tipo 1, uma máquina de tipo 2 e uma máquina de tipo 3.

Na fábrica são fabricados três componentes electrónicos A, B e C que são posteriormente montados - na zona de montagem - em conjuntos constituídos por 3 componentes A, 2 componentes B e 1 componente C.

Sabe-se que:

- i) cada componente A requer 2 horas de laboração numa máquina de tipo 1 e 1 hora de laboração numa máquina de tipo 2, ou, alternativamente, 3 horas de laboração apenas numa máquina de tipo 1.
- ii) cada componente B requer 1 hora de laboração numa máquina de tipo 1 e 4 horas de laboração numa máquina de tipo 2.
- iii) cada componente C requer 3 horas de laboração numa máquina de tipo 1 e 2 horas de laboração na máquina de tipo 3, ou, alternativamente, 4 horas de laboração apenas na máquina de tipo 3.

Assim, as componentes A e B podem ser produzidas nas linhas de produção L1 e L2, enquanto que as componentes C só podem ser produzidas na linha de produção L2. Não é possível, no entanto, utilizar ambas as linhas de produção para produzir uma mesma componente, isto é pode haver componentes A ( ou B ) produzidas só na linha L1 e componentes A ( ou B ) produzidas só na linha L2 ; não pode haver componentes A ( ou B ) produzidas em L1 e em L2 simultaneamente.

Cada máquina da linha de montagem L1 pode laborar um máximo de 30 horas semanais. Cada máquina da linha de montagem L2 pode laborar um máximo de 25 horas semanais.

A fábrica dispõe de 9 trabalhadores ( com horário semanal de 36 horas ) - a cada máquina é afectado um trabalhador, ficando 4 trabalhadores no sector de montagem. Cada trabalhador recebe 0,9 u.m. por cada hora de trabalho no sector de produção e 1,0 u.m. por cada hora de trabalho no sector de montagem.

Cada conjunto electrónico demora 5 horas a ser montado. Os trabalhadores afectados às máquinas poderão, quando as respectivas máquinas não estiverem em funcionamento, ser utilizados no sector de montagem.

O custo de materiais envolvidos em cada componente cifra-se em 3 u.m. , 2 u.m. ou 4 u.m. , por cada componente A, B ou C respectivamente.

O custo de utilização de uma máquina de tipo 1, 2 e 3 é , respectivamente, igual a 1 u.m./h, 5 u.m./h e 6 u.m./h .

Cada conjunto electrónico é vendido por 500 u.m. .

Sabendo que se pretende maximizar o lucro, formule o problema com um modelo de Programação Linear, que lhe permitisse determinar o plano óptimo de produção.

- 5 -

Duas fábricas F1 e F2 produzem semanalmente respectivamente, 2700 e 2200 unidades de um determinado produto, abastecendo três clientes A, B e C, com necessidades semanais, respectivamente, iguais a 1700, 1000 e 1800 unidades. Considera-se que estas necessidades deverão ser obrigatoriamente satisfeitas.

Sabe-se que não são efectuados transportes entre uma fábrica e um cliente a distâncias superiores a 60 km.

Cada cliente pode ser abastecido directamente por cada fábrica (desde que a distância não exceda 60 km), ou por um entreposto. O entreposto é abastecido pelas duas fábricas. - Ver esquema abaixo:



A matriz seguinte indica as distâncias (em km) entre as fábricas/clientes/entreposto:

	A	B	C	Entreposto
F1	50	70	90	30
F2	80	70	40	20
Entreposto	60	50	60	---

O custo de transporte de uma unidade de produto é igual a 3 u.m./km.

A utilização do entreposto traduz-se num custo de 5 u.m. por cada unidade de produto que transite pelo entreposto.

Formule o problema com um modelo de Programação Linear, que lhe permita determinar o plano de abastecimento semanal que minimiza o custo total.

- 6 -

A PAPIREX, uma empresa que comercializa toalhas de papel para mesas e "toalhetes" para utilização em tabuleiros.

Cada toalha tem 1 m x 1 m e cada toalhete tem 0,80 m x 0,45 m.

A PAPIREX fabrica as toalhas e os toalhetes a partir de "folhas standard" de 2m x 2m, cortando-as de modo a que, pelo menos, uma toalha de 1 m x 1 m seja sempre retirada de cada "folha standard".

Sabendo que se pretende satisfazer totalmente uma encomenda de 4 000 toalhas e 80 000 toalhetes, elabore um modelo de Programação Linear que lhe permita determinar o "plano de corte" das "folhas standard" que minimiza os desperdícios.

- 7 -

O Ministro da Cultura da Lusólia está a preparar a programação das actividades que farão parte de "Lisbólia - Capital da Cultura" que decorrerá em 2001.

Serão considerados seis tipos de iniciativas: "Óperas, Concertos Clássicos, Concertos Rock, Bailado, Exposições e Cinema/Teatro. Para efeitos de programação o ano será dividido em três épocas: Jan-Abr, Mai-Set e Out-Dez. No quadro seguinte são indicadas com \* as épocas para as quais é possível programar os diferentes tipos de iniciativas.

Indica-se ainda, para cada iniciativa (por "espectáculo" i.e., por cada ópera,..., por cada exposição,...) o grau de satisfação do público jovem e do público adulto (em u.s. - unidades de satisfação) e o seu custo (em u.m.).

	Época			Custo (u.m.)	Satisfação (u.s.)	
	Jan-Abr	Mai-Set	Out-Dez		Jovens	Adultos
Óperas	*		*	100	10	12
Concertos Clássicos	*		*	50	13	15
Concertos Rock	*	*		30	19	15
Exposições		*	*	25	16	14
Bailados	*	*	*	15	15	15
Cinemas / Teatro	*	*	*	10	16	17

O Ministro da Cultura decidiu que

- \* no mínimo, dever-se-ia apresentar uma ópera na programação
- \* o número total de concertos clássicos não deveria ser inferior ao número total de concertos rock
- \* o número total de concertos rock não deveria ser inferior ao número total de bailados
- \* o número de "espectáculos" em cada época deveria situar-se entre 20 % e 60 % do número total de "espectáculos" a realizar
- \* a satisfação global do público jovem não deve ser inferior a 70 % da satisfação global do público adulto

O Ministro da Cultura pretende maximizar a satisfação global do público adulto, dispondo de um orçamento de 3 500 u.m. .

Elabore um modelo de Programação Linear adequado para ajudar o Ministro da Cultura a preparar "Lisbólia - Capital da Cultura".

- 8 -

A Lusólia é um país que pode ser dividido em quatro zonas (1 a 4).

O Primeiro Ministro da Lusólia está interessado em "atacar o problema da falta de habitações no País". Sabe-se que, no total, seriam necessárias mais 115 000 novas habitações.

O Quadro seguinte indica o número de habitações necessárias em cada zona, bem como o seu custo de construção e a "satisfação popular" associada.

Zona	Nº habitações necessárias	Custo de uma habitação (u.m.)			Satisfação (u.s./habitante)	
		1999	2001	2003	até 2001	pós 2001
1	50 000	10	12	14	3	2
2	30 000	8	9	11	4	2
3	20 000	7	9	10	5	3
4	15 000	7	8	9	4	4

Assim, e a título de exemplo, a construção de uma nova habitação na zona 2, em 2001, teria um custo de 9 u.m. , e corresponderia a 4 u.s. (unidades de satisfação).

As disponibilidades financeiras para 1999, 2001 e 2003 cifram-se, respectivamente, em 300 000 u.m., 400 000 u.m. e 500 000 u.m. .

Por imperativos de ordenamento regional, não se pode atribuir à zona 1 um número total de novas habitações superior ao dobro do número total de novas habitações atribuídas ao conjunto das zonas 3 e 4.

Formule o problema com um modelo de Programação Linear, que ajude o Primeiro Ministro a decidir qual o plano habitacional que maximiza a satisfação popular total até ao final de 2003.

- 9 -

Uma pequena unidade industrial produz dois tipos de peças.

A produção de uma peça de tipo 1 requer 3 horas de laboração na máquina A1, ou, alternativamente, 4 horas na máquina A2. Adicionalmente, cada peça de tipo 1 processada pela máquina A1 requer 1 hora na máquina B1, ou, alternativamente, 2 horas na máquina B2; cada peça de tipo 1 processada pela máquina A2 requer 3 horas na máquina B2, ou, alternativamente, 5 horas na máquina B3.

A produção de uma peça de tipo 2 requer 2 horas de laboração na máquina A1 e 1 hora na máquina B1 ou, alternativamente, 3 horas na máquina A2 e 2 horas na máquina B3.

Sabe-se que cada máquina de tipo A não deve laborar mais de 40 horas por semana, e que cada máquina de tipo B não deve trabalhar mais de 35 horas por semana.

O custo horário de funcionamento de cada uma das máquinas de tipo A é igual a 30 u.m.. O custo horário de funcionamento das máquinas B1, B2 e B3 ,é respectivamente, igual a 20 u.m., 50 u.m. e 20 u.m. .

A matéria-prima utilizada por cada peça de tipo 1 custa 200 u.m. . A matéria-prima utilizada por cada peça de tipo 2 custa 300 u.m. .

Cada peça de tipo 1 é vendida a 1 500 u.m. e cada peça de tipo 2 é vendida a 1 000 u.m. .

Formule o problema com um modelo de Programação Linear, que lhe permita determinar o plano de produção que maximiza o lucro.

**- 10 -**

A A.E.P. - Agência Espacial Portuguesa - está a planear três lançamentos dos seus foguetões LUSITANO - um lançamento em 1999 e dois lançamentos em 2001.

Sabe-se que cada LUSITANO pode transportar uma carga com volume máximo de 700 u.vol. e com peso máximo de 1000 u.peso .

O custo de cada lançamento e estimado pela A.E.P. em 7 000 u.m. .

A lista de potenciais interessados em utilizar os LUSITANOS e os correspondentes volumes, pesos e valores a cobrar pela A.E.P. , a seguinte:

Utilização							
Fins Comerciais				Fins Científicos			
CLIENTE	Volume (u.vol.)	Peso (u.peso)	A Cobrar (u.m.)	CLIENTE	Volume (u.vol.)	Peso (u.peso)	A Cobrar (u.m.)
SATELCOM1 *	200	700	8 600	FCTEXP	450	300	7 650
SATELCOM2 **	500	600	11 400	BIOESPAÇO	300	200	4 600
TVESPAÇO *	380	430	7 640	CIÊNCIA *	250	400	5 700
ESPIASAT	150	250	3 500	MEDICSPACE	350	500	7 950
TEMPOSAT	240	320	4 960	PHYSICSAT	250	300	4 900

Obs.: \* - Cliente interessado em lançamento apenas em 1999.

\*\* - Cliente interessado em lançamento apenas em 2001.

Por razões de "imagem", a A.E.P. pretende aceitar, pelo menos uma encomenda para fins científicos em cada um dos anos.

Formule o problema, com um modelo adequado de Programação Linear (que pode incluir variáveis binárias), que lhe permita planear os três lançamentos de modo a maximizar os lucros da A.E.P. .

- 11 -

Uma importante empresa de projectos dispõe de três "polos" (gabinetes): o "polo-sede em Lisboa e os "polos" de Coimbra e Porto.

O Director-Geral da empresa está a estudar a possibilidade de a empresa se candidatar a alguns projectos internacionais, estando actualmente em análise os projectos A, B, C, D e E.

O quadro seguinte indica o valor do lucro (u.m.) que a empresa pode obter, em função do projecto e do "polo" encarregado de o desenvolver.

PROJECTO POLO	A	B	C	D	E
Lisboa	10	12	9	15	3
Porto	12	11	5	13	14
Coimbra	7	10	6	*	8

Nota (\*): Por razões técnicas o "polo" de Coimbra não poderá concorrer ao projecto D.

O Director-Geral decidiu autorizar que o "polo-sede" se candidate a dois projectos e que cada um dos outros dois "polos" se candidate apenas a um projecto.

Pretende-se determinar qual(is) o(s) projecto(s) se deve(m) candidatar os três "polos" da empresa, sabendo que se pretende maximizar os lucros.

Formule o problema utilizando variáveis binárias (ou, um modelo de Programação Linear).

- 12 -

As eleições na Lusólia já não tardavam. Era preciso planear novas obras e impressionar os eleitores.

O Primeiro-Ministro decidiu mandar construir duas pontes, uma auto-estrada, vinte escolas, dez lares para a 3ª idade e trinta jardins infantis.

O Ministro do Planeamento apresentou a matriz de ganhos eleitorais e de custos de execução correspondentes às diferentes iniciativas propostas pelo Primeiro-Ministro nas três regiões do país (Norte, Centro e Sul):

Região:	Norte		Centro		Sul	
Realização de:	Ganhos (votos)	Custos (u.m.)	Ganhos (votos)	Custos (u.m.)	Ganhos (votos)	Custos (u.m.)
1 ponte	50 000	30	30 000	25	60 000	35
1 auto-estrada	40 000	26	40 000	23	40 000	20
1 escola	5 000	3	7 000	2	6 000	4
1 lar 3ª idade	7 000	2	6 000	3	8 000	2
1 jardim infantil	1 000	1	2 000	1	1 000	1

De acordo com o Ministro do Planeamento deverão ser respeitadas as seguintes condições:

- cada uma das novas pontes deve ficar numa região diferente;
- a auto-estrada deve ficar na região à qual não for atribuída qualquer ponte;
- os números mínimos e máximos de escolas, lares da 3ª idade e jardins infantis a construir nas três regiões é dado no quadro seguinte:

Região:	Norte		Centro		Sul	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Escolas	5	10	6	15	3	12
Lares	2	6	3	9	3	10
Jardins	4	15	5	17	6	20

O Ministro das Finanças declarou poder disponibilizar 200 u.m. para as novas construções.

Formule o problema, com um modelo adequado de Programação Linear (que pode incluir variáveis binárias).

### - 13 -

Uma empresa multinacional produtora de peças A, B e C fabricadas nas suas 5 fábricas ( A, B, C, D e E ) em 4 países P1, P2, P3 e P4 ( P1 e P2 países da Europa ; P3 e P4 países da América ) está a estudar o seu plano de produção e distribuição, visando maximizar os lucros.

O lucro unitário (em u.m.) associado a venda da cada peça em cada país é dado no quadro seguinte.

	A	B	C	D	E	Procura Mensal
P1	10	15	12	23	35	320
P2	*	25	13	12	28	340
P3	13	18	*	15	13	340
P4	12	10	18	10	19	400
Capacidade de Produção Mensal	200	300	400	150	250	1 300

Formule o problema com um modelo de Programação Linear Inteira.

- 14 -

O Departamento de Planeamento do BNR (Banco Novo Rico) está a estudar a implantação do banco num dado país. Para tal considera-se o país dividido em três regiões (A, B e C) e a possibilidade de instalar agências bancárias de quatro tipos (I, II, III e IV).

O quadro seguinte indica o custo (u.m.) e o "impacto" ( 1- mínimo ; 10 - máximo ) correspondente aos diferentes tipos de agência nas diferentes regiões:

Região	A		B		C	
Tipo de Agência	Custo	Impacto	Custo	Impacto	Custo	Impacto
I	100	9,3	120	9,5	90	10,0
II	90	8,2	100	8,5	85	9,0
III	70	6,3	80	6,0	65	7,0
IV	50	3,2	70	2,5	50	4,0

O BNR foi autorizado a abrir um total de 100 agências, tendo-se comprometido a respeitar os números mínimo e máximo de novas agências a abrir nas diferentes regiões indicados na tabela seguinte:

Zona:	A	B	C
Nº mínimo	10	30	15
Nº máximo	20	70	30

O Departamento de Planeamento do BNR decidiu

- \* abrir pelo menos três agências de tipo I em cada região
- \* que o número total de agências de tipo I deve ser superior ao número total de agências de tipo II
- \* investir, no máximo, 8500 u.m. na construção das novas agências

Sabendo que se pretende maximizar o "impacto" global da abertura das novas agências do BNR, elabore um modelo de Programação Linear Inteira adequado.

Ruy Costa, 2011

- 15 -

A SELECTA é uma empresa que selecciona pessoal para outras empresas. De momento a SELECTA está a analisar seis candidatos destinados a quatro vagas. Os referidos candidatos prestaram provas de aptidão para as quatro vagas tendo obtido os seguintes resultados na escala [ 0,100 ] ( 0 - péssimo ; 100 - óptimo ) :

Candidato Vaga	A	B	C	D	E	F
1	10	20	50	75	3	10
2	30	51	92	84	45	1
3	5	64	30	52	39	72
4	68	9	71	4	5	23

Sabe-se que a SELECTA considera que:

i) Qualquer candidato com menos de 10 pontos numa determinada prova de aptidão está automaticamente excluído da vaga correspondente.

ii) Qualquer candidato com menos de 10 pontos em mais de uma prova de aptidão é automaticamente excluído de todas as vagas .

Formule o problema com um modelo de Programação Linear Inteira, de modo a poder ajudar a SELECTA a efectuar a selecção dos candidatos.

- 16 -

O Director de Programação do canal de televisão **AiTêVê** foi seriamente advertido pelo Presidente do Conselho de Administração : "Pensa que isto é algum canal da Igreja, ou quê ? Está a ver-me com cara de Madre Teresa de Calcutá ?    **!!!** Eu quero **LUCROS !!!** Ou me apresenta uma nova grelha de jeito, ou então   **RUA !!!**"

Um tanto enervado o (ainda) Director de Programação da **AiTêVê** consultou o seu quadro de lucros horários (em u.m.) com a Publicidade, em função do tipo de programa, da hora de emissão e do dia da semana, que se apresenta de seguida:

Horário de emissão	Tipo de Programa			
	Informativos	Filmes	Telenovelas	Séries
Das 14 <sup>2ª/6ª F</sup> às 19 <sup>Sáb/Dom</sup>	5	8	8	9
Das 19 <sup>2ª/6ª F</sup> às 22 <sup>Sáb/Dom</sup>	15	14	19	8
Das 22 <sup>2ª/6ª F</sup> às 01 <sup>Sáb/Dom</sup>	13	18	5	9
	11	22	3	6

"Ora bem a programação diária não pode ser inferior a 10 horas... Hummmm...

... O número total de horas de Filmes deverá ser, no mínimo, igual ao número total de horas de Telenovelas... Hummm ...

... O número total ( de 2ª a 6ª Feira ) de horas de Informativos deverá ser, pelo menos, duplo do número total ( de 2ª a 6ª Feira ) de horas de Séries... Hummm ...

... Ou é da minha vista, ou esta droga resolve-se por Programação Linear ! "

Formule, com um modelo de Programação Linear adequado, o problema do Director de Programação da **AiTêVê** .

- 17 -

O **Rato Dourado** é um famoso ladrão de ourivesarias, muito procurado pela Polícia, conhecido por utilizar uma pequena mochila para transportar os seus saques.

O canal de televisão **AiTêVê**, para o seu próximo programa "**Gamaço em Directo**" decidiu seguir o **Rato Dourado** numa das suas incursões...

"Ora cá estamos nós em mais um "**Gamaço em Directo**", desta vez seguindo o famoso **Rato Dourado** !", sussurou o apresentador, tremendo com a possibilidade (remota) da Polícia aparecer...

"Vindos de um cano de esgoto, acabámos de penetrar numa Ourivesaria da Baixa (não posso dizer o nome, porque não fazemos publicidade neste programa). O **Rato Dourado** é, na verdade , fantástico ! Os alarmes sofisticados nem piaram e, graças às persianas metálicas de segurança que nos isolam dos olhares dos noctívagos, podemos acender os nossos holofotes e mostrar-lhes as preciosidades que temos à nossa frente. "

Seguem-se uns minutos de filmagem ...

"Senhor **Rato Dourado** diga-nos como vai decidir o que levar na sua mochila ?", perguntou respeitosamente o apresentador.

"Enquanto vocês filmavam tudo com esse ar embasbacado, preenchi este quadro !", disse o **Rato Dourado** exibindo o quadro que a seguir se apresenta:

Possíveis artigos a gamar	Quantidade existente	Informações por unidade de artigo		
		Volume (u.vol.)	Peso (u.peso)	Valor (plins)
<b>Pérolas</b>	525	2	1	320
<b>Anéis</b>	250	3	4	520
<b>Colares</b>	100	7	10	1 250
<b>Pulseiras</b>	120	6	9	1 000
<b>Taças</b>	35	25	35	3 500
<b>Libras em Ouro</b>	753	3	5	600

"Agora é só correr o meu modelo de Programação Linear Inteira no meu microcomputador portátil para determinar o **gamaço óptimo**, sabendo que não pretendo ultrapassar as 1 500 u.vol. da minha mochila, nem as 1 000 u.peso ( é que os anitos já vão pesando... Hi ! Hi ! Hi ! ) ", disse o **Rato Dourado** olhando para o ecran de cristais líquidos do seu microcomputador portátil.

Conceba um modelo de Programação Linear Inteira que pudesse ser instalado no microcomputador portátil do **Rato Dourado** para o ajudar na sua tarefa.

**- 18 -**

O Gerente da **PC Land** tem de decidir quantos computadores MegaFast e MicroTornado encomenda para a sua loja.

Cada MegaFast é comprado pela PC Land por 25 u.m. por unidade. Cada MicroTornado é comprado por 32 u.m. por unidade, para compras até 20 unidades e 30 u.m. por unidade para compras superiores a 20 unidades. A PC Land vende cada MegaFast a 35 u.m. e cada MicroTornado a 43 u.m..

O MegaFast é comprado pela PC Land em lotes de 5 unidades e o MicroTornado é comprado em lotes de 10 unidades.

O Gerente decidiu que se comprar mais do que 20 unidades de MicroTornado, comprará pelo menos 15 unidades de MegaFast. De qualquer modo, relativamente ao MegaFast, ou não compra qualquer unidade, ou compra pelo menos 10 unidades desse computador.

A PC Land tem um número de clientes que garante o escoamento dos computadores comprados, mas atravessa algumas dificuldades de tesouraria e, assim, não dispõe de mais de 1500 u.m. para investir na encomenda de MegaFasts e de MicroTornados.

Ajude o Gerente a decidir quantos MegaFasts e MicroTornados deve comprar, formulando o problema com um modelo de Programação Linear Inteira.

**- 19 – (revisitando o problema 12)**

As eleições na Lusólia já não tardavam. Era preciso planear novas obras e impressionar os eleitores.

O Primeiro-Ministro decidiu mandar construir três pontes, uma auto-estrada, vinte escolas, dez lares para a 3ª idade e trinta jardins infantis.

O Ministro do Planeamento apresentou a matriz de ganhos eleitorais e de custos de execução correspondentes às diferentes iniciativas propostas pelo Primeiro-Ministro nas três regiões do país (Norte, Centro e Sul):

Região:	Norte		Centro		Sul	
Realização de:	Ganhos (votos)	Custos (u.m.)	Ganhos (votos)	Custos (u.m.)	Ganhos (votos)	Custos (u.m.)
1 ponte	50 000	30	30 000	25	60 000	35
1 auto-estrada	40 000	26	40 000	23	40 000	20
1 escola	5 000	3	7 000	2	6 000	4
1 lar 3ª idade	7 000	2	6 000	3	8 000	2
1 jardim infantil	1 000	1	2 000	1	1 000	1

De acordo com o Ministro do Planeamento deverão ser respeitadas as seguintes condições:

- se uma das novas pontes ficar na região Norte, então pelo menos uma ponte deverá ser construída na região Centro;
- a auto-estrada deve ficar na região à qual não for atribuída qualquer ponte;

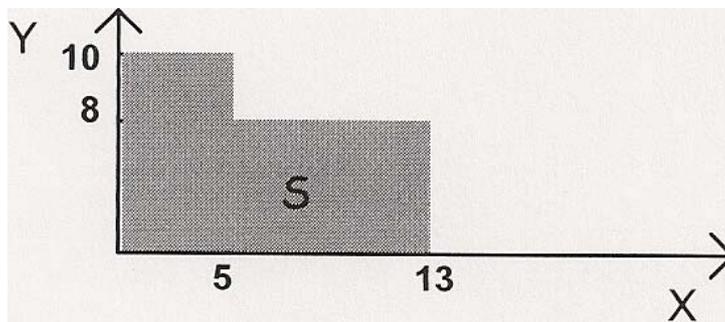
- se o somatório dos números de escolas, lares da 3ª idade e jardins infantis a construir nas região Sul for inferior a 15, então deverá ser construída uma ponte nessa região.

O Ministro das Finanças declarou poder disponibilizar 200 u.m. para as novas construções.

Formule o problema, com um modelo adequado de Programação Linear (que pode incluir variáveis binárias).

- 20 -

Considere a região admissível **S**, esquematizada abaixo.

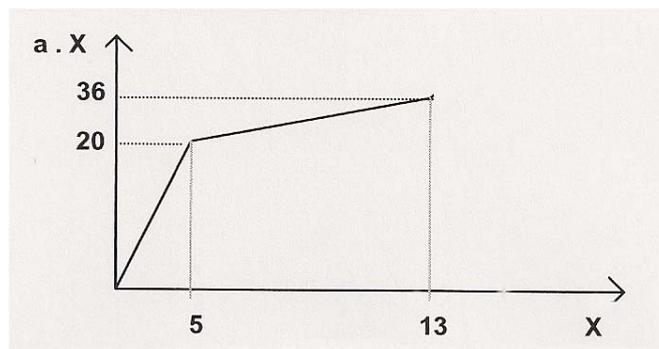


Pretende-se resolver o seguinte problema de optimização:

$$\text{Min } F = aX + bY,$$

Sujeito a **S**.

Sabe-se **b** é igual a **3** para Y inferior a 8 e a **2** para Y não inferior a 8. Por outro lado, **a** depende de X, como se esquematiza abaixo:



Ruy Costa, 2010

Represente o problema que se pretende resolver sem utilizar disjunções.