PESQUISA OPERACIONAL I – MODELOS

Capítulo 2

Modelos Matemáticos

35 modelos resolvidos

2-2

Fácil

Médio

Difícil

Como fazer um modelo?

1º passo: As Variáveis

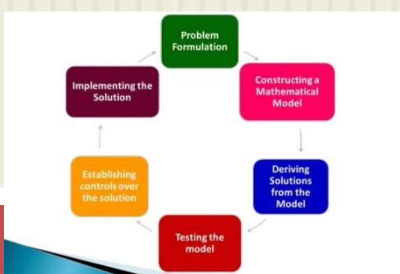
2º passo: A Função-Objetivo

3º passo: As Restrições

Variáveis reais ou inteiras ou binárias

Maximizar lucro ou minimizar custo

Recursos disponíveis (dinheiro, matéria prima, etc.)



Capítulo 2

1. Problema do Investimento

2-3 Médio

Uma corporação tem R$ 30 M para investimento em 3 subsidiárias. Para manter a folha de pagamento, deve-se ter um mínimo de investimento em cada subsidiária: R$ 3 M, R$ 5 M e R$ 8 M. A subsidiária II não pode absorver um investimento maior que R$ 17 M. Cada subsidiária pode executar vários projetos, cada um caracterizado por um teto máximo e uma taxa de retorno, dados na tabela abaixo. Quanto investir em cada projeto?

subsidiária	projeto	teto máximo	taxa de retorno
I	1	R$ 6 M	8 %
	2	R$ 5 M	6 %
	3	R$ 9 M	7 %
II	4	R$ 7 M	5 %
	5	R$ 10 M	8 %
	6	R$ 4 M	9 %
III	7	R$ 6 M	10 %
	8	R$ 3 M	6 %

1. Problema do Investimento

Médio

Variáveis

xi = $ investido no projeto i

Lucro

Função-objetivo

max f = 0.08*x1 + 0.06*x2 + 0.07*x3 + 0.05*x4 + 0.08*x5 + 0.09*x6 + 0.1*x7 + 0.06*x8

Restrições

Subsidiária I

x1 + x2 + x3 >= 3

Subsidiária II

x4 + x5 + x6 >= 5

x4 + x5 + x6 <= 17

Subsidiária III

x7 + x8 >= 8

$ Total

x1 + x2 + x3 + x4 + x5 + x6 + x7 + x8 <= 30

Teto máximo

x1 <= 6; x2 <= 5; x3 <= 9; x4 <= 7;
x5 <= 10; x6 <= 4; x7 <= 6; x8 <= 3;

Restrições Físicas

xi >= 0

1. Problema do Investimento

Médio

Apresentação do Modelo

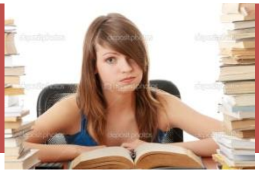
Modelo

max $f = 0.08*x1 + 0.06*x2 + 0.07*x3 + 0.05*x4 + 0.08*x5 + 0.09*x6 + 0.1*x7 + 0.06*x8$

Sujeito a

s/a

$$\begin{cases} x1 + x2 + x3 >= 3 \\ x4 + x5 + x6 >= 5 \\ x4 + x5 + x6 <= 17 \\ x7 + x8 >= 8 \\ x1 + x2 + x3 + x4 + x5 + x6 + \\ x7 + x8 <= 30 \\ x1 <= 6;\ x2 <= 5;\ x3 <= 9;\ x4 <= 7 \\ x5 <= 10;\ x6 <= 4;\ x7 <= 6;\ x8 <= 3;\ xi >= 0 \end{cases}$$

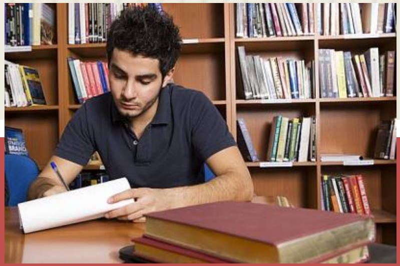


2. Problema da Indústria de Calçados

Fácil

Uma indústria quer planejar a sua produção. Os produtos que essa indústria fabrica, os recursos necessários e o lucro unitário são fornecidos abaixo. Qual o plano de produção ótimo?

matéria prima	produto 1: sapato	produto 2 : botina	disponibilidade
couro	2	1	8
borracha	1	2	7
cola	0	1	3
lucro unitário	1	1	



2. Problema da Indústria de Calçados

Fácil

Variáveis

xi = quantidade de sapatos e de botinas

Função-objetivo

max f = x1 + x2

Lucro

Restrições

2*x1 + x2 <= 8

Couro

x1 + 2*x2 <= 7

Borracha

x2 <= 3

Cola

x1 >= 0; x2 >= 0 e inteiras

Restrições Físicas

2. Problema da Indústria de Calçados

Fácil

Modelo

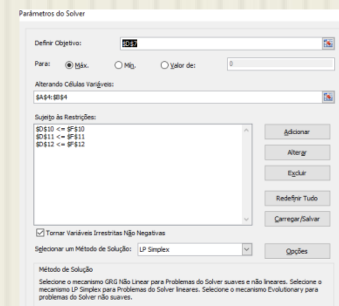
max $f = x1 + x2$

Sujeito a

s/a
$$\begin{cases} 2*x1 + x2 <= 8 \\ x1 + 2*x2 <= 7 \\ x2 <= 3 \\ x1 >= 0 \text{ e inteira} \\ x2 >= 0 \text{ e inteira} \end{cases}$$

D7 =SOMARPRODUTO(A7:B7;A4:E

	A	B	C	D	E	F
1						
2	Variáveis					
3	x1	x2				
4	3	2				
5						
6	Função-objetivo					
7	1	1		5		
8						
9	Restrições					
10	2	1		8		8
11	1	2		7		7
12	0	1		2		3



Lingo 14.0 - Solution Report - Lingo1

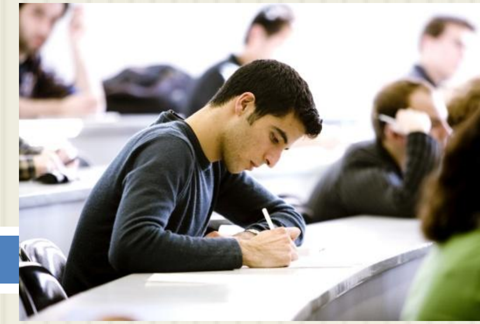
File Edit LINGO Window Help

Lingo Model - Lingo1

```
max = x1 + x2;
2*x1 + x2 <= 8;
x1 + 2*x2 <= 7;
x2 <= 3;
x1 >= 0;
x2 >= 0;
@gin(x1);
@gin(x2);
end
```

Variable	Value
X1	3.000000
X2	2.000000

3. Problema do Alfaiate



Fácil

Um alfaiate dispõe de 16 metros de algodão, 11 metros de seda e 15 metros de lã. Para um terno são necessários 2 metros de algodão, 1 metro de seda e 1 metro de lã. Para um vestido, são necessários 1 metro de algodão, 2 metros de seda e 3 metros de lã. Se um terno é vendido por R$300 e um vestido por R$500, quantas peças de cada tipo o alfaiate deve fazer, de modo a maximizar o seu lucro?

3. Problema do Alfaiate

Fácil

Variáveis

xi = quantidade de ternos e de vestidos

Função-objetivo

max f = 300*x1 + 500*x2

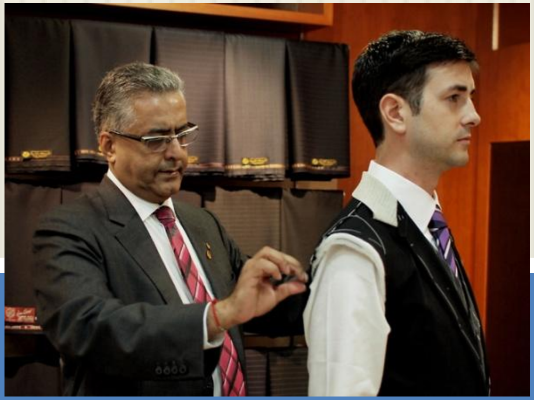
Restrições

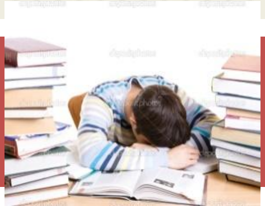
2*x1 + x2 <= 16

x1 + 2*x2 <= 11

x1 + 3*x2 <= 15

x1 >= 0; x2 >= 0 e inteiras





4. Problema dos Caminhões

Fácil

Uma companhia de aluguel de caminhões dispõe do caminhão tipo A com 2 metros cúbicos de espaço refrigerado e 4 metros cúbicos de espaço não refrigerado, e do caminhão tipo B com 3 metros cúbicos refrigerados e 3 não refrigerados. Uma fábrica precisa transportar 90 metros cúbicos de produto refrigerado e 120 metros cúbicos de produto não refrigerado. Quantos caminhões de cada tipo a fábrica precisa alugar, de modo a minimizar o custo, se o aluguel do caminhão do tipo A é igual a R$500 e o do tipo B é R$600? **Elaborar o modelo de programação linear.**

4. Problema dos Caminhões

Fácil

Variáveis

xi = quantidade de caminhões do tipo A e do tipo B

Função-objetivo

min f = 500*x1 + 600*x2

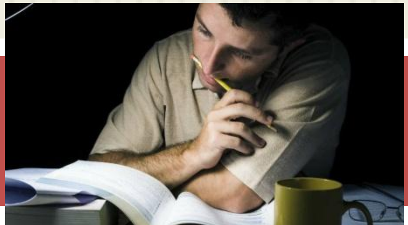
Restrições

2*x1 + 3*x2 >= 90

4*x1 + 3*x2 >= 120

xi >= 0 e inteiras

Maior ou igual



5. Problema da Confeitaria

Fácil

Uma confeitaria produz dois tipos de bolos: chocolate e nozes. Cada lote de bolo de chocolate é vendido com lucro de R$3 e de bolo de nozes com lucro de R$1. Contratos com várias lojas impõem que sejam produzidos no mínimo 10 lotes de bolos de chocolate por dia e que o total de lotes produzidos nunca seja inferior a 20. O mercado só é capaz de consumir até 40 lotes de bolos de nozes e 60 de chocolate. As máquinas dispõem de 180 horas de operação, sendo que cada lote de bolos de chocolate consome 2 horas de trabalho e de bolos de nozes 3 horas. Formule o modelo matemático do problema.

5. Problema da Confeitaria

Fácil

Variáveis

xi = quantidade de bolos de chocolate e de bolos de nozes

Função-objetivo

max f = 3*x1 + x2

Restrições

10 <= x1 <= 60

x2 <= 40

x1 + x2 >= 20

2*x1 + 3*x2 <= 180

xi >= 0 e inteiras

6. Problema das 3 Peças

Fácil

Uma fábrica produz 3 peças (I, II, III) a partir da mesma matéria prima. A quantidade de matéria prima necessária, espaço para armazenamento, emprego de mão de obra e lucro, estão na tabela abaixo. A quantidade total de matéria prima disponível por dia é de 120 Kg e a área total para armazenamento da produção diária é de 140 m^2. Por exigência governamental um mínimo de 300 homens-hora deve ser usado na produção diária. Toda a produção será escoada no final do dia. Qual o plano de produção?

	peça I	peça II	peça III
matéria prima (kg/peça)	2	2	1
espaço para armazenamento (m^2/peça)	2	1	2
mão de obra (homens-hora/peça)	2	3	3
lucro (R$/peça)	10	5	10

6. Problema das 3 Peças

Fácil

Variáveis

xi = quantidade de peças I, II e III

Função-objetivo

max $f = 10*x1 + 5*x2 + 10*x3$

Restrições

$2*x1 + 2*x2 + x3 <= 120$

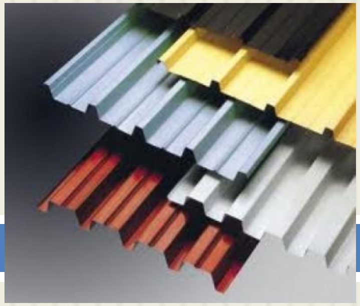
$2*x1 + x2 + 2*x3 <= 140$

$2*x1 + 3*x2 + 3*x3 >= 300$

Maior ou igual

$x1 >= 0; x2 >= 0; x3 >= 0$ e inteiras

7. Problema das Chapas



2-17

Fácil

Uma fábrica produz 3 tipos de chapas metálicas A, B e C que são prensadas e esmaltadas. A prensa dispõe de 2.000 minutos mensais e cada chapa A ou B leva 1 minuto para ser prensada, enquanto que a chapa C leva 2 minutos. A esmaltagem nessa última leva apenas 1 minuto, enquanto que as chapas A e B exigem 3 e 4.5 minutos, respectivamente. A disponibilidade da esmaltagem é de 8.000 minutos mensais. A demanda absorve toda a produção e o lucro por chapa, na ordem A, B, C é de 5, 7 e 8 reais. O que produzir?

7. Problema das Chapas

Fácil

Variáveis

xi = quantidade de chapas A, B, C

Função-objetivo

max f = 5*xA + 7*xB + 8*xC

Restrições

xA + xB + 2*xC <= 2.000

3*xA + 4.5*xB + xC <= 8.000

xA >= 0; xB >= 0; xC >= 0 e inteiras

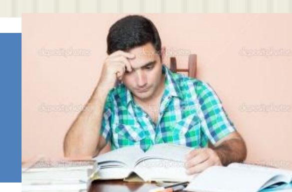
8. Problema da Dieta

VITAMINAS

Médio

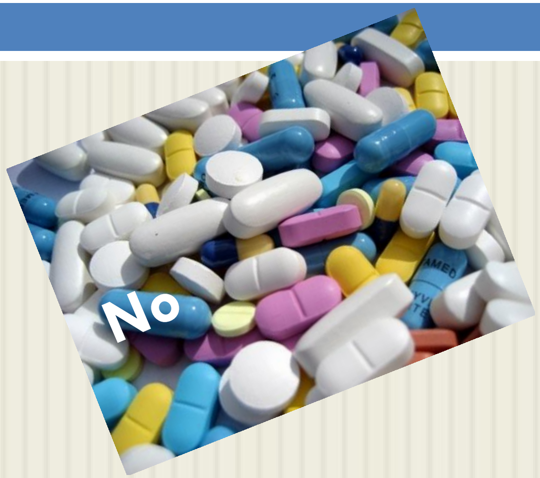
Um nutricionista precisa estabelecer uma dieta contendo, pelo menos, 10 unidades de vitamina A, 30 de vitamina B e 18 de vitamina C. Estas vitaminas estão contidas em quantidades variadas em 5 alimentos, denominados s1, s2, s3, s4 e s5. O quadro seguinte dá o número de unidades das vitaminas A, B, C em cada unidade destes 5 alimentos, bem como o seu custo, em reais, por unidade. Calcular as quantidades dos 5 alimentos que devem estar incluídas na dieta diária, a fim de encontrarmos os teores de vitamina com o menor custo.

	s1	s2	s3	s4	s5
vitamina A	0	1	5	4	3
vitamina B	2	1	0	3	2
vitamina C	3	1	0	9	0
custo	4	2	1	10	5



8. Problema da Dieta VITAMINAS

Médio



Variáveis

xi = quantidade de alimentos na dieta

Função-objetivo

min f = 4*x1 + 2*x2 + x3 + 10*x4 + 5*x5

Restrições

x2 + 5*x3 + 4*x4 + 3*x5 >= 10

2*x1 + x2 + 3*x4 + 2*x5 >= 30

3*x1 + x2 + 9*x4 >= 18

xi >= 0

9. Problema do Gado

Fácil

Um produtor comprou uma propriedade com 500 ha de pasto. Ele tem um capital de $ 10.400 para gastar na compra de gado ovino ou bovino. Os preços de mercado, os lucros anuais estimados por animal e o número de hectares requeridos por animal são dados na Tabela abaixo. Determine a melhor combinação de investimentos.

Espécie	Preço de Mercado	Hectares por Animal	Lucro Anual Estimado
Carneiro Merino	$ 7	1.0	$ 12
Gado Hereford	$ 100	3.0	$ 40
Carneiro Romney	$ 10	0.5	$ 7

9. Problema do Gado

Fácil

Variáveis

xi = quantidade de merino, hereford, romney

Função-objetivo

max f = 12*x1 + 40*x2 + 7*x3

Restrições

7*x1 + 100*x2 + 10*x3 <= 10.400

x1 + 3*x2 + 0.5*x3 <= 500

xi >= 0 e inteiras

10. Problema do Álcool

Médio

Uma empresa produz álcool anidro e álcool hidratado em uma usina organizada em 3 setores de produção. O álcool anidro passa pelos setores I e III e cada tonelada consome 0.5 h em I e 1/3 h em III, diariamente. O álcool hidratado demanda 1h do setor II e 2/3 h do setor III, diariamente. Admitindo que cada setor esteja em operação 8h/dia e que as receitas líquidas sejam de $ 40 e $ 30 para o álcool anidro e hidratado, qual a combinação ótima de níveis de produção para a empresa?

10. Problema do Álcool

Médio

Variáveis

xi = quantidade de álcool A, H

Função-objetivo

max $f = 40*x1 + 30*x2$

Restrições

$0.5*x1 <= 8$

$x2 <= 8$

$(1/3)*x1 + (2/3)*x2 <= 8$

$x1 >= 0; x2 >= 0$

11. Problema da Plantação

SOJA E ALGODÃO

Fácil

O governo federal colocou **20 ha** de terras desmatadas à disposição de produtores locais. Estimula-se que tal área seja utilizada para o plantio de soja e algodão. Calcula-se que há **1.200 homens-hora** disponíveis durante o período de semeadura, e que são necessários **20 homens-hora** por ha de soja e **120 homens-hora** por ha de algodão. Oferece-se, ainda, uma linha máxima de crédito de **$ 6.000**, dividida da seguinte forma : **$ 600/ha** de soja e **$ 200/ha** de algodão. Como organizar essa área de plantio se é sabido que as margens de lucro esperadas são **$ 50/ha** de soja e **$ 25/ha** de algodão?

11. Problema da Plantação

SOJA E ALGODÃO

Fácil

Variáveis

xi = área com soja e algodão

Função-objetivo

max f = 50*x1 + 25*x2

Restrições

x1 + x2 <= 20

20*x1 + 120*x2 <= 1.200

600*x1 + 200*x2 <= 6.000

x1 >= 0; x2 >= 0

12. Problema do Transporte

BRASIL

Médio

Uma empresa responsável pelo abastecimento semanal de certo produto às cidades de SP e RJ quer estabelecer um plano de distribuição a partir dos centros produtores deste produto situados em Ribeirão Preto, Campinas e Volta Redonda. As quantidades semanalmente disponíveis em Ribeirão Preto, Campinas e Volta Redonda são 70, 130 e 120 toneladas, respectivamente. O consumo semanal previsto deste produto é de 180 ton em SP e de 140 ton no RJ. Os custos unitários de transporte (R$/ton) de cada centro produtor para cada centro consumidor são dados abaixo.

	Ribeirão Preto	Campinas	Volta Redonda
São Paulo	13	25	15
Rio de Janeiro	25	16	40

Qual a solução?

12. Problema do Transporte

BRASIL

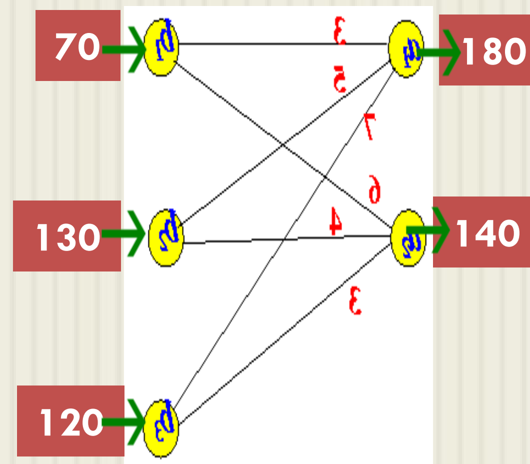
Médio

Variáveis

xij = quantidade transportada da cidade i para a cidade j

Restrições

x11 + x12 = 70
x21 + x22 = 130
x31 + x32 = 120
x11 + x21 + x31 = 180
x12 + x22 + x32 = 140
xij >= 0



Função-objetivo

min f = 13*x11 + 25*x12 + 25*x21 + 16*x22 + 15*x31 + 40*x32

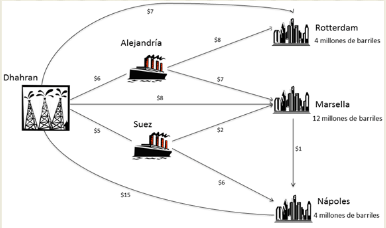
13. Problema do Transbordo

Difícil

Uma empresa responsável pelo abastecimento semanal de um produto às cidades de SP e RJ pretende criar um plano de distribuição a partir de Campinas, Sorocaba e SJ Campos. As quantidades semanalmente disponíveis são 70, 130 e 120 toneladas, respectivamente.

O consumo semanal previsto é de 180 toneladas em SP e 140 toneladas no RJ. Há também a possibilidade de abastecimento através de entrepostos. Os entrepostos localizam-se nos centros produtores e consumidores, e ainda em Volta Redonda e Ribeirão Preto.

Os custos unitários de transporte por tonelada encontram-se na Tabela a seguir. Qual o plano?

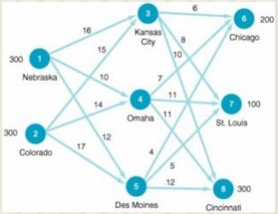


13. Problema do Transbordo

Difícil

Custo

	C	S	SJ	VR	RP	SP	RJ
C	0	20	20	15	10	13	25
S	20	0	30	15	18	25	16
SJ	20	30	0	35	20	15	40
VR	15	15	35	0	15	20	7
RP	10	18	20	15	0	12	20
SP	13	25	15	20	12	0	27
RJ	25	16	40	7	20	27	0



13. Problema do Transbordo

Difícil

Função-objetivo

Min f = 20*x12 + 20*x13 + 15*x14 + 10*x15 + ... + 27*x76

Variáveis

xij = quantidade a transportar da cidade i para a cidade j

Restrições

x12 + x13 + x14 + x15 + x16 + x17 – x21 – x31 – x41 – x51 – x61 – x71 = 70 C

x21 + x23 + x24 + x25 + x26 + x27 – x12 – x32 – x42 – x52 – x62 – x72 = 130 S

x31 + x32 + x34 + x35 + x36 + x37 – x13 – x23 – x43 – x53 – x63 – x73 = 120 SJ

x41 + x42 + x43 + x45 + x46 + x47 – x14 – x24 – x34 – x54 – x64 – x74 = 0 VR

x51 + x52 + x53 + x54 + x56 + x57 – x15 – x25 – x35 – x45 – x65 – x75 = 0 RP

-x61 - x62 - x63 - x64 - x65 - x67 + x16 + x26 + x36 + x46 + x56 + x76 = 180 SP

-x71 - x72 - x73 - x74 - x75 - x76 + x17 + x27 + x37 + x47 + x57 + x67 = 140 RJ

xij >= 0

13. Problema do Transbordo

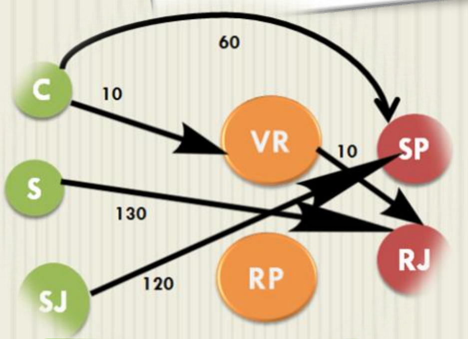
Função-Objetivo = 4880

Difícil

```
min =         20*x12 + 20*x13 + 15*x14 + 10*x15 +13*x16 + 25*x17 +
20*x21 +             30*x23 + 15*x24 + 18*x25 + 25*x26 + 16*x27 +
20*x31 + 30*x32 +             35*x34 + 20*x35 + 15*x36 + 40*x37 +
15*x41 + 15*x42 + 35*x43 +             15*x45 + 20*x46 + 7  *x47 +
10*x51 + 18*x52 + 20*x53 + 15*x54 +             + 12*x56 + 20*x57 +
13*x61 + 25*x62 + 15*x63 + 20*x64 + 12*x65 +             + 27*x67 +
25*x71 + 16*x72 + 40*x73 + 7  *x74 + 20*x75 + 27*x76;
x12 + x13 + x14 + x15 + x16 + x17 - x21 - x31 - x41 - x51 - x61 - x71 = 70;
x21 + x23 + x24 + x25 + x26 + x27 - x12 - x32 - x42 - x52 - x62 - x72 = 130;
x31 + x32 + x34 + x35 + x36 + x37 - x13 - x23 - x43 - x53 - x63 - x73 = 120;
x41 + x42 + x43 + x45 + x46 + x47 - x14 - x24 - x34 - x54 - x64 - x74 = 0;
x51 + x52 + x53 + x54 + x56 + x57 - x15 - x25 - x35 - x45 - x65 - x75 = 0;
-x61 - x62 - x63 - x64 - x65 - x67 + x16 + x26 + x36 + x46 + x56 + x76 = 180;
-x71 - x72 - x73 - x74 - x75 - x76 + x17 + x27 + x37 + x47 + x57 + x67 = 140;
end
```

	1	2	3	4	5	6	7	
1				10		60		70
2							130	130
3						120		120
4							10	
5								
6								
7								
						180	140	

Variable	Value
X12	0.000000
X13	0.000000
X14	10.00000
X15	0.000000
X16	60.00000
X17	0.000000
X21	0.000000
X23	0.000000
X24	0.000000
X25	0.000000
X26	0.000000
X27	130.0000
X31	0.000000
X32	0.000000
X34	0.000000
X35	0.000000
X36	120.0000
X37	0.000000
X41	0.000000
X42	0.000000
X43	0.000000
X45	0.000000
X46	0.000000
X47	10.00000
X51	0.000000
X52	0.000000
X53	0.000000
X54	0.000000
X56	0.000000
X57	0.000000
X61	0.000000
X62	0.000000
X63	0.000000
X64	0.000000
X65	0.000000
X67	0.000000
X71	0.000000
X72	0.000000
X73	0.000000
X74	0.000000
X75	0.000000
X76	0.000000



Transhipment Problem

14. Problema Da Dieta SÓDIO E CÁLCIO

Fácil

Para fabricar uma ração com um máximo de 2 mg de sódio e um mínimo de 3 mg de cálcio, dispõe-se de 2 alimentos S1 e S2. O alimento S1 contém 1 mg de sódio e 1 mg de cálcio. O alimento S2 contém 1 mg de sódio e não contém cálcio. Se o preço unitário de S1 é igual a $2 e o preço unitário de S2 é igual a $1, qual a dieta de custo mínimo?

14. Problema Da Dieta SÓDIO E CÁLCIO

Fácil

Variáveis

xi = quantidade de alimento S1 e S2

Função-objetivo

min f = 2*x1 + x2

Restrições

x1 + x2 <= 2

x1 >= 3

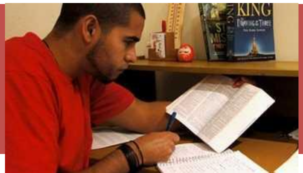
x2 >= 0

15. Problema do Queijo e Doce de Leite

2-35

Médio

Um fazendeiro dispõe de 800 litros de leite por dia para fazer doce de leite e queijo. Cada quilo de queijo requer 9 litros de leite e cada quilo de doce requer 7 litros de leite. O mercado impõe que a quantidade máxima de doce que pode ser feita por dia é 60 quilos, e a quantidade máxima de queijo diária não pode ultrapassar 90 quilos. A fazenda dispõe de 8 empregados que trabalham, cada um, 7 horas por dia. Cada quilo de queijo requer 30 minutos de mão de obra, e cada quilo de doce requer 40 minutos. Sabendo que o quilo de queijo rende $5 e que cada quilo de doce rende $4, qual a produção diária que maximiza a receita?



15. Problema do Queijo e Doce de Leite

Médio

Variáveis

xi = quantidade de queijo, doce de leite

Função-objetivo

max f = 5*x1 + 4*x2

Restrições

9*x1 + 7*x2 <= 800

x1 <= 90

x2 <= 60

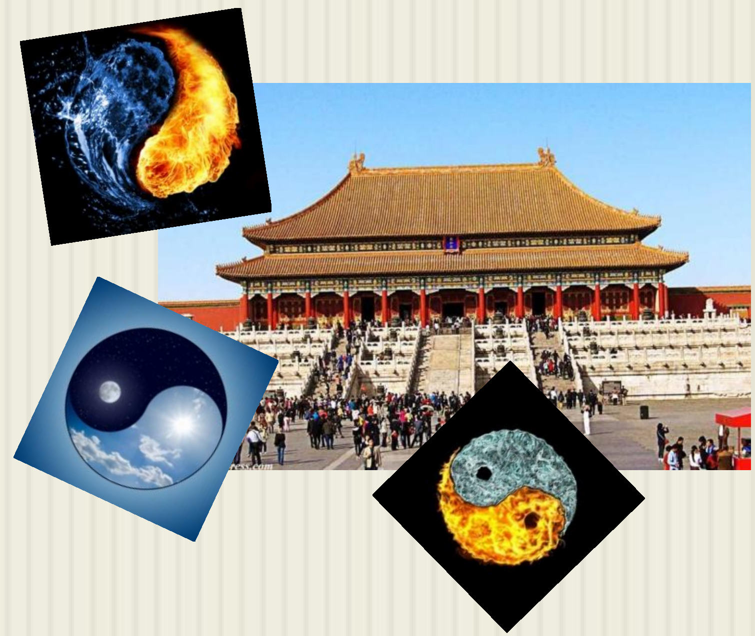
30*x1 + 40*x2 <= 3.360 (=7*8*60)

xi >= 0

16. Problema do Yin Yang

Fácil

Certa empresa fabrica dois produtos Yin e Yang. O lucro unitário do produto Yin é de 1.000 unidades monetárias, e o lucro unitário de Yang é de 1.800 unidades monetárias. A empresa precisa de 20 horas para fabricar uma unidade de Yin e de 30 horas para fabricar uma unidade de Yang. O número máximo de horas disponíveis é de 1.200 horas. A demanda esperada para cada produto é de 40 unidades de Yin e 30 unidades de Yang. Qual é o plano de produção para que a empresa obtenha o máximo de lucro?



16. Problema do Yin Yang

Fácil

Variáveis

x_i = quantidade de Yin, Yang

Função-objetivo

max $f = 1.000 \cdot x_1 + 1.800 \cdot x_2$

Restrições

$20 \cdot x_1 + 30 \cdot x_2 \leq 1.200$

$x_1 \leq 40$

$x_2 \leq 30$

$x_i \geq 0$ e inteiras

17. Problema da Dieta

CARNE E OVO

Fácil

A necessidade mínima de vitaminas é de 32 unidades por dia e a de proteínas 36 unidades por dia. Uma pessoa dispõe de carne e ovos. Cada unidade de carne contém 4 unidades de vitaminas e 6 de proteínas. Cada ovo contém 8 unidades de vitaminas e 6 de proteínas. Cada unidade de carne custa R$3 e cada unidade de ovo custa R$2. **Qual a quantidade diária de carne e ovos que deve ser consumida para suprir as necessidades de vitaminas e proteínas com o menor custo possível?**

17. Problema da Dieta

CARNE E OVO

Fácil

Variáveis

xi = quantidade de carne, ovos

Função-objetivo

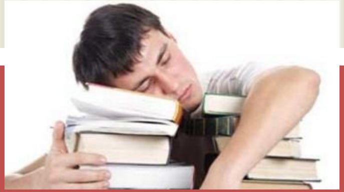
min f = 3*x1 + 2*x2

Restrições

4*x1 + 8*x2 >= 32

6*x1 + 6*x2 >= 36

xi >= 0



18. Problema da Fábrica de Autopeças

Fácil

Uma fábrica de autopeças tirou de produção uma linha de produtos. Isso criou um excedente na capacidade de produção. Estuda-se a possibilidade de dedicar essa capacidade a um ou mais produtos, identificados por 1, 2 e 3. A capacidade disponível e o número de horas de máquina por unidade dos produtos são dados nas Tabelas abaixo. O lucro unitário estimado é de \$30, \$12 e \$15.

Determine a quantidade de cada produto a produzir para maximizar o lucro.

Tipo de Máquina	Tempo disponível (horas de máquina)
A	500
B	350
C	150

Tipo de Máquina	Produto 1	Produto 2	Produto 3
A	9	3	5
B	5	4	0
C	3	0	2

18. Problema da Fábrica de Autopeças

Fácil

Variáveis

xi = quantidade do produto i

Função-objetivo

max $f = 30*x1 + 12*x2 + 15*x3$

Restrições

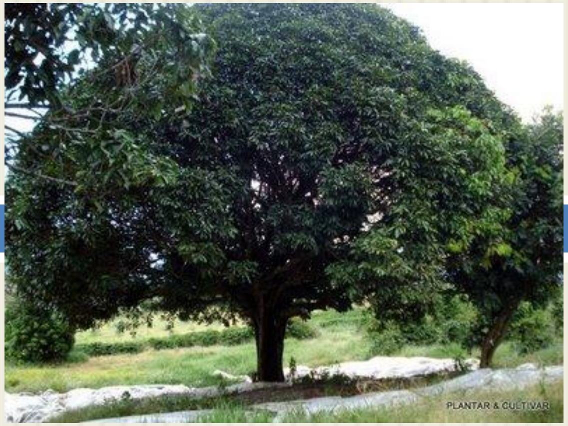
$9*x1 + 3*x2 + 5*x3 <= 500$

$5*x1 + 4*x2 <= 350$

$3*x1 + 2*x3 <= 150$

$xi >= 0$ e inteiras

19. Problema da Madeira



Fácil

Uma empresa quer utilizar do melhor modo possível os recursos de uma de suas regiões florestais. Dentro dessa região, há uma serraria e uma fábrica de compensados, e assim, as toras possam ser convertidas em madeira beneficiada ou compensada. Produzir uma mistura beneficiada requer 1 m3 de pinho e 4 m3 de canela. Produzir 100 m2 de madeira compensada requer 2 m3 de pinho e 4 m3 de canela. A região em questão dispõe de 32 m3 de pinho e 72 m3 de canela. Compromissos de vendas exigem que sejam produzidos, durante o período de planejamento, pelo menos 5 m3 de madeira beneficiada e 1200 m2 de madeira compensada. As contribuições ao lucro são de $ 45/m3 de produtos beneficiados e $ 60/100 m2 de madeira compensada. Determine as quantidades de madeira beneficiada (m3) e de madeira compensada (em 100 m2) a produzir.

19. Problema da Madeira

Fácil

Variáveis

x_i = quantidade de madeira beneficiada (m3), compensada (100m2)

Função-objetivo

max $f = 45*x_1 + 60*x_2$

Restrições

$x_1 + 2*x_2 <= 32$

$4*x_1 + 4*x_2 <= 72$

$x_1 >= 5, x_2 >= 12$

20. Problema dos Implementos Agrícolas

Fácil

Uma fábrica de implementos agrícolas produz os modelos A, B e C com lucros unitários iguais a $ 16, $ 30 e $ 50, respectivamente. As exigências de produção mínimas mensais são iguais a 20, 120 e 60 para A, B e C. Cada modelo requer um tempo para fabricação dos componentes, montagem e testes de qualidade. Esse tempo é igual a 3, 4 e 1 para uma dúzia do modelo A, 3.5, 5 e 1.5 para uma dúzia do modelo B e 5, 8 e 3 para o modelo C. Durante o próximo mês, a fábrica tem disponíveis 120 hs para fabricação, 160 hs para montagem e 48 hs para testes de qualidade. **Formule o problema de programação da produção como um modelo linear.**

20. Problema dos Implementos Agrícolas

Fácil

Variáveis

xi = quantidade de modelos i

Função-objetivo

max f = 16*x1 + 30*x2 + 50x3

Restrições

3*x1 + 3.5*x2 + 5*x3 <= 120*12 (=1440)

4*x1 + 5*x2 + 8*x3 <= 160*12 (=1920)

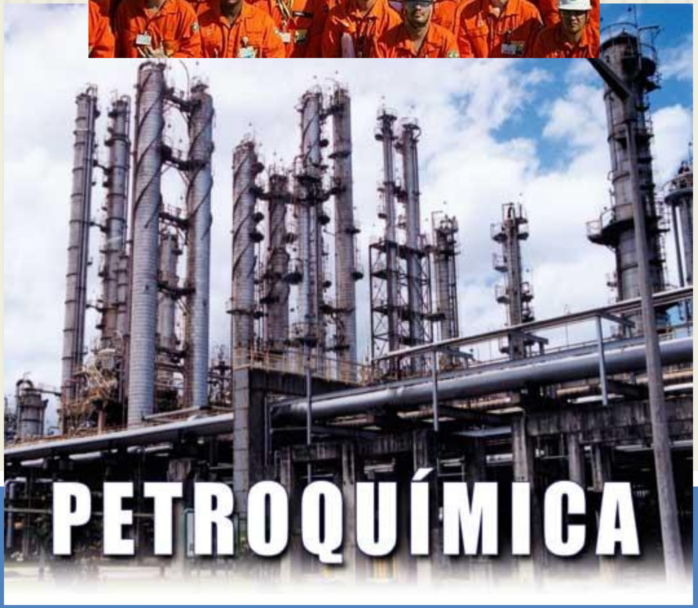
x1 + 1.5*x2 + 3*x3 <= 480*12 (=576)

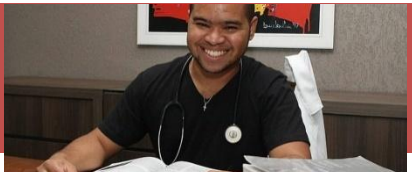
x1 >= 20, x2 >= 120, x3 >= 60

21. Problema da Petroquímica

Médio

Uma companhia petroquímica deseja encontrar a combinação ótima de dois processos de mistura. Para o processo 1, uma entrada unitária de 1 barril de óleo cru A e 3 barris de óleo cru B produz uma saída de 50 galões de gasolina X e 20 galões de gasolina Y. Para o processo 2, uma entrada unitária de 4 barris de óleo cru A e 2 barris de óleo cru B produz uma saída de 30 galões de gasolina X e 80 galões de gasolina Y. Sejam ainda x1 e x2 o número de unidades de entrada que a companhia decide usar para o processo 1 e processo 2, respectivamente. A quantidade máxima de óleo cru A disponível é de 120 barris e de óleo cru B é de 180 barris. Compromissos de vendas exigem que pelo menos 2.800 galões de gasolina X e 2.200 galões de gasolina Y sejam produzidos. Os lucros unitários do processo 1 e do processo 2 são p1 e p2, respectivamente. Formular o problema da mistura.





21. Problema da Petroquímica

Médio

Variáveis

xi = número de realizações do processo i

Função-objetivo

max $f = p1 * x1 + p2 * x2$

Restrições

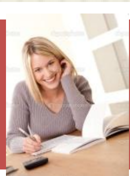
$x1 + 4*x2 <= 120$

$3*x1 + 2*x2 <= 180$

$50*x1 + 30*x2 >= 2.800$

$20*x1 + 80*x2 >= 2.200$

$xi >= 0$ e inteiras



22. Problema dos Talhões

Difícil

Uma propriedade tem dois talhões florestais para corte: talhão 1 com 40 ha e 84 m3/ha de madeira disponíveis, e talhão 2 com 18 ha e uma produtividade de 112 m3/ha. O custo/ha para a administração da venda de madeira é de $ 300, e a disponibilidade de capital é de $ 15.000. Os dois talhões permitem o desenvolvimento de atividades de recreação. Anualmente, o talhão 1 é capaz de sustentar 480 visitantes/ha e o talhão 2 capacidade para 1.920 visitantes/ha. A propriedade deve ser capaz de receber, no mínimo, 10.000 visitantes/ano. Naturalmente, cada hectare cortado fica inutilizado para atividades de recreação. O problema consiste em determinar quantos ha explorar em cada talhão de forma a maximizar o volume de madeira cortada.

22. Problema dos Talhões

Difícil

Variáveis

xi = número de hectares a explorar no talhão i

Função-objetivo

max f = 84*x1 + 112*x2

Restrições

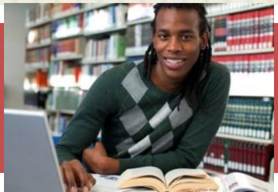
x1 <= 40

x2 <= 18

300*x1 + 300*x2 <= 15.000

480*(40-x1) + 1920*(18-x2) >= 10.000

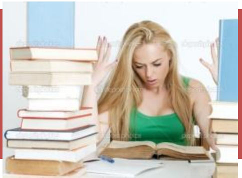
xi >= 0



23. Problema da Agência de Publicidade

Fácil

Uma agência fará a divulgação de um produto utilizando três tipos de mídia: TV infantil aos sábados de manhã, anúncios em revistas e cadernos de jornais aos domingos. A agência dispõe de R$ 4.000.000 para a campanha. O custo de um anúncio é igual a R$ 300.000 para a TV, R$ 150.000 para a revista e R$ 100.000 para o jornal. A audiência esperada é igual a 1.300.000 pessoas para TV, 600.000 pessoas para revista e 500.000 pessoas para jornal. O custo de planejamento da campanha por unidade de anúncio divulgado é igual a R$ 90.000 para a TV, R$ 30.000 para a revista e R$ 40.000 para o jornal. A agência dispõe de R$ 1.000.000 para o planejamento. Pode-se fazer no máximo 5 inserções na TV. Propor um modelo matemático para a tomada de decisão. O que fazer?



23. Problema da Agência de Publicidade

Fácil

Variáveis

x_i = número de anúncios em TV, revista, jornal

Função-objetivo

max $f = 1.300*x_1 + 600*x_2 + 500*x_3$

Restrições

$300*x_1 + 150*x_2 + 100*x_3 <= 4.000$

$90*x_1 + 30*x_2 + 40*x_3 <= 1.000$

$x_1 <= 5$

$x_i \geq 0$ e inteiras

24. Problema das Mochilas

Fácil

A Back Savers produz mochilas para estudantes. A empresa está pensando em oferecer uma combinação de dois diferentes modelos: o College e o Mini. Ambos são feitos de nylon resistente a rasgos. A Back Savers tem um contrato de longo prazo com um fornecedor de nylon e recebe um carregamento de 5.400 m2 do material por semana. Cada mochila College requer 3m2, enquanto a mochila Mini requer 2m2. As previsões de vendas indicam que, no máximo, 1.000 e 1.500 Colleges e Minis podem ser vendidas por semana. Cada College exige 45 minutos de trabalho para ser produzida e gera um lucro unitário de R$32. Cada Mini exige 40 minutos de trabalho e gera um lucro unitário de R$24. A empresa tem 35 trabalhadores, cada um trabalha 40 horas por semana. A administração quer saber qual a quantidade de cada tipo de mochila produzir por semana.

24. Problema das Mochilas

Fácil

Variáveis

xi = quantidade de mochilas College, Mini

Função-objetivo

max f = 32*x1 + 24*x2

Restrições

3*x1 + 2*x2 <= 5.400

45*x1 + 40*x2 <= 84.000 (=40*35*60)

x1 <= 1.000, x2 <= 1.500

xi ≥ 0 e inteiras

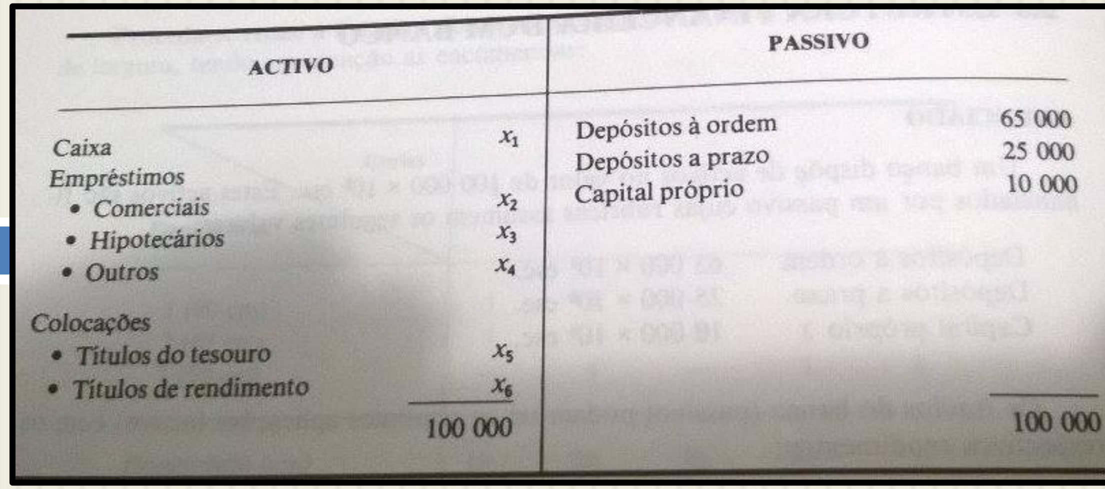
25. Problema do Banco

Difícil

Um banco dispõe de ativos no valor de R\$ 100.000 × 10^6. Esses ativos são financiados pelo seguinte passivo: Depósitos à ordem: R\$ 65.000 × 10^6, Depósitos a prazo: R\$ 25.000 × 10^6 e Capital próprio: R\$ 10.000 × 10^6. Os fundos do banco podem ter as seguintes aplicações: Empréstimos comerciais = 16.5%, Hipotecários = 18.5%, Outros = 21%, Títulos do tesouro = 9% e Títulos Renda = 12.5%. O banco quer maximizar o lucro global, sabendo que deve respeitar as seguintes condições legais e de gestão: a) O total dos empréstimos não pode exceder 55% nem ser inferior a 45% do ativo total; b) Os empréstimos hipotecários não podem ser superiores a 20% dos depósitos a prazo; c) Os empréstimos comerciais não podem exceder 45% nem serem inferiores a 30% do total dos empréstimos; d) O valor dos outros empréstimos não pode exceder o montante dos empréstimos hipotecários; e) O valor em caixa não pode ser inferior a 25% dos depósitos a ordem; f) Os ativos sujeitos a risco (ativo total - disponível e colocações) não podem exceder 5 vezes o capital próprio.

25. Problema do Banco

Difícil



ACTIVO		PASSIVO	
Caixa	x_1	Depósitos à ordem	65 000
Empréstimos		Depósitos a prazo	25 000
• Comerciais	x_2	Capital próprio	10 000
• Hipotecários	x_3		
• Outros	x_4		
Colocações			
• Títulos do tesouro	x_5		
• Títulos de rendimento	x_6		
	100 000		100 000

Variáveis

xi = dinheiro no caixa, empréstimos comerciais, empréstimos hipotecários, outros empréstimos, títulos de curto prazo, títulos de rendimento

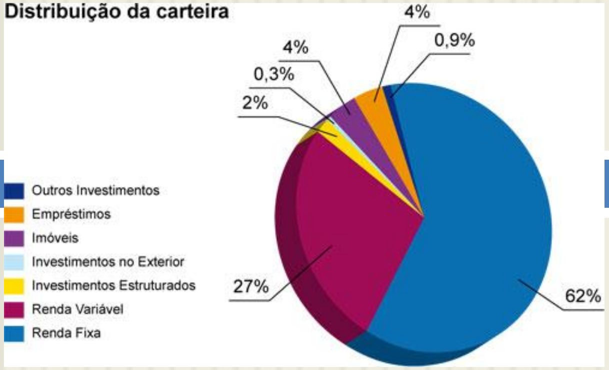
Função-objetivo

max f = 0.165*x2 + 0.185*x3 + 0.21*x4 + .09*x5 + 0.125*x6

Restrições

x2 + x3 + x4 >= 0.45*100.000
x2 + x3 + x4 <= 0.55*100.000
x3 <= 0.2*25000
x2 >= 0.3*(x2 + x3 + x4)
x2 <= 0.45*(x2 + x3 + x4)
x4 <= x3
x1 >= 0.25*65.000
x2 + x3 + x4 <= 5*10.000
x1 + x2 + x3 + x4 + x5 + x6 = 100.000
xi >= 0

26. Problema da Carteira de Investimentos



Fácil

A Osório Investimentos gerencia recursos de terceiros por meio da escolha de carteiras de investimento para diversos clientes, com base em títulos de diversas empresas. Um de seus clientes exige que:

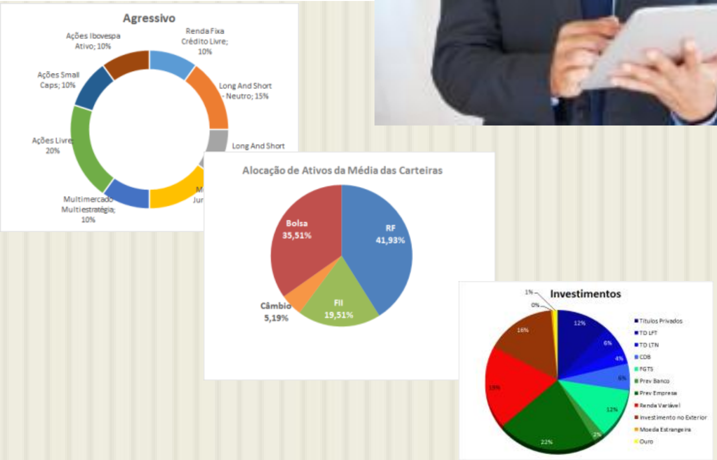
- Não mais de 25% do total aplicado deve ser investido em um único investimento.
- Um valor superior a 50% do total aplicado deve ser investido em títulos de maturidade maiores que 10 anos.
- O total aplicado em títulos de alto risco deve ser, no máximo, de 50% do total investido.

A Tabela ao lado mostra os dados dos títulos selecionados. Determine qual percentual do total deve ser aplicado em cada título.

	Retorno anual (%)	Anos para vencimento	Risco
Título 1	8.7	15	1 – Muito baixo
Título 2	9.5	12	3 – Regular
Título 3	12	8	4 – Alto
Título 4	9	7	2 – Baixo
Título 5	13	11	4 – Alto
Título 6	20	5	5 – Muito alto

26. Problema da Carteira de Investimentos

Fácil



Variáveis

xi = % do total aplicado no título i

Função-objetivo

max f = 0.087*(x1/100) + 0.95*(x2/100) + 0.12*(x3/100) + 0.09*(x4/100) + 0.13*(x5/100) + 0.2*(x6/100)

Restrições

x1 + x2 + x3 + x4 + x5 + x6 = 100

x1 + x2 + x5 >= 50

x3 + x5 + x6 <= 50 (ou x1 + x2 + x4 >= 50)

xi <= 25

xi >= 0

27. Problema do Balão

Médio

Problema da Mochila

Um balão tem capacidade para 100 kg. Os objetos para levar na viagem têm um peso e uma importância. Qual a melhor combinação de objetos para carregar o balão?

Objeto	1	2	3	4	5
Peso	60	10	20	50	40
Utilidade	100	60	20	40	80

27. Problema do Balão

2-60

Médio

Variáveis

xi = { 1 se i é colocado no balão
0 caso contrário }

Função-objetivo

max f = 100*x1 + 60*x2 + 20*x3 + 40*x4 + 80*x5

Restrições

60*x1 + 10*x2 + 20*x3 + 50*x4 + 40*x5 <= 100

xi = 0/1

28. Problema do Corte de Papel

Difícil

Uma fábrica produz papel de jornal em rolos de 1,5 m de largura e 70 m de comprimento. As encomendas para o próximo mês são: 70 rolos de 80 cm de largura, 100 rolos de 60 cm de largura, 120 rolos de 50 cm de largura. Admitindo que todos os rolos são fornecidos com 70 m de comprimento, pretende-se programar o corte de rolos de modo a satisfazer totalmente a procura e minimizar o desperdício total em papel.

28. Problema do Corte de Papel

Difícil

Padrões de corte

	Padrão 1	Padrão 2	Padrão 3	Padrão 4	Padrão 5
Encomenda 1 (80 cm)	1	1	-	-	-
Encomenda 2 (60 cm)	1	-	2	1	-
Encomenda 3 (50 cm)	-	1	-	1	3
Desperdício (cm)	10	20	30	40	0

Variáveis

xi = número de rolos de 150 cm de largura cortados no padrão i

Função-objetivo

min f = 10*x1 + 20*x2 + 30*x3 + 40*x4 + (0*x5)

Restrições

x1 + x2 >= 70

x1 + 2*x3 + x4 >= 100

x2 + x4 + 3*x5 >= 120

xi ≥ 0 e inteiras

29. Problema dos Correios

Difícil

A Ondina Malotes, uma franquia dos Correios, deseja determinar o número de funcionários de horário integral que deve contratar para iniciar suas atividades. Para fazê-lo, recebeu uma Tabela dos Correios com número mínimo de funcionários por dia da semana. Essas informações se encontram na Tabela ao lado. O sindicato dos empregados dos Correios mantém um acordo sindical que determina que cada empregado deve trabalhar 5 dias consecutivos e folgar em seguida 2 dias (por exemplo: um empregado que trabalhe de segunda a sexta feira deve folgar no sábado e no domingo), e que as franquias devem ter apenas empregados com horário integral.

Formule o problema de maneira a determinar o número total de empregados que a franquia deve contratar e o número de empregados por dia.

Dia da semana	Número de funcionários
Domingo	11
Segunda-feira	18
Terça-feira	12
Quarta-feira	15
Quinta-feira	19
Sexta-feira	14
Sábado	16

29. Problema dos Correios

Difícil

Variáveis

xi = número de funcionários que começam a trabalhar no dia i (domingo... sábado)

Função-objetivo

min f = x1 + x2 + x3 + x4 + x5 + x6 + x7

Restrições

x1 + x2 + x3 + x4 + x5 >= 19
x2 + x3 + x4 + x5 + x6 >= 14
x3 + x4 + x5 + x6 + x7 >= 16
x4 + x5 + x6 + x7 + x1 >= 11
x5 + x6 + x7 + x1 + x2 >= 18
x6 + x7 + x1 + x2 + x3 >= 12
x7 + x1 + x2 + x3 + x4 >= 15
xi >= 0 e inteiras

30. Problema da Companhia Aérea

Difícil

A Union Airways precisa decidir o número de comissários para trabalhar em cada um dos turnos. Que decisão tomar?

Período	Turno 1	Turno 2	Turno 3	Turno 4	Turno 5	N° mínimo de comissários
6-8h	x					48
8-10h	x	x				79
10-12h	x	x				65
12-14h	x	x	x			87
14-16h		x	x			64
16-18h			x	x		73
18-20h			x	x		82
20-22h				x		43
22-0h				x	x	52
0-6h					x	15
Custo diário por comissário	$170	$160	$175	$180	$195	

30. Problema da Companhia Aérea

Difícil

Variáveis

xi = número de comissários no turno i

Função-objetivo

min f = 170*x1 + 160*x2 + 175*x3 + 180*x4 + 195*x5

Restrições

x1 >= 48

x1 + x2 >= 79 ~~x1 + x2 >= 65~~

x1 + x2 + x3 >= 87

x2 + x3 >= 64

~~x3 + x4 >= 73~~ x3 + x4 >= 82

x4 >= 43

x4 + x5 >= 52

x5 >= 15

xi >= 0 e inteiras

31. Problema da Fábrica de Tintas

Difícil

A Lucélia Tintas produz dois tipos de tintas: seca rápido (SR) e super seca (SS). Ambas são produzidas a partir de uma base de silicato e de óleo de linhaça, que são adquiridos pela Lucélia de vários fornecedores. Atualmente, apenas duas soluções preliminares estão disponíveis no mercado, além dos produtos isolados.

A solução do tipo A contém **60%** de silicato e **40%** de óleo de linhaça, e a do tipo B contém **30%** de silicato e **70%** de óleo de linhaça. O preço da solução A é de **R$ 0.50** o litro e da solução do tipo B é de **R$ 0.75** o litro, enquanto o silicato e o óleo de linhaça isoladamente custam **R$ 1** e **R$ 1.50** o litro. Cada litro de SR requer, no mínimo, **25%** de silicato e **50%** de óleo de linhaça, e cada litro de SS requer, no mínimo **20%** de silicato e, no máximo, **50%** de óleo de linhaça.

Formule o problema para determinar quantos litros de cada solução e de cada produto puro devem ser comprados para produzir exatamente 100 litros de SR e 250 litros de SS.

31. Problema da Fábrica de Tintas

Difícil

Variáveis

xij = quantidade da matéria prima i (A, B, S, O) usada na tinta j (R, S)

Função-objetivo

min f = 0.5*(xAR + xAS) + 0.75*(xBR + xBS) + 1*(xSR + xSS) + 1.5*(xOR + xOS)

Restrições

(0.6*xAR + 0.3*xBR + xSR)/(xAR + xBR + xSR + xOR) >= 0.25

(0.4*xAR + 0.7*xBR + xOR)/(xAR + xBR + xSR + xOR) >= 0.5

(0.6*xAS + 0.3*xBS + xSS)/(xAS + XBS + xSS + xOS) >= 0.2

(0.4*xAS + 0.7*xBS + xOS)/(xAS + XBS + xSS + xOS) <= 0.5

31. Problema da Fábrica de Tintas

Difícil

xAR + xBR + xSR + xOR = 100
xAS + xBS + xSS + xOS = 250

Função-objetivo

min f = 0.5*xAR + 0.5*xAS + 0.75*xBR + 0.75*xBS + xSR + xSS + 1.5*xOR + 1.5*xOS

Restrições

xAR + xBR + xSR + xOR = 100
xAS + xBS + xSS + xOS = 250
035*xAR + 0.05*xBR + 0.75*xSR - 0.25*xOR >= 0
-0.1*xAR + 0.2*xBR - 0.5*xSR + 0.5*xOR >= 0
0.4*xAS + 0.1*xBS + 0.8*xSS - 0.2*xOS >= 0
-0.1*xAS + 0.2*xBS - 0.5*xSS + 0.5*xOS <= 0
xi >= 0

32. Problema das Ligas Metálicas

Difícil

Duas ligas metálicas A e B são feitas de 4 metais distintos I, II, III e IV, de acordo com a especificação abaixo.

liga	especificação	preço venda ($/ton)
A	no máximo 80% de I no máximo 30% de II no máximo 50% de IV	200
B	entre 40% e 60% de II no mínimo 30% de III no máximo 70% de IV	300

Os 4 metais são extraídos de 3 minérios diferentes, cujas porcentagens em peso, quantidades máximas de minério e custo por tonelada são tabelados abaixo.

minério	qte max (ton)	I	II	III	IV	outros (%)	preço compra ($/ton)
1	1000	20	10	30	30	10	30
2	2000	10	20	30	30	10	40
3	3000	5	5	70	20	-	50

32. Problema das Ligas Metálicas

Difícil

Variáveis

xij = quantidade de minério i (1, 2, 3) presente na liga j (A, B)

Função-objetivo

max f = 200*(x1A + x2A + x3A) + 300*(x1B + x2B + x3B) - 30*(x1A + x1B) - 40*(x2A + x2B) - 50*(x3A + x3B)

Restrições

Liga A

0.20*x1A + 0.10*x2A + 0.05*x3A <= 0.8*(x1A + x2A + x3A)

0.10*x1A + 0.20*x2A + 0.05*x3A <= 0.3*(x1A + x2A + x3A)

0.30*x1A + 0.30*x2A + 0.20*x3A <= 0.5*(x1A + x2A + x3A)

Liga B

0.4*(x1B + x2B + x3B) <= 0.10*x1B + 0.20*x2B + 0.05*x3B <= 0.6*(x1B + x2B + x3B)

0.30*x1B + 0.30*x2B + 0.70*x3B >= 0.3*(x1B + x2B + x3B)

0.30*x1B + 0.30*x2B + 0.20*x3B <= 0.7*(x1B + x2B + x3B)

Minério

x1A + x1B <= 1000, x2A + x2B <= 2000, x3A + x3B <= 3000

Físicas

xij >= 0

32. Problema das Ligas Metálicas

2-72

Difícil

Função-objetivo

max f = 170*x1A + 160*x2A +150*x3A + 270*x1B + 260*x2B + 250*x3B

Variáveis

xij = quantidade de minério i (1, 2, 3) presente na liga j (A, B)

Restrições

Liga A

-0.60*x1A - 0.70*x2A - 0.75*x3A <= 0

-0.20*x1A - 0.10*x2A - 0.25*x3A <= 0

-0.20*x1A - 0.20*x2A - 0.30*x3A <= 0

Liga B

0.30*x1B + 0.20*x2B + 0.35*x3B <= 0

-0.50*x1B - 0.40*x2B - 0.55*x3B <= 0

-0.40*x3B <= 0

-0.40*x1B - 0.40*x2B - 0.50*x3B <= 0

Minério

x1A + x1B <= 1000

x2A + x2B <= 2000

x3A + x3B <= 3000

Físicas

xij >= 0

Capítulo 2

33. Problema do Transporte

USA

Médio

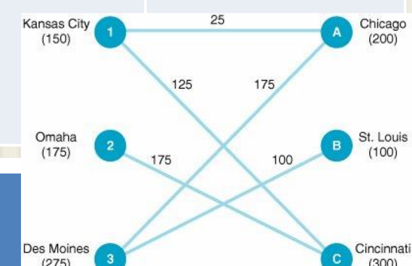
Dados a **produção**, a **demanda** e o **custo de transporte** encontrar o **transporte de custo mínimo**.

Custo

Produção

	LT, PA	FH, TX	FR, KS	FC, CO	FB, GA	Produção (unidades)
CL, OH	150	325	275	375	250	400
SC, WV	100	350	325	400	250	150
SJ, CA	800	300	350	275	450	150
Demanda (unidades)	300	100	100	100	100	

Demanda



33. Problema do Transporte

USA

Médio

Variáveis

xij = quantidade a transportar da cidade i para a cidade j

Função-objetivo

min $f = 150*x_{11} + 325*x_{12} + 275*x_{13} + 375*x_{14} + 250*x_{15} + 100*x_{21} + 350*x_{22} + 325*x_{23} + 400*x_{24} + 250*x_{25} + 800*x_{31} + 300*x_{32} + 350*x_{33} + 275*x_{34} + 450*x_{35}$

Restrições

$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} = 400$

$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} = 150$

$x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35} = 150$

$x_{11} + x_{21} + x_{31} = 300$

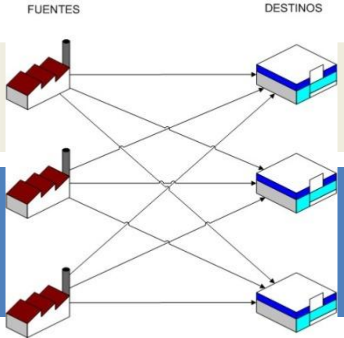
$x_{12} + x_{22} + x_{32} = 100$

$x_{13} + x_{23} + x_{33} = 100$

$x_{14} + x_{24} + x_{34} = 100$

$x_{15} + x_{25} + x_{35} = 100$

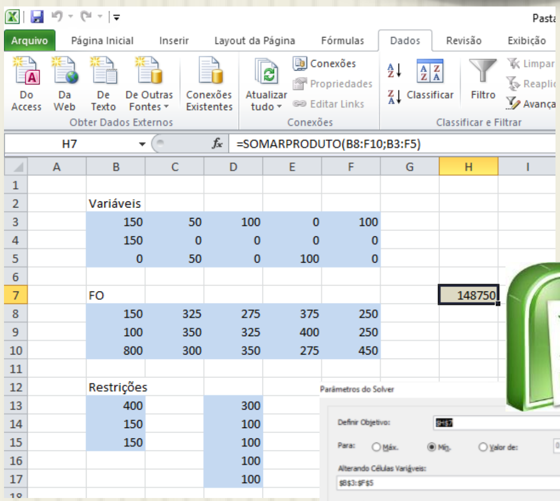
$x_{ij} \geq 0$

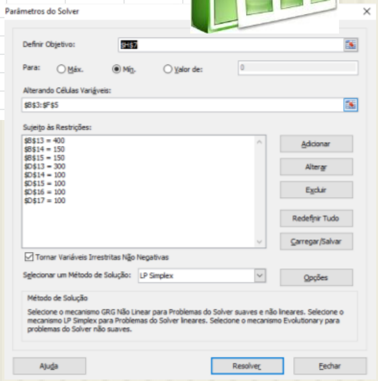


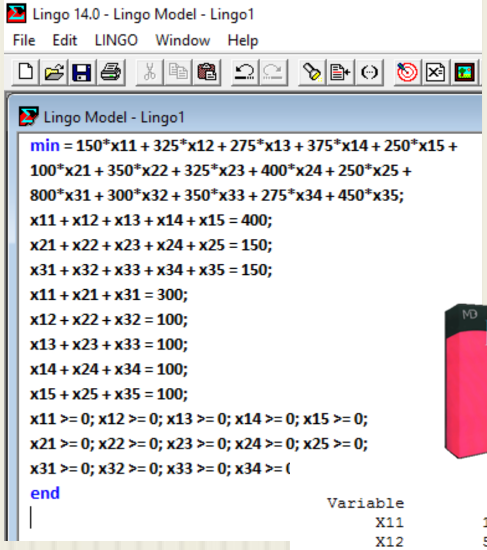
32. Problema do Transporte USA

EXCEL+LINGO

Médio

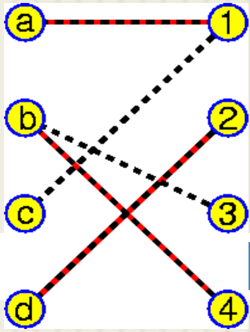






Variable	Value
X11	150.0000
X12	50.00000
X13	100.0000
X14	0.000000
X15	100.0000
X21	150.0000
X22	0.000000
X23	0.000000
X24	0.000000
X25	0.000000
X31	0.000000
X32	50.00000
X33	0.000000
X34	100.0000
X35	0.000000

Capítulo 2



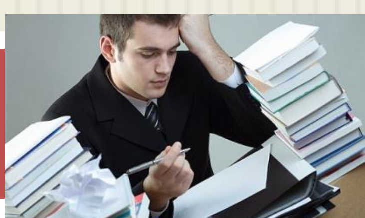
34. Problema da Designação

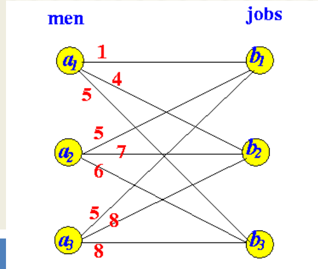
BÁSICO

Difícil

Dispõe-se de 4 operários para executar 4 tarefas. O custo da designação está na Tabela abaixo. Encontrar a designação de custo mínimo.

	Tarefa 1	Tarefa 2	Tarefa 3	Tarefa 4
Operário 1	6	3	2	4
Operário 2	10	6	2	5
Operário 3	6	10	9	8
Operário 4	11	5	4	9





34. Problema da Designação

BÁSICO

Difícil

Variáveis

xij = { 1 se o operário i é designado à tarefa j
0 caso contrário

x11	x12	x13	x14
x21	x22	x23	x24
x31	x32	x33	x34
x41	x42	x43	x44

Função-objetivo

min $f = 6x_{11} + 3x_{12} + 2x_{13} + 4x_{14} + 10x_{21} + 6x_{22} + 2x_{23} + 5x_{24} + 6x_{31} + 10x_{32} + 9x_{33} + 8x_{34} + 11x_{41} + 5x_{42} + 4x_{43} + 9x_{44}$

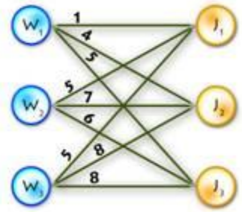
Restrições

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} = 1$$
$$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} = 1$$
$$x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} = 1$$
$$x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} = 1$$
$$x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} = 1$$
$$x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} = 1$$
$$x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} = 1$$
$$x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44} = 1$$
$$x_{ij} = 0/1$$

	T1	T2	T3	T4
O1	6	3	2	4
O2	10	6	2	5
O3	6	10	9	8
O4	11	5	4	9

			1
		1	
1			
	1		

$$\begin{pmatrix} 1 & 4 & 5 \\ 5 & 7 & 6 \\ 5 & 8 & 8 \end{pmatrix} \Leftrightarrow$$



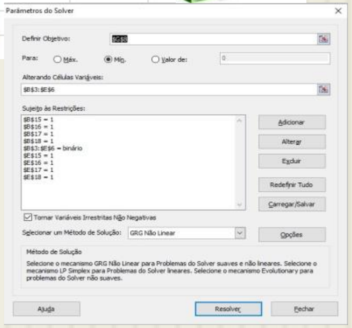
33. Problema da Designação BÁSICO

EXCEL+LINGO

Difícil

M12

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2		Variáveis						
3		0	0	0	1			
4		0	0	1	0			
5		1	0	0	0			
6		0	1	0	0			
7								
8		FO					17	
9		6	3	2	4			
10		10	6	2	5			
11		6	10	9	8			
12		11	5	4	9			
13								
14		Restrições						
15		1			1			
16		1			1			
17		1			1			
18		1			1			
19								



$x_{14} = 1, x_{23} = 1,$
$x_{31} = 1, x_{42} = 1$

Lingo 14.0 - Lingo Model - Lingo1

File Edit LINGO Window Help

Lingo Model - Lingo1

```
Min = 6*x11 + 3*x12 + 2*x13 + 4*x14 +
10*x21 + 6*x22 + 2*x23 + 5*x24 +
6*x31 + 10*x32 + 9*x33 + 8*x34 +
11*x41 + 5*x42 + 4*x43 + 9*x44;

x11 + x12 + x13 + x14   = 1;
x21 + x22 + x23 + x24   = 1;
x31 + x32 + x33 + x34   = 1;
x41 + x42 + x43 + x44   = 1;
x11 + x21 + x31 + x41   = 1;
x12 + x22 + x32 + x42   = 1;
x13 + x23 + x33 + x43   = 1;
x14 + x24 + x34 + x44   = 1;

@gin(x11);
@gin(x12);
@gin(x13);
@gin(x14);
@gin(x21);
@gin(x22);
@gin(x23);
@gin(x24);
...
end
```

Variable	Value
X11	0.000000
X12	0.000000
X13	0.000000
X14	1.000000
X21	0.000000
X22	0.000000
X23	1.000000
X24	0.000000
X31	1.000000
X32	0.000000
X33	0.000000
X34	0.000000
X41	0.000000
X42	1.000000
X43	0.000000
X44	0.000000

Capítulo 2

34. Problema da Seleção de Pessoal

Difícil

Uma prestadora de serviços dispõe de 7 agentes para designação a 3 locais de trabalho, sendo que os locais requerem 3, 2 e 1 agentes respectivamente, ou seja, 6 agentes no total. Os custos de designação são dados pelas tarifas de transporte público dos agentes aos locais de trabalho fornecidas na Tabela abaixo. O que fazer?

	Local 1	Local 2	Local 3
Agente 1	4	6	3
Agente 2	2	4	7
Agente 3	5	3	2
Agente 4	3	7	2
Agente 5	4	8	5
Agente 6	1	9	6
Agente 7	5	7	9

35. Problema da Seleção de Pessoal

Difícil

4	6	3
2	4	7
5	3	2
3	7	2
4	8	5
1	9	6
5	7	9

x11	x12	x13
x21	x22	x23
x31	x32	x33
x41	x42	x43
x51	x52	x53
x61	x62	x63
x71	x72	x73

Variáveis

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 \text{ se o agente i é designado ao local j} \\ 0 \text{ caso contrário} \end{cases}$$

Função-objetivo

min f = 4*x11 + 6*x12 + 3*x13 + 2*x21 + 4*x22 + 7*x23 + 5*x31 + 3*x32 + 2*x33 + 3*x41 + 7*x42 + 2*x43 + 4*x51 + 8*x52 + 5*x53 + 1*x61 + 9*x62 + 6*x63 + 5*x71 + 7*x72 + 9*x73

Restrições

x11 + x12 + x13 <= 1
x21 + x22 + x23 <= 1
x31 + x32 + x33 <= 1
x41 + x42 + x43 <= 1
x51 + x52 + x53 <= 1
x61 + x62 + x63 <= 1
x71 + x72 + x73 <= 1
x11 + x21 + x31 + x41 + x51 + x61 + x71 = 3
x12 + x22 + x32 + x42 + x52 + x62 + x72 = 2
x13 + x23 + x33 + x43 + x53 + x63 + x73 = 1
xij = 0/1

35. Problema da Seleção de Pessoal EXCEL+LINGO

Difícil

F12 | f_x =SOMARPRODUTO(B12:D18;B3:D9)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2		Variáveis				Restrições			
3		1	0	0		1		3	
4		0	1	0		1		2	
5		0	1	0		1		1	
6		0	0	1		1			
7		1	0	0		1			
8		1	0	0		1			
9		0	0	0		0			
10									
11		FO							
12		4	6	3		18			
13		2	4	7					
14		5	3	2					
15		3	7	2					
16		4	8	5					
17		1	9	6					
18		5	7	9					
19									

Parâmetros do Solver

Definir Objetivo: $F$12

Para: ○ Máx. ◉ Min. ○ Valor de: 0

Alterando Células Variáveis: $B$3:$D$9

Sujeito às Restrições:
$B$3:$D$9 = binário
$F$3 <= 1
$F$4 <= 1
$F$5 <= 1
$F$6 <= 1
$F$7 <= 1
$F$8 <= 1
$F$9 <= 1
$H$3 = 3
$H$4 = 2
$H$5 = 1

Adicionar | Alterar | Excluir | Redefinir Tudo | Carregar/Salvar

☑ Tornar Variáveis Irrestritas Não Negativas

Selecionar um Método de Solução: GRG Não Linear | Opções

Método de Solução

Selecione o mecanismo GRG Não Linear para Problemas do Solver suaves e não lineares. Selecione o mecanismo LP Simplex para Problemas do Solver lineares. Selecione o mecanismo Evolutionary para problemas do Solver não suaves.

Ajuda | Resolver | Fechar

Lingo 14.0 - Lingo Model - Lingo2

File Edit LINGO Window Help

Lingo Model - Lingo2

```
Min = 4*x11 + 6*x12 + 3*x13 +
2*x21 + 4*x22 + 7*x23 +
5*x31 + 3*x32 + 2*x33 +
3*x41 + 7*x42 + 2*x43 +
4*x51 + 8*x52 + 5*x53 +
x61 + 9*x62 + 6*x63 +
5*x71 + 7*x72 + 9*x73;
x11 + x12 + x13 <= 1;
x21 + x22 + x23 <= 1;
x31 + x32 + x33 <= 1;
x41 + x42 + x43 <= 1;
x51 + x52 + x53 <= 1;
x61 + x62 + x63 <= 1;
x71 + x72 + x73 <=1;
x11 + x21 + x31 + x41 + x51 + x61 + x71 = 3;
x12 + x22 + x32 + x42 + x52 + x62 + x72 = 2;
x13 + x23 + x33 + x43 + x53 + x63 + x73 = 1;

end
```

Variable	Value
X11	1.000000
X12	0.000000
X13	0.000000
X21	0.000000
X22	1.000000
X23	0.000000
X31	0.000000
X32	1.000000
X33	0.000000
X41	0.000000
X42	0.000000
X43	1.000000
X51	1.000000
X52	0.000000
X53	0.000000
X61	1.000000
X62	0.000000
X63	0.000000
X71	0.000000
X72	0.000000
X73	0.000000

$x_{11} = 1$, $x_{22} = 1$,
$x_{32} = 1$, $x_{43} = 1$,
$x_{51} = 1$, $x_{61} = 1$

Capítulo 2