Nomes:

Gustavo Foroutan Raposo

Gustavo Hammerschmidt

João Felipe Schwab Teixera de Andrade

Matheus Wilhelm Siqueira

Ricardo Naoki Tanji

LISTA 02 - RESOLUÇÃO

Exercício 1:

Modelo:

```
{Ex.1

    Variáveis:

        x1 -> bicicleta
        x2 -> motoreta

        O1 -> oficina 1
        O2 -> oficina 2

    Modelo:

        Max. Lucro(y €) = (30 € * x1) + (40 € * x2)

    Condições:

        (O1 120 h) >= (x1 * 6 h) + (x2 * 4 h)

        (O2 180 h) >= (x1 * 3 h) + (x2 * 1 h)

}
```

Solver:

	A	B	C	D	E
1					
2	Variáveis	x1	x2		
3	Valores	0	30		
4				Eqauções	
5	Max.Lucro(y euro)	30	40	1200	Restrições
6	O1	6	4	120	120
7	O2	3	1	30	180

Análise de sensibilidade:

Microsoft Excel 16.0 Relatório de Sensibilidade
Planilha: [Motorauto.xlsx]EX1
Relatório Criado: 24/03/2021 19:02:59

Células Variáveis

Célula	Nome	Final Valor	Reduzido Custo	Objetivo Coeficiente	Permitido Aumentar	Permitido Reduzir
$B$3	Valores x1	0	-30	30	30	1E+30
$C$3	Valores x2	30	0	40	1E+30	20

Restrições

Célula	Nome	Final Valor	Sombra Preço	Restrição Lateral R.H.	Permitido Aumentar	Permitido Reduzir
$D$6	O1 Eqauções	120	10	120	600	120
$D$7	O2 Eqauções	30	0	180	1E+30	150

Conclusão:

Deve-se seguir os resultados de produção apontados pelo modelo para maximização dos lucros. Enquanto o lucro de x1 se manter inferior a 60 euros, deve-se continuar fabricando x1; enquanto o lucro de x2 se manter superior a 20 euros, deve-se continuar fabricando x2. Em caso de expansão de horas de

produção, para cada hora de trabalho adicionada à oficina 1(O1), haverá um aumento de 10 euros no lucro.

Exercício 2:

Modelo:

```
{Ex.2

    Variáveis:

        x1 -> P1
        x2 -> P2
        x3 -> P3

    Modelo:

        Max. Lucro(y u.m.) = (x1 * 33 u.m.) + (x2 * 12 u.m.) + (x3 * 19 u.m.)

    Condições:

        x2 = 20

        (Frezadoras 500 h.s.) >= (x1 * 9 h) + (x2 * 3 h) + (x3 * 5 h)

        (Tornos 350 h.s.) >=  (x1 * 5 h) + (x2 * 4 h) + (x3 * 0 h)

        (Furadoras 150 h.s.) >=  (x1 * 3 h) + (x2 * 0 h) + (x3 * 2 h)

}
```

Solver:

	A	B	C	D	E	F
1	variaveis	x1	x2	x3		
2	valores	45	20	7		
3						
4	condições				equacoes	
5	Máx Lucro	33	12	19	1858	restrições
6	c1	0	1	0	20	20
7	c2	9	3	5	500	500
8	c3	5	4	0	305	350
9	c4	3	0	2	149	150

Análise de sensibilidade:

Microsoft Excel 16.0 Relatório de Respostas
Planilha: [exLista2 (1).xlsx]Ex2(Metodo2)
Relatório Criado: 24/03/2021 20:25:35
Resultado: O Solver encontrou uma solução de número inteiro dentro da tolerância. Todas as Restrições foram satisfeitas.
Mecanismo do Solver
Mecanismo: LP Simplex
Tempo da Solução: 0,031 Segundos.
Iterações: 2 Subproblemas: 6
Opções do Solver
Tempo Máx. Ilimitado, Iterações Ilimitado, Precision 0,000001, Usar Escala Automática
Subproblemas Máx. Ilimitado, Soluç. Máx. Núm. Inteiro Ilimitado, Tolerância de Número Inteiro 1%, Assumir Não Negativo

Célula do Objetivo (Máx.)

Célula	Nome	Valor Original	Valor Final
$E$5	Máx Lucro(y) equacc	1858	1858

Células Variáveis

Célula	Nome	Valor Original	Valor Final	Número Inteiro
$B$2	valores x1	45	45	Número Inteiro
$C$2	valores x2	20	20	Número Inteiro
$D$2	valores x3	7	7	Número Inteiro

Restrições

Célula	Nome	Valor da Célul	Fórmula	Status	Margem de Atraso
$E$6	c1 equacoes	20	$E$6=F	Associação	0
$E$7	c2 equacoes	500	$E$7<=$F	Associação	0
$E$8	c3 equacoes	305	$E$8<=$F	Não-associaç	45
$E$9	c4 equacoes	149	$E$9<=$F	Não-associaç	1
$B$2:$D$2=Número Inteiro					

Conclusão:

Deve-se seguir os resultados de produção apontados pelo modelo para maximização dos lucros. Para números inteiros, não há relatório de sensibilidade.

Exercício 3:

Modelo:

```
{Ex.3

    Variáveis:

        x1 -> P1
        X2 -> P2

    Modelo:

        Max. Margem Bruta(y €) = (x1 * 6 €) + (x2 * 15 €)

    Condições:

        (Maquina A 39 h) >= (x1 * 0 h) + (x2 * 3 h)

        (Maquina B 60 h) >= (x1 * 1.5 h) + (x2 * 4 h)

        (Maquina C 57 h) >= (x1 * 2 h) + (x2 * 3 h)

        (Maquina D 70 h) >= (x1 * 3 h) + (x2 * 2 h)

        (Maquina E 57 h) >= (x1 * 3 h) + (x2 * 0 h)

}
```

Solver:

3	Variáveis	x1	x2		
4	Valores	13	10		
5				Equações	
6	Max. Margem Bruta(y)	6	15	228	Restrições
7	Maquina A	0	3	30	39
8	Maquina B	1,5	4	59,5	60
9	Maquina C	2	3	56	57
10	Maquina D	3	2	59	70
11	Maquina E	3	0	39	57

Análise de sensibilidade:

Microsoft Excel 16.0 Relatório de Respostas
Planilha: [exercicios_389.xlsx]EX3
Relatório Criado: 24/03/2021 20:09:47
Resultado: O Solver encontrou uma solução de número inteiro dentro da tolerância. Todas as Restrições foram satisfeitas.
Mecanismo do Solver
Mecanismo: LP Simplex
Tempo da Solução: 0,032 Segundos.
Iterações: 2 Subproblemas: 4
Opções do Solver
Tempo Máx. Ilimitado, Iterações Ilimitado, Precision 0,000001, Usar Escala Automática
Subproblemas Máx. Ilimitado, Soluç. Máx. Núm. Inteiro Ilimitado, Tolerância de Número Inteiro 1%, Assumir Não Negativo

Célula do Objetivo (Máx.)

Célula	Nome	Valor Original	Valor Final
$D$6	Max. Margem Bruta(y) Equações	228	228

Células Variáveis

Célula	Nome	Valor Original	Valor Final	Número Inteiro
$B$4	Valores x1	13	13	Número Inteiro
$C$4	Valores x2	10	10	Número Inteiro

Restrições

Célula	Nome	Valor da Célula	Fórmula	Status	Margem de Atraso
$D$7	Maquina A Equações	30	$D$7<=$E$7	Não-associação	9
$D$8	Maquina B Equações	59,5	$D$8<=$E$8	Não-associação	0,5
$D$9	Maquina C Equações	56	$D$9<=$E$9	Não-associação	1
$D$10	Maquina D Equações	59	$D$10<=$E$10	Não-associação	11
$D$11	Maquina E Equações	39	$D$11<=$E$11	Não-associação	18

$B$4:$C$4=Número Inteiro

Conclusão:

Deve-se seguir os resultados de produção apontados pelo modelo para maximização da margem bruta. Para números inteiros, não há relatório de sensibilidade.

Exercício 4:

Modelo:

```
{Ex.4

    Variáveis:

        x1 -> presunto fresco
        x2 -> salpicão fresco
        x3 -> lombo fresco
        x4 -> presunto defumado
        x5 -> salpicão defumado
        x6 -> lombo defumado
        x7 -> presunto defumado extraordinário
        x8 -> salpicão defumado extraordinário
        x9 -> lombo defumado extraordinário

    Modelo:

        Max. Lucro(y) = (800 * a) + (400 * b) + (400 * c) +
                        (1400 * x4) + (1200 * x5) + (1300 * x6) +
                        (1100 * x7) + (700 * x8) + (900 * x9)

    Condições:

        x1 <= 480
        x2 <= 400
        x3 <= 230

        x4 + x7 <= x1
        x5 + x8 <= x2
        x6 + x9 <= x3

        a = x1 - (x4 + x7)
        b = x2 - (x5 + x8)
        c = x3 - (x6 + x9)

        x4 + x5 + x6 <= 420

        x7 + x8 + x9 <= 250

}
```

Solver:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	variaveis	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9		
2	valores	440	0	0	0	400	20	40	0	210		
3												
4	condições										equacoes	
5	Máx Lucro(y)	800	400	400	1400	1200	1300	1100	700	900	1091000	restrições
6	c1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	480	480
7	c2	0	1	0	0	1	0	0	1	0	400	400
8	c3	0	0	1	0	0	1	0	0	1	230	230
9	c4	0	0	0	1	1	1	0	0	0	420	420
10	c5	0	0	0	0	0	0	1	1	1	250	250

Análise de sensibilidade:

Microsoft Excel 16.0 Relatório de Sensibilidade
Planilha: [exLista2.xlsx]Ex4(Metodo2)
Relatório Criado: 24/03/2021 19:18:12

Células Variáveis

Célula	Nome	Final Valor	Reduzido Custo	Objetivo Coeficiente	Permitido Aumentar	Permitido Reduzir
$B$2	valores x1	440	0	800	300	100
$C$2	valores x2	0	-100	400	100	1E+30
$D$2	valores x3	0	-200	400	200	1E+30
$E$2	valores x4	0	-100	1400	100	1E+30
$F$2	valores x5	400	0	1200	1E+30	100
$G$2	valores x6	20	0	1300	100	100
$H$2	valores x7	40	0	1100	100	100
$I$2	valores x8	0	-100	700	100	1E+30
$J$2	valores x9	210	0	900	100	100

Restrições

Célula	Nome	Final Valor	Sombra Preço	Restrição Lateral R.H.	Permitido Aumentar	Permitido Reduzir
$K$10	c5 equacoes	250	300	250	440	40
$K$6	c1 equacoes	480	800	480	1E+30	440
$K$7	c2 equacoes	400	500	400	20	210
$K$8	c3 equacoes	230	600	230	40	210
$K$9	c4 equacoes	420	700	420	210	20

Conclusão:

Deve-se seguir os resultados de produção apontados pelo modelo para maximização do lucro diário total. Se valor x4 se manter inferior a 700 unidades monetárias, haverá um prejuízo de 100 unidades monetárias para cada x4 produzido. Se valor x8 se manter inferior a 600 unidades monetárias, haverá um prejuízo de 100 unidades monetárias para cada x8. Também deve ser lembrado das restrições impostas, onde x1 deve-se manter inferior ou igual a 480 unidades, x2 deve-se manter inferior ou igual a 400 unidades e também x3 inferior a 230 unidades. A soma de x4 com x7 deve ser inferior ou igual a x1, a soma de x5 com x8 deve se manter igual ou inferior ao valor de x2, a soma de x6 com x9 deve-se manter abaixo ou igual a x3. O somatório de x4, x5 e x6 deve-se manter abaixo ou igual a 420 e por fim, o somatório de x7, x8 e x9 precisa se manter igual ou inferior a 250.

Exercício 5:

Modelo:

```
{Ex.5

    Variáveis:

        x1 -> feijão verde
        x2 -> cenouras
        x3 -> brócolos
        x4 -> couves
        x5 -> nabos
        x6 -> batatas

    Modelo:

        Min. Custo(y $) = ($ 50 * x1) + ($ 50 * x2) +
                          ($ 80 * x3) + ($ 20 * x4) +
                          ($ 60 * x5) + ($ 30 * x6)

    Condições:

        Ferro 6 mg      < (x1 * 0.45 mg) + (x2 * 0.45 mg) + (x3 * 1.05 mg) +
                          (x4 * 0.4 mg) + (x5 * 0.5 mg) + (x6 * 0.5 mg)

        Fósforo 325 mg  < (x1 * 10 mg) + (x2 * 28 mg) + (x3 * 50 mg) +
                          (x4 * 25 mg) + (x5 * 22 mg) + (x6 * 75 mg)

        Vit. A 17500 mg < (x1 * 415 mg) + (x2 * 9065 mg) + (x3 * 2550 mg) +
                          (x4 * 75 mg) + (x5 * 15 mg) + (x6 * 235 mg)

        Vit. B 245 mg   < (x1 * 8 mg) + (x2 * 3 mg) + (x3 * 53 mg) +
                          (x4 * 27 mg) + (x5 * 5 mg) + (x6 * 8 mg)

        Vit. C 5 mg     < (x1 * 0.3 mg) + (x2 * 0.35 mg) + (x3 * 0.6 mg) +
                          (x4 * 0.15 mg) + (x5 * 0.25 mg) + (x6 * 0.8 mg)

        x4 < 3

        Max(x1,x2,x3,x5,x6) < 5

}
```

Solver:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		FeijaoVerc	Cenouras	Brócolis	Couve	Nabo	Batata		
2	Variáveis	x1	x2	x3	x4	x5	x6		
3	Valores	0	1	4	1	0	4		
4								Equações	
5	Min. Custo(y $)	50	50	80	20	60	30	510	Restrições
6	Ferro	0,45	0,45	1,05	0,4	0,5	0,5	7,05	7
7	Fósforo	10	28	50	25	22	75	553	326
8	Vitamina A	415	9065	2550	75	15	235	20280	17501
9	Vitamina B	8	3	53	27	5	8	274	246
10	Vitamina C	0,3	0,35	0,6	0,15	0,25	0,8	6,1	6
11	x1	1	0	0	0	0	0	0	4
12	x2	0	1	0	0	0	0	1	4
13	x3	0	0	1	0	0	0	4	4
14	x4	0	0	0	1	0	0	1	2
15	x5	0	0	0	0	1	0	0	4
16	x6	0	0	0	0	0	1	4	4

Análise de sensibilidade:

	A	B	C	D	E	F	G
1	**Microsoft Excel 16.0 Relatório de Respostas**						
2	**Planilha: [Motorauto.xlsx]EX5**						
3	**Relatório Criado: 24/03/2021 19:58:18**						
4	**Resultado: O Solver encontrou uma solução. Todas as Restrições e condições de adequação foram satisfeitas.**						
5	**Mecanismo do Solver**						
6	Mecanismo: LP Simplex						
7	Tempo da Solução: 0,047 Segundos.						
8	Iterações: 4 Subproblemas: 10						
9	**Opções do Solver**						
10	Tempo Máx. Ilimitado, Iterações Ilimitado, Precision 0,000001, Usar Escala Automática						
11	Subproblemas Máx. Ilimitado, Soluç. Máx. Núm. Inteiro Ilimitado, Tolerância de Número Inteiro 1%, Assumir Não Negativo						
12							
13							
14	Célula do Objetivo (Mín.)						
15		**Célula**	**Nome**	**Valor Original**	**Valor Final**		
16		$H$5	Min. Custo(y $) Equações	510	510		
17							
18							
19	Células Variáveis						
20		**Célula**	**Nome**	**Valor Original**	**Valor Final**	**Número Inteiro**	
21		$B$3	Valores x1	0	0	Número Inteiro	
22		$C$3	Valores x2	1	1	Número Inteiro	
23		$D$3	Valores x3	4	4	Número Inteiro	
24		$E$3	Valores x4	1	1	Número Inteiro	
25		$F$3	Valores x5	0	0	Número Inteiro	
26		$G$3	Valores x6	4	4	Número Inteiro	
27							
28							
29	Restrições						
30		**Célula**	**Nome**	**Valor da Célula**	**Fórmula**	**Status**	**Margem de Atraso**
31		$H$11	x1 Equações	0	$H$11<=$I$11	Não-associação	4
32		$H$12	x2 Equações	1	$H$12<=$I$12	Não-associação	3
33		$H$13	x3 Equações	4	$H$13<=$I$13	Associação	0
34		$H$14	x4 Equações	1	$H$14<=$I$14	Não-associação	1
35		$H$15	x5 Equações	0	$H$15<=$I$15	Não-associação	4
36		$H$16	x6 Equações	4	$H$16<=$I$16	Associação	0
37		$H$6	Ferro Equações	7,05	$H$6>=$I$6	Não-associação	0,05
38		$H$7	Fósforo Equações	553	$H$7>=$I$7	Não-associação	227
39		$H$8	Vitamina A Equações	20280	$H$8>=$I$8	Não-associação	2779
40		$H$9	Vitamina B Equações	274	$H$9>=$I$9	Não-associação	28
41		$H$10	Vitamina C Equações	6,1	$H$10>=$I$10	Não-associação	0,1
42		$B$3:$G$3=Número Inteiro					

Conclusão:

Deve-se seguir os resultados de produção apontados pelo modelo para minimização dos custos. Para números inteiros, não há relatório de sensibilidade.

Exercício 6:

Modelo:

```
{Ex.6

    Variáveis:

        x1 -> cevada
        x2 -> amendoim
        x3 -> sésamo

    Modelo:

        Min. Custo(y) = (25 * x1 tonelada) +
                        (41 * x2 tonelada) +
                        (39 * x3 tonelada)

    Condições:

        (proteína) (0.22*x1 + 0.52*x2 + 0.42*x3) => 0.22 * (x1+x2+x3) toneladas

        (gorduras) (0.02*x1 + 0.02*x2 + 0.10*x3) => 0.036 * (x1+x2+x3) toneladas

}
```

Solver:

	A	B	C	D	E	F
1	variáveis	x1	x2	x3		
2	valores	1	1	1		
3						
4	condicoes				equações	
5	Min. Custo	25	41	39	105	restrições
6	c1	0,22	0,52	0,42	1,16	0,66
7	c2	0,02	0,02	0,1	0,14	0,108
8	c3	1	0	0	1	1
9	c4	0	1	0	1	1
10	c5	0	0	1	1	1

Análise de sensibilidade:

Microsoft Excel 16.0 Relatório de Sensibilidade
Planilha: [exLista2 (1).xlsx]Ex6
Relatório Criado: 24/03/2021 20:22:55

Células Variáveis

Célula	Nome	Final Valor	Reduzido Custo	Objetivo Coeficiente	Permitido Aumentar	Permitido Reduzir
$B$2	valores x1	1	0	25	1E+30	25
$C$2	valores x2	1	0	41	1E+30	41
$D$2	valores x3	1	0	39	1E+30	39

Restrições

Célula	Nome	Final Valor	Sombra Preço	Restrição Lateral R.H.	Permitido Aumentar	Permitido Reduzir
$E$6	c1 equações	1,16	0	0	0,5	1E+30
$E$7	c2 equações	0,14	0	0	0,032	1E+30
$E$8	c3 equações	1	25	1	2	1
$E$9	c4 equações	1	41	1	2	1
$E$10	c5 equações	1	39	1	1E+30	0,5

Conclusão:

Deve-se seguir os resultados de produção apontados pelo modelo para minimizar os custos. Caso os valores apontados não sejam utilizados, como o custo do produto é fixo independentemente da quantidade adquirida, o gasto com o produto vai ser proporcional, assim para alterar o custo pode-se aumetar a quantidade de amendoim e cevada, duplicá-las resultará em uma duplicação do valor e no caso do sésamo pode-se diminuir na metade sem perder a porcentagem de gordura e proteínas.

Exercício 7:

Modelo:

```
{Ex.7

    Variáveis:

        x1  -> Fábrica A para o armazém 1
        x2  -> Fábrica B para o armazém 1
        x3  -> Fábrica C para o armazém 1
        x4  -> Fábrica A para o armazém 2
        x5  -> Fábrica B para o armazém 2
        x6  -> Fábrica C para o armazém 2
        x7  -> Fábrica A para o armazém 3
        x8  -> Fábrica B para o armazém 3
        x9  -> Fábrica C para o armazém 3
        x10 -> Fábrica A para o armazém 4
        x11 -> Fábrica B para o armazém 4
        x12 -> Fábrica C para o armazém 4
        x13 -> Fábrica A para o armazém 5
        x14 -> Fábrica B para o armazém 5
        x15 -> Fábrica C para o armazém 5

    Modelo:

        Min. Custo(y tonelada) = (x1 * 4) + (x2 * 6) + (x3 * 5) +
                                 (x4 * 1) + (x5 * 4) + (x6 * 2) +
                                 (x7 * 2) + (x8 * 3) + (x9 * 6) +
                                 (x10 * 6) + (x11 * 5) + (x12 * 4) +
                                 (x13 * 9) + (x14 * 7) + (x15 * 8)

    Condições:

        x1 + x4 + x7 + x10 + x13 = 100 toneladas
        x2 + x5 + x8 + x11 + x14 = 120 toneladas
        x3 + x6 + x9 + x12 + x15 = 120 toneladas

        x1 + x2 + x3 = 40 toneladas
        x4 + x5 + x6 = 50 toneladas
        x7 + x8 + x9 = 70 toneladas
        x10 + x11 + x12 = 90 toneladas
        x13 + x14 + x15 = 90 toneladas

}
```

Solver:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1																		
2	Variáveis	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	x15		
3	Valores	10	0	30	50	0	0	40	30	0	0	0	90	0	90	0		
4																	Equações	
5	Min.Custo(y tonelada)	4	6	5	1	4	2	2	3	6	6	5	2	9	7	8	1220	Restrições
6	C1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	100	100
7	C2	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	120	120
8	C3	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	120	120
9	C4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	40
10	C5	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50
11	C6	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	70	70
12	C7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	90	90
13	C8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	90	90

Análise de sensibilidade:

Microsoft Excel 16.0 Relatório de Sensibilidade
Planilha: [Motorauto.xlsx]EX7
Relatório Criado: 24/03/2021 19:21:38

Células Variáveis

Célula	Nome	Final Valor	Reduzido Custo	Objetivo Coeficiente	Permitido Aumentar	Permitido Reduzir
$B$3	Valores x1	10	0	4	1	0
$C$3	Valores x2	0	1	6	1E+30	1
$D$3	Valores x3	30	0	5	0	3
$E$3	Valores x4	50	0	1	0	1E+30
$F$3	Valores x5	0	2	4	1E+30	2
$G$3	Valores x6	0	0	2	1E+30	0
$H$3	Valores x7	40	0	2	1	1
$I$3	Valores x8	30	0	3	1	1
$J$3	Valores x9	0	3	6	1E+30	3
$K$3	Valores x10	0	5	6	1E+30	5
$L$3	Valores x11	0	3	5	1E+30	3
$M$3	Valores x12	90	0	2	3	1E+30
$N$3	Valores x13	0	3	9	1E+30	3
$O$3	Valores x14	90	0	7	1	1E+30
$P$3	Valores x15	0	1	8	1E+30	1

Restrições

Célula	Nome	Final Valor	Sombra Preço	Restrição Lateral R.H.	Permitido Aumentar	Permitido Reduzir
$Q$6	C1 Equações	100	1	100	0	10
$Q$7	C2 Equações	120	2	120	0	10
$Q$8	C3 Equações	120	2	120	0	90
$Q$9	C4 Equações	40	3	40	90	0
$Q$10	C5 Equações	50	0	50	10	0
$Q$11	C6 Equações	70	1	70	10	0
$Q$12	C7 Equações	90	0	90	0	1E+30
$Q$13	C8 Equações	90	5	90	10	0

Conclusão:

Deve-se seguir os resultados de produção apontados pelo modelo para minimizar os custos. Se o custo for superior a 5, haverá aumento de custo em 1 u.m. para x2. Se o custo for superior a 2, haverá aumento de custo em 2 u.m. para x5. Se o custo for superior a 3, haverá aumento de custo em 3 u.m. para x9. Se o custo for superior a 1, haverá aumento de custo em 5 u.m. para x10. Se o custo for superior a 2, haverá aumento de custo em 3 u.m. para x11. Se o custo for superiror a 6, haverá aumento de custo em 3 u.m. para x13. Se o custo for superior a 7, haverá aumento de custo em 1 u.m. para x15. Pode-se diminuir a produção das fábricas A, B e C em 10, 10 e 90 toneladas respectivamente, diminuindo o custo da fábrica A em 1 unidade e da B e C em 2 unidades. Pode-se aumentar as horas do armazém 1 em 90 horas e ter redução de 3 unidades de custo por unidade, do armazém 3 em 10 horas e ter redução de 1 unidade de custo por unidade e do armazém 5 em 10 horas e ter redução de 5 unidades de custo por unidade.

Exercício 8:

Modelo:

```
{Ex.8

    Variáveis:

        x1 -> fio tipo A
        x2 -> fio tipo B

    Modelo:

        Max. Lucro(y contos) = (5 contos * (x1 / 100 Kg)) +
                               (10 contos * (x2 / 100 Kg))

    Condições:

        x1 >= 3000 Kg

        (x1 / 100 Kg) * 2 h + (x2 / 100 Kg) * 1,5 h <= 15 h
        (x1 / 100 Kg) * 1 h + (x2 / 100 Kg) * 2 h <= 12 h

}
```

Solver:

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
3		Variáveis	x1	x2			
4		Valores	300	450			
5					Lucro total		
6		Max.Lucro(y)	5	10	60		
7						Disponibilidade	
8		tinturaria	2	1,5	12,75	15	
9		fiação	1	2	12	12	
10							
11						x1 >=	
12						300	
13							
14							

Análise de sensibilidade:

Microsoft Excel 16.0 Relatório de Sensibilidade
Planilha: [exercicios_389 (1).xlsx]EX8
Relatório Criado: 24/03/2021 20:47:36

Células Variáveis

Célula	Nome	Final Valor	Reduzido Custo	Objetivo Coeficiente	Permitido Aumentar	Permitido Reduzir
$C$4	Valores x1	300	-2,08167E-17	0,05	2,08167E-17	1E+30
$D$4	Valores x2	450	0	0,1	1E+30	4,16334E-17

Restrições

Célula	Nome	Final Valor	Sombra Preço	Restrição Lateral R.H.	Permitido Aumentar	Permitido Reduzir
$E$8	tinturaria Lucro total	12,75	0	15	1E+30	2,25
$E$9	fiação Lucro total	12	5	12	3	9

Conclusão:

Deve-se seguir os resultados de produção apontados pelo modelo para maximização do lucro, atentando-se com a restrição em que a produção de x1 deve se manter igual ou superior a 3000 kg. A diferença nos lucros não adetará a redução de custo. Se as horas na seção de fiação aumetar até 15 horas, haverá ganho de 5 contos, podendo reduzir para 3 horas. Pode-se reduzir até, no máximo, 12h40m a produção na seçãoe tinturaria.

Exercício 9:

Modelo:

```
{Ex.9

    Variáveis:

        x1 -> especializado
        x2 -> não especializado
        x3 -> estagiário

    Modelo:

        Max. Prod. diária(y peças/dia) = (x1 * 20 peças) +
                                         (x2 * 16 peças) +
                                         (x3 * 12 peças)

    Condições:

        (x1 + x2 + x3) * 0.3 <= x1

        x2 <= x3

        x1 <= 4
        x2 <= 7
        x3 <= 9

        (x1 * 8 * 5) + (x2 * 6 * 5) + (x3 * 4 * 5) =< 400 contos/s

        (x1 * 10 a) + (x2 * 6 a) + (x3 * 1 a) => 60 a

}
```

Solver:

	A	B	C	D	E	F
1						
2	Variáveis	x1	x2	x3		
3	Valores	4	4	5		
4					Equações	
5	Max. Prod.D.(y)	20	16	12	204	Restrições
6	C1	1	1	1	3,9	4
7	C2	0	1	0	4	5
8	C3	1	0	0	4	4
9	C4	0	1	0	4	7
10	C5	0	0	1	5	9
11	C6	40	30	20	380	400
12	C7	10	6	1	69	60

Análise de sensibilidade:

Microsoft Excel 16.0 Relatório de Respostas
Planilha: [exercicios_389.xlsx]EX9
Relatório Criado: 24/03/2021 20:11:20
Resultado: O Solver encontrou uma solução de número inteiro dentro da tolerância. Todas as Restrições foram satisfeitas.
Mecanismo do Solver
Mecanismo: LP Simplex
Tempo da Solução: 0,016 Segundos.
Iterações: 2 Subproblemas: 4
Opções do Solver
Tempo Máx. Ilimitado, Iterações Ilimitado, Precision 0,000001, Usar Escala Automática
Subproblemas Máx. Ilimitado, Soluç. Máx. Núm. Inteiro Ilimitado, Tolerância de Número Inteiro 1%, Assumir Não Negativo

Célula do Objetivo (Máx.)

Célula	Nome	Valor Original	Valor Final
$E$5	Max. Prod.D.(y) Equações	204	204

Células Variáveis

Célula	Nome	Valor Original	Valor Final	Número Inteiro
$B$3	Valores x1	4	4	Número Inteiro
$C$3	Valores x2	4	4	Número Inteiro
$D$3	Valores x3	5	5	Número Inteiro

Restrições

Célula	Nome	Valor da Célula	Fórmula	Status	Margem de Atraso
$E$12	C7 Equações	69	$E$12>=$F$12	Não-associação	9
$E$6	C1 Equações	3,9	$E$6<=$F$6	Não-associação	0,1
$E$7	C2 Equações	4	$E$7<=$F$7	Não-associação	1
$E$8	C3 Equações	4	$E$8<=$F$8	Associação	0
$E$9	C4 Equações	4	$E$9<=$F$9	Não-associação	3
$E$10	C5 Equações	5	$E$10<=$F$10	Não-associação	4
$E$11	C6 Equações	380	$E$11<=$F$11	Não-associação	20
$B$3:$D$3=Número Inteiro					

Conclusão:

Deve-se seguir os resultados de produção apontados pelo modelo para maximização da produção diária. Para números inteiros, não há relatório de sensibilidade.

Exercício 10:

Modelo:

```
{Ex.10

    Variáveis:

        (produzidas)                                          |lucro:

        x1 -> armário                                         |l1 ->  45 u.m.
        x2 -> cômoda                                          |l2 ->  35 u.m.

        (Compradas)                                           |lucro:

        x3 -> armário + 1 gaveta grandes                      |l3 ->  41 u.m.
        x4 -> armário + 2 gavetas grandes                     |l4 ->  37 u.m.

        x5 -> cômoda + 1 gaveta grande + 0 gaveta pequena     |l5 ->  31 u.m.
        x6 -> cômoda + 1 gaveta grande + 1 gaveta pequena     |l6 ->  28 u.m.
        x7 -> cômoda + 1 gaveta grande + 2 gaveta pequena     |l7 ->  25 u.m.

        x8 -> cômoda + 2 gaveta grande + 0 gaveta pequena     |l8 ->  27 u.m.
        x9 -> cômoda + 2 gaveta grande + 1 gaveta pequena     |l9 ->  24 u.m.
        x10 -> cômoda + 2 gaveta grande + 2 gaveta pequena    |l10 -> 21 u.m.

        x11 -> cômoda + 3 gaveta grande + 0 gaveta pequena    |l11 -> 23 u.m.
        x12 -> cômoda + 3 gaveta grande + 1 gaveta pequena    |l12 -> 20 u.m.
        x13 -> cômoda + 3 gaveta grande + 2 gaveta pequena    |l13 -> 17 u.m.

        x14 -> cômoda + 0 gaveta grande + 1 gaveta pequena    |l14 -> 32 u.m.
        x15 -> cômoda + 0 gaveta grande + 2 gaveta pequena    |l15 -> 29 u.m.

        he :: variável declarada em Condições.

    Modelo:

        Max. Lucro(y u.m./s) = ( soma de valores i de 1 a 15 ( xi * li ) u.m. ) - ( he u.m. )

    Condições:

        (s1_t_x1 : seção 1, tempo de x1)
```

```
    Condições:

        (s1_t_x1 : seção 1, tempo de x1)

        s1_t_x1 = (6 h + 6 h + 4 h) * x1; s2_t_x1 = (8 h + 6 h + 4 h) * x1;
        s1_t_x2 = (6 h + 6 h + 2 h) * x2; s2_t_x2 = (4 h + 6 h + 4 h) * x2;
        s1_t_x3 = (6 h + 6 h + 2 h) * x3; s2_t_x3 = (8 h + 6 h + 2 h) * x3;
        s1_t_x4 = (6 h + 6 h) * x4; s2_t_x4 = (8 h + 6 h) * x4;
        s1_t_x5 = (6 h + 4 h + 2 h) * x5; s2_t_x5 = (4 h + 4 h + 4 h) * x5;
        s1_t_x6 = (6 h + 4 h + 1 h) * x6; s2_t_x6 = (4 h + 4 h + 2 h) * x6;
        s1_t_x7 = (6 h + 4 h) * x7; s2_t_x7 = (4 h + 4 h) * x7;
        s1_t_x8 = (6 h + 2 h + 2 h) * x8; s2_t_x8 = (4 h + 2 h + 4 h) * x8;
        s1_t_x9 = (6 h + 2 h + 1 h) * x9; s2_t_x9 = (4 h + 2 h + 2 h) * x9;
        s1_t_x10 = (6 h + 2 h) * x10; s2_t_x10 = (4 h + 2 h) * x10;
        s1_t_x11 = (6 h + 2 h) * x11; s2_t_x11 = (4 h + 4 h) * x11;
        s1_t_x12 = (6 h + 1 h) * x12; s2_t_x12 = (4 h + 2 h) * x12;
        s1_t_x13 = (6 h) * x13; s2_t_x13 = (4 h) * x13;
        s1_t_x14 = (6 h + 6 h + 1 h) * x14; s2_t_x14 = (4 h + 6 h + 2 h) * x14;
        s1_t_x15 = (6 h + 6 h) * x15; s2_t_x15 = (4 h + 6 h) * x15;


        soma de valores j de 1 a 15 ( s1_t_xj ) <= 200 h/semana

        soma de valores j de 1 a 15 ( s2_t_xj ) <= 230 h/semana [150h + 80h extras]

        a = soma de valores j de 1 a 15 ( s2_t_xj )

        he = (a // 150) * (a - 150)

        (he : horas extras da seção 2)
        |
        |       he_x1 -> soma de valores j de 1 a 15 ( s2_t_xj )
        |
        | ->  ( he_x1 // 150 ) * (he_x1 - 150)
        |
        |   Obs.:
        |   O operador "//" encontra quantas vezes 150 cabe em he_x1 [quando maior que 150, igual a 1].
        |   Calcula-se então a diferenças de entre as horas extras trabalhadas e desconta-se 1 u.m. para
        |   cada hora.

}
```

Solver:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1																		
2	Variáveis	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	x15		
3	Valores	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0		
4																		
5	Condições																Equações	
6	Max.Lucro(y u.m./s)	45	35	41	37	31	28	25	27	24	21	23	20	17	32	29	609	Restrições
7	Seção1	16	14	14	12	12	11	10	10	9	8	8	7	6	13	12	198	200
8	Seção2	18	14	16	14	12	10	8	10	8	6	8	6	4	12	10	228	230
9																		
10														Total	531			
11																		
12																		

Análise de sensibilidade:

Microsoft Excel 16.0 Relatório de Sensibilidade
Planilha: [Lista02.xlsx]EX10
Relatório Criado: 07/04/2021 19:15:24

Células Variáveis

Célula	Nome	Final Valor	Reduzido Custo	Objetivo Coeficiente	Permitido Aumentar	Permitido Reduzir
$B$3	Valores x1	0	-4	45	4	1E+30
$C$3	Valores x2	0	-7	35	7	1E+30
$D$3	Valores x3	0	-2	41	2	1E+30
$E$3	Valores x4	16,1111111	0	37	22,5	1,8
$F$3	Valores x5	0	-5	31	5	1E+30
$G$3	Valores x6	0	-4,5	28	4,5	1E+30
$H$3	Valores x7	0	-4	25	4	1E+30
$I$3	Valores x8	0	-3	27	3	1E+30
$J$3	Valores x9	0	-2,5	24	2,5	1E+30
$K$3	Valores x10	0	-2	21	2	1E+30
$L$3	Valores x11	0	-1	23	1	1E+30
$M$3	Valores x12	0	-0,5	20	0,5	1E+30
$N$3	Valores x13	1,11111111	0	17	1,5	0,69230769
$O$3	Valores x14	0	-6,5	32	6,5	1E+30
$P$3	Valores x15	0	-6	29	6	1E+30

Restrições

Célula	Nome	Final Valor	Sombra Preço	Restrição Lateral R.H.	Permitido Aumentar	Permitido Reduzir
$Q$7	Seção1 Equações	200	2,5	200	145	2,85714286
$Q$8	Seção2 Equações	230	0,5	230	3,33333333	96,6666667

Conclusão:

Deve-se seguir os resultados de produção apontados pelo modelo para maximizar os lucros. Se o lucro se manter inferior a 49 u.m., haverá redução de ganho em 4 u.m. para o valor x1. Se o lucro se manter inferior a 42 u.m., haverá redução de ganho em 7 u.m. para o valor x2. Se o lucro se manter inferior a 43 u.m., haverá redução de ganho em 2 u.m. para o valor x3. Haverá ganhos para o valor x4 enquanto o lucro estiver entre 59,5 e 20,7 u.m. Se o lucro se manter inferior a 36 u.m., haverá redução de ganho em 5 u.m. para o valor x5. Se o lucro se manter inferior a 32,5

u.m., haverá redução de ganho em 4,5 u.m. para o valor x6. Se o lucro se manter inferior a 29 u.m., haverá redução de ganho em 4 u.m. para o valor x7. Se o lucro se manter inferior a 30 u.m., haverá redução de ganho em 3 u.m. para o valor x8. Se o lucro se manter inferior a 26,5 u.m., haverá redução de ganho em 2,5 u.m. para o valor x9. Se o lucro se manter inferior a 23 u.m., haverá redução de ganho em 2 u.m. para o valor x10. Se o lucro se manter inferior a 24 u.m., haverá redução de ganho em 1 u.m. para o valor x11. Se o lucro se manter inferior a 20,5 u.m., haverá redução de ganho em 0,5 u.m. para o valor x12. Haverá ganhos para o valor x13 enquanto o lucro estiver entre 18,5 e 16,3 u.m. Se o lucro se manter inferior a 38,5 u.m., haverá redução de ganho em 6,5 u.m. para o valor x14. Se o lucro se manter inferior a 35 u.m., haverá redução de ganho em 6 u.m. para o valor x15. Pode-se, ainda, aumentar a capacidade de horas de produção nas seções. Na seção 1, haverá lucro de 2,5 u.m. para cada hora adicionada, podendo aumentar até 345 horas ou reduzir a 197 horas. Na seção 2, haverá lucro 0,5 u.m. para cada hora adicionada, podendo aumentar até 233 horas ou reduzir a 133 horas. [Limites inclusos.]

Exercício 11:

Modelo:

```
{Ex.11

    Variáveis:

        x1 -> 22 cm
        x2 -> 20 cm

    Modelo:

        Min. Desperdício(y cm) =  (70 - ( x1 * 2 + x2 * 1 )) * a +
                                  (70 - ( x1 * 1 + x2 * 2 )) * b +
                                  (70 - ( x1 * 3 )) * c +
                                  (70 - ( x2 * 3 )) * d

    Condições:

        (a * 2 + b + c * 3) = 50
        (a + b * 2 + d * 3) = 25

    Lógica da fórmula:

        Comb(p=3)
        {
            70 <- 22*3  20 * 0
              16x   48      0

            70 <- 22*2  20 * 1
              25x   50      25

            70 <- 22*1  20 * 2
              12x   12      24

            70 <- 22*0  20 *3
               8x    0     24
        }

}
```

Solver:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2	Variáveis	a	b	c	d	x1	x2	
3	Valor	25	0	0	0	22	20	
4								
5								
6						Equações		
7	Min. Desperdício(y cm)	6	8	4	10	150	Restrições	
8	50 de 22 cm	2	1	3	0	50	50	
9	25 de 20 cm	1	2	0	3	25	25	
10								
11								

Análise de sensibilidade:

Microsoft Excel 16.0 Relatório de Sensibilidade
Planilha: [Motorauto.xlsx]EX11
Relatório Criado: 21/03/2021 21:19:01

Células Variáveis

Célula	Nome	Final Valor	Reduzido Custo	Objetivo Coeficiente	Permitido Aumentar	Permitido Reduzir
$B$3	Valor a	25	0	6	0	1E+30
$C$3	Valor b	0	0	8	1E+30	0
$D$3	Valor c	0	0	4	1E+30	0
$E$3	Valor d	0	0	10	0	0

Restrições

Célula	Nome	Final Valor	Sombra Preço	Restrição Lateral R.H.	Permitido Aumentar	Permitido Reduzir
$F$8	50 de 22 cm Equações	50	1,333333333	50	0	50
$F$9	25 de 20 cm Equações	25	3,333333333	25	1E+30	0

Conclusão:

Deve-se seguir os resultados de produção apontados pelo modelo para minimizar os desperdícios. Enquanto a produção de tábuas de 22 cm for inferior a 50 tábuas, haverá desperdício de 1,3 cm por tábua. Enquanto a produção de tábuas de 20 cm for superior a 25 tábuas, haverá desperdício de 3,3 cm por tábua. Caso os resultados do modelo não sejam seguidos, é permitido a produção de tábuas no molde a contanto que o total seja inferiror a 25 moldes; molde b superior a 0 moldes; e molde c superior a 0 moldes -- sendo o molde d não permitido aumentar ou diminuir sua produção de 0 moldes.

Exercício 12:

Modelo:

```
{Ex.12

    Variáveis:

        x1, x3 -> C
        x2, x4 -> D

    Modelo:

        Max. Produção(y (A+B)) =  a1 + b1 + a2 + b2

    Condições:

        (5 a1) + (2 b1) = 1 * x1 + 3 * x2
        (3 a2) + (8 b2) = 4 * x3 + 2 * x4

        a1 + a2 => 200              ||      A => 200

        b1 + b2 => 75               ||      B => 75

        1 * x1 + 4 * x3 <= 100      ||      C <= 100

        3 * x2 + 2 * x4 <= 150      ||      D <= 150

}
```

Solver:

	A	B	C	D	E
1					
2	Variáveis	x1 && x2 (x1==x2)	x3 && x4 (x3 == x4)		
3	Valores	40	15		
4					
5	Condições			Equações	
6	Max. Prod(y (A+B))	7	11	445	Restrições
7	total de A	5	3	245	200
8	total de B	2	8	200	75
9	uso de C	1	4	100	100
10	uso de D	3	2	150	150

Análise de sensibilidade:

Microsoft Excel 16.0 Relatório de Respostas
Planilha: [Motorauto.xlsx]EX12
Relatório Criado: 21/03/2021 21:44:22
Resultado: O Solver encontrou uma solução. Todas as Restrições e condições de adequação foram satisfeitas.
Mecanismo do Solver
Mecanismo: LP Simplex
Tempo da Solução: 0,015 Segundos.
Iterações: 5 Subproblemas: 0
Opções do Solver
Tempo Máx. Ilimitado, Iterações Ilimitado, Precision 0,000001, Usar Escala Automática
Subproblemas Máx. Ilimitado, Soluç. Máx. Núm. Inteiro Ilimitado, Tolerância de Número Inteiro 1%, Assumir Não Negativo

Célula do Objetivo (Máx.)

Célula	Nome	Valor Original	Valor Final
$D$6	Max. Prod(y (A+B)) Equações	445	445

Células Variáveis

Célula	Nome	Valor Original	Valor Final	Número Inteiro
$B$3	Valores x1 && x2 (x1==x2)	40	40	Número Inteiro
$C$3	Valores x3 && x4 (x3 == x4)	15	15	Número Inteiro

Restrições

Célula	Nome	Valor da Célula	Fórmula	Status	Margem de Atraso
$D$10	uso de D Equações	150	$D$10<=$E$10	Associação	0
$D$7	total de A Equações	245	$D$7>=$E$7	Não-associação	45
$D$8	total de B Equações	200	$D$8>=$E$8	Não-associação	125
$D$9	uso de C Equações	100	$D$9<=$E$9	Associação	0
$B$3:$C$3=Número Inteiro					

Conclusão:

Deve-se seguir os resultados de produção apontados pelo modelo para maximização da produção. Para números inteiros, não há relatório de sensibilidade.

Exercício 13:

Modelo:

```
{Ex.13

    Variáveis:

        x1 -> Granulado
        x2 -> Farinha

    Modelo:

        Min. Custo(y Esc/Kg) =  (x1 * 10 Esc/Kg) + (x2 * 5 Esc/Kg)

    Condições:

        ( ( (x1 * 20) + (x2 * 50) ) / 200 ) => 1.0
        ( ( (x1 * 50) + (x2 * 10) ) / 150 ) => 1.0
        ( ( (x1 * 30) + (x2 * 30) ) / 210 ) => 1.0

}
```

Solver:

	A	B	C	D	E
1					
2	Variáveis	x1	x2		
3	Valores	2	5		
4					
5	Condições			Equações	
6	Min. Custo(y Esc/Kg)	10	5	45	Restrições
7	C1	20	50	1,45	1
8	C2	50	10	1	1
9	C3	30	30	1	1

Análise de sensibilidade:

Microsoft Excel 16.0 Relatório de Sensibilidade
Planilha: [Motorauto.xlsx]EX13
Relatório Criado: 21/03/2021 21:45:20

Células Variáveis

Célula	Nome	Final Valor	Reduzido Custo	Objetivo Coeficiente	Permitido Aumentar	Permitido Reduzir
$B$3	Valores x1	2	0	10	15	5
$C$3	Valores x2	5	0	5	5	3

Restrições

Célula	Nome	Final Valor	Sombra Preço	Restrição Lateral R.H.	Permitido Aumentar	Permitido Reduzir
$D$7	C1 Equações	1,45	0	1	0,45	1E+30
$D$8	C2 Equações	1	18,75	1	0,8	0,533333333
$D$9	C3 Equações	1	26,25	1	1,142857143	0,223602484

Conclusão:

Deve-se seguir os resultados de produção apontados pelo modelo para minimizar os custos. Caso os valores apontados não sejam utilizados, será permitido produzir Granulado contanto que inferior a 17 Esc/Kg e Farinha contanto que inferior a 10 Esc/Kg. Pode-se aumentar a quantidade de carbohidratos por g/Kg em até 45%. O custo será reduzido em 18,75 unidades contanto que as vitaminas estejam entre os limites de 180%(aumentando em até 80%) e 53% dos valores obtidos pelo ms-solver e será reduzido em 26,25 unidades contanto que as proteínas estejam entre os limites de 214%(aumentando 114%) e 22% dos valores obtidos.

Exercício 14:

Modelo:

```
{Ex.14

    Variáveis:

        x1 -> moradia tipo 1
        x2 -> moradia tipo 2
        x3 -> moradia tipo 3

    Modelo:

        Max. Lucro(y contos) = (x1 * 3000) + (x2 * 2000) + (x3 * 1000)

    Condições:

        ( (x1 * 170 m²) + (x2 * 120 m²) ) <= 5100 m²

        x3 >= 20

        (x1 * 170 m²) + (x2 * 120 m²) + (x3 * 70 m²) <= (9900 m² - 2000 m²)

}
```

Solver:

	A	B	C	D	E	F
1						
2	Variáveis	x1	x2	x3		
3	Valores	30	0	40		
4						
5	Condições				Equações	
6	Max. Lucro(y contos)	3000	2000	1000	130000	Restrições
7	C1	170	120	0	5100	5100
8	C2	0	0	1	40	20
9	C3	170	120	70	7900	7900

Análise de sensibilidade:

Microsoft Excel 16.0 Relatório de Sensibilidade
Planilha: [Motorauto.xlsx]EX14
Relatório Criado: 21/03/2021 21:42:30

Células Variáveis

Célula	Nome	Final Valor	Reduzido Custo	Objetivo Coeficiente	Permitido Aumentar	Permitido Reduzir
$B$3	Valores x1	30	0	3000	1E+30	166,6666667
$C$3	Valores x2	0	-117,6470588	2000	117,6470588	1E+30
$D$3	Valores x3	40	0	1000	235,2941176	1000

Restrições

Célula	Nome	Final Valor	Sombra Preço	Restrição Lateral R.H.	Permitido Aumentar	Permitido Reduzir
$E$7	C1 Equações	5100	3,361344538	5100	1400	5100
$E$8	C2 Equações	40	0	20	20	1E+30
$E$9	C3 Equações	7900	14,28571429	7900	1E+30	1400

Conclusão:

Deve-se seguir os resultados de produção apontados pelo modelo para maximizar os lucros. Enquanto o lucro for superior a 2834 contos, deve-se produzir x1; enquanto o lucro for inferior a 2117 contos, deve-se produzir x2; enquanto o lucro for inferior a 1235 contos, deve-se produzir x3. Em caso de expansão da capacidade de construção, se possível aumentar o terreno disponível para construção de moradias tipo 1 e 2 de 5100 km² para 6500 km², haverá um lucro de 3,36 contos. para cada km² construído. É permitido aumentar o número de moradias tipo 3 se o número delas se manter abaixo de 40. Haverá lucro de 14,28 contos contanto que o máximo de área construída seja superior a 6500 km².

Exercício 15:

Modelo:

```
{Ex.15

    Variáveis:

        x1 -> operário 1
        x2 -> operário 2
        x3 -> operário 3
        x4 -> operário 4

        xa -> técnico a
        xb -> técnico b
        xc -> técnico c
        xd -> técnido d

        Afinidade:

                xa  xb  xc  xd
            x1  1   4   1   4
            x2  4   2   2   1
            x3  5   3   5   1
            x4  1   2   3   1

    Modelo:

        Max. Nota(y) =  max(

                            (map ( \x -> soma_array(x) )

                                (map ( \x -> x $$ [xa, xb, xc, xd] )

                                        ( combinações de [1, 2, 3, 4] )

                                )

                            )

                        )

    Condições:

        // Sequências:
        //
```

```
                        )

    Condições:

        // Sequências:
        //
        // combinações de [1, 2, 3, 4] ~ [[1,2,3,4], [1,3,2,4], ...]
        //
        // (len([1,2,3,4]))! == len(combinações) == 24
        //
        // porque, assim, você consegue, simultaneamente, travar 1 valor por
        // linha e consegue todas as combinações entre linhas.
        //
        // Cada elemento do modelo por vez:
        //
        // max (map (sum) (map (mult) comb))
        //
        // 1:max (2:map (3:sum) (4:map (5:mult) 6:comb))
        //
        // 1:max -> encontra o maior valor em um vetor.
        // 2:map -> mapea a função (3:sum) para todos os valores de (4:map).
        // 3:sum -> reduz os vetores dentro de um vetor a sua soma.
        // 4:map -> mapea a função (5:mult) para todos os valores de (6:comb).
        // 5:mult -> multiplica dois vetores da seguinte maneira:
        //        -> [a, b, c] $$ [d, e, f] == [a * d, b * e, c * f]
        //        -> x1 $$ xa retorna o valor da afinidade na seção das variáveis.
        // 6:comb -> é o vetor com todos os vetores-combinação dos valores [1,2,3,4].

}
```

Solver:

3	Afinidade										
4		xa	xb	xc	xd						
5	x1	1	4	1	4						
6	x2	4	2	2	1						
7	x3	5	3	5	1						
8	x4	1	2	3	1						
9											
10									Max. Afinidade(y)		15
11											
12	Inclusão: Condições										
13		xa	xb	xc	xd	...	Max.Linha				
14	x1	0	0	0	1	1	1				
15	x2	1	0	0	0	1	1				
16	x3	0	0	1	0	1	1				
17	x4	0	1	0	0	1	1				
18	...	1	1	1	1						
19	Max.Colur	1	1	1	1						

Análise de sensibilidade:

Microsoft Excel 16.0 Relatório de Respostas
Planilha: [Motorauto.xlsx]EX15
Relatório Criado: 21/03/2021 21:43:01
Resultado: O Solver encontrou uma solução. Todas as Restrições e condições de adequação foram satisfeitas.
Mecanismo do Solver
Mecanismo: LP Simplex
Tempo da Solução: 0,031 Segundos.
Iterações: 11 Subproblemas: 0
Opções do Solver
Tempo Máx. Ilimitado, Iterações Ilimitado, Precision 0,000001, Usar Escala Automática
Subproblemas Máx. Ilimitado, Soluç. Máx. Núm. Inteiro Ilimitado, Tolerância de Número Inteiro 1%, Assumir Não Negativo

Célula do Objetivo (Máx.)

Célula	Nome	Valor Original	Valor Final
$K$10	Max. Afinidade(y)	15	15

Células Variáveis

Célula	Nome	Valor Original	Valor Final	Número Inteiro
$B$14	x1 xa	0	0	Número Inteiro
$C$14	x1 xb	0	0	Número Inteiro
$D$14	x1 xc	0	0	Número Inteiro
$E$14	x1 xd	1	1	Número Inteiro
$B$15	x2 xa	1	1	Número Inteiro
$C$15	x2 xb	0	0	Número Inteiro
$D$15	x2 xc	0	0	Número Inteiro
$E$15	x2 xd	0	0	Número Inteiro
$B$16	x3 xa	0	0	Número Inteiro
$C$16	x3 xb	0	0	Número Inteiro
$D$16	x3 xc	1	1	Número Inteiro
$E$16	x3 xd	0	0	Número Inteiro
$B$17	x4 xa	0	0	Número Inteiro
$C$17	x4 xb	1	1	Número Inteiro
$D$17	x4 xc	0	0	Número Inteiro
$E$17	x4 xd	0	0	Número Inteiro

Restrições

Célula	Nome	Valor da Célula	Fórmula	Status	Margem de Atraso
$B$18	... xa	1	$B$18=$B$19	Associação	0
$C$18	... xb	1	$C$18=$C$19	Associação	0
$D$18	... xc	1	$D$18=$D$19	Associação	0
$E$18	... xd	1	$E$18=$E$19	Associação	0
$F$14	x1 ...	1	$F$14=$G$14	Associação	0
$F$15	x2 ...	1	$F$15=$G$15	Associação	0
$F$16	x3 ...	1	$F$16=$G$16	Associação	0
$F$17	x4 ...	1	$F$17=$G$17	Associação	0
$B$14:$E$17=Número Inteiro					

Conclusão:

Por ser uma relação bionívoca, o solver encontrou que as duplas que propiciam a maior afinidade são: (x1-xa), (x4-xb), (x3-xc), (x1-xd).

Exercício 16:

Modelo:

```
{Ex.16

    Variáveis:

        x1 -> anúncio televisão
        x2 -> anúncio radiofônico

    Modelo:

        Max. Lucro(y u.m.) = (a * 6 u.m.) + (b * 2 u.m.)

    Condições:

        x1 >= 0
        x2 >= 0

        a = 3 * x1
        b = 2 * x2

        a / 3 = b / 2

        (a * 8 u.m.) + (b * 5 u.m.) <= (58 u.m.)

}
```

Solver:

	A	B	C	D	E
1					
2	Variáveis	x1	x2		
3	Valores	1	1		
4					
5	Condições			Equações	
6	Max. Lucro(y u.m.)	18	6	24	Restrições
7	C1	1	0	1	0
8	C2	0	1	1	0
9	C3	1	1	1	1
10	C4	24	10	34	58

Análise de sensibilidade:

Microsoft Excel 16.0 Relatório de Respostas
Planilha: [Motorauto.xlsx]EX16
Relatório Criado: 21/03/2021 21:45:49
Resultado: O Solver encontrou uma solução. Todas as Restrições e condições de adequação foram satisfeitas.
Mecanismo do Solver
Mecanismo: LP Simplex
Tempo da Solução: 0,032 Segundos.
Iterações: 0 Subproblemas: 2
Opções do Solver
Tempo Máx. Ilimitado, Iterações Ilimitado, Precision 0,000001, Usar Escala Automática
Subproblemas Máx. Ilimitado, Soluç. Máx. Núm. Inteiro Ilimitado, Tolerância de Número Inteiro 1%, Assumir Não Negativo

Célula do Objetivo (Máx.)

Célula	Nome	Valor Original	Valor Final
$D$6	Max. Lucro(y u.m.) Equações	24	24

Células Variáveis

Célula	Nome	Valor Original	Valor Final	Número Inteiro
$B$3	Valores x1	1	1	Número Inteiro
$C$3	Valores x2	1	1	Número Inteiro

Restrições

Célula	Nome	Valor da Célula	Fórmula	Status	Margem de Atraso
$D$10	C4 Equações	34	$D$10<=$E$10	Não-associação	24
$D$7	C1 Equações	1	$D$7>=$E$7	Não-associação	1
$D$8	C2 Equações	1	$D$8>=$E$8	Não-associação	1
$D$9	C3 Equações	1	$D$9=$E$9	Associação	0
$B$3=Número Inteiro					
$C$3=Número Inteiro					

Conclusão:

O ms-solver encontrou que o máximo lucro advém de três propagandas de televisão e duas de radiofônico, sem possibilidades de expansão pois o total desprendível para marketing é de 58 u.m. e quaisquer propagandas a mais, seguindo a medida da empresa de 3 de televisão para cada 2 de radiofônico, excederia esse total.