

EXERCÍCIOS - PESQUISA OPERACIONAL

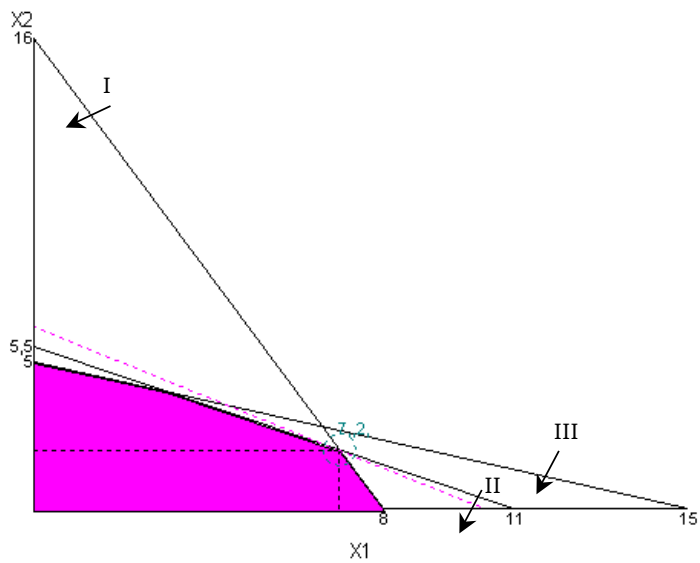
RESPOSTAS

1.1	<p>Objetivo : maximizar o lucro Restrições : disponibilidade de matéria prima x_1 = quantidade da liga A a ser fabricada x_2 = quantidade da liga B a ser fabricada</p> <p>$\max z = 30x_1 + 50x_2$</p> <p>S.A. $\begin{cases} 2x_1 + x_2 \leq 16 \text{ (cobre)} \\ x_1 + 2x_2 \leq 11 \text{ (zinco)} \\ x_1 + 3x_2 \leq 15 \text{ (chumbo)} \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$</p>
1.2	<p>objetivo: maximizar o lucro restrições: área máxima, mão de obra x_1 = área plantada de arroz x_2 = área plantada de milho</p> <p>$\max z = 5x_1 + 2x_2$</p> <p>S. A . $\begin{cases} x_1 \leq 3 \text{ (área de arroz)} \\ x_2 \leq 4 \text{ (área de milho)} \\ x_1 + 2x_2 \leq 9 \text{ (mão de obra)} \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$</p>
1.3	<p>objetivo: maximizar o lucro restrições: horas disponíveis nos departamentos x_1 = quantidade do produto 1 a ser fabricado x_2 = quantidade do produto 2 a ser fabricado</p> <p>$\max z = x_1 + 1,5x_2$</p> <p>S. A . $\begin{cases} 2x_1 + 2x_2 \leq 160 \\ x_1 + 2x_2 \leq 120 \\ 4x_1 + 2x_2 \leq 280 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$</p>
1.4	<p>Objetivo: minimizar custo de produção Restrições: níveis de C e Si x_1 = quantidade de sucata A a ser usada, em kg x_2 = quantidade de sucata B a ser usada, em kg x_3 = quantidade de sucata C a ser usada, em kg x_4 = quantidade de sucata D a ser usada, em kg x_5 = quantidade de carbono a ser usada, em kg x_6 = quantidade de silicio a ser usada, em kg</p> <p>$\min z = 0,3x_1 + 0,315x_2 + 0,034x_3 + 0,02x_4 + 0,3x_5 + 0,5x_6$ (custo total)</p> <p>S.A.</p> <p>$0,0045x_1 + 0,00402x_2 + 0,035x_3 + 0,033x_4 + x_5 \geq 0,0205.4000$ (% min carbono) $0,0045x_1 + 0,00402x_2 + 0,035x_3 + 0,033x_4 + x_5 \leq 0,0225.4000$ (% max carbono) $0,001x_1 + 0,0015x_2 + 0,023x_3 + 0,022x_4 + x_6 \geq 0,0325.4000$ (% min silício) $0,001x_1 + 0,0015x_2 + 0,023x_3 + 0,022x_4 + x_6 \leq 0,034.4000$ (% max silício) $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 = 4000$ (quantidade total a ser feita)</p> <p>$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6 \geq 0$</p>

1.5	<p>maximizar o lucro</p> <p>restrições: disponibilidade de matéria prima</p> <p>x_1 = quantidade produto 1 a ser fabricado</p> <p>x_2 = quantidade produto 2 a ser fabricado</p> <p>x_3 = quantidade produto 3 a ser fabricado</p> <p>max $z = 3x_1 + 2x_2 + 6x_3$ (lucro total)</p> <p>S.A.</p> <p>(matéria prima 1) $6x_1 + 3x_2 \leq 60 + 4x_3 \rightarrow 6x_1 + 3x_2 - 4x_3 \leq 60$</p> <p>(matéria prima 2) $2x_1 + 4x_3 \leq 40 + 4x_2 \rightarrow 2x_1 - 4x_2 + 4x_3 \leq 40$</p> <p>(matéria prima 3) $3x_1 + 3x_2 + 3x_3 \leq 60$</p> <p>$x_1, x_2, x_3 \geq 0$</p>
1.6	<p>Objetivo: maximizar o lucro</p> <p>Restrições : matéria prima</p> <p>x_1 = quantidade produto 1 a ser fabricada</p> <p>x_2 = quantidade produto 2 a ser fabricada</p> <p>x_3 = quantidade produto 3 a ser fabricada</p> <p>x_4 = quantidade produto 4 a ser fabricada</p> <p>max $z = 4x_1 + 5x_2 + 9x_3 + 11x_4$</p> <p>S.A.</p> <p>$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 15$ (disponibilidade insumo 1)</p> <p>$7x_1 + 5x_2 + 3x_3 + 2x_4 \leq 120$ (disponibilidade insumo 2)</p> <p>$3x_1 + 5x_2 + 10x_3 + 15x_4 \leq 100$ (disponibilidade insumo 3)</p> <p>$x_1, x_2, x_3 \geq 0$</p>
1.7	<p>Objetivo: minimizar custo</p> <p>Restrições : necessidades minimas diarias de vitaminas</p> <p>x_1 = quantidade de leite a ser comprada</p> <p>x_2 = quantidade de carne a ser comprada</p> <p>x_3 = quantidade de ovos a ser comprada</p> <p>min $z = 2,2x_1 + 17x_2 + 4,2x_3$</p> <p>S.A .</p> <p>$0,25x_1 + 2x_2 + 10x_3 \geq 1$</p> <p>$25x_1 + 20x_2 + 10x_3 \geq 50$</p> <p>$2,5x_1 + 200x_2 + 10x_3 \geq 10$</p> <p>$x_1, x_2, x_3 \geq 0$</p>
1.8	<p>Objetivo: minimizar custo</p> <p>Restrições : necessidades minimas diarias de nutrientes</p> <p>x_1 = quantidade do grão 1 na composição</p> <p>x_2 = quantidade do grão 2 na composição</p> <p>x_3 = quantidade do grão 3 na composição</p> <p>min $z = 41x_1 + 35x_2 + 96x_3$</p> <p>S.A .</p> <p>$2x_1 + 3x_2 + 7x_3 \geq 1250$</p> <p>$x_1 + x_2 \geq 250$</p> <p>$5x_1 + 3x_2 \geq 900$</p> <p>$0,6x_1 + 0,25x_2 + x_3 \geq 232$</p> <p>$x_1, x_2, x_3 \geq 0$</p>

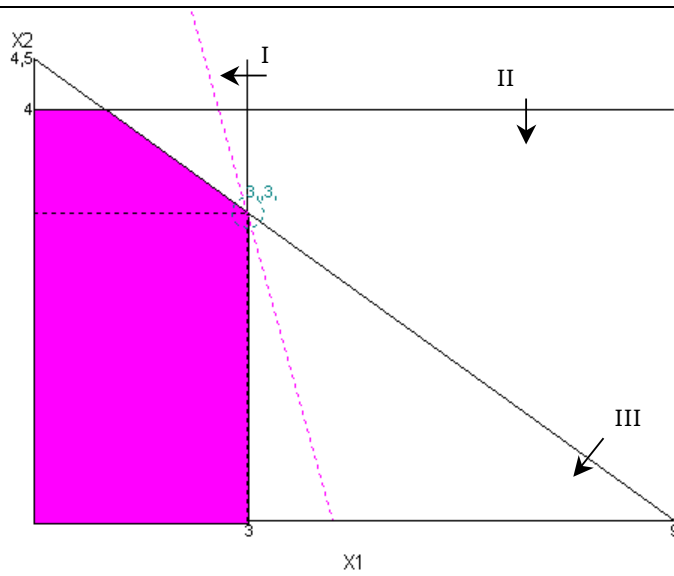
<p>1.9</p>	<p>Objetivo: maximizar o lucro Restrições : disponibilidade de matéria prima Quantidade de petróleo A nas gasolinas tipo1 e tipo2</p> <p>x_{A1} = quantidade do petróleo A na gasolina 1 x_{A2} = quantidade do petróleo A na gasolina 2 x_{B1} = quantidade do petróleo B na gasolina 1 x_{B2} = quantidade do petróleo B na gasolina 2</p> <p>lucro = valor de venda – custo $\max z = [8. (x_{A1} + x_{B1}) + 5.(x_{A2} + x_{B2})] - [6.(x_{A1} + x_{A2}) + 3. (x_{B1} + x_{B2})]$</p> <p>S.A.</p> <p>$x_{A1} + x_{A2} \leq 100$ (disponibilidade de petróleo A) $x_{B1} + x_{B2} \leq 200$ (disponibilidade de petróleo B) $x_{A1} / (x_{A1} + x_{B1}) \geq 0,6$ (proporção de petróleo A na gasolina 1) $x_{A2} / (x_{A2} + x_{B2}) \geq 0,3$ (proporção de petróleo A na gasolina 2) $x_{A1}, x_{A2}, x_{B1}, x_{B2} \geq 0$</p>
<p>1.10</p>	<p>objetivo : maximizar lucro variáveis:</p> <p>x_1 = quantidade de soldados x_2 = quantidade de trens</p> <p>lucro de $x_1 = 27 - (10 + 14) = 3$ lucro de $x_2 = 21 - (9 + 10) = 2$</p> <p>$\max z = 3x_1 + 2x_2$</p> <p>$2x_1 + x_2 \leq 100$ (acabamento) S.A. $1x_1 + x_2 \leq 80$ (carpintaria) $x_1 \leq 40$ (demanda) $x_1, x_2 \geq 0$</p>
<p>1.11</p>	<p>Objetivo : maximizar numero de saídas Restrições : dinheiro, tempo e calorias x_1 = saidas com Maria x_2 = saidas com Luisa</p> <p>$\max z = x_1 + x_2$ AS $120x_1 + 60 x_2 \leq 360$ $3x_1 + 3x_2 \leq 30$ $3000x_1 + 6000x_2 \leq 40000$</p>

2.1



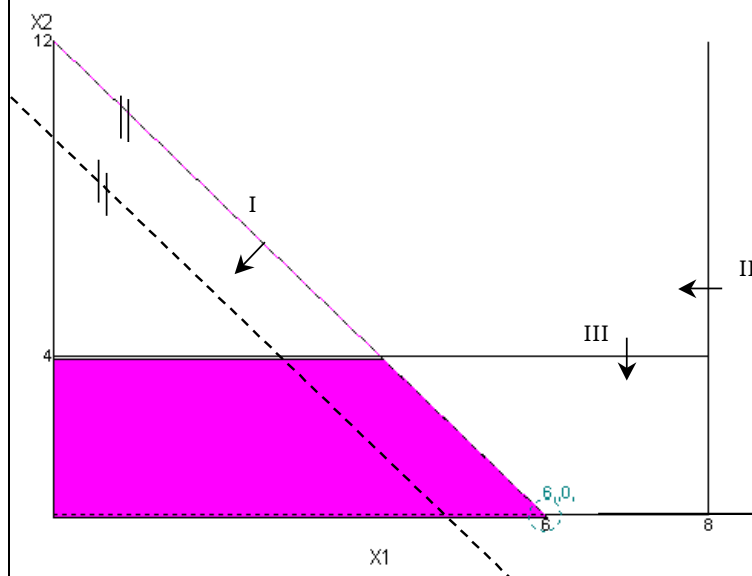
$$\begin{aligned} x_1 &= 7 \\ x_2 &= 2 \\ z &= 310 \end{aligned}$$

2.2



$$\begin{aligned} x_1 &= 3 \\ x_2 &= 3 \\ z &= 21 \end{aligned}$$

2.3



Múltiplas
soluções

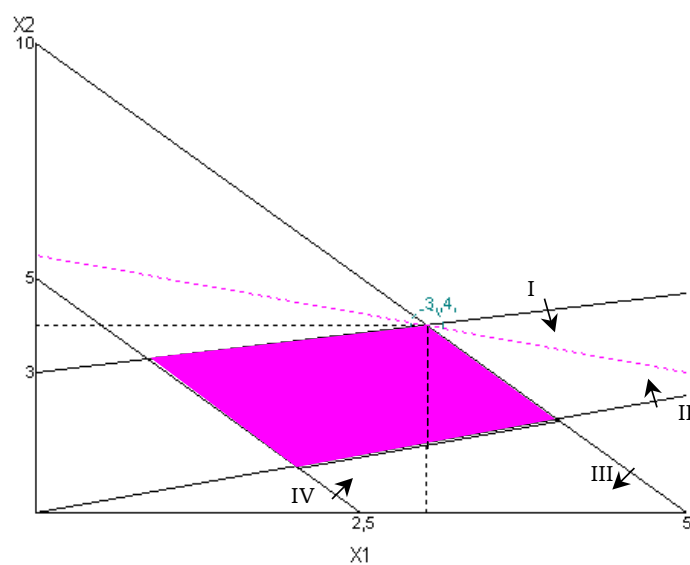
$$\begin{aligned} x_1 &= 4 \\ x_2 &= 4 \end{aligned}$$

ou

$$\begin{aligned} x_1 &= 6 \\ x_2 &= 0 \end{aligned}$$

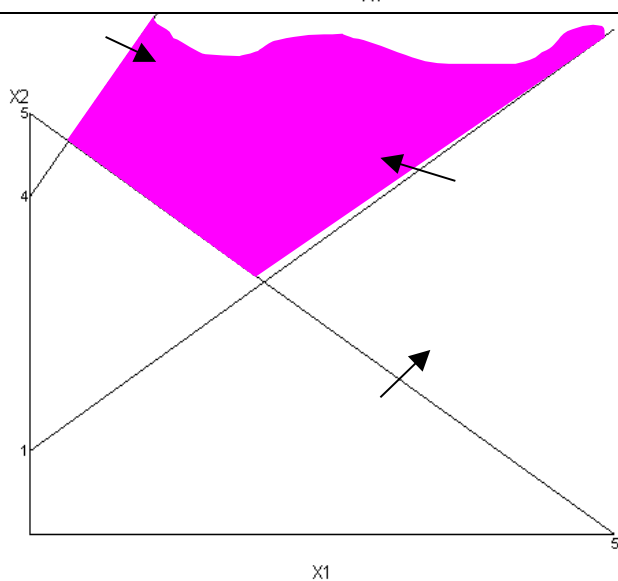
$$z=24$$

2.4



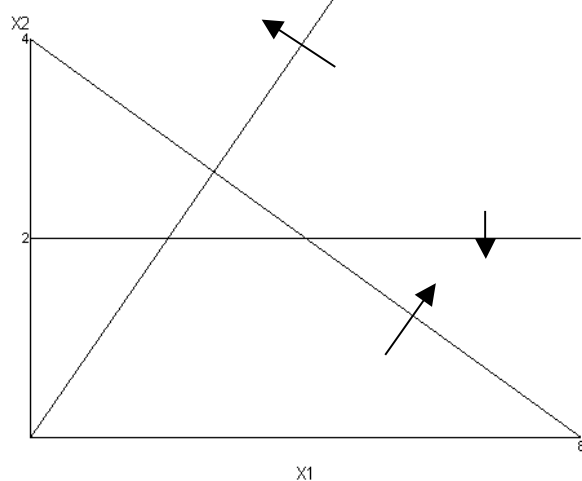
$$\begin{aligned} x_1 &= 3 \\ x_2 &= 4 \\ z &= 11 \end{aligned}$$

2.5

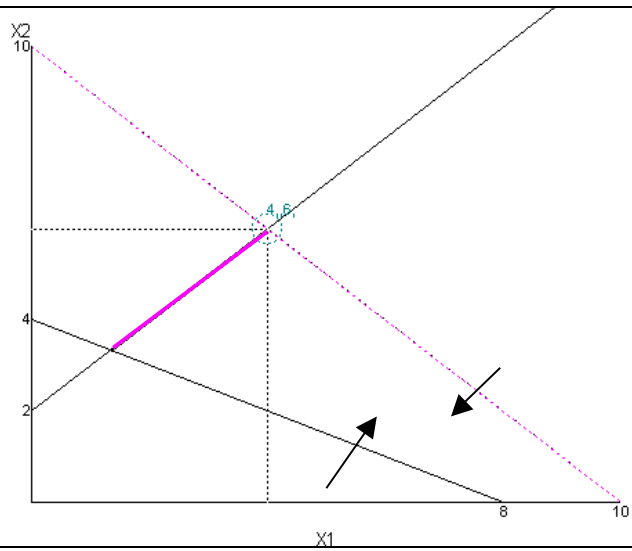


Solução ótima
ilimitada

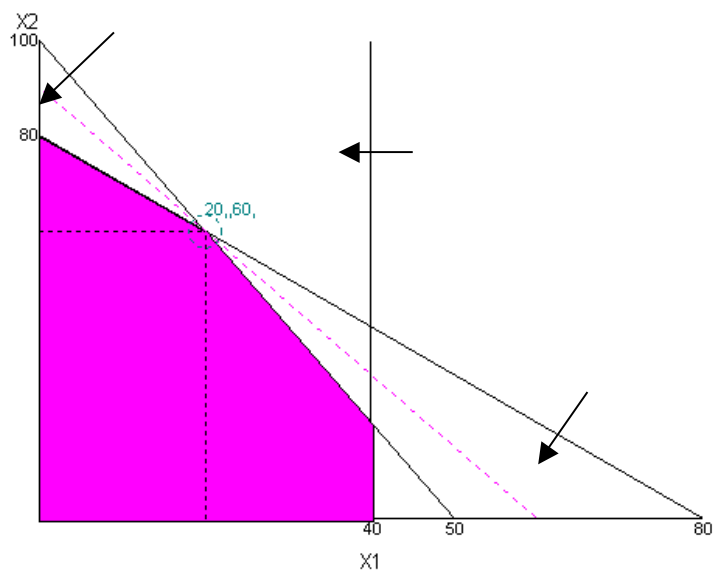
2.6



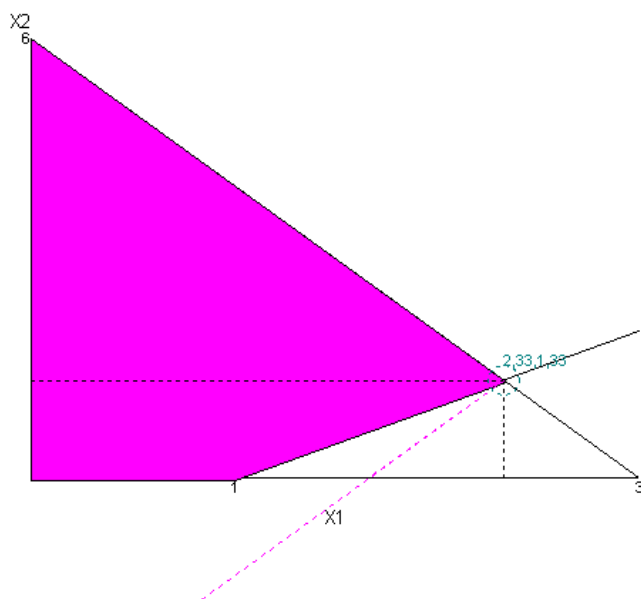
Não há solução

2.7

$$\begin{aligned}x_1 &= 4 \\x_2 &= 6 \\z &= 20\end{aligned}$$

2.8

$$\begin{aligned}x_1 &= 20 \\x_2 &= 60 \\z &= 180\end{aligned}$$

2.9

$$\begin{aligned}x_1 &= 2,33 \\x_2 &= 1,33 \\z &= 3,33\end{aligned}$$

Os exercícios não listados aqui foram resolvidos em sala, ou tem as respostas na forma grafica

3.1	$x_1 = 7$ (quantidade liga 1) $x_2 = 2$ (quantidade liga 2) $x_3 = 0$ (sobra cobre) $x_4 = 0$ (sobra zinco) $x_5 = 2$ (sobra chumbo) $z = 310$ (lucro)	Quadro final: <table><tr><td>0</td><td>0</td><td>1/3</td><td>-5/3</td><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>2/3</td><td>-1</td><td>0</td><td>7</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>-1/3</td><td>2/3</td><td>0</td><td>2</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>10/3</td><td>70/3</td><td>0</td><td>310</td></tr></table>	0	0	1/3	-5/3	1	2	1	0	2/3	-1	0	7	0	1	-1/3	2/3	0	2	0	0	10/3	70/3	0	310																								
0	0	1/3	-5/3	1	2																																													
1	0	2/3	-1	0	7																																													
0	1	-1/3	2/3	0	2																																													
0	0	10/3	70/3	0	310																																													
3.2	$x_1 = 3$ (área de arroz) $x_2 = 3$ (área de milho) $x_3 = 0$ (folga área de arroz) $x_4 = 1$ (folga área de milho) $x_5 = 0$ (folga mão de obra) $z = 21$ (lucro)	Quadro final: <table><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>3</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1/2</td><td>1</td><td>-1/2</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>-1/2</td><td>0</td><td>1/2</td><td>3</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>4</td><td>0</td><td>1</td><td>21</td></tr></table>	1	0	1	0	0	3	0	0	1/2	1	-1/2	1	0	1	-1/2	0	1/2	3	0	0	4	0	1	21																								
1	0	1	0	0	3																																													
0	0	1/2	1	-1/2	1																																													
0	1	-1/2	0	1/2	3																																													
0	0	4	0	1	21																																													
3.3	Resposta1: $x_1 = 6$ $x_2 = 0$ $x_3 = 0$ $x_4 = 2$ $x_5 = 4$ $z = 24$ Resposta2: $x_1 = 4$ $x_2 = 4$ $x_3 = 0$ $x_4 = 4$ $x_5 = 0$ $z = 24$	<table><tr><td>1</td><td>1/2</td><td>1/2</td><td>0</td><td>0</td><td>6</td></tr><tr><td>0</td><td>-1/2</td><td>-1/2</td><td>1</td><td>0</td><td>2</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>4</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>24</td></tr></table> <div><div></div><div>Múltiplas soluções</div></div> <table><tr><td>1</td><td>0</td><td>1/2</td><td>0</td><td>-1/2</td><td>4</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>-1/2</td><td>1</td><td>1/2</td><td>4</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>4</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>24</td></tr></table>	1	1/2	1/2	0	0	6	0	-1/2	-1/2	1	0	2	0	1	0	0	1	4	0	0	2	0	0	24	1	0	1/2	0	-1/2	4	0	0	-1/2	1	1/2	4	0	1	0	0	1	4	0	0	2	0	0	24
1	1/2	1/2	0	0	6																																													
0	-1/2	-1/2	1	0	2																																													
0	1	0	0	1	4																																													
0	0	2	0	0	24																																													
1	0	1/2	0	-1/2	4																																													
0	0	-1/2	1	1/2	4																																													
0	1	0	0	1	4																																													
0	0	2	0	0	24																																													
3.4	$x_1 = 0$ $x_2 = 5$ $x_3 = 15$ $x_4 = 105$ $x_5 = 0$ $x_6 = 0$ $z = 100$	Quadro final: <table><tr><td>33/4</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>7/8</td><td>1/6</td><td>105</td></tr><tr><td>3/4</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1/8</td><td>1/6</td><td>15</td></tr><tr><td>1/4</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>-1/8</td><td>1/6</td><td>5</td></tr><tr><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1/2</td><td>4/3</td><td>100</td></tr></table>	33/4	0	0	1	7/8	1/6	105	3/4	0	1	0	1/8	1/6	15	1/4	1	0	0	-1/8	1/6	5	2	0	0	0	1/2	4/3	100																				
33/4	0	0	1	7/8	1/6	105																																												
3/4	0	1	0	1/8	1/6	15																																												
1/4	1	0	0	-1/8	1/6	5																																												
2	0	0	0	1/2	4/3	100																																												
3.5	$x_1 = 20$ $x_2 = 60$ $x_3 = 0$ $x_4 = 0$ $x_5 = 20$ $z = 180$	Quadro final: <table><tr><td>0</td><td>1</td><td>-1</td><td>2</td><td>0</td><td>60</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>-1</td><td>1</td><td>1</td><td>20</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>-1</td><td>0</td><td>20</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>180</td></tr></table>	0	1	-1	2	0	60	0	0	-1	1	1	20	1	0	1	-1	0	20	0	0	1	1	0	180																								
0	1	-1	2	0	60																																													
0	0	-1	1	1	20																																													
1	0	1	-1	0	20																																													
0	0	1	1	0	180																																													

3.6	$x_1 = 0$	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	b
	$x_2 = 6$	2	1	1/60	0	0	6
	$x_3 = 0$	-3	0	19/20	1	0	12
	$x_4 = 12$	-9000	0	-600	0	1	4000
	$x_5 = 4000$	1	0	1/60	0	0	6
	$z = 6$						

3.7	<div>MaxMin</div> <div>$x_1 = 3$$= 2$</div> <div>$x_2 = 4$$= 1$</div> <div>$x_3 = 0$$= 8$</div> <div>$x_4 = 5$$= 0$</div> <div>$x_5 = 0$$= 5$</div> <div>$x_6 = 5$$= 0$</div> <div>$Z = 11$$= 4$</div>																																																						
3.12	<div>$x_1 = 25$</div> <div>$x_2 = 95/2$</div> <div>$x_3 = 15$</div> <div>$x_4 = 0$</div> <div>$x_5 = 85$</div> <div>$x_6 = 5/2$</div> <div>$z = 385/4$</div>																																																						
3.14	Solução ótima ilimitada																																																						
3.15	<div>$x_1 = 10$</div> <div>$x_2 = 20$</div> <div>$x_3 = 0$</div> <div>$x_4 = 5$</div> <div>$x_5 = 0$</div> <div>$x_6 = 10$</div> <div>$z = 40$</div>																																																						
3.16	<div>Não há solução</div> <table><tr><th>x_1</th><th>x_2</th><th>x_3</th><th>x_4</th><th>x_5</th><th>x_6</th><th>y_1</th><th>y_2</th><th>B</th></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>-1</td><td>5</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>-1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>-1</td><td>0</td><td>1</td><td>5</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>-1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>-10</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>-10</td></tr></table>	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y_1	y_2	B	0	1	0	1	0	1	0	-1	5	0	0	-1	-1	-1	0	1	0	10	1	0	1	0	0	-1	0	1	5	0	0	0	-1	0	0	0	0	-10	0	0	1	1	1	0	0	1	-10
x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y_1	y_2	B																																															
0	1	0	1	0	1	0	-1	5																																															
0	0	-1	-1	-1	0	1	0	10																																															
1	0	1	0	0	-1	0	1	5																																															
0	0	0	-1	0	0	0	0	-10																																															
0	0	1	1	1	0	0	1	-10																																															
3.8	<table><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>$\frac{3}{4}$</td><td>-1</td><td>10</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>-1/8</td><td>$-\frac{1}{2}$</td><td>3</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1/8</td><td>$-\frac{1}{2}$</td><td>2</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>-1/8</td><td>$-\frac{5}{2}$</td><td>13</td></tr></table> <div>Solução ótima ilimitada</div>	0	0	1	$\frac{3}{4}$	-1	10	0	1	0	-1/8	$-\frac{1}{2}$	3	1	0	0	1/8	$-\frac{1}{2}$	2	0	0	0	-1/8	$-\frac{5}{2}$	13																														
0	0	1	$\frac{3}{4}$	-1	10																																																		
0	1	0	-1/8	$-\frac{1}{2}$	3																																																		
1	0	0	1/8	$-\frac{1}{2}$	2																																																		
0	0	0	-1/8	$-\frac{5}{2}$	13																																																		

3.9

Quadro final:

1	0	1	1	0	0	2
0	1	0	1	0	0	2
0	0	-1	-3	-1	1	2
0	0	2	3	0	0	6
0	0	1	3	1	0	-2

Final Fase I e $w \neq 0$, \therefore não há solução viável

3.10

$x_1 = 4$
 $x_2 = 6$
 $x_3 = 0$
 $x_4 = 8$
 $z = 20$

Quadro final:

0	0	3/2	1	8
1	0	1/2	0	4
0	1	1/2	0	6
0	0	2	0	20

z

3.11

$x_1 = 4$
 $x_2 = 2$
 $x_3 = 8$
 $x_4 = 0$
 $z = 16$

0	1	0	1/4	2
1	0	0	1/2	4
0	0	1	5/4	8
0	0	0	2	16

3.13

a:

0	0	1	-1	1	1
1	1	0	0	-1	1
0	3	0	4	1	-9

A solução inicial encontrada já é a solução ótima

 $x_1 = 1$
 $x_2 = 0$
 $x_3 = 1$
 $x_4 = 0$
 $x_5 = 0$
 $-z = 9 \rightarrow z = 9$

b:

0	0	1	-1	1	1
1	1	0	0	-1	1
0	-3	0	-4	-1	9

solução ótima ilimitada