9,0 em 12,0

Universidade Federal de Viçosa

Curso de Ciência da Computação

Igor Lucas Dos Santos Braz - 3865

Otávio Santos Gomes - 3890

Pedro Cardoso De Carvalho Mundim - 3877

Exercício Prático 3 - Pesquisa Operacional (CCF 280)

Terceiro Exercício Prático (Questões 1 a 4) da disciplina Pesquisa Operacional - CCF 280, do curso de Ciência da Computação da Universidade Federal de Viçosa - Campus Florestal

Professor: Marcus Henrique Soares Mendes

Florestal

2022

SUMÁRIO

Questão 1

a) Ache as quantidades ótimas de A e B que o laboratório deve produzir.

➢ Primeiramente, montamos uma tabela com os dados do problema, conforme a seguir:

Produto	Matéria - Prima I	Matéria - Prima II	Preço por Unidade	Demanda Mínima	Demanda Máxima
A	0,5	0,6	8	30	150
B	0,5	0,4	10	40	200
Total	150	145	-	-	-

Tabela 1: Dados do problema.

Em seguida, foi feita a modelagem do problema, conforme descrito a seguir.

Variáveis de decisão

$x1$ = quantidade a ser produzida do produto A

$x2$ = quantidade a ser produzida do produto B

Função objetivo

Maximizar Lucro $Z = 8x1 + 10x2$

Restrições

$0{,}5x1 + 0{,}5x2 \leq 150$ (restrição da matéria-prima 1)

$0{,}6x1 + 0{,}4x2 \leq 145$ (restrição da matéria-prima 2)

$x1 \geq 30$ (restrição de demanda mínima)

$x2 \geq 40$ (restrição de demanda mínima)

$x1 \leq 150$ (restrição de demanda máxima)

$x2 \leq 200$ (restrição de demanda máxima)

$x1, x2 \geq 0$ (restrição de não negatividade)

```
LP OPTIMUM FOUND AT STEP      4

       OBJECTIVE FUNCTION VALUE

       1)      2800.000

 VARIABLE        VALUE          REDUCED COST
       X1       100.000000          0.000000
       X2       200.000000          0.000000


      ROW   SLACK OR SURPLUS     DUAL PRICES
       2)         0.000000         16.000000
       3)         5.000000          0.000000
       4)        70.000000          0.000000
       5)       160.000000          0.000000
       6)        50.000000          0.000000
       7)         0.000000          2.000000

NO. ITERATIONS=       4
```

Figura 1: Resultado do problema 1 obtido no LINDO.

- Deve ser produzido 100 produtos A e 200 produtos B.

b) Use os preços duais para determinar quais limites da demanda dos produtos A e B devem ser menos exigentes para melhorar a lucratividade.

- Deveria haver uma maior disponibilidade da matéria prima 1, bem como maior demanda do produto B. Assim seria possível obter um lucro maior.

c) Caso fosse possível adquirir unidades adicionais de matéria prima por \$20 por unidade. Isso seria aconselhável? Explique.

- Não seria aconselhável. É possível observar que já está sendo produzido o máximo da demanda do produto B, portanto caso fosse comprada mais matéria prima, seria necessário produzir o produto A. No entanto, note que, nesse caso, seria necessário comprar 2 unidades de matéria prima para produzir 1 produto A (sobrando uma parte de matéria prima). Porém a venda do produto A gera apenas \$8. Dessa forma, comprar mais matéria prima pelo preço sugerido não valeria a pena.

d) Foi sugerido um aumento de 25% da disponibilidade da matéria prima II para eliminar um gargalo na produção. Isso é aconselhável? Explique.

- Não. Não há falta de matéria prima 2, na verdade há uma sobra dessa matéria prima (Preço Dual = 0, Sobra = 5).

✓

Questão 2

a) Formule a questão como um problema de programação linear e ache a programação da produção diária ótima.

- Primeiramente, montamos uma tabela com os dados do problema, conforme a seguir:

Tipo de Armário	**Quantidade de Móveis disponíveis para pintura**	**Capacidade do Departamento de Pintura**	**Receita**
Normal	200	0 - 360	100
Luxo	150	0 - 180	140

Tabela 2: Dados do problema.

Em seguida, foi feita a modelagem do problema, conforme descrito a seguir.

Variáveis de decisão

$x1$ = quantidade a ser produzida do tipo Normal

$x2$ = quantidade a ser produzida do tipo Luxo

Função objetivo

Maximizar Lucro $z = 100x1 + 140x2$

Restrições

$x1 + 2x2 \geq 0$

$x1 + 2x2 \leq 360$

$x1 \leq 200$

$x2 \leq 150$

$x1, x2 \geq 0$

```
LP OPTIMUM FOUND AT STEP      3

      OBJECTIVE FUNCTION VALUE

      1)      31200.00

 VARIABLE        VALUE          REDUCED COST
       X1       200.000000          0.000000
       X2        80.000000          0.000000

      ROW   SLACK OR SURPLUS     DUAL PRICES
       2)       360.000000          0.000000
       3)         0.000000         70.000000
       4)         0.000000         30.000000
       5)        70.000000          0.000000

NO. ITERATIONS=       3
```

Figura 2: Resultado do problema 2 obtido no LINDO.

- ➢ Devem ser produzidos 200 armários normais e 80 armários de luxo para ter uma produção diária ótima.

b) Suponha que a concorrência imponha que os preços por unidade do armário normal e de luxo sejam reduzidos para $80. Use análise de sensibilidade para determinar se a solução ótima em (a) permanecerá inalterada.

- ➢ Permanecerá inalterada. Realizando a análise de sensibilidade é possível perceber que o intervalo no qual a solução permanece válida inclui a condição no qual ambos os armários são vendidos a $80.

A faixa de viabilidade é dada por:

d1 ≥ 70 (armário 1 pode ser vendido a qualquer valor acima de 70)

d2 ≤ 200 (armário 2 pode ser vendido com valor entre 0 e 200)

Veja o resultado na Figura 3.

```
RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

                           OBJ COEFFICIENT RANGES
VARIABLE        CURRENT        ALLOWABLE        ALLOWABLE
                  COEF          INCREASE         DECREASE
      X1     100.000000         INFINITY        30.000000
      X2     140.000000        60.000000       140.000000

                           RIGHTHAND SIDE RANGES
     ROW        CURRENT        ALLOWABLE        ALLOWABLE
                    RHS         INCREASE         DECREASE
       2       0.000000       360.000000         INFINITY
       3     360.000000       140.000000       160.000000
       4       0.000000       200.000000         INFINITY
       5     200.000000       160.000000       140.000000
       6       0.000000        80.000000         INFINITY
       7     150.000000         INFINITY        70.000000
```

Figura 3: Resultado da análise de sensibilidade do problema 2 obtido no LINDO.

Questão 3

A questão 3 consiste em resolver o problema a seguir utilizando o método dual simplex:

Minimizar Z = 2x1 + 3x2

Sujeito a

$2x1 + x2 \geq 3$	(1)
$x1 + x2 = 2$	(2)
$x1 \geq 0$	(3)
$x2 \geq 0$	(4)

Realizando o primeiro passo, de transformação de todas as restrições em ≤, temos que:

$-2x1 - x2 \leq -3$	(1)
$x1 + x2 \leq 2$	(2)
$-x1 - x2 \leq -2$	(3)
$x1 \geq 0$	(4)
$x2 \geq 0$	(5)

Resolvendo o programa no LINDO, podemos observar que W é maximizado valendo 5. Veja a Figura 4.

Z = 4

```
LP OPTIMUM FOUND AT STEP      3

       OBJECTIVE FUNCTION VALUE

       1)      5.000000

 VARIABLE        VALUE          REDUCED COST
       X1         1.000000          0.000000
       X2         1.000000          0.000000


      ROW   SLACK OR SURPLUS     DUAL PRICES
       2)         0.000000          1.000000
       3)         0.000000          4.000000
       4)         0.000000          0.000000

NO. ITERATIONS=       3
```

Figura 4: Resultado do problema 3 obtido no LINDO.

Questão 4

A questão 4 consiste em resolver o problema do transporte dado pela matriz abaixo, em que o custo é explicitado na interseção entre os fornecedores e os consumidores (F e C respectivamente).

	C1	C2	C3	C4	Oferta
F1	6	2	12	1	300
F2	11	8	5	4	700
F3	12	6	6	8	500
Demanda	400	300	400	400	

Tabela 3: Dados do problema.

Oferta: 300 + 700 + 500 = 1500

Demanda: 400 + 300 + 400 + 400 = 1500

A quantidade de oferta é igual à quantidade de demanda, logo o problema está balanceado.

Etapa 1: Determinar uma solução básica inicial viável.

Nesta etapa utilizamos o Método do custo mínimo, e após a aplicação do mesmo temos a seguinte tabela:

	C1	C2	C3	C4	Oferta
F1	6	2	12	1 **300**	300
F2	11	8 **200**	5 **400**	4 **100**	700
F3	12 **400**	6 **100**	6	8	500
Demanda	400	300	400	400	

Tabela 4: Tabela obtida pelo método do custo mínimo.

O custo associado é dado por:

300 * 1 + **200** * 8 + **400** * 5 + **100** * 4 + **400** * 12 + **100** * 6 = $9700

Etapa 2: Determinar a variável que entra na base.

Nesta etapa vamos determinar a variável que entra na base através do Método dos multiplicadores.

Partindo da solução obtida na etapa 1, primeiramente associa-se uma variável ui para cada linha i e uma variável vj para cada coluna j, e para cada variável básica tem-se: ui + vj = cij.

Para realizar os cálculos, inicialmente faz-se u1 = 0 e com isso calculam-se os valores dos outros ui e vj.

Variáveis Básicas	*Equações (ui + vj = cij)*	*Solução*
x14	u1 + v4 = c14 = 1	u1 = 0, v4 = 1
x22	u2 + v2 = c22 = 8	u2 = 3, v2 = 5
x23	u2 + v3 = c23 = 5	u2 = 3, v3 = 2
x24	u2 + v4 = c24 = 4	u2 = 3, v4 = 1
x31	u3 + v1 = c31 = 12	u3 = 1, v1 = 11
x32	u3 + v2 = c32 = 6	u3 = 1, v2 = 5

Tabela 5: Variáveis básicas e valores de U e V.

Em seguida, usam-se ui e vj para avaliar as variáveis não básicas calculando ui + vj - cij para cada xij não básica.

Variáveis Não Básicas	*ui + vj - cij*
x11	u1 + v1 – c11 = 0 + 11 – 6 = 5
x12	u1 + v2 – c12 = 0 + 5 – 2 = 3
x13	u1 + v3 – c13 = 0 + 2 – 12 = -10

x21	u2 + v1 – c21 = 3 + 11 – 11 = 3
x33	u3 + v3 – c33 = 1 + 2 – 6 = -3
x34	u3 + v4 – c34 = 1 + 1 – 8 = -6

Tabela 6: Valores das variáveis não básicas.

Sumarizando as informações até aqui, temos:

	C1	C2	C3	C4	Oferta	
F1	6 5	2 3	12 -10	1 300	300	u1 = 0
F2	11 3	8 200	5 400	4 100	700	u2 = 3
F3	12 400	6 100	6 -3	8 -6	500	u3 = 1
Demanda	400	300	400	400		
	v1 = 11	v2 = 5	v3 = 2	v4 = 1		

Tabela 7: Tabela 4 atualizada com os valores das variáveis não básicas.

Ao final do passo 2 temos a tabela acima, onde os valores em vermelho representam as variáveis não básicas. Pode-se observar que x11 tem o maior valor não negativo (5), logo escolhemos ela para entrar na base.

Etapa 3: Determinar a variável que sai da base e achar a nova solução básica.

Nesta etapa fazemos a construção do seguinte circuito fechado:

	C1	C2	C3	C4	Oferta	
F1	6 5	2 3	12 -10	1 300	300	u1 = 0
F2	11 3	8 200	5 400	4 100	700	u2 = 3
F3	12 400	6 100	6 -3	8 -6	500	u3 = 1
Demanda	400	300	400	400		
	v1 = 11	v2 = 5	v3 = 2	v4 = 1		

Tabela 8: Seleção do circuito fechado para a variável não básica da posição x11.

Representando apenas o circuito temos:

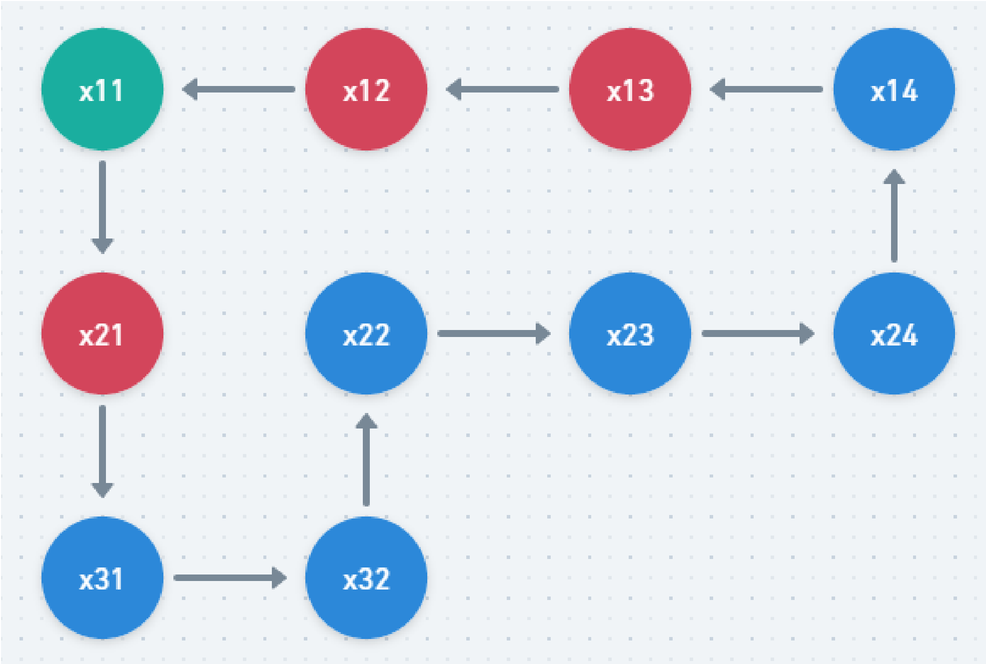

Figura 5: Circuito fechado obtido.

Os valores em azul representam as variáveis básicas, de vermelho as não básicas e de verde a variável que queremos que entre na base.

Em seguida, designa-se a quantidade θ (teta) à célula da variável que entra na base, alternando entre operações de subtração e soma nos cantos. Teremos o seguinte:

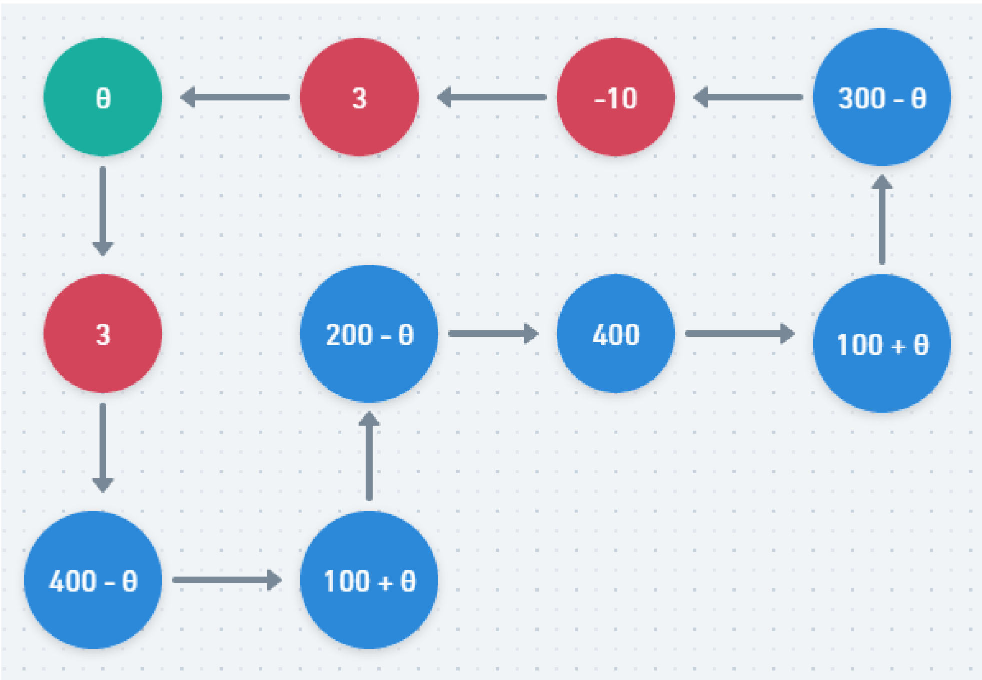

Figura 6: Atribuição de θ ao circuito.

Temos que garantir que nenhum dos valores fique menor que zero. Logo, o maior valor para teta é 200, fazendo com que x22 seja 0, assim ela é quem sairá da base. Atualizando as variáveis com base em teta temos:

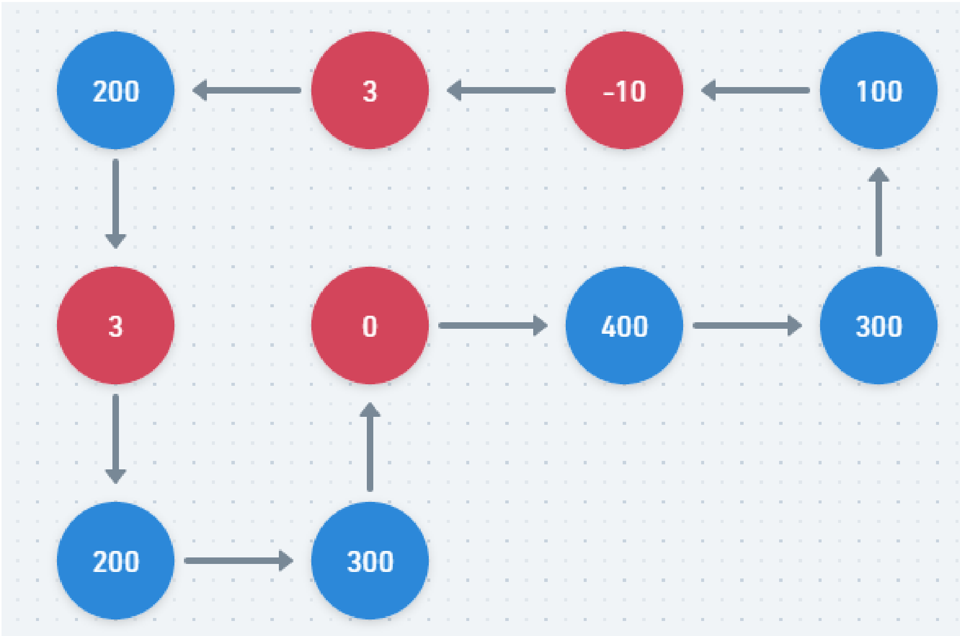

Figura 7: Resultados obtidos no circuito.

A nova tabela com x11 na base e x22 fora da base é:

	C1	C2	C3	C4	Oferta
F1	6 **200**	2	12	1 **100**	300
F2	11	8	5 **400**	4 **300**	700
F3	12 **200**	6 **300**	6	8	500
Demanda	400	300	400	400	

Tabela 9: Tabela de variáveis básicas atualizada.

Como ainda não tínhamos atingido o critério de parada (de acordo com a Tabela 6), seguindo o algoritmo de transporte, basta voltar para a etapa 2 e verificar quem entra na base utilizando o método dos multiplicadores.

Etapa 2: Determinar a variável que entra na base.

Primeiramente associa-se uma variável ui para cada linha i e uma variável vj para cada coluna j, e para cada variável básica tem-se: ui + vj = cij.

Para realizar os cálculos, inicialmente faz-se $u1 = 0$ e com isso calculam-se os valores dos outros ui e vj.

Variáveis Básicas	*Equações (ui + vj = cij)*	*Solução*
x11	$u1 + v1 = c11 = 6$	$u1 = 0, v1 = 6$
x14	$u1 + v4 = c14 = 1$	$u1 = 0, v4 = 1$
x23	$u2 + v3 = c23 = 5$	$u2 = 3, v3 = 2$
x24	$u2 + v4 = c24 = 4$	$u2 = 3, v4 = 1$
x31	$u3 + v1 = c31 = 12$	$u3 = 6, v1 = 6$
x32	$u3 + v2 = c32 = 6$	$u3 = 6, v2 = 0$

Tabela 10: Variáveis básicas e valores de U e V.

Em seguida, usam-se ui e vj para avaliar as variáveis não básicas calculando $ui + vj - cij$ para cada xij não básica.

Variáveis Não Básicas	*ui + vj - cij*
x12	$u1 + v2 – c12 = 0 + 0 – 2 = -2$
x13	$u1 + v3 – c13 = 0 + 2 – 12 = -10$
x21	$u2 + v1 – c21 = 3 + 6 – 11 = -2$
x22	$u2 + v2 – c22 = 3 + 0 – 8 = -5$
x33	$u3 + v3 – c33 = 6 + 2 – 6 = 2$
x34	$u3 + v4 – c34 = 6 + 1 – 8 = -1$

Tabela 11: Valores das variáveis não básicas.

Sumarizando as informações até aqui, temos:

	C1	C2	C3	C4	Oferta
F1	6 200	2 -2	12 -10	1 100	300
F2	11 -2	8 -5	5 400	4 300	700
F3	12 200	6 300	6 $\boxed{2}$	8 -1	500
Demanda	400	300	400	400	

u1 = 0 u2 = 3 u3 = 6

v1 = 6 v2 = 0 v3 = 2 v4 = 1

Tabela 12: Tabela 9 atualizada com os valores das variáveis não básicas.

Ao final do passo 2 temos a tabela acima, onde os valores em vermelho representam as variáveis não básicas. Pode-se observar que x33 tem o maior valor não negativo (2), logo escolhemos ela para entrar na base.

Etapa 3: Determinar a variável que sai da base e achar a nova solução básica.

Nesta etapa fazemos a construção do seguinte circuito fechado:

	C1	C2	C3	C4	Oferta
F1	6 200	2 -2	12 -10	1 100	300
F2	11 -2	8 -5	5 400	4 300	700
F3	12 200	6 300	6 $\boxed{2}$	8 -1	500
Demanda	400	300	400	400	

u1 = 0 u2 = 3 u3 = 6

v1 = 6 v2 = 0 v3 = 2 v4 = 1

Tabela 13: Seleção do circuito fechado para a variável não básica da posição x33.

Representando apenas o circuito temos:

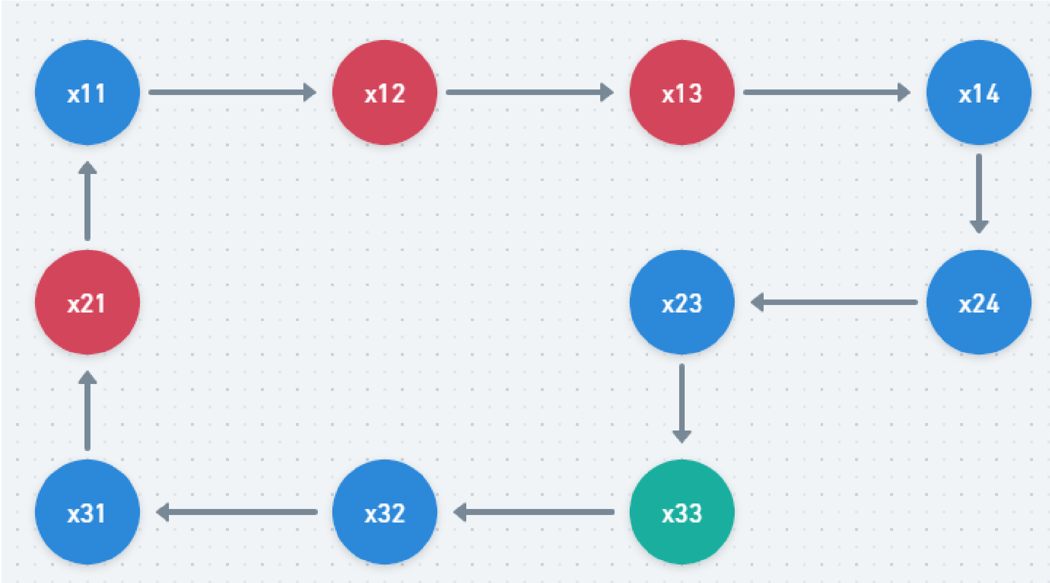

Figura 8: Circuito fechado obtido.

Os valores em azul representam as variáveis básicas, de vermelho as não básicas e de verde a variável que queremos que entre na base.

Em seguida, designa-se a quantidade θ à célula da variável que entra na base, alternando entre operações de subtração e soma nos cantos. Teremos o seguinte:

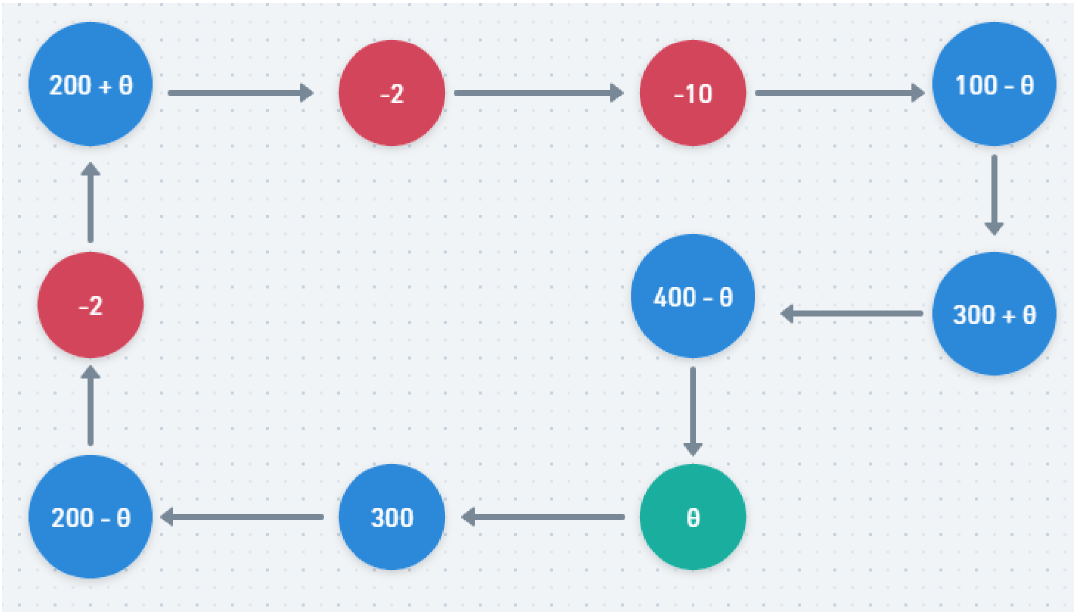

Figura 9: Atribuição de θ ao circuito.

Temos que garantir que nenhum dos valores fique menor que zero. Logo, o maior valor para teta é 100, fazendo com que x14 seja 0, assim ela é quem sairá da base. Atualizando as variáveis com base em teta temos:

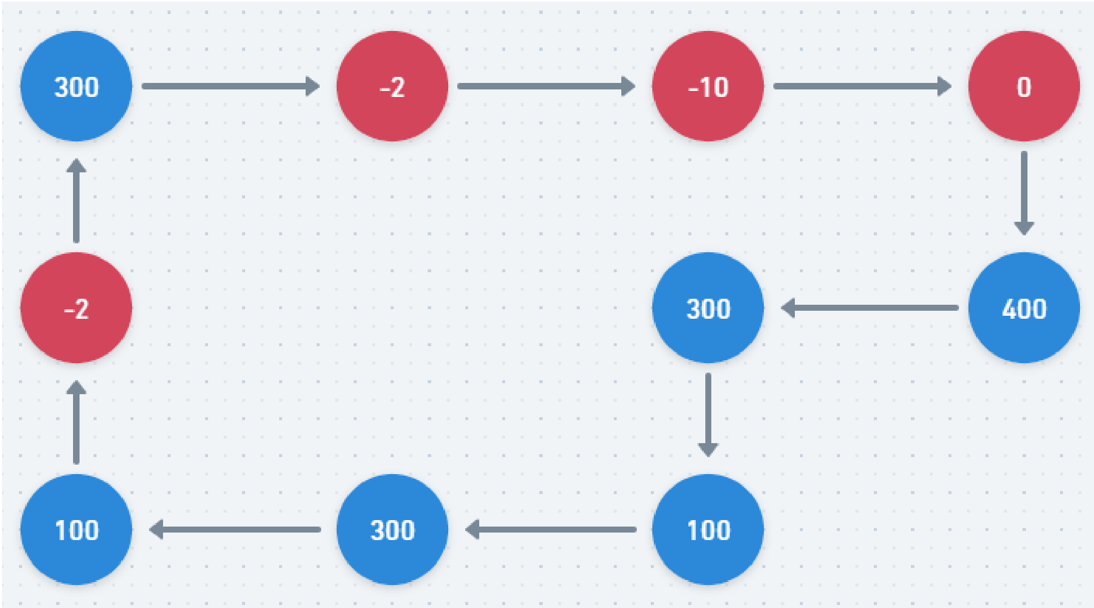

Figura 10: Resultados obtidos no circuito.

A nova tabela com x33 na base e x14 fora da base é:

	C1	C2	C3	C4	Oferta
F1	6 **300**	2	12	1	300
F2	11	8	5 **300**	4 **400**	700
F3	12 **100**	6 **300**	6 **100**	8	500
Demanda	400	300	400	400	

Tabela 14: Tabela de variáveis básicas atualizada.

Como ainda não tínhamos atingido o critério de parada (de acordo com a Tabela 11), seguindo o algoritmo de transporte, basta voltar para a etapa 2 e verificar quem entra na base utilizando o método dos multiplicadores.

Etapa 2: Determinar a variável que entra na base.

Primeiramente associa-se uma variável ui para cada linha i e uma variável vj para cada coluna j, e para cada variável básica tem-se: ui + vj = cij.

Para realizar os cálculos, inicialmente faz-se u1 = 0 e com isso calculam-se os valores dos outros ui e vj.

Variáveis Básicas	*Equações (ui + vj = cij)*	*Solução*
x11	u1 + v1 = c11 = 6	u1 = 0, v1 = 6
x23	u2 + v3 = c23 = 5	u2 = 5, v3 = 0
x24	u2 + v4 = c24 = 4	u2 = 5, v4 = -1
x31	u3 + v1 = c31 = 12	u3 = 6, v1 = 6
x32	u3 + v2 = c32 = 6	u3 = 6, v2 = 0
x33	u3 + v3 = c33 = 6	u3 = 6, v3 = 0

Tabela 15: Variáveis básicas e valores de U e V.

Em seguida, usam-se ui e vj para avaliar as variáveis não básicas calculando ui + vj - cij para cada xij não básica.

Variáveis Não Básicas	*ui + vj - cij*
x12	u1 + v2 – c12 = 0 + 0 – 2 = -2
x13	u1 + v3 – c13 = 0 + 0 – 12 = -12
x14	u1 + v4 – c14 = 3 + (-1) – 1 = -2
x21	u2 + v1 – c21 = 5 + 6 – 11 = 0
x22	u2 + v2 – c22 = 5 + 0 – 8 = -3
x34	u3 + v4 – c34 = 6 + (-1) – 8 = -3

Tabela 16: Valores das variáveis não básicas.

Sumarizando as informações até aqui, temos:

	C1	C2	C3	C4	Oferta	
F1	6 300	2 -2	12 -12	1 -2	300	u1 = 0
F2	11 0	8 -3	5 300	4 400	700	u2 = 5
F3	12 100	6 300	6 100	8 -3	500	u3 = 6
Demanda	400	300	400	400		
	v1 = 6	v2 = 0	v3 = 0	v4 = -1		

Tabela 17: Tabela 14 atualizada com os valores das variáveis não básicas.

Ao final do passo 2 temos a tabela acima, onde os valores em vermelho representam as variáveis não básicas. Pode-se observar que x21 tem o maior valor não negativo (0), logo escolhemos ela para entrar na base.

Etapa 3: Determinar a variável que sai da base e achar a nova solução básica.

Nesta etapa fazemos a construção do seguinte circuito fechado:

	C1	C2	C3	C4	Oferta	
F1	6 300	2 -2	12 -12	1 -2	300	u1 = 0
F2	11 0	8 -3	5 300	4 400	700	u2 = 5
F3	12 100	6 300	6 100	8 -3	500	u3 = 6
Demanda	400	300	400	400		
	v1 = 6	v2 = 0	v3 = 0	v4 = -1		

Tabela 18: Seleção do circuito fechado para a variável não básica da posição x21.

Representando apenas o circuito temos:

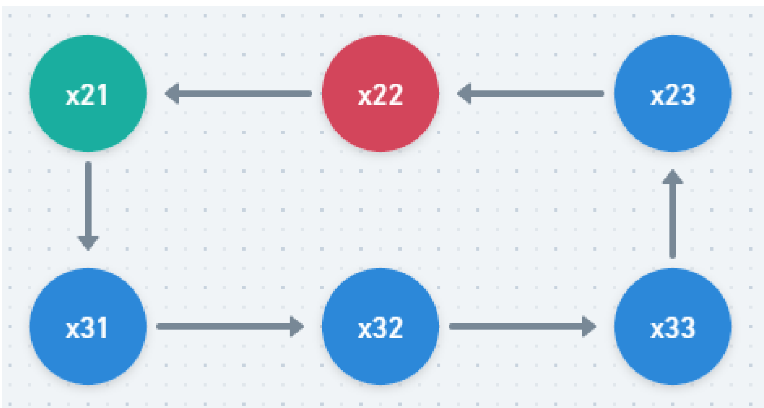

Figura 11: Circuito fechado obtido.

Os valores em azul representam as variáveis básicas, de vermelho as não básicas e de verde a variável que queremos que entre na base.

Em seguida, designa-se a quantidade θ à célula da variável que entra na base, alternando entre operações de subtração e soma nos cantos. Teremos o seguinte:

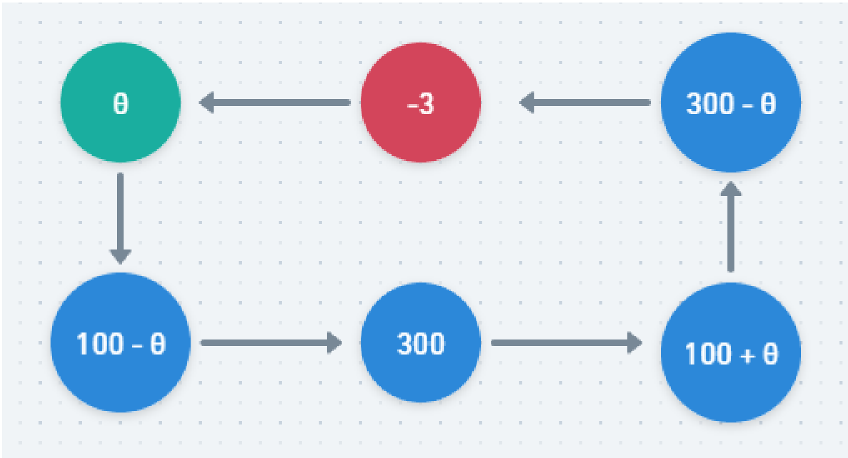

Figura 12: Atribuição de θ ao circuito.

Temos que garantir que nenhum dos valores fique menor que zero. Logo, o maior valor para teta é 100, fazendo com que x31 seja 0, assim ela é quem sairá da base. Atualizando as variáveis com base em teta temos:

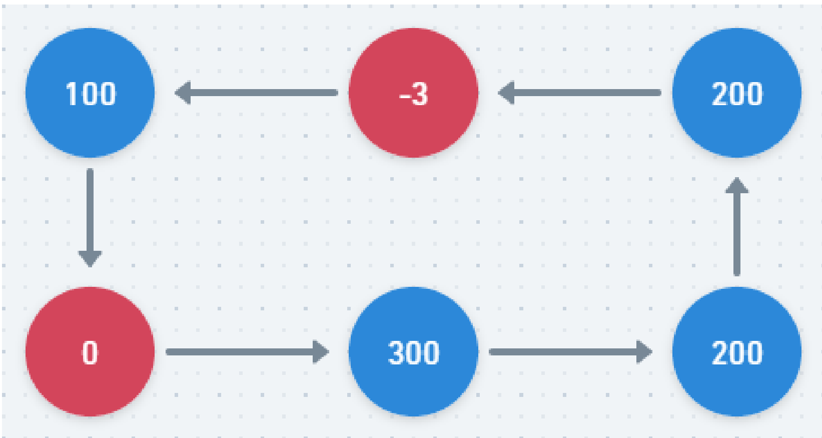

Figura 13: Resultados obtidos no circuito.

A nova tabela com x21 na base e x31 fora da base é:

	C1	C2	C3	C4	Oferta
F1	6 300	2	12	1	300
F2	11 100	8	5 200	4 400	700
F3	12	6 300	6 200	8	500
Demanda	400	300	400	400	

Tabela 19: Tabela de variáveis básicas atualizada.

Como ainda não tínhamos atingido o critério de parada (de acordo com a Tabela 16), seguindo o algoritmo de transporte, basta voltar para a etapa 2 e verificar quem entra na base utilizando o método dos multiplicadores.

Etapa 2: Determinar a variável que entra na base.

Primeiramente associa-se uma variável ui para cada linha i e uma variável vj para cada coluna j, e para cada variável básica tem-se: ui + vj = cij.

Para realizar os cálculos, inicialmente faz-se u1 = 0 e com isso calculam-se os valores dos outros ui e vj.

Variáveis Básicas	*Equações (ui + vj = cij)*	*Solução*
x11	u1 + v1 = c11 = 6	u1 = 0, v1 = 6
x21	u2 + v1 = c21 = 11	u2 = 5, v1 = 6
x23	u2 + v3 = c23 = 5	u2 = 5, v3 = 0
x24	u2 + v4 = c24 = 4	u2 = 5, v4 = -1
x32	u3 + v2 = c32 = 6	u3 = 6, v2 = 0
x33	u3 + v3 = c33 = 6	u3 = 6, v3 = 0

Tabela 20: Variáveis básicas e valores de U e V.

Em seguida, usam-se ui e vj para avaliar as variáveis não básicas calculando ui + vj - cij para cada xij não básica.

Variáveis Não Básicas	*ui + vj - cij*
x12	u1 + v2 – c12 = 0 + 0 – 2 = -2
x13	u1 + v3 – c13 = 0 + 0 – 12 = -12
x14	u1 + v4 – c14 = 3 + (-1) – 1 = -2
x22	u2 + v2 – c22 = 5 + 0 – 8 = -3
x31	u3 + v1 – c31 = 6 + 6 – 12 = 0
x34	u3 + v4 – c34 = 6 + (-1) – 8 = -3

Tabela 21: Valores das variáveis não básicas.

Sumarizando as informações até aqui, temos:

	C1		C2		C3		C4		Oferta	
F1	6	300	2	-2	12	-12	1	-2	300	u1 = 0
F2	11	100	8	-3	5	200	4	400	700	u2 = 5
F3	12	$\boxed{0}$	6	300	6	200	8	-3	500	u3 = 6
Demanda	400		300		400		400			
	v1 = 6		v2 = 0		v3 = 0		v4 = -1			

Tabela 22: Tabela 19 atualizada com os valores das variáveis não básicas.

Ao final do passo 2 temos a tabela acima, onde os valores em vermelho representam as variáveis não básicas. Pode-se observar que x31 tem o maior valor não negativo (0), logo escolhemos ela para entrar na base.

Etapa 3: Determinar a variável que sai da base e achar a nova solução básica.

Nesta etapa fazemos a construção do seguinte circuito fechado:

	C1	C2	C3	C4	Oferta	
F1	6 300	2 -2	12 -12	1 -2	300	u1 = 0
F2	11 100	8 -3	5 200	4 400	700	u2 = 5
F3	12 0	6 300	6 200	8 -3	500	u3 = 6
Demanda	400	300	400	400		
	v1 = 6	v2 = 0	v3 = 0	v4 = -1		

Tabela 23: Seleção do circuito fechado para a variável não básica da posição x31.

Representando apenas o circuito temos:

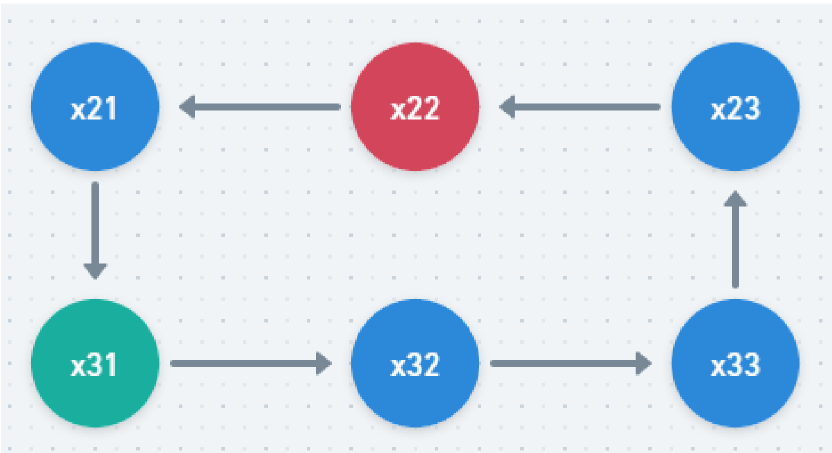

Figura 14: Circuito fechado obtido.

Os valores em azul representam as variáveis básicas, de vermelho as não básicas e de verde a variável que queremos que entre na base.

Em seguida, designa-se a quantidade θ à célula da variável que entra na base, alternando entre operações de subtração e soma nos cantos. Teremos o seguinte:

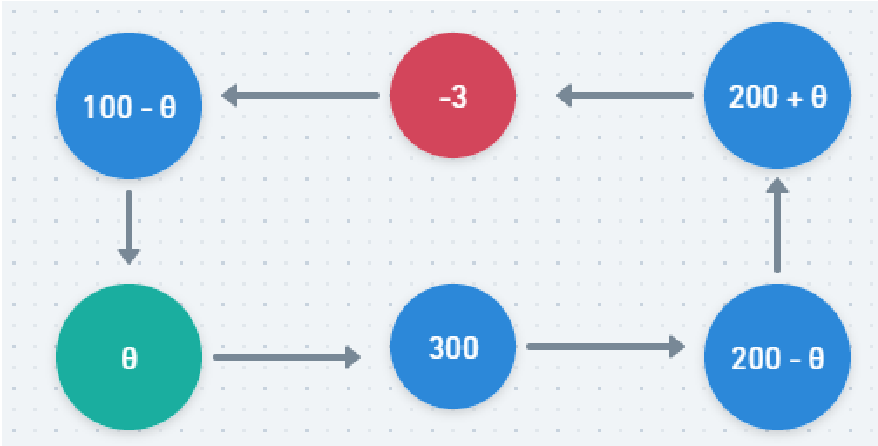

Figura 15: Atribuição de θ ao circuito.

Temos que garantir que nenhum dos valores fique menor que zero. Logo, o maior valor para teta é 100, fazendo com que x21 seja 0, assim ela é quem sairá da base. Atualizando as variáveis com base em teta temos:

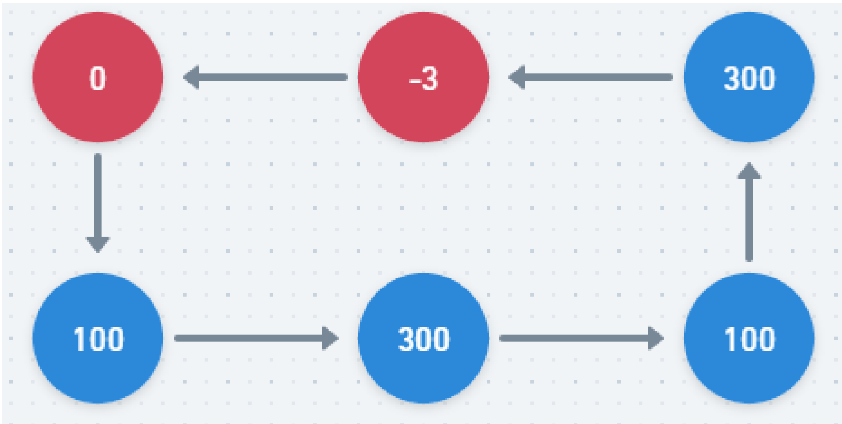

Figura 16: Resultados obtidos no circuito.

A nova tabela com x31 na base e x21 fora da base é:

	C1	C2	C3	C4	Oferta
F1	6 300	2	12	1	300
F2	11	8	5 300	4 400	700
F3	12 100	6 300	6 100	8	500
Demanda	400	300	400	400	

Tabela 24: Tabela de variáveis básicas atualizada.

Note que chegamos na mesma Tabela que tínhamos encontrado anteriormente (Tabela 14), ou seja, entramos em um “loop” de circuitos fechados, cujos resultados sempre serão alternados entre uma das tabelas a seguir. Portanto, temos como tabela ótima sendo uma das seguintes:

	C1	C2	C3	C4	Oferta
F1	6 **300**	2	12	1	300
F2	11	8	5 **300**	4 **400**	700
F3	12 **100**	6 **300**	6 **100**	8	500
Demanda	400	300	400	400	

Tabela 25: Tabela ótima 1, equivalente à tabela 14 e 24.

O custo associado a esta tabela é:

300 * 6 + **300** * 5 + **400** * 4 + **100** * 12 + **300** * 6 + **100** * 6 = $8500

	C1	C2	C3	C4	Oferta
F1	6 **300**	2	12	1	300
F2	11 **100**	8	5 **200**	4 **400**	700
F3	12	6 **300**	6 **200**	8	500
Demanda	400	300	400	400	

Tabela 26: Tabela ótima 2, equivalente à tabela 19.

O custo associado a esta tabela é:

300 * 6 + **100** * 11 + **200** * 5 + **400** * 4 + **300** * 6 + **200** * 6 = $8500