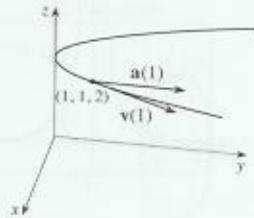


7.  $\mathbf{v}(t) = \mathbf{i} + 2t\mathbf{j}$

$\mathbf{a}(t) = 2\mathbf{j}$

$|\mathbf{v}(t)| = \sqrt{1 + 4t^2}$



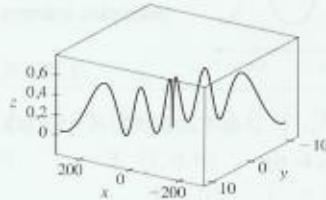
9.  $\langle 1, 2t, 3t^2 \rangle, \langle 0, 2, 6t \rangle, \sqrt{1 + 4t^2 + 9t^4}$

11.  $\sqrt{2}\mathbf{i} + e^{-t}\mathbf{j} - e^{-t}\mathbf{k}, e^{-t}\mathbf{j} + e^{-t}\mathbf{k}, e^t + e^{-t}$

13.  $e'[\cos t - \sin t]\mathbf{i} + (\sin t + \cos t)\mathbf{j} + (t+1)\mathbf{k},$   
 $e'[-2 \sin t \mathbf{i} + 2 \cos t \mathbf{j} + (t+2)\mathbf{k}], e^t \sqrt{t^2 + 2t + 3}$

15.  $\mathbf{v}(t) = t\mathbf{i} + 2t\mathbf{j} + \mathbf{k}, \mathbf{r}(t) = \left(\frac{1}{2}t^2 + 1\right)\mathbf{i} + t^2\mathbf{j} + t\mathbf{k}$

17. (a)  $\mathbf{r}(t) = \left(\frac{1}{3}t^3 + t\right)\mathbf{i} + (t - \sin t + 1)\mathbf{j} + \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{4}\cos 2t\right)\mathbf{k}$   
(b)



19.  $t = 4$

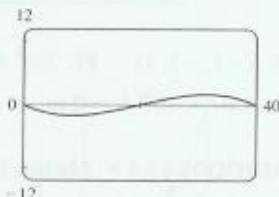
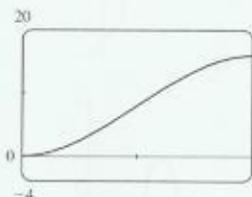
21.  $\mathbf{r}(t) = t\mathbf{i} - t\mathbf{j} + \frac{5}{2}t^2\mathbf{k}, |\mathbf{v}(t)| = \sqrt{25t^2 + 2}$

23. (a)  $\approx 22$  km (b)  $\approx 3.2$  km (c)  $500$  m/s

25.  $30$  m/s 27.  $\approx 10.2, \approx 79.8$

29.  $13.0^\circ < \theta < 36.0^\circ, 55.4^\circ < \theta < 85.5^\circ$

31. (a)  $16$  m (b)  $\approx 23.6^\circ$  rio acima



33.  $6t, 6$

35.  $0, 1$

37.  $e^t - e^{-t}, \sqrt{2}$

39.  $4.5 \text{ cm/s}^2, 9.0 \text{ cm/s}^2$

41.  $t = 1$

## CAPÍTULO 13 REVISÃO ■ PÁGINA 809

Testes Verdadeiro-Falso

1. Verdadeiro

3. Falso

5. Falso

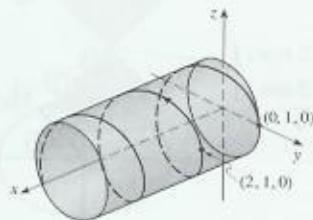
7. Verdadeiro

9. Falso

11. Verdadeiro

## Exercícios

1. (a)



(b)  $\mathbf{r}'(t) = \mathbf{i} - \pi \sin \pi t \mathbf{j} + \pi \cos \pi t \mathbf{k},$   
 $\mathbf{r}''(t) = -\pi^2 \cos \pi t \mathbf{j} - \pi^2 \sin \pi t \mathbf{k}$

3.  $\mathbf{r}(t) = 4 \cos t \mathbf{i} + 4 \sin t \mathbf{j} + (5 - 4 \cos t)\mathbf{k}, 0 \leq t \leq 2\pi$

5.  $\frac{1}{3}\mathbf{i} - (2/\pi^2)\mathbf{j} + (2/\pi)\mathbf{k}$  7.  $86,631$  9.  $\pi/2$

11. (a)  $\langle r^2, t, 1 \rangle / \sqrt{r^4 + t^2 + 1}$

(b)  $\langle 2t, 1 - t^4, -2t^3 - t \rangle / \sqrt{t^8 + 4t^6 + 2t^4 + 5t^2}$

(c)  $\sqrt{t^8 + 4t^6 + 2t^4 + 5t^2} / (t^4 + t^2 + 1)^2$

13.  $12/17^{3/2}$  15.  $x - 2y + 2\pi = 0$

17.  $\mathbf{v}(t) = (1 + \ln t)\mathbf{i} + \mathbf{j} - e^{-t}\mathbf{k},$   
 $|\mathbf{v}(t)| = \sqrt{2 + 2 \ln t + (\ln t)^2 + e^{-2t}}, \mathbf{a}(t) = (1/t)\mathbf{i} + e^{-t}\mathbf{k}$

19. (a) Cerca de  $0.8$  m acima do solo,  $18.4$  m do atleta  
(b)  $\approx 6.3$  m (c)  $\approx 19.1$  m do atleta

21. (c)  $-2e^{-t}\mathbf{v}_d + e^{-t}\mathbf{R}$

## PROBLEMAS QUENTES ■ PÁGINA 812

1. (a)  $\mathbf{v} = \omega R(-\sin \omega t \mathbf{i} + \cos \omega t \mathbf{j})$  (c)  $\mathbf{a} = \omega^2 \mathbf{r}$

3. (a)  $90^\circ, v_0^2/(2g)$

5. (a)  $\approx 0.25$  m para a direita do lado da mesa,  $\approx 4.9$  m/s  
(b)  $\approx 5.9^\circ$  (c)  $\approx 0.56$  m para a direita do lado da mesa

7.  $56^\circ$

## CAPÍTULO 14

## EXERCÍCIOS 14.1 ■ PÁGINA 825

1. (a)  $-27$ ; uma temperatura de  $-15^\circ\text{C}$  com vento soprando a  $40$  km/h dá uma sensação equivalente a cerca de  $-27^\circ\text{C}$  sem vento.

(b) Quando a temperatura é  $-20^\circ\text{C}$ , qual velocidade do vento dá uma sensação térmica de  $-30^\circ\text{C}$ ?  $20$  km/h

(c) Com uma velocidade do vento de  $20$  km/h, qual temperatura dá uma sensação térmica de  $-49^\circ\text{C}$ ?  $-35^\circ\text{C}$

(d) Uma função da velocidade do vento que dá os valores da sensação térmica quando a temperatura é  $-5^\circ\text{C}$

(e) Uma função da temperatura que dá os valores da sensação térmica quando a velocidade do vento é  $50$  km/h

3. Sim

5. (a)  $7.7$ ; um vento de  $80$  km/h soprando em mar aberto por  $15$  h criará ondas de cerca de  $7.7$  m de altura.

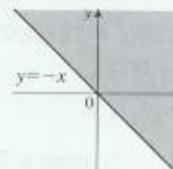
(b)  $f(60, t)$  é uma função de  $t$  que dá a altura das ondas produzidas por ventos de  $60$  km/h soprando por  $t$  horas.

(c)  $f(v, 30)$  é uma função de  $v$  que dá a altura das ondas produzidas por ventos de velocidade  $v$  soprando por  $30$  horas.

7. (a)  $4$  (b)  $\mathbb{R}^2$  (c)  $[0, \infty)$

9. (a)  $e$  (b)  $\{(x, y, z) | z \geq x^2 + y^2\}$  (c)  $[1, \infty)$

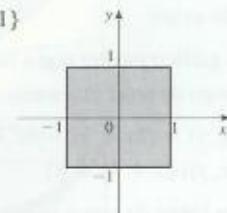
11.  $\{(x, y) | y \geq -x\}$



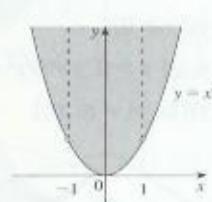
13.  $\{(x, y) \mid \frac{1}{9}x^2 + y^2 < 1\}$



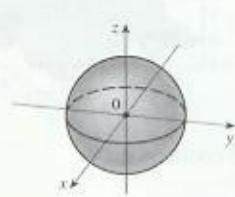
15.  $\{(x, y) \mid -1 \leq x \leq 1, -1 \leq y \leq 1\}$



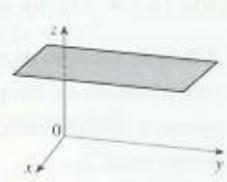
17.  $\{(x, y) \mid y \geq x^2, x \neq \pm 1\}$



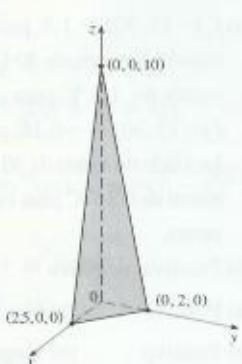
19.  $\{(x, y, z) \mid x^2 + y^2 + z^2 \leq 1\}$



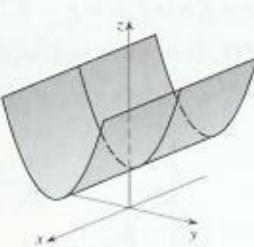
21.  $z = 3$ , plano horizontal



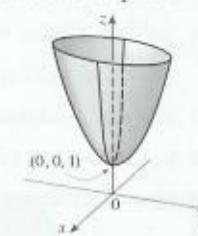
23.  $4x + 5y + z = 10$ , plano



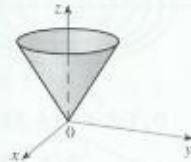
25.  $z = y^2 + 1$ , cilindro parabólico



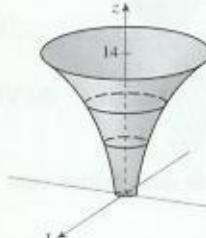
27.  $z = 4x^2 + y^2 + 1$   
parabolóide elíptico



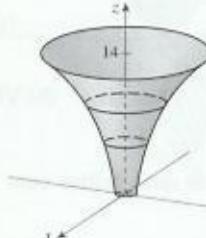
29.  $z = \sqrt{x^2 + y^2}$ ,  
metade de cima do cone



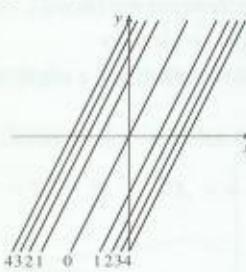
31.  $=56, =35$



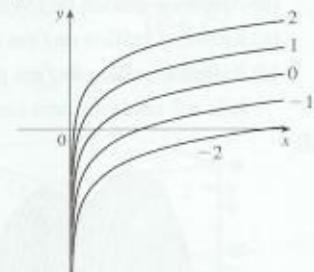
35.



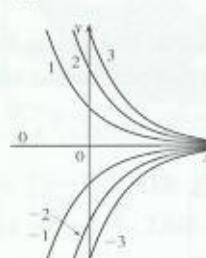
39.  $(y - 2x)^2 = k$



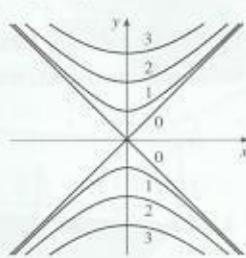
41.  $y = \ln x + k$



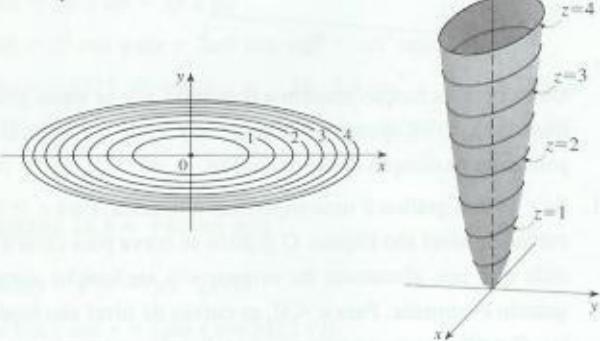
43.  $y = ke^{-x}$



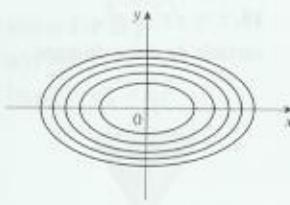
45.  $y^2 - x^2 = k^2$



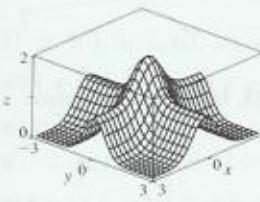
47.  $x^2 + 9y^2 = k$



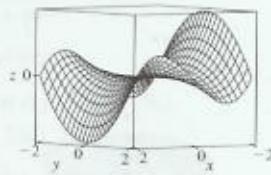
49.



51.



53.



55. (a) C (b) II

57. (a) F (b) I

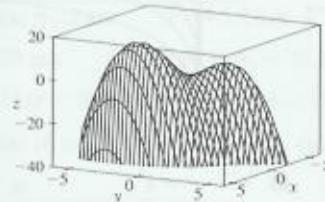
59. (a) B (b) VI

61. Família de planos paralelos

63. Família de hiperboloides de uma ou duas folhas com eixo no eixo y

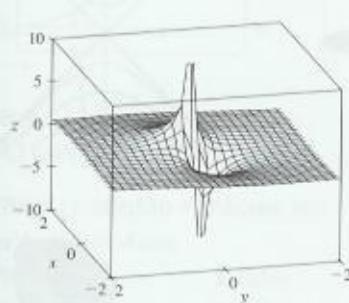
65. (a) Translada o gráfico de  $f$  duas unidades para cima  
 (b) Amplia o gráfico de  $f$  verticalmente por um fator 2  
 (c) Reflete o gráfico de  $f$  em relação ao plano  $xy$   
 (d) Reflete o gráfico de  $f$  em relação ao plano  $xy$  e a seguir translada-o 2 unidades para cima

67.



$f$  parece ter um valor máximo de cerca de 15. Existem dois pontos de máximo locais, mas nenhum ponto de mínimo local.

69.



Os valores da função tendem a 0 quando  $x, y$  se torna grande; quando  $(x, y)$  se aproxima da origem,  $f$  tende a  $\pm\infty$  ou 0, dependendo da direção de aproximação.

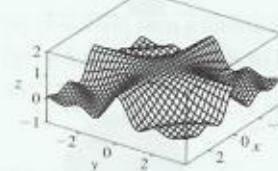
71. Se  $c = 0$ , o gráfico é uma superfície cilíndrica. Para  $c > 0$ , as curvas de nível são elipses. O gráfico se curva para cima à medida que nos afastamos da origem e a inclinação aumenta quando  $c$  aumenta. Para  $c < 0$ , as curvas de nível são hipérboles. O gráfico se curva para cima na direção  $y$  e para baixo, tendendo ao plano  $xy$ , na direção  $x$  produzindo uma aparência de sela próximo a  $(0, 0, 1)$ .

73.  $c = -2, 0, 2$ 75. (b)  $y = 0,75x + 0,01$ 

## EXERCÍCIOS 14.2 ■ PÁGINA 835

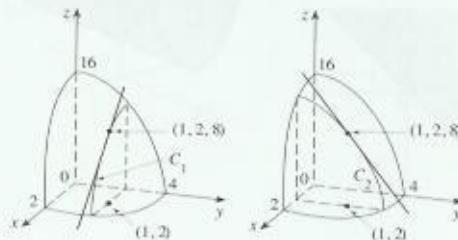
1. Nada; se  $f$  for contínua,  $f(3, 1) = 6$       3.  $-\frac{5}{2}$   
 5. 2 025      7.  $\frac{2}{3}$       9. Não existe      11. Não existe  
 13. 0      15. Não existe      17. 2      19. 1  
 21. Não existe  
 23. O gráfico mostra que a função tende a números diferentes ao longo de retas diferentes.  
 25.  $h(x, y) = (2x + 3y - 6)^2 + \sqrt{2x + 3y - 6};$   
 $\{(x, y) | 2x + 3y \geq 6\}$   
 27. Ao longo da reta  $y = x$       29.  $\{(x, y) | y \neq x^2\}$   
 31.  $\{(x, y) | y \geq 0\}$       33.  $\{(x, y) | x^2 + y^2 > 4\}$   
 35.  $\{(x, y, z) | y \geq 0, y \neq \sqrt{x^2 + z^2}\}$   
 37.  $\{(x, y) | (x, y) \neq (0, 0)\}$       39. 0      41. -1

43.

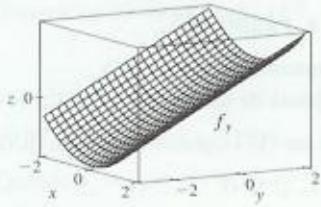
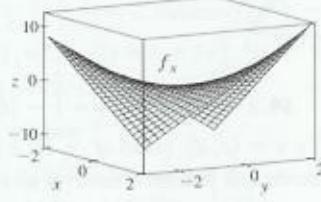
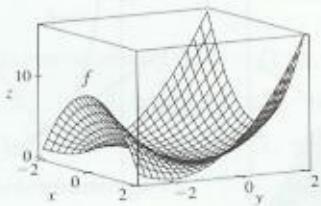
 $f$  é contínua em  $\mathbb{R}^2$ 

## EXERCÍCIOS 14.3 ■ PÁGINA 845

1. (a) A taxa de variação da temperatura quando a longitude varia, com a latitude e o tempo fixados; a taxa de variação quando apenas a latitude varia; a taxa de variação quando apenas o tempo varia.  
 (b) Positiva, negativa, positiva  
 3. (a)  $f_r(-15, 30) \approx 1,3$ ; para uma temperatura de  $-15^\circ\text{C}$  e velocidade do vento de  $30 \text{ km/h}$ , o índice de sensação térmica aumenta de  $1,3^\circ\text{C}$  para cada grau que a temperatura aumenta.  
 $f_v(-15, 30) \approx -0,15$ ; para uma temperatura de  $-15^\circ\text{C}$  e velocidade do vento de  $30 \text{ km/h}$ , o índice de sensação térmica diminui de  $0,15^\circ\text{C}$  para cada  $\text{km/h}$  de aumento na velocidade do vento.  
 (b) Positiva, negativa      (c) 0  
 5. (a) Positivo      (b) Negativo  
 7. (a) Positivo      (b) Negativo  
 9.  $c = f, b = f_x, a = f_y$   
 11.  $f_x(1, 2) = -8$  = inclinação de  $C_1, f_y(1, 2) = -4$  = inclinação de  $C_2$



13.  $f_x = 2x + 2xy, f_y = 2y + x^2$



15.  $f_x(x, y) = 3, f_y(x, y) = 8y^3$

17.  $\partial z/\partial x = e^{3y}, \partial z/\partial y = 3xe^{3y}$

19.  $\partial z/\partial x = 20(2x + 3y)^9, \partial z/\partial y = 30(2x + 3y)^9$

21.  $f_x(x, y) = 2y/(x + y)^2, f_y(x, y) = -2x/(x + y)^2$

23.  $\partial w/\partial \alpha = \cos \alpha \cos \beta, \partial w/\partial \beta = -\sin \alpha \sin \beta$

25.  $f_r(r, s) = \frac{2r^2}{r^2 + s^2} + \ln(r^2 + s^2), f_s(r, s) = \frac{2rs}{r^2 + s^2}$

27.  $\partial u/\partial t = e^{wt}(1 - w/t), \partial u/\partial w = e^{wt}$

29.  $f_x = z - 10xy^3z^4, f_y = -15x^2y^2z^4, f_z = x - 20x^2y^3z^3$

31.  $\partial w/\partial x = 1/(x + 2y + 3z), \partial w/\partial y = 2/(x + 2y + 3z), \partial w/\partial z = 3/(x + 2y + 3z)$

33.  $\partial u/\partial x = y \operatorname{sen}^{-1}(yz), \partial u/\partial y = x \operatorname{sen}^{-1}(yz) + xyz/\sqrt{1 - y^2z^2}, \partial u/\partial z = xy^2/\sqrt{1 - y^2z^2}$

35.  $f_x = yz^2 \operatorname{tg}(yt), f_y = xyz^2t \sec^2(yt) + xz^2 \operatorname{tg}(yt), f_z = 2xyz \operatorname{tg}(yt), f_t = xy^2z^2 \sec^2(yt)$

37.  $\partial u/\partial x_i = x_i/\sqrt{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2}$

39.  $\frac{1}{5}$                           41.  $\frac{1}{4}$

43.  $f_x(x, y) = y^2 - 3x^2y, f_y(x, y) = 2xy - x^3$

45.  $\frac{\partial z}{\partial x} = \frac{3yz - 2x}{2z - 3xy}, \frac{\partial z}{\partial y} = \frac{3xz - 2y}{2z - 3xy}$

47.  $\frac{\partial z}{\partial x} = \frac{1 + y^2z^2}{1 + y + y^2z^2}, \frac{\partial z}{\partial y} = \frac{-z}{1 + y + y^2z^2}$

49. (a)  $f'(x), g'(y)$                   (b)  $f'(x + y), f'(x + y)$

51.  $f_{xx} = 6xy^5 + 24x^2y, f_{yy} = 15x^2y^4 + 8x^3 = f_{yy}, f_{xy} = 20x^3y^3$

53.  $w_{uv} = v^2/(u^2 + v^2)^{3/2}, w_{uw} = -uv/(u^2 + v^2)^{3/2} = w_{vu}, w_{vv} = u^2/(u^2 + v^2)^{3/2}$

55.  $z_{xx} = -2x/(1+x^2)^2, z_{yy} = 0 = z_{yy}, z_{yy} = -2y/(1+y^2)^2$

61.  $12xy, 72xy$

63.  $24 \operatorname{sen}(4x + 3y + 2z), 12 \operatorname{sen}(4x + 3y + 2z)$

65.  $\theta e''(2 \operatorname{sen} \theta + \theta \cos \theta + r\theta \operatorname{sen} \theta)$     67.  $4/(y + 2z)^3, 0$

69.  $\approx 12,2, \approx 16,8, \approx 23,25$

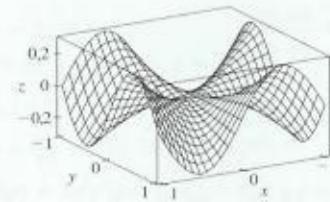
81.  $R^2/R_1^2$

87. Não

89.  $x = 1 + t, y = 2, z = 2 - 2t$

93. 2

95. (a)



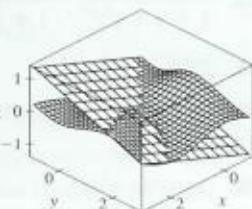
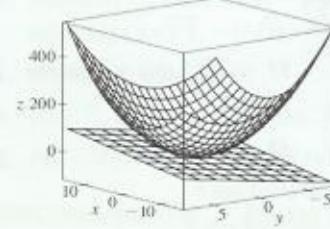
(b)  $f_x(x, y) = \frac{x^4y + 4x^2y^3 - y^5}{(x^2 + y^2)^2}, f_y(x, y) = \frac{x^5 - 4x^3y^2 - xy^4}{(x^2 + y^2)^2}$

(c) 0, 0                  (e) Não, já que  $f_{xy}$  e  $f_{yx}$  não são contínuas.

#### EXERCÍCIOS 14.4 ■ PÁGINA 855

1.  $z = 8x - 2y$                   3.  $x + y - 2z = 0$                   5.  $z = y$

7.  $9.$



11.  $2x + \frac{1}{4}y - 1$                   13.  $\frac{1}{9}x - \frac{2}{9}y + \frac{2}{3}$                   15.  $1 - \pi y$

19.  $-\frac{2}{3}x - \frac{7}{3}y + \frac{20}{3}; 2,846$                   21.  $\frac{3}{7}x + \frac{2}{7}y + \frac{6}{7}z; 6,9914$

23.  $2T + 0,3H - 40,5; 44,4^\circ\text{C}$

25.  $dz = 3x^2 \ln(y^2)dx + (2x^3/y)dy$

27.  $dm = 5p^4q^3dp + 3p^5q^2dq$

29.  $dR = \beta^2 \cos \gamma d\alpha + 2\alpha\beta \cos \gamma d\beta - \alpha\beta^2 \operatorname{sen} \gamma dy$

31.  $\Delta z = 0,9225, dz = 0,9$

33.  $5,4 \text{ cm}^2$

35.  $16 \text{ cm}^3$

37.  $7,2 \text{ m}^2$

39.  $\frac{1}{17} = 0,059$

41. 2,3%

43.  $\varepsilon_1 = \Delta x, \varepsilon_2 = \Delta y$

#### EXERCÍCIOS 14.5 ■ PÁGINA 863

1.  $4(2xy + y^2)t^3 - 3(x^2 - 2xy)t^2$

3.  $\pi \cos x \cos y - (\operatorname{sen} x \operatorname{sen} y)/(2\sqrt{t})$

5.  $e^{yt}[2t - (x/z) - (2xy/z^2)]$

7.  $\partial z/\partial s = 2xy^3 \cos t + 3x^2y^2 \operatorname{sen} t,$

$\partial z/\partial t = -2sxy^3 \operatorname{sen} t + 3sx^2y^2 \cos t$

9.  $\frac{\partial z}{\partial s} = t^2 \cos \theta \cos \phi - 2st \sin \theta \sin \phi$ ,  
 $\frac{\partial z}{\partial t} = 2st \cos \theta \cos \phi - s^2 \sin \theta \sin \phi$

11.  $\frac{\partial z}{\partial s} = e^t \left( t \cos \theta - \frac{s}{\sqrt{s^2 + t^2}} \sin \theta \right)$

$\frac{\partial z}{\partial t} = e^t \left( s \cos \theta - \frac{t}{\sqrt{s^2 + t^2}} \sin \theta \right)$

13. 62

15. 7, 2

17.  $\frac{\partial u}{\partial r} = \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial r} + \frac{\partial u}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial r}, \frac{\partial u}{\partial s} = \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial s} + \frac{\partial u}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial s},$

$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial t} + \frac{\partial u}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial t},$

19.  $\frac{\partial w}{\partial x} = \frac{\partial w}{\partial r} \frac{\partial r}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial s} \frac{\partial s}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial t} \frac{\partial t}{\partial x},$

$\frac{\partial w}{\partial y} = \frac{\partial w}{\partial r} \frac{\partial r}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial s} \frac{\partial s}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial t} \frac{\partial t}{\partial y}$

21. 85, 178, 54

23.  $\frac{9}{7}, \frac{9}{7}$ 

25. 36, 24, 30

27.  $\frac{4(xy)^{3/2} - y}{x - 2x^2\sqrt{xy}}$

29.  $\frac{\sin(x-y) + e^y}{\sin(x-y) - xe^y}$

31.  $\frac{3yz - 2x}{2z - 3xy}, \frac{3xz - 2y}{2z - 3xy}, \frac{z}{z}$

33.  $\frac{1 + y^2 z^2}{1 + y + y^2 z^2}, \frac{z}{1 + y + y^2 z^2}$

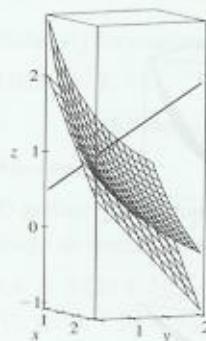
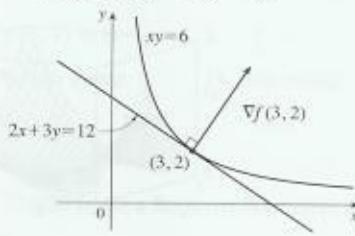
35. 2°C/s

37.  $\approx 0,33$  m/s por minuto39. (a) 6 m<sup>3</sup>/s      (b) 10 m<sup>2</sup>/s      (c) 0 m/s41.  $\approx 0,27$  L/s      43.  $-1/(12\sqrt{3})$  rad/s45. (a)  $\frac{\partial z}{\partial r} = (\frac{\partial z}{\partial x}) \cos \theta + (\frac{\partial z}{\partial y}) \sin \theta$ ,  
 $\frac{\partial z}{\partial \theta} = -(\frac{\partial z}{\partial x})r \sin \theta + (\frac{\partial z}{\partial y})r \cos \theta$ 51.  $4rs \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + (4r^2 + 4s^2) \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} + 4rs \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} + 2 \frac{\partial z}{\partial y}$ 

## EXERCÍCIOS 14.6 ■ PÁGINA 874

1.  $\approx 0,008$  hPa/km      3.  $\approx 0,778$       5.  $2 + \sqrt{3}/2$ 7. (a)  $\nabla f(x, y) = \langle 5y^2 - 12x^2y, 10xy - 4x^3 \rangle$       (b)  $\langle -4, 16 \rangle$   
(c)  $172/13$ 9. (a)  $\langle e^{2yc}, 2xze^{2yc}, 2xye^{2yc} \rangle$       (b)  $\langle 1, 12, 0 \rangle$       (c)  $-\frac{22}{3}$ 11.  $23/10$       13.  $-8/\sqrt{10}$       15.  $4/\sqrt{30}$       17.  $9/(2\sqrt{5})$ 19.  $2/5$       21.  $4\sqrt{2}, \langle -1, 1 \rangle$       23.  $1, \langle 0, 1 \rangle$ 25.  $1, \langle 3, 6, -2 \rangle$       27. (b)  $\langle -12, 92 \rangle$ 29. Todos os pontos na reta  $y = x + 1$       31. (a)  $40/(3\sqrt{3})$ 33. (a)  $32\sqrt{3}$       (b)  $\langle 38, 6, 12 \rangle$       (c)  $2\sqrt{406}$       35.  $\frac{377}{13}$ 39. (a)  $x + y + z = 11$       (b)  $x - 3 = y - 3 = z - 5$ 41. (a)  $4x - 5y - z = 4$       (b)  $\frac{x-2}{4} = \frac{y-1}{-5} = \frac{z+1}{-1}$ 43. (a)  $x + y - z = 1$       (b)  $x - 1 = y = -z$ 

45.

47.  $\langle 2, 3 \rangle, 2x + 3y = 12$ 

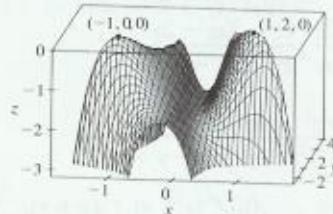
53. Não

59.  $x = -1 - 10t, y = 1 - 16t, z = 2 - 12t$ 63. Se  $\mathbf{u} = \langle a, b \rangle$  e  $\mathbf{v} = \langle c, d \rangle$ , então  $af_x + bf_y$  e  $cf_x + df_y$  são conhecidos, de modo que podemos resolver as equações lineares para  $f_x$  e  $f_y$ .

## EXERCÍCIOS 14.7 ■ PÁGINA 884

1. (a)  $f$  tem um mínimo local em  $(1, 1)$ .(b)  $f$  tem um ponto de sela em  $(1, 1)$ .3. Mínimo local em  $(1, 1)$ , ponto de sela em  $(0, 0)$ 5. Máximo  $f(-1, \frac{1}{2}) = 11$ 7. Mínimo  $f(0, 0) = 4$ , pontos de sela em  $(\pm\sqrt{2}, -1)$ 9. Ponto de sela em  $(1, 2)$ 11. Mínimo  $f(2, 1) = -8$ , ponto de sela em  $(0, 0)$ 13. Nenhum      15. Mínimo  $f(0, 0) = 0$ , ponto de sela em  $(\pm 1, 0)$ 17. Mínimo  $f(0, 1) = f(\pi, -1) = f(2\pi, 1) = -1$ , ponto de sela em  $(\pi/2, 0), (3\pi/2, 0)$ 21. Mínimos  $f(1, \pm 1) = 3, f(-1, \pm 1) = 3$ 23. Máximo  $f(\pi/3, \pi/3) = 3\sqrt{3}/2$ ,mínimo  $f(5\pi/3, 5\pi/3) = -3\sqrt{3}/2$ , ponto de sela em  $(\pi, \pi)$ 25. Mínimos  $f(-1, 714, 0) \approx -9,200, f(1, 402, 0) = 0,242$ , ponto de sela  $(0, 312, 0)$ , ponto mais baixo  $(-1, 714, 0, -9,200)$ 27. Máximos  $f(-1, 267, 0) = 1,310, f(1, 629, \pm 1,063) \approx 8,105$ , pontos de sela em  $(-0,259, 0), (1,526, 0)$ , pontos mais altos  $(1,629, \pm 1,063, 8,105)$ 29. Máximo  $f(2, 0) = 9$ , mínimo  $f(0, 3) = -14$ 31. Máximo  $f(\pm 1, 1) = 7$ , mínimo  $f(0, 0) = 4$ 33. Máximo  $f(3, 0) = 83$ , mínimo  $f(1, 1) = 0$ 35. Máximo  $f(1, 0) = 2$ , mínimo  $f(-1, 0) = -2$ 

37.

39.  $\sqrt{3}$       41.  $(2, 1, \sqrt{5}), (2, 1, -\sqrt{5})$       43.  $\frac{100}{3}, \frac{100}{3}, \frac{100}{3}$ 45.  $8r^3/(3\sqrt{3})$       47.  $\frac{4}{3}$       49. Cubo, comprimento da aresta  $c/12$ 51. Base quadrada de lado 40 cm, altura 20 cm      53.  $L^3/(3\sqrt{3})$

## EXERCÍCIOS 14.8 ■ PÁGINA 893

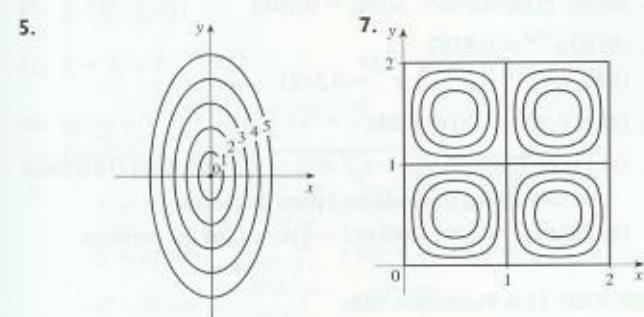
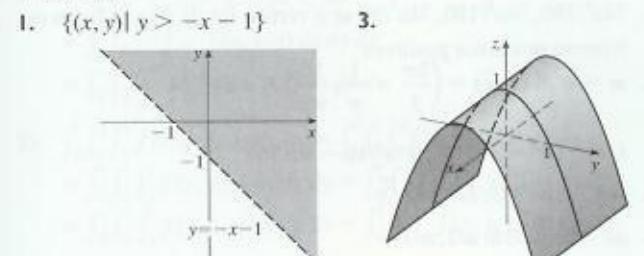
1.  $\approx 59,30$
3. Nenhum máximo, mínimos  $f(1, 1) = f(-1, -1) = 2$
5. Máximos  $f(\pm 2, 1) = 4$ , mínimos  $f(\pm 2, -1) = -4$
7. Máximo  $f(1, 3, 5) = 70$ , mínimo  $f(-1, -3, -5) = -70$
9. Máximo  $2\sqrt{3}$ , mínimo  $-2\sqrt{3}$
11. Máximo  $\sqrt{3}$ , mínimo 1
13. Máximo  $f\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right) = 2$ , mínimo  $f\left(-\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}\right) = -2$
15. Máximo  $f(1, \sqrt{2}, -\sqrt{2}) = 1 + 2\sqrt{2}$ , mínimo  $f(1, -\sqrt{2}, \sqrt{2}) = 1 - 2\sqrt{2}$
17. Máximo  $\frac{1}{2}$ , mínimo  $\frac{1}{2}$
19. Máximos  $f(\pm 1/\sqrt{2}, \mp 1/(2\sqrt{2})) = e^{-1/4}$ , mínimos  $f(\pm 1/\sqrt{2}, \pm 1/(2\sqrt{2})) = e^{-1/4}$
- 27-37. Veja os Exercícios 39-49 na Seção 14.7.
39.  $L^3/(3\sqrt{3})$
41. Mais próximo  $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$ , mais longe  $(-1, -1, 2)$
43. Máximo  $\approx 9,7938$ , mínimo  $\approx -5,3506$
45. (a)  $c/n$  (b) Quando  $x_1 = x_2 = \dots = x_n$

## CAPÍTULO 14 REVISÃO ■ PÁGINA 897

## Testes Verdadeiro-Falso

- |               |          |                |
|---------------|----------|----------------|
| 1. Verdadeiro | 3. Falso | 5. Falso       |
| 7. Verdadeiro | 9. Falso | 11. Verdadeiro |

## Exercícios



9.  $\frac{2}{3}$
11. (a)  $\approx 3,5^\circ\text{C}/\text{m}$ ,  $-3,0^\circ\text{C}/\text{m}$   
(b)  $\approx 0,35^\circ\text{C}/\text{m}$  pela Equação 14.6.9 (a Definição 14.6.2 dá  $\approx 1,1^\circ\text{C}/\text{m}$ ) (c)  $-0,25$
13.  $f_x = 1/\sqrt{2x+y^2}$ ,  $f_y = y/\sqrt{2x+y^2}$
15.  $g_u = \operatorname{tg}^{-1} v$ ,  $g_v = u/(1+v^2)$

17.  $T_p = \ln(q+e')$ ,  $T_q = p/(q+e')$ ,  $T_r = pe'/(q+e')$

19.  $f_{xx} = 24x$ ,  $f_{yy} = -2y$ ,  $f_{xy} = f_{yx} = -2x$

21.  $f_{xx} = k(k-1)x^{k-2}y^l z^m$ ,  $f_{yy} = klx^{k-1}y^{l-1}z^m = f_{yx}$ ,  
 $f_{xz} = kmx^{k-1}y^l z^{m-1} = f_{zx}$ ,  $f_{yz} = l(l-1)x^k y^{l-2} z^m$ ,  
 $f_{yz} = lm x^k y^{l-1} z^{m-1} = f_{zy}$ ,  $f_{xz} = m(m-1)x^k y^l z^{m-2}$

25. (a)  $z = 8x + 4y + 1$  (b)  $\frac{x-1}{8} = \frac{y+2}{4} = 1-z$

27. (a)  $2x - 2y - 3z = 3$  (b)  $\frac{x-2}{4} = \frac{y+1}{-4} = \frac{z-1}{-6}$

29. (a)  $4x - y - 2z = 6$   
(b)  $x = 3 + 8t$ ,  $y = 4 - 2t$ ,  $z = 1 - 4t$

31.  $(2, \frac{1}{2}, -1)$ ,  $(-2, -\frac{1}{2}, 1)$

33.  $60x + \frac{24}{5}y + \frac{32}{5}z = 120$ ; 38,656

35.  $2xy^3(1+6p) + 3x^2y^2(pe'' + e'') + 4z^3(p \cos p + \sin p)$

37.  $-47, 108$  43.  $ze^{xy}\langle z\sqrt{y}, xz/(2\sqrt{y}), 2 \rangle$  45.  $\frac{43}{5}$

47.  $\sqrt{145}/2$ ,  $\langle 4, \frac{3}{2} \rangle$  49.  $\approx \frac{5}{8}$  nós/mi

51. Mínimo  $f(-4, 1) = -11$

53. Máximo  $f(1, 1) = 1$ ; pontos de sela  $(0, 0)$ ,  $(0, 3)$ ,  $(3, 0)$

55. Máximo  $f(1, 2) = 4$ , mínimo  $f(2, 4) = -64$

57. Máximo  $f(-1, 0) = 2$ , mínimo  $f(1, \pm 1) = -3$ , pontos de sela  $(-1, \pm 1)$ ,  $(1, 0)$

59. Máximo  $f(\pm\sqrt{2}/3, 1/\sqrt{3}) = 2/(3\sqrt{3})$ , mínimo  $f(\pm\sqrt{2}/3, -1/\sqrt{3}) = -2/(3\sqrt{3})$

61. Máximo 1, mínimo  $-1$

63.  $(\pm 3^{-1/4}, 3^{-1/4}\sqrt{2}, \pm 3^{1/4}), (\pm 3^{-1/4}, 3^{-1/4}\sqrt{2}, \pm 3^{1/4})$

65.  $P(2-\sqrt{3}), P(3-\sqrt{3})/6, P(2\sqrt{3}-3)/3$

## PROBLEMAS QUENTES ■ PÁGINA 902

1.  $L^2W^2$ ,  $\frac{1}{4}L^2W^2$  3. (a)  $x = w/3$ , base  $= w/3$  (b) Sim  
7.  $\sqrt{6}/2$ ,  $3\sqrt{2}/2$

## CAPÍTULO 15

## EXERCÍCIOS 15.1 ■ PÁGINA 912

1. (a) 288 (b) 144
  3. (a)  $\pi^2/2 \approx 4,935$  (b) 0
  5. (a) -6 (b) 3,5
  7.  $U < V < L$
  9. (a)  $\approx 248$  (b) 15,5
  11. 60 13. 3
  15. 1,141606, 1,143191, 1,143535, 1,143617, 1,143637, 1,143642
- EXERCÍCIOS 15.2 ■ PÁGINA 917
1.  $500y^3, 3x^2$  3. 10 5. 1 7.  $261,632/45$  9.  $\frac{21}{2} \ln 2$
  11. 0 13.  $\pi$  15.  $\frac{21}{2}$  17.  $9 \ln 2$
  19.  $\frac{1}{2}(\sqrt{3}-1)-\frac{1}{12}\pi$  21.  $\frac{1}{2}(e^2-3)$