

Apêndice B

Respostas dos Exercícios

Capítulo 1

Seção 1.4

1. a) $C(h, l) = \sqrt{h^2 + l^2}$ b) $V(x, y) = \pi x^2 y$ c) $f(a, b) = 2a + 2b$
d) $f(x, y, z) = 2xz + 2yz$ e) $V(x, y, z) = xyz$ f) $d(P, Q) = \sqrt{(x-u)^2 + (y-v)^2 + (z-w)^2}$
g) $T(x, y, z) = \sqrt{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2 + (z-z_0)^2}$, onde (x_0, y_0, z_0) é o centro da esfera.
2. $R(x, y) = 1300x + 1700y + 32xy - 50x^2 - 20y^2$
3. a) $D(z) = \mathbb{R}^2, Im(z) = \mathbb{R}$ b) $D(f) = \mathbb{R}^2, Im(f) = [1, +\infty)$
c) $D(z) = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 \mid x^2 + y^2 \leq 9\}, Im(z) = [0, 3]$ d) $D(w) = \mathbb{R}^3, Im(w) = [1, +\infty)$
e) $D(f) = \mathbb{R}^3, Im(f) = [0, +\infty)$ f) $D(f) = \mathbb{R}^2, Im(f) = \mathbb{R}$
g) $D(z) = \mathbb{R}^2, Im(z) = [-2, +\infty)$ h) $D(f) = \mathbb{R}^2, Im(f) = \mathbb{R}$
i) $D(w) = \mathbb{R}^2, Im(w) = [4, +\infty)$ j) $D(f) = \mathbb{R}^2, Im(f) = (-\infty, 4]$
4. a) $D(z) = \mathbb{R}^2$ b) $D(z) = \mathbb{R}^3 - \{(0, 0, 0)\}$ c) $D(z) = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 \mid |x| > |y|\}$
d) $D(z) = \mathbb{R}^2$ e) $D(z) = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 \mid x^2 + y^2 \geq 1\}$ f) $D(z) = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 \mid x^2 + y^2 < 16\}$
g) $D(z) = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 \mid y \neq 0\}$
h) $D(z) = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 \mid y \neq 0\}$ i) $D(y) = \{(x, z) \in \mathbb{R}^2 \mid x \geq -1 \text{ e } z > -1 \text{ ou } x \leq -1 \text{ e } z < -1\}$
j) $D(w) = \{(x, y, z) \in \mathbb{R}^3 \mid x^2 + y^2 + z^2 < 9\}$ k) $D(z) = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 \mid y \neq -x\}$
l) $D(z) = \{(u, v, w) \in \mathbb{R}^3 \mid u^2 + v^2 + w^2 \leq 5\}$ m) $D(f) = \mathbb{R}^2$
n) $D(z) = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 \mid x + y > 3\}$ o) $D(z) = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 \mid x \geq -4 \text{ e } y > 1\}$
p) $D(f) = \{(x, y, z) \in \mathbb{R}^3 \mid -1 \leq x \leq 1, -1 \leq y \leq 1, -1 \leq z \leq 1\}$
q) $D(z) = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 \mid 5x - 2y + 4 > 0\}$ r) $D(z) = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 \mid |x| + |y| \geq 1\}$
5. Observação: Existem outras soluções.
a) $y_1 = \sqrt{x^2(9-x^2)} + z$ $y_2 = -\sqrt{x^2(9-x^2)} + z$ $D(y_1) = D(y_2) = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 \mid z \geq x^2(x^2 - 9)\}$
b) $z_1 = \sqrt{9-x^2-(y-3)^2}$ $z_2 = -\sqrt{9-x^2-(y-3)^2}$ $D(z_1) = D(z_2) = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 \mid x^2 + (y-3)^2 \leq 9\}$
c) $l_1 = \sqrt{m^2 + n^2}$ $l_2 = -\sqrt{m^2 + n^2}$ $D(l_1) = D(l_2) = \mathbb{R}^2$
6. a) $D(z) = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 \mid 2x + y \neq 0\}$ b) $\frac{x + \Delta x + y}{2x + 2\Delta x + y}$ c) $\frac{1}{2}$
8. Circunferências concêntricas: $x^2 + y^2 = k, 0 \leq k \leq 16$
9. Segmentos de retas verticais: $x = \sqrt{4-k}, -12 \leq k \leq 4$

10. Circunferências concêntricas: $x^2 + y^2 = 4 - \frac{k}{2}$, $-42 \leq k \leq 8$

12. a) $z = \frac{4}{9}(x^2 + y^2)$ $z = 4 - \frac{4}{9}(x^2 + y^2)$ $z = \frac{3}{2} + \frac{5}{18}(x^2 + y^2)$

14. a) $\begin{cases} x^2 + y^2 = 1; \\ z = 1 \end{cases}$ $\begin{cases} z = 1 + y^2; \\ x = 1 \end{cases}$ $\begin{cases} z = 1 + x^2 \\ y = 1 \end{cases}$

b) $\begin{cases} x^2 + y^2 = 1 \\ z = 1 \end{cases}$ $\begin{cases} z = |y|; \\ x = 0 \end{cases}$ $\begin{cases} z = \sqrt{2} \cdot |x| \\ y = x \end{cases}$

c) $\begin{cases} x^2 + y^2 = 3 \\ z = 1 \end{cases}$ $\begin{cases} z = \sqrt{4 - x^2}; \\ y = 0 \end{cases}$ $\begin{cases} z = \sqrt{4 - 2x^2} \\ y = x \end{cases}$

16. a) na origem

b) diminuição

c) sobre a superfície do elipsóide

17. Os valores da função crescem à medida que nos afastamos da origem.

Capítulo 2

Obs.: muitos dos exercícios podem apresentar respostas diferentes das listadas aqui. Isso ocorrerá principalmente nos exercícios que envolvem parametrizações de curvas e superfícies.

Seção 2.8

1. a) $\vec{f}(t) = e^t \vec{i} + te^t \vec{j}$ b) $(1, 0); (e^2, 2e^2)$

2. $\vec{r}(0) = \vec{0}; \vec{r}(\pi) = \frac{2}{m} \vec{i} + \left(2\pi + \frac{\pi}{m}\right) \vec{j}$

4. a) $2(t^2 + t) \vec{i} + (t - t^2 + \sin t) \vec{j} + \cos t \vec{k}$, $0 \leq t \leq 2\pi$ b) $t^2 + 2t^3 + (t - t^2) \sin t$, $0 \leq t \leq 2\pi$

c) $t \cos t (1 - t) \vec{i} - t \cos t (1 + 2t) \vec{j} + (t^3 - t^2 + 2t^2 \sin t + t \sin t) \vec{k}$, $0 \leq t \leq 2\pi$

d) $t^2 + 4t - \sin t$, $0 \leq t \leq 2\pi$

e) $(2t^2 - 2t + 2) \vec{i} + (-t^2 + 3t - 2 + \sin(t + 1)) \vec{j} + \cos(t + 1) \vec{k}$, $0 \leq t \leq 2\pi$

5. a) $(0, -1/2, 1), (1, -1, 1)$

c) A partícula tende para uma posição infinita.

6. a) $3\vec{i} + 3\vec{j}$ b) $-\vec{i} + \vec{j} + 6\vec{k}$ c) $2\vec{i} + \frac{11}{2}\vec{j} + \frac{21}{2}\vec{k}$

d) -5 e) $-9\vec{i} + 9\vec{j} - 3\vec{k}$ f) $2\vec{i} + 4\vec{j} + 6\vec{k}$ g) $\vec{0}$

7. a) $\vec{j} + 2\vec{k}$ b) O limite não existe

8. a) $-\vec{i} + \pi^2 \vec{j} - 5\vec{k}$ b) \vec{j} c) $4\vec{i} + \vec{j}$ d) $\frac{1}{2}\vec{i} + 2\vec{k}$ e) $\ln 2 \vec{i}$

11. a) $-\vec{i}$, é contínua em $t = 0$; não existe, não é contínua em $t = 3$

b) \vec{j} , é contínua em $t = 0$ c) $\frac{\sqrt{2}}{4}\vec{j}$, não é contínua em $t = 0$ d) $-\vec{j} + \vec{k}$, é contínua em $t = 0$

e) não existe, não é contínua em $t = 1$ e não existe, não é contínua em $t = 2$

12. a) $[0, 2\pi]$ b) $(-\infty, 0) \cup (0, +\infty)$ c) $(0, +\infty)$ d) $(-1, 0) \cup (0, +\infty)$ e) $\bigcup_{n \in \mathbb{Z}} \left(\frac{\pi}{2} + n\pi, \frac{\pi}{2} + (n+1)\pi \right)$

f) $(-1, 1) \cup (1, +\infty)$ g) $(-\infty, -2) \cup (-2, -1) \cup (-1, 1) \cup (1, 2) \cup (2, +\infty)$ h) $(0, 1) \cup (1, +\infty)$

15. a) $x^2 + y^2 = 4$ b) $x^2 + y^2 = 16; z = 2$ c) $\frac{(x-2)^2}{16} + \frac{(y-3)^2}{4} = 1$ d) $y = x^2 - 2x + 5; z = 2$

16. a) $y = 6x + 5$ b) $y = x^2 + 1$ c) $y = x + 2; z = 2; x \geq -1$

17. a) $(1, -5/2); \frac{\sqrt{41}}{2}; \left(1 + \frac{\sqrt{41}}{2} \cos t, \frac{-5}{2} + \frac{\sqrt{41}}{2} \sin t\right)$ b) $(3, -4); 5; (3 + 5 \cos t, -4 + 5 \sin t)$

c) $(0, -5/2); \frac{\sqrt{33}}{2}; \left(\frac{\sqrt{33}}{2} \cos t, \frac{-5}{2} + \frac{\sqrt{33}}{2} \sin t\right)$

18. a) é uma circunferência de centro $(-5/4, -1/2)$ e raio $\frac{\sqrt{53}}{4}$; $x = -\frac{5}{4} + \frac{\sqrt{53}}{4} \cos t$; $y = -\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{53}}{4} \sin t$; $0 \leq t \leq 2\pi$
 b) uma elipse: $x = \frac{3}{2} + \sqrt{\frac{7}{20}} \cos t$; $y = \frac{1}{5} + \sqrt{\frac{7}{50}} \sin t$; $0 \leq t \leq 2\pi$
 c) uma elipse: $x = 2 + \frac{3\sqrt{2}}{2} \cos t$; $y = \frac{1}{2} + \frac{3}{2} \sin t$; $0 \leq t \leq 2\pi$
 d) uma parábola: $x = t$; $y = \frac{t^2 + 4}{8}$ e) uma hipérbole: $x = t$; $y = \frac{1}{t-1}$; $t > 1$
19. $\frac{x^2}{9} - \frac{y^2}{25} = 1$; $x \geq 3$
20. a) $(1+2t)\vec{i} + \left(\frac{1}{2}-t\right)\vec{j} + 2\vec{k}$ b) $5t\vec{i} + (2-t)\vec{j}$ c) $(-1+5t)\vec{i} + (2-2t)\vec{j} + 5t\vec{k}$
 d) $(\sqrt{2}+5t)\vec{i} + 2\vec{j} + (\sqrt{3}-3t)\vec{k}$
21. a) $(2-5t)\vec{i} + 4t\vec{j} + (1-t)\vec{k}$ b) $(5-5t)\vec{i} + (-1+t)\vec{j} + (-2+4t)\vec{k}$
 c) $(\sqrt{2}-(7+\sqrt{2})t)\vec{i} + (1+t)\vec{j} + \left(\frac{1}{3}+\frac{26}{3}t\right)\vec{k}$ d) $\pi\vec{i} + \left(\frac{\pi}{2}-\left(1+\frac{\pi}{2}\right)t\right)\vec{j} + (3-t)\vec{k}$
22. a) $t\vec{i} + (5t-1)\vec{j} + 2\vec{k}$ b) $t\vec{i} + \frac{22t-9}{33}\vec{j} + \frac{11t-3}{33}\vec{k}$ c) $t\vec{i} + (4+t)\vec{j} + (3t+24)\vec{k}$
23. a) $(2 \cos t, 2 \sin t, 4)$; $t \in [0, 2\pi]$ b) $(t, 2t^2, t^3)$ c) $(-1 + \sqrt{5} \cos t, \sqrt{10} \sin t, 2)$; $t \in [0, 2\pi]$
 d) $(t, t^{1/2}, 2)$; $t \geq 0$ e) $(t, \ln t, e^t)$; $t > 0$ f) $(t, t, 2t^2)$ g) $(2-3t, 1, 2+t)$; $t \in [0, 1]$
 h) $(2+2 \cos t, 2+2 \sin t, 0)$; $0 \leq t \leq 2\pi$ i) $(2+2 \cos t, 2-2 \sin t, 0)$; $0 \leq t \leq 2\pi$
 j) $(t, 0, 1-t)$; $t \in [0, 1]$ k) $(t^2, t, 0)$; $t \in [-1, 1]$ l) $(1-2t, -2+2t, 3-4t)$; $t \in [0, 1]$
 m) $(t, t^3-7t^2+3t-2, 0)$; $0 \leq t \leq 3$ n) $(t, 2t-1, -3t+2)$ o) $(\cos t, \sin t, 2 \cos t - 2 \sin t)$; $0 \leq t \leq 2\pi$
 p) $\left(\frac{\sqrt{2}}{2} \cos t, \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sin t, \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sin t\right)$; $0 \leq t \leq 2\pi$ q) $(3+t, 3+2t, -2)$; $t \in [0, 1]$.

Seção 2.14

1. a) $-3 \cos^2 t \sin t \vec{i} + \sec^2 t \vec{j} + 2 \sin t \cos t \vec{k}$ b) $(\cos^2 t - \sin^2 t) \vec{i} - 2e^{-2t} \vec{j}$
 c) $-\vec{i} + 3t^2 \vec{j} + \frac{1}{t^2} \vec{k}$ d) $-e^{-t} \vec{i} - 2e^{-2t} \vec{j}$ e) $\frac{1}{t} \vec{i} + \vec{j} + \vec{k}$ f) $\frac{9}{(2t+1)^2} \vec{i} - \frac{2t}{1-t^2} \vec{j}$
2. a) $(1, -2, 3)$ b) $(1, e)$ c) $(0, -1, 1)$ d) $(-1, 1)$ e) $(2, 1, 0)$
3. $\left(\frac{1}{2}, 0, 0\right)$
4. a) $\pm \left(\frac{\sqrt{2}}{2}, \frac{-\sqrt{2}}{2}, 0\right)$ b) $\pm (-1, 0, 0)$ c) $\pm \left(\frac{\sqrt{3}}{4}, \frac{1}{4}, \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$ d) $\pm \left(\frac{\pi}{\sqrt{\pi^2+8}}, \frac{-2}{\sqrt{\pi^2+8}}, \frac{-2}{\sqrt{\pi^2+8}}\right)$
5. a) $\vec{v}(t) = -2 \sin t \vec{i} + 5 \cos t \vec{j}$; $\vec{a}(t) = -2 \cos t \vec{i} - 5 \sin t \vec{j}$; $\left|\vec{v}\left(\frac{\pi}{4}\right)\right| = \sqrt{\frac{29}{2}}$; $\left|\vec{a}\left(\frac{\pi}{4}\right)\right| = \sqrt{\frac{29}{2}}$
 b) $\vec{v}(t) = e^t \vec{i} - 2e^{-2t} \vec{j}$; $\vec{a}(t) = e^t \vec{i} + 4e^{-2t} \vec{j}$; $|\vec{v}(\ln 2)| = \frac{\sqrt{17}}{2}$; $|\vec{a}(\ln 2)| = \sqrt{5}$.
 c) $\vec{v}(t) = \sinh t \vec{i} + 3 \cosh t \vec{j}$; $\vec{a}(t) = \cosh t \vec{i} + 3 \sinh t \vec{j}$; $|\vec{v}(0)| = 3$; $|\vec{a}(0)| = 1$

6. a) $\frac{1}{2}(t-1)\vec{i} + \frac{1}{4}(t^2-2t+1)\vec{j}$ b) $\vec{v}(t) = \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}(t-1)\right); \vec{a}(t) = \left(0, \frac{1}{2}\right)$
 c) $\vec{v}(5) = \left(\frac{1}{2}, 2\right); \vec{a}(5) = \left(0, \frac{1}{2}\right)$
7. a) $t^2\vec{i} + 2\sqrt{t}\vec{j} + 4\sqrt{t^3}\vec{k}$ b) $(2, 1, 6)$ c) $(16, 4, 32); \left(8, \frac{1}{2}, 12\right); \left(2, \frac{-1}{16}, \frac{3}{2}\right)$
8. a) $\vec{v}(t) = \vec{i} - 2t\vec{k}; \vec{a}(t) = -2\vec{k}; \vec{v}(0) = \vec{i}; \vec{a}(0) = -2\vec{k}; \vec{v}(2) = \vec{i} - 4\vec{k}; \vec{a}(2) = -2\vec{k}$
 b) $\vec{v}(t) = \frac{-1}{(1+t)^2}\vec{i} + \vec{j}; \vec{a}(t) = \frac{2}{(1+t)^3}\vec{i}; \vec{v}(1) = \left(-\frac{1}{4}, 1\right)$
 $\vec{v}(2) = \left(-\frac{1}{9}, 1\right); \vec{a}(1) = \left(\frac{1}{4}, 0\right); \vec{a}(2) = \left(\frac{2}{27}, 0\right)$
 c) $\vec{v}(t) = 2t\vec{j} + 6t^5\vec{k}; \vec{a}(t) = 2\vec{j} + 30t^4\vec{k}; \vec{v}(0) = \vec{0}; \vec{v}(1) = 2\vec{j} + 6\vec{k}; \vec{a}(0) = 2\vec{j}; \vec{a}(1) = 2\vec{j} + 30\vec{k}$
 d) $\vec{v}(t) = -\vec{i} + \vec{j}; \vec{a}(t) = \vec{0}; \vec{v}(1) = \vec{v}(2) = -\vec{i} + \vec{j}; \vec{a}(1) = \vec{a}(2) = \vec{0}$
9. a) \vec{b} b) $2t\vec{a} + \vec{b}$
15. a) $(-2t - 4t^3)\vec{i}$ b) 0 c) $\vec{0}$ d) $4t^3 + 2t$
16. $\frac{-1}{(t-1)^2}\vec{i} + \frac{t^2-2t}{(t-1)^2}\vec{j}$
19. a) $(2 + 3\cos t, 1 - 4\sin t); t \in [0, 2\pi]$ b) $(1 - t, 3 - t, 3 - 2t); t \in [0, 1]$
 c) $(5 - 2t, 7 - 2t, -2 + 2t); t \in [1, 2]$
 d) $(-t, t^2); t \in [-1, 2]$ e) $(2\pi - t + \sin t, 1 - \cos t); t \in [0, 2\pi]$ f) $(1 + \cos t, 1 - \sin t, 8\pi - 2t); t \in [0, 4\pi]$
 g) $\left(2\cos^3\left(\frac{\pi}{2} - t\right), 2\sin^3\left(\frac{\pi}{2} - t\right)\right); t \in \left[0, \frac{\pi}{2}\right]$
20. $\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}\right)$; não existe 22. a) não é suave b) é suave c) não é suave d) é suave e) é suave
24. a) $\sqrt{3}(e-1)$ b) 60 c) $2\sqrt{2}\pi$ d) $\frac{8}{27}(10\sqrt{10} - 1)$ e) $\frac{1}{27}(85\sqrt{85} - 13\sqrt{13})$ f) $\sqrt{5}\pi$ g) 16 h) 2π
 i) $\frac{\pi}{2}\sqrt{1+\pi^2} + \frac{1}{2}\ln(\pi + \sqrt{1+\pi^2})$ j) $2\sqrt{10}$ k) $e - \frac{1}{e}$
25. a) $s(t) = \frac{\sqrt{17}}{2}t$ b) $s(t) = 2t$ c) $s(t) = \frac{1}{2}\left(t\sqrt{1+4t^2} + \frac{1}{2}\ln\left|2t + \sqrt{1+4t^2}\right|\right)$ d) $s(t) = \frac{3\sqrt{2}}{2}\sin^2 t$
 e) $s(t) = 2t, t \in [0, \pi]$ f) $s(t) = \frac{3a\sin^2 t}{2}; t \in \left[0, \frac{\pi}{2}\right]$
26. a) $\left(\sqrt{2}\cos\frac{s}{\sqrt{2}}, \sqrt{2}\sin\frac{s}{\sqrt{2}}\right), s \in [0, 2\sqrt{2}\pi]$ b) $\left(\frac{3s}{\sqrt{10}} - 1, \frac{s}{\sqrt{10}} + 2\right)$ c) $\left(\cos\frac{s}{\sqrt{2}}, \sin\frac{s}{\sqrt{2}}, \frac{s}{\sqrt{2}}\right)$
 d) $\left(2(-1 + \sqrt{1+s}), \frac{2}{3}\sqrt{8}(-1 + \sqrt{1+s})^{3/2}, (-1 + \sqrt{1+s})^2\right); s \in [0, 15]$
 e) $\left(\frac{s + \sqrt{3}}{\sqrt{3}}\cos\left(\ln\frac{s + \sqrt{3}}{\sqrt{3}}\right), \frac{s + \sqrt{3}}{\sqrt{3}}\sin\left(\ln\frac{s + \sqrt{3}}{\sqrt{3}}\right), \frac{s + \sqrt{3}}{\sqrt{3}}\right)$ f) $(\cos s, \sin s), s \in [0, 2\pi]$
 g) $\left(a\left(1 - \frac{2s}{3a}\right)^{3/2}, a\left(\frac{2s}{3a}\right)^{3/2}\right), 0 \leq s \leq \frac{3a}{2}$ h) $\left(2\cos\frac{s}{2\sqrt{5}}, \frac{2s}{\sqrt{5}}, 2\sin\frac{s}{2\sqrt{5}}\right), 0 \leq s \leq \sqrt{5}\pi$
 i) $\left(1 - \frac{s}{\sqrt{14}}, 2 + \frac{2s}{\sqrt{14}}, \frac{3s}{\sqrt{14}}\right), 0 \leq s \leq \sqrt{14}$
27. a) sim b) sim c) não d) sim e) não f) sim g) não h) sim
28. a) $\left(-\sin\frac{t}{2}, \cos\frac{t}{2}\right)$
29. $3x\vec{i} + 3y\vec{j}$

$$30. \frac{-x}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} \vec{i} - \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} \vec{j} - \frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} \vec{k}$$

31. a) $\{(x, y) \in \mathbb{R}^2 | x^2 + y^2 \leq 4\}$ b) $\{(x, y) \in \mathbb{R}^2 | x \neq 0\}$ c) $\{(x, y) \in \mathbb{R}^2 | y \geq 0\}$
 d) $\{(x, y, z) \in \mathbb{R}^3 | x \neq 0, y \neq 0 \text{ e } z \neq 0\}$ e) $\{(x, y) \in \mathbb{R}^2 | xy > 0\}$ f) $\{(x, y, z) \in \mathbb{R}^3 | z \geq 0\}$
 g) $\{(x, y, z) \in \mathbb{R}^3 | x + z \geq 0\}$ h) $\{(x, y, z) \in \mathbb{R}^3 | x^2 + y^2 < 1\}$.

Capítulo 3

Seção 3.7

1. a) é uma bola aberta em \mathbb{R}^2 , centrada em $(0, 1)$ com raio 2
 b) é uma bola aberta em \mathbb{R}^3 , centrada em $(0, 0, -3)$, com raio 3
 c) não é bola aberta d) não é bola aberta e) não é uma bola
 f) bola aberta de centro $(-2, 0)$ e raio 3 g) não é uma bola
2. a) A é aberto b) A fronteira de A é o retângulo de vértices $(2, 1)$, $(3, 1)$, $(3, -1)$ e $(2, -1)$
3. a) B é aberto
 b) A fronteira de B é formada pelas faces do cubo de vértices $(1, -1, 1)$, $(1, 1, 1)$, $(-1, -1, -1)$, $(-1, -1, 1)$, $(-1, 1, 1)$, $(1, -1, -1)$, $(1, 1, -1)$ e $(-1, 1, -1)$
4. São verdadeiras (b), (d) e (e)
5. São conexos os conjuntos A , B e C
6. a) circunferência de raio 2, centrada em $(0, 0)$ b) circunferência de raio 2, centrada em $(0, 0)$
 c) elipse centrada em $(0, 0)$ e semi-eixos 1 e 2 paralelos aos eixos coordenados x e y , respectivamente
 d) gráfico da hipérbole $y = \frac{1}{x}$ unido com o eixo dos y
7. a) A é aberto b) B não é aberto c) C é aberto d) D não é aberto e) E não é aberto
8. (a), (b), (c) e (e) são pontos de acumulação de A (d) e (f) não são pontos de acumulação de A
9. A não tem ponto de acumulação
10. a) V b) F c) V d) V e) V f) V g) F h) F i) V j) V
14. a) não existe b) 0 c) não existe d) não existe e) 0
15. a) 0 b) não existe c) 0 d) não existe e) não existe
17. a) $\frac{9}{2}$ b) $-\frac{1}{5}$ c) 1 d) 1 e) -10 f) $-\frac{4}{3}$
18. a) $\ln 12$ b) 1 c) $-\frac{1}{\pi}$ d) $\ln \frac{20}{3}$
19. a) 0 b) 0 c) 0
20. a) 0 b) $\frac{1}{2}$ c) $\frac{\sqrt{3}}{6}$ d) $\frac{2}{3}$ e) $\frac{1}{3}$ f) e g) 1
21. a) 1 b) 0 c) -14 d) 10 e) $-\frac{16}{3}$ f) 0 g) $\frac{1}{2}$ h) $-\ln 8$
 i) 0 j) 0 k) 1 l) 2 m) 0 n) 2 o) 0 p) 1
22. a) sim b) sim c) sim d) não e) não f) não g) não h) sim i) sim em $P(1, 1)$ e não em $Q(0, 0)$
23. a) \mathbb{R}^2 b) $\{(x, y) \in \mathbb{R}^2 | x \neq 1, y \neq 2 \text{ e } y \neq -1\}$ c) $\{(x, y) \in \mathbb{R}^2 | x > y \text{ e } x \neq -y\}$ d) \mathbb{R}^2
24. a) $a = 0$ b) $a = 4$

26. a) $\left(5, 2, \frac{1}{4}\right)$ b) $\left(e, 1, \frac{3}{2}\right)$ c) $(3, 4, 2)$
 27. a) $\left(\frac{1}{2}, \sqrt{2}\right)$ b) $(0, 1, 1)$ c) $\left(6, \frac{3}{2}, 0\right)$
 28. a) é contínua em \mathbb{R}^2 b) é contínua em \mathbb{R}^3
 c) é contínua em $\{(x, y) \in \mathbb{R}^2 | x, y > 0\}$ d) é contínua em $\{(x, y, z) \in \mathbb{R}^3 | xz > 0\}$
 e) é contínua em $\{(x, y, z) \in \mathbb{R}^3 | x \neq 0 \text{ e } x \neq y\}$ f) é contínua em $\mathbb{R}^3 - \{(0, 0, 0)\}$
 g) é contínua em \mathbb{R}^3

Capítulo 4

Seção 4.5

1. $\frac{\partial z}{\partial x} = 5y - 2x$, $\frac{\partial z}{\partial y} = 5x$ 2. $\frac{\partial f}{\partial x} = 2x$, $\frac{\partial f}{\partial y} = 2y$ 3. 2, 5 4. $\frac{y}{2\sqrt{xy}}$, $\frac{x}{2\sqrt{xy}}$
 5. $2xy$, $x^2 + 6y$ 7. 0, 0 8. $2xye^{x^2y}$, $x^2e^{x^2y}$
 9. $x\sin(y - x) + \cos(y - x)$, $-x\sin(y - x)$ 10. $y^2 + y + 2xy$, $2xy + x + x^2$
 11. $\frac{2xy^2}{x^2 + y^2}$, $\frac{2y^3}{x^2 + y^2} + 2y \ln(x^2 + y^2)$ 12. $\frac{-x}{\sqrt{a^2 - x^2 - y^2}}$, $\frac{-y}{\sqrt{a^2 - x^2 - y^2}}$ 13. $\frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}$, $\frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}}$
 14. $\frac{4xy^2}{(x^2 + y^2)^2}$, $\frac{-4x^2y}{(x^2 + y^2)^2}$ 15. $\frac{-y}{x^2 + y^2}$, $\frac{x}{x^2 + y^2}$ 16. $(x + y + 1)e^{x+2y}$, $(2x + 2y + 1)e^{x+2y}$
 17. $\frac{4xy^3}{(x^2 + 2y^2)^2}$, $\frac{x^4 - 2x^2y^2}{(x^2 + 2y^2)^2}$ 18. $2xe^{x^2+y^2-4}$, $2ye^{x^2+y^2-4}$ 19. $2y + 2y \sin xy \cos xy$, $2x + 2x \sin xy \cos xy$
 20. $\frac{1}{x + y} - 5$, $\frac{1}{x + y}$ 21. $\frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2 - 1}}$, $\frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2 - 1}}$
 22. $\frac{y}{2\sqrt{xy}} - y$, $\frac{x}{2\sqrt{xy}} - x$ 23. $2wt$, $w^2 + \frac{1}{t^2}$ 24. $v - \frac{1}{u}$, $u - \frac{1}{v}$
 25. $2xy^2 - y$, $2yx^2 - x$ 26. $\frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}} - 2x$, $\frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}} - 2y$ 27. $2xe^{x^2}[1 + x^2 + y^2]$, $2ye^{x^2}$
 28. $\frac{\partial f}{\partial x} = \begin{cases} \frac{y^3 - x^2y}{(x^2 + y^2)^2}, & (x, y) \neq (0, 0) \\ 0, & (x, y) = (0, 0) \end{cases}$ $\frac{\partial f}{\partial y} = \begin{cases} \frac{x^3 - xy^2}{(x^2 + y^2)^2}, & (x, y) \neq (0, 0) \\ 0, & (x, y) = (0, 0) \end{cases}$ 29. $\frac{12}{5}$ 30. satisfaz 31. satisfaz
 32. a) aumento b) 0 33. -4 %/cm , -12 %/cm 34. a) -2 b) -1 35. 1
 36. a) $\begin{cases} z = \frac{\sqrt{5}}{3}y + \frac{4}{3} \\ x = 2 \end{cases}$ b) $\begin{cases} z = \frac{2}{3}x + \frac{5}{3} \\ y = \sqrt{5} \end{cases}$ 37. 0, 0, 0 38. $2xy + yz^2 + 2xz$, $x^2 + xz^2$, $2xyz + x^2$
 39. $\frac{2x}{z(x^2 + y^2)}$, $\frac{2y}{z(x^2 + y^2)}$, $\frac{-1}{z^2} \ln(x^2 + y^2)$ 40. $\frac{2x}{z}$, $\frac{2y}{z}$, $\frac{-1}{z^2}(x^2 + y^2)$ 41. $2y^z$, $2xzy^{z-1}$, $2xy^z \ln y$
 42. $\sin yz + yz \cos xz$, $xz \cos yz + \sin xz$, $xy \cos yz + xy \cos xz$ 43. $2xyz - z$, x^2z , $x^2y - x$
 44. $\frac{w}{\sqrt{w^2 + t^2 + z^2}}$, $\frac{t}{\sqrt{w^2 + t^2 + z^2}}$, $\frac{z}{\sqrt{w^2 + t^2 + z^2}}$ 45. $2u$, $2v$, $-\frac{1}{w}$, $-\frac{1}{t}$
 46. $\frac{yz(y^2 + z^2)}{(x^2 + y^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}}$, $\frac{xz(x^2 + z^2)}{(x^2 + y^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}}$, $\frac{xy(x^2 + y^2)}{(x^2 + y^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}}$
 47. $\frac{-E}{A}$, $\frac{2E}{A}$, $\frac{3E}{A}$, $\frac{-E}{A}$, $\frac{E}{A}$ onde $A = (x_1 - 2x_2 - 3x_3 + x_4 - x_5)^2$ 49. a) não b) sim c) sim d) não e) não
 50. a) \mathbb{R}^2 b) \mathbb{R}^2 c) $\mathbb{R}^2 - \{(0, 0)\}$ d) 1º e 3º quadrantes, excluindo-se os eixos coordenados e) $\mathbb{R}^2 - \{(0, 0)\}$
 f) \mathbb{R}^2

- g) \mathbb{R}^2 h) \mathbb{R}^2 i) $\{(x, y) \in \mathbb{R}^2 | x \neq 0\}$ j) $\mathbb{R}^2 - \{(1, 1)\}$ k) $\mathbb{R}^2 - \{(x, y) | x^2 + y^2 = 1\}$ l) \mathbb{R}^2
51. a) 2 b) 1 c) não
52. a) $z = 1, \sqrt{2} \cdot x + \sqrt{2} \cdot y + 2z = 2\sqrt{2}$ b) $z = 0, x + y - z = 1$ c) não existe, $y - z = 1$
 d) $z = 0, 4x - 6y - z = -1$ e) $x + y + 2\sqrt{2} \cdot z = 4, y + z = 2$ f) $2e^2x + e^2y - z = 2e^2, 2ex + ey - z = e$
53. a) $\left(\frac{3\sqrt{2}}{2}, \frac{\sqrt{2}}{2}\right)$ b) (9, 6) c) (0, 0) d) (0, 0) e) (0, 0) f) $\left(0, \frac{\pi}{2}\right)$ g) (0, 2, 0) h) (0, 0)
 i) $(1 + \ln(e + 2), 2 + 2 \ln(e + 2))$ j) (1, 2, -2, 1)
54. a) $\left(\frac{3x^2}{y}, \frac{-x^3}{y^2}\right)$ b) $\left(\frac{2x}{\sqrt{x^2 + y^2}}, \frac{2y}{\sqrt{x^2 + y^2}}\right)$ c) $(4xy^5z, 10x^2y^4z, 2x^2y^5)$
 d) $(-y \sin xy, -x \sin xy)$ e) $(vw + 2u, uv - 2v, uv - 2w)$ f) $(2xy^2z^2 + \cos x, 2x^2yz^2, 2x^2y^2z)$
55. $y = x, y = 4x - \frac{15}{2}$ 56. $4x - z = 4$ ou $4x + 4y - z = 8$
57. a) $(2x + y)dx + (x - 1)dy$ b) $2x\Delta x + \Delta x^2 + x\Delta y + y\Delta x - \Delta y + \Delta x\Delta y$
58. -1, -2, 03 59. $\frac{\sqrt{2}}{2}edx - \frac{\sqrt{2}}{2}edy$ 60. $dx + dy$ 61. $dx + dy + 2dz$ 62. $\frac{2}{3}dx + \frac{1}{3}dy + \frac{2}{3}dz$
63. $2 \sin(x + y) \cos(x + y)dx + 2 \sin(x + y) \cos(x + y)dy$ 64. $(x - 1)e^{x+y}dx + (xe^{x+y} - 1)dy$
65. $2udu + \frac{1}{v}dv - 2wdw$ 66. $(yze^{xyz} - y)dx + (xze^{xyz} - x)dy + xye^{xyz}dz$
67. $\frac{x_1^2 - x_2^2 - x_3^2 + 2x_1x_2 + 2x_1x_3}{(x_1 + x_2 + x_3)^2}dx_1 + \frac{x_2^2 - x_1^2 - x_3^2 + 2x_1x_2 + 2x_2x_3}{(x_1 + x_2 + x_3)^2}dx_2 + \frac{x_3^2 - x_1^2 - x_2^2 + 2x_1x_3 + 2x_2x_3}{(x_1 + x_2 + x_3)^2}dx_3$
68. $e^{x+y-z}(dx + dy - 2zdz)$ 69. $\frac{-2y}{x^2 + y^2}dx + \frac{2x}{x^2 + y^2}dy$ 70. a) 2×10^{-4} b) 5×10^{-6} c) 0,122
71. -2,002 watts 72. 36000 m² 73. $17,1\pi$ cm³ 74. $22,4\pi$ cm³ 75. -0,03528 cm
76. a) 1,175 b) 8,992 c) 5,6568 d) 5,9966 e) 1,06 f) 4,964

Seção 4.10

1. a) $\frac{32t^3 - 36t + 2}{8t^4 - 18t^2 + 2t + 13}$ b) $\cos(2 \cos t + 5 \sin t) \cdot [-2 \sin t + 5 \cos t]$
 c) $[216t^3 - 96t^2 + 8t + 2] \cdot e^{36t^3 - 24t^2 + 4t}$ d) $4t^3 + 15t^2 + 14t - 9$ e) $\frac{4t^2 + 4}{t^3 + 2t}, t \neq 0$
2. $10t \sec^2(5t^2)$ 3. $\cos^2 t - \sin^2 t$ 4. $\frac{12t}{1 + 36t^4}$ 5. $te^{t^3}[-3t \sin t^3 + 3t \cos t^3 + 3t \cos t^2 - 2 \sin t^2]$
6. $\frac{-e^{-t}}{\ln t} - \frac{e^{-t}}{t \ln^2 t}$ 7. $4t \sin t + (2t^2 + 1) \cos t$ 8. $\frac{-3}{2t^2 \sqrt{t}} - \frac{\sqrt{t}}{2t^2} e^{\sqrt{t}/t}$
9. a) $2e^{2t} \frac{\partial f}{\partial x}(e^{2t}, \cos t) - \sin t \frac{\partial f}{\partial y}(e^{2t}, \cos t)$ b) 2 10. $\frac{\partial f}{\partial x} \frac{dx}{dt} + \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} \left[\frac{dx}{dt}\right]^2 + 2 \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} \frac{dx}{dt} \frac{dy}{dt} + \frac{\partial f}{\partial y} \frac{dy}{dt} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \left[\frac{dy}{dt}\right]^2$
11. a) $2x - 2xy^2 + 2; -2x^2y$ b) $2e^x; 4y^3$ c) $\frac{-\sin x \cos x}{\sqrt{\cos^2 x + \sin^2 y + 5}}; \frac{\sin y \cos y}{\sqrt{\cos^2 x + \sin^2 y + 5}}$
 d) $y^3 + 3y^2 + 3x^2 + 3x^2y - 2xy^2 - 6xy - 2x + 2y; x^3 - 3x^2 - 3y^2 + 3xy^2 - 2x^2y + 6xy + 2x - 2y$
 e) $\frac{4u}{2u^2 + v^4} + \frac{6u}{3u^2 + v^2}; \frac{4v^3}{2u^2 + v^4} + \frac{2v}{3u^2 + v^2}$
12. $\frac{2u^3 + 2u}{\sqrt{(u^2 + 1)^2 + v^2}}, \frac{v}{\sqrt{(u^2 + 1)^2 + v^2}}$ 13. 0, -2tgv 14. $ve^{u-v}(1 + u), u(1 - v)e^{u-v}$
15. -10v, -10u + 10v

16. $0, \frac{-1}{\sin^2 v} e^{\cot g v}$ 17. $2r, -\cos \sec^2 \theta$ 18. $\frac{x^2 + 2xy + 2y - 1}{(x + y)^2}, \frac{-(1 + x)^2}{(x + y)^2}$
19. $2(2x + y)^2 + 2\left[\frac{2x + y}{2x - y}\right] + 2(4x^2 - y^2) + 2 \ln(2x - y), -(2x + y)^2 - \frac{2x + y}{2x - y} + 2(4x^2 - y^2) + \ln(2x - y)$
20. $0, 0$ 21. $4x(x^2 - y^2) + 4ye^{4xy}, -4y(x^2 - y^2) + 4xe^{4xy}$
22. $y^3 + 3x^2y + 2xy^2 + y + y \ln xy, x^3 + 3xy^2 + 2x^2y + x \ln xy + x$
27. a) $8uv^2 + 2u + 6v, 8u^2v + 6u + 2v$ b) $4u^3 + 2v^3 - 4uv^2, -4v^3 - 4u^2v + 6uv^2$
28. $\frac{\partial z}{\partial r} \cos \theta - \frac{\partial z}{\partial \theta} \frac{\sin \theta}{r}, \frac{\partial z}{\partial r} \sin \theta + \frac{\partial z}{\partial \theta} \frac{\cos \theta}{r}$ 29. a) $\frac{-9x}{4y}$ b) $\frac{4x - 5y}{5x + 6y}$
30. a) $-3x^2\left(\frac{y^2 + 1}{3z^2 - 1}\right), \frac{-2x^3y}{3z^2 - 1}$ b) $\frac{2x - y}{2z}, \frac{2y - x}{2z}$ c) $\frac{1 - 2x - yz}{xy}, \frac{1 - xz}{xy}$
31. a) $\frac{z - x}{y - z}, \frac{x - y}{y - z}$ b) $-1, \frac{y + 2x}{z}$
32. a) $\frac{-2uy}{3x^2y - 2xy}, \frac{-2yv}{3x^2y - 2xy}, \frac{2xu}{3x^2y - 2xy}, \frac{-3x^2v}{3x^2y - 2xy}$ b) $-1, 1, 3v, 3u - 2v$
33. $-\frac{3x^2 + 2y}{2x + 3y^2}$ 34. a) $\frac{-y}{x}$ b) $-\frac{3x^2}{3y^2 + 1}$
35. a) $\frac{\partial h}{\partial x} = \frac{\partial f}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial u} \cdot \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial h}{\partial y} = \frac{\partial f}{\partial u} \cdot \frac{\partial u}{\partial y}$ b) $\frac{dh}{dx} = \frac{\partial f}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial u} \cdot u'(x) + \frac{\partial f}{\partial v} \cdot v'(x)$
- c) $\frac{\partial h}{\partial u} = \frac{\partial f}{\partial x} \cdot \frac{\partial x}{\partial u} + \frac{\partial f}{\partial y} \cdot \frac{\partial y}{\partial u}, \frac{\partial h}{\partial v} = \frac{\partial f}{\partial x} \cdot \frac{\partial x}{\partial v} + \frac{\partial f}{\partial y} \cdot \frac{\partial y}{\partial v}, \frac{\partial h}{\partial w} = \frac{\partial f}{\partial x} \cdot \frac{\partial x}{\partial w} + \frac{\partial f}{\partial z} \cdot \frac{\partial z}{\partial w}$
36. $\frac{1}{4x + y}, \frac{y}{4x + y}, \frac{1}{2y + 8x}, \frac{-2x}{4x + y}$ 37. $\frac{u + y}{2u - v}, \frac{u + x}{2u - v}, -\frac{2y + v}{2u - v}, -\frac{2x + v}{2u - v}$
38. a) u b) $\frac{u + v}{u^2}$ c) $2u^2 - 2v^2$ 39. a) $-1, 2x - 2y$ b) $y = 4 - x, z = 2x^2 - 8x + 16$
40. a) $2 + 8y^2, 16xy, -18y + 8x^2, 16xy$ b) $2y^2, 4xy - 1, 2x^2, 4xy - 1$
- c) $\frac{-1}{x^2}, 0, \frac{-1}{y^2}, 0$ d) $y^2e^{xy}, e^{xy}[1 + xy], x^2e^{xy}, e^{xy}[1 + xy]$
41. $\frac{\partial^3 z}{\partial x^3} = 6$, as demais derivadas terceiras são nulas
42. $-(x^2 + 4y^2)^{\frac{-3}{2}} + 3x^2(x^2 + 4y^2)^{\frac{-5}{2}}, 12xy(x^2 + 4y^2)^{\frac{-5}{2}}$
43. $-2y \sin xy - xy^2 \cos xy, -2x \sin xy - x^2y \cos xy, -2x \sin xy - x^2y \cos xy$
44. $\frac{-4x^3 + 12xy^2}{(x^2 + y^2)^3}$
45. $-(1 - x^2 - y^2 - z^2)^{\frac{-1}{2}} - z^2(1 - x^2 - y^2 - z^2)^{\frac{-3}{2}}, -xy(1 - x^2 - y^2 - z^2)^{\frac{-3}{2}}$
46. $0, 0$ 47. $(2xy + y^2)^{\frac{-1}{2}} - y(x + y)(2xy + y^2)^{\frac{-3}{2}}, 3y^3(2xy + y^2)^{\frac{-5}{2}}$
48. a) $\frac{6xy^2 - 2x^3}{(x^2 + y^2)^3}, (x, y) \neq (0, 0)$ b) $(1 + x)2ye^{x+y^2}$
49. a) sim b) sim c) sim d) não
50. a) $\frac{\partial \vec{f}}{\partial x} = 2xy^2z^2\vec{j} + yze^{xyz}\vec{k}; \frac{\partial \vec{f}}{\partial y} = \frac{1}{2}y^{-1/2}\vec{i} + 2x^2yz^2\vec{j} + xze^{xyz}\vec{k}; \frac{\partial \vec{f}}{\partial z} = 2x^2y^2z\vec{j} + xye^{xyz}\vec{k}$

$$\begin{aligned}
\text{b)} \quad \frac{\partial \vec{g}}{\partial x} &= \frac{2y}{(x+y)^2} \vec{i} + 2\vec{j}; \quad \frac{\partial \vec{g}}{\partial y} = \frac{-2x}{(x+y)^2} \vec{i}; \quad \frac{\partial \vec{g}}{\partial z} = \vec{0} \\
\text{c)} \quad \frac{\partial \vec{h}}{\partial x} &= 2x\vec{k}; \quad \frac{\partial \vec{h}}{\partial y} = -2y\vec{j}; \quad \frac{\partial \vec{h}}{\partial z} = -2z\vec{i} \\
\text{d)} \quad \frac{\partial \vec{p}}{\partial x} &= 2e^{2x}\vec{i} + ye^{3y}\vec{j}; \quad \frac{\partial \vec{p}}{\partial y} = (3y+1)xe^{3y}\vec{j} \\
\text{e)} \quad \frac{\partial \vec{g}}{\partial x} &= \sqrt{y}\vec{i} + \ln y\vec{j}; \quad \frac{\partial \vec{g}}{\partial y} = \frac{x}{2\sqrt{y}}\vec{i} + \left(\frac{x-y}{y} - \ln y\right)\vec{j} \\
\text{f)} \quad \frac{\partial \vec{u}}{\partial x} &= ye^{xy}\vec{i} + \frac{1}{x}\vec{j}; \quad \frac{\partial \vec{u}}{\partial y} = xe^{xy}\vec{i}; \quad \frac{\partial \vec{u}}{\partial z} = \frac{1}{z}\vec{j}
\end{aligned}$$

51. $((x+y)e^{xy}, (y+z)e^{yz}, (x+z)e^{xz})$

53. é uma parábola no plano $z = 1$

54. a) $(\sqrt{3}\cos v, \sqrt{3}\sin v, 6), 0 \leq v \leq 2\pi; (0, u, 3+u^2), 0 \leq u \leq 3$

b) $(0, 1, 2\sqrt{3}); (-\sqrt{3}, 0, 0)$

55. $(0, 0, z^2(x^2 + z^2)^{-3/2}); (0, 0, 0); (z, 1, 0)$

56. $(0, 0, e^{yz}(yz+1)); (0, 0, (y^2z+2y)e^{yz})$

57. a) $(0, 0, 0); \left(0, \frac{-1}{y^2}, 0\right); (z, 0, 0); (0, 0, 0); \left(0, 0, \frac{2}{z^3}\right)$

b) $(-e^y \sin x, e^x \sin y, 0); (e^y \sin x, -e^x \sin y, 0); (e^y \cos x, e^x \cos y, 0); (-e^y \sin x, e^x \cos y, 0); (0, 0, 0)$

c) $\left(\frac{2}{x^3}, 0, 0\right); \left(0, \frac{6}{y^4}, 0\right); (0, 0, z); (0, 0, 0); (0, 0, 0)$

58. $(0, -4, -24)$

Capítulo 5

Seção 5.10

1. a) $(0, 0)$ é um ponto de máximo global; não existe um ponto de mínimo global
b) $(0, 0)$ é ponto de mínimo global; não existe ponto de máximo global
c) não existem pontos de máximo ou mínimo globais
d) $(0, 0)$ é ponto de mínimo global; não existe ponto de máximo global
e) $\left(\frac{\pi}{2} + 2k\pi, 2n\pi\right), k, n \in \mathbb{Z}$ são pontos de máximo global e $\left(\frac{3\pi}{2} + 2k\pi, (2n+1)\pi\right), k, n \in \mathbb{Z}$ são pontos de mínimo global
f) $(0, 0)$ é ponto de mínimo global; não existe ponto de máximo global
g) $(1, 1)$ é ponto de máximo global; os pontos sobre a circunferência de centro em $(1, 1)$ e raio 1 são pontos de mínimo global

2. a) sim

b) sim

c) sim

3. $(0, 0), (1, 0), (-1, 0)$

4. $(0, 0)$

5. $(0, 0); \left(0, \frac{1}{2}\right); \left(0, \frac{-1}{2}\right); \left(\frac{1}{2}, 0\right); \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right); \left(\frac{1}{2}, \frac{-1}{2}\right); \left(\frac{-1}{2}, 0\right); \left(\frac{-1}{2}, \frac{1}{2}\right); \left(\frac{-1}{2}, \frac{-1}{2}\right)$

6. $\left(\frac{n\pi}{2}, 0\right), n \in \mathbb{Z}$

7. $(k\pi, b), k \in \mathbb{Z}$ e $b \in \mathbb{R}$

8. $(0, 0), (1, -1), (-1, -1)$

9. $(2, 0)$

10. $(0, 0), (2, -4)$

11. $\left(\frac{\sqrt{2}}{2}, 0\right), \left(\frac{-\sqrt{2}}{2}, 0\right)$

12. $(1, 0), (-1, 0)$

13. $(a, -2a + k\pi), a \in \mathbb{R}, k \in \mathbb{Z}$

14. $(1, 0), \left(1, \frac{1}{2}\right), \left(1, \frac{-1}{2}\right)$

15. $(-4, 3)$

16. $\left(16, \frac{-1}{4}\right)$

17. $(0, 0)$, ponto de máximo

18. $(0, 0)$, ponto de mínimo

19. $(0, 0)$, ponto de máximo

20. $(3, 1)$, ponto de mínimo

21. $(-1, 2k\pi), (1, (2k-1)\pi), k \in \mathbb{Z}$, pontos de sela 22. $\left(0, \frac{k\pi}{2}\right), k \in \mathbb{Z}$, pontos de sela
23. $(0, 0)$, ponto de mínimo 24. $(0, 0)$, ponto de sela 25. $(0, 0)$, ponto de sela e $\left(\frac{1}{3}, \frac{-1}{3}\right)$, ponto de mínimo
26. $(2, 1)$, ponto de mínimo; $(-2, -1)$, ponto de máximo; $(1, 2)$, ponto de sela e $(-1, -2)$, ponto de sela
27. $\left(\frac{-18}{7}, \frac{20}{7}\right)$, ponto de mínimo 28. $\left(-\sqrt[3]{\frac{1}{4}}, 0\right)$, não é possível classificar 29. $(1, 4)$, ponto de mínimo
30. $(0, 0)$, ponto de sela; $(1, 1)$, ponto de máximo e $(-1, -1)$, ponto de máximo
31. $(2, 0)$, ponto de máximo e $(-2, 0)$, ponto de mínimo 32. $\left(\frac{2k+1}{2}\pi, 0\right), k \in \mathbb{Z}$, pontos de sela
33. $(2, 1)$, ponto de sela e $(-18, -9)$, ponto de sela 34. não existe 35. $5, -5$ 36. $\sqrt{2}, 1$ 37. $3, -2$
38. $\frac{3\sqrt{3}}{2}, 0$ 39. $\frac{1}{2}, \frac{-1}{2}$ 40. $4, -4$ 41. $5, 2$ 42. $27 + 6\sqrt{3}, -1$
43. $15, -8 - 4\sqrt{2}$ 44. a) $(0, 0)$, ponto de mínimo b) $(0, 0)$, ponto de máximo d) $(0, 0)$, ponto de sela
45. $\left(\frac{-1}{2} \pm \frac{\sqrt{3}}{2}\right), \left(\frac{1}{2}, 0\right)$ 46. $-9 + \sqrt{29}, \frac{-69}{4}$ 47. $\sqrt{\frac{5}{3}}, \sqrt{\frac{5}{3}}, \frac{\sqrt{5}}{2\sqrt{3}}$ 48. triângulo equilátero de lado $\frac{10}{3}$ cm
49. $\left(\frac{2\sqrt{3}}{3}, \frac{2\sqrt{3}}{3}, \frac{2\sqrt{3}}{3}\right)$ 50. a) $L = P_1Q_1 + P_2Q_2 - Q_1^2 - Q_2^2 - 10$ b) $\frac{9}{2}, \frac{13}{2}$ c) 98,75
51. $\left(\frac{3}{7}, \frac{9}{7}, \frac{6}{7}\right)$ 52. $\sqrt[3]{100}, \sqrt[3]{100}, \sqrt[3]{100}$ 53. $\sqrt[3]{32}, \sqrt[3]{32}, 2\sqrt[3]{32}$ 54. a) $y = \frac{3}{2}x + \frac{1}{6}$ b) $y = \frac{14}{11}x + \frac{10}{11}$
55. $\frac{1}{3}, 1, \frac{2}{3}$ 56. $3\sqrt[3]{10}, 3\sqrt[3]{10}, 3\sqrt[3]{10}$ 57. $\left(\frac{2}{\sqrt{13}}, \frac{3}{\sqrt{13}}\right)$, ponto de mínimo e $\left(\frac{-2}{\sqrt{13}}, \frac{-3}{\sqrt{13}}\right)$, ponto de máximo
58. $\left(\frac{4}{\sqrt{5}}, \frac{2}{\sqrt{5}}\right)$, ponto de máximo e $\left(\frac{-4}{\sqrt{5}}, \frac{-2}{\sqrt{5}}\right)$, ponto de mínimo 59. $\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$, ponto de mínimo
60. $(2, 2\sqrt{2})$ e $(-2, -2\sqrt{2})$, pontos de máximo; $(2, -2\sqrt{2})$ e $(-2, 2\sqrt{2})$, pontos de mínimo
61. $(3, 3, 3)$, ponto de mínimo 62. $\left(\frac{30}{11}, \frac{5}{11}, \frac{8}{11}\right)$ 63. $\left(\frac{1}{3}, \frac{7}{3}, \frac{-5}{3}\right)$ 64. 1
65. $(1, 1)$, ponto de máximo 66. $(1, 1, 1)$ 68. $(2\sqrt{2}, \sqrt{2})$

Capítulo 6

Seção 6.2

8. a) $f(x, y, z) = x^2 + y^2 + z^2$ b) $\vec{r}(t) = (t, t^2, t^3)$ c) $\frac{21}{64}$ unidades de temperatura
10. a) $T = (r - \sqrt{x^2 + y^2 + z^2})k$ b) Superfícies esféricas de raio $r - \frac{k_1}{k}$ e centro na origem
11. a) família de circunferências centradas na origem b) família de elipses centradas na origem
c) família de retas verticais d) família de circunferências centradas em $(2, 4)$
12. a) $f(x, y, z) = k(1,5 - z)$ b) planos paralelos à base do tanque 13. $T(x, y, z) = x^2 + y^2 + z^2$
14. $f(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{se } (x, y) = \left(\frac{ia}{m}, \frac{jb}{n}\right) (i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n) \\ 0, & \text{nos demais casos} \end{cases}$
15. a) $y = \frac{cx}{2}$ b) $y = cx^2$ c) $x = c$ d) $y^2 = cx$

18. $f(x, y, z) = \sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z - z_0)^2}$ 19. $h(x, y, z) = 1140 - z$, onde z é a altitude em $P(x, y, z)$

20. a) $\vec{f}(x, y) = \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}\vec{i} + \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}}\vec{j}$

b) $\vec{f}(x, y, z) = \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}\vec{i} + \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}\vec{j} + \frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}\vec{k}$ c) $\vec{f}(x, y) = \pm(y, -x)$

Seção 6.6

1. a) $4\sqrt{2}$ b) $\frac{3\sqrt{2}}{2}$ c) $\sqrt{2}e$ 2. $-\sqrt{2}$ 3. 1 4. $\frac{8\sqrt{5}}{5}$ 5. $\frac{-6\sqrt{5}}{5}$ 6. 3

7. $(y + z)\vec{i} + (x + z)\vec{j} + (x + y)\vec{k}$ 8. $2x\vec{i} + 4y\vec{j} + 8z\vec{k}$ 9. $3y^3\vec{i} + (9xy^2 - 2)\vec{j}$

10. $\frac{1}{2}\sqrt{xyz}\left(\frac{1}{x}\vec{i} + \frac{1}{y}\vec{j} + \frac{1}{z}\vec{k}\right)$

11. $\frac{-x}{\sqrt{x^2 + y^2}}\vec{i} - \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}}\vec{j} + \vec{k}$ 12. $e^{2x^2+y}4x\vec{i} + e^{2x^2+y}\vec{j}$

13. $\frac{y}{1 + x^2y^2}\vec{i} + \frac{x}{1 + x^2y^2}\vec{j}$

14. $\frac{-2y}{(x - y)^2}\vec{i} + \frac{2x}{(x - y)^2}\vec{j}$ 15. $2y\vec{i} + (2x + z^2)\vec{j} + \left(2yz + \frac{1}{z}\right)\vec{k}$

16. $\sqrt{\frac{z}{x + y}}\left(\frac{1}{2z}\vec{i}, \frac{1}{2z}\vec{j}, \frac{-(x + y)}{2z^2}\vec{k}\right)$

17. $2xze^{x^2-y}\vec{i} - ze^{x^2-y}\vec{j} + e^{x^2-y}\vec{k}$ 26. $\theta = \arccos \frac{14}{\sqrt{221}}$

28. a) $4\vec{i} + 6\sqrt{2}\vec{j}$ b) $-4\vec{i} - \vec{j}$ c) $4\vec{i} + 4\vec{j}$ d) $5\vec{i} - \vec{j}$

29. a) $(2, 5, 3)$ b) $(0, 0, -1)$ c) $(2, 2, -2)$

31. $x + 2y - 3 = 0; x + 4y - 18 = 0$ 32. $x + \sqrt{2}y - 2\sqrt{2} = 0$ 33. $2x + y + 5 = 0$ 34. $x - y - 2 = 0$

35. $y = 0$ 36. $(1 - 2t)\vec{i} + (1 - 2t)\vec{j} + (1 + t)\vec{k}$

37. $(1 + 2t)\vec{i} + (1 + 2t)\vec{j} + (\sqrt{2} + 2\sqrt{2}t)\vec{k}; (1 + 2t)\vec{i} + (1 + 2t)\vec{j} + (-\sqrt{2} - 2\sqrt{2}t)\vec{k}$

38. $(3 + 6t)\vec{i} + (4 + 8t)\vec{j} + (5 - 10t)\vec{k}$

39. $(1 + t)\vec{i} + \left(2 + \frac{1}{2}t\right)\vec{j} + \left(-3 + \frac{1}{3}t\right)\vec{k}$

40. $\left(\frac{1}{2} + t\right)\vec{j} + \left(\frac{3\sqrt{3}}{2} + \frac{\sqrt{3}}{3}t\right)\vec{k}$

41. a) $4\sqrt{5}$ b) $\sqrt{5}e^{-2}$ c) $\frac{2}{\sqrt{5}}$

42. a) $-\frac{\sqrt{2}}{2}$ b) $\frac{-20 + \sqrt{2}}{2}$

43. $2x + \frac{16}{3}y + \frac{2}{3}$

44. $[(y + z)^2 + (x + z)^2 + (x + y)^2]^{1/2}$

45. $\sqrt{2}x + \sqrt{2}y$

46. $-2\sqrt{x^2 + y^2}$

47. $\frac{-x - y - z}{\sqrt{3(1 - x^2 - y^2 - z^2)}}$

48. $-2\sqrt{2} - 4$

49. $-34\vec{i} + 10\vec{j}$

50. $a\vec{i}, a \in \mathbb{R} - \{0\}$

51. a) $5\vec{i} + 5\vec{j}; -5\vec{i} - 5\vec{j}$ b) $-e^{-2}\vec{i} + 2e^{-2}\vec{j}; e^{-2}\vec{i} - 2e^{-2}\vec{j}$

52. a) $\pm\left(\frac{\sqrt{2}}{2}, -\frac{\sqrt{2}}{2}\right)$

b) $\pm\left(\frac{3}{\sqrt{13}}, \frac{2}{\sqrt{13}}\right)$

c) $\pm\left(\frac{1}{\sqrt{5}}, \frac{-2}{\sqrt{5}}\right)$

53. a) $(2, -1)$ b) $\frac{\sqrt{2}}{2}$

54. $\frac{6 - 2\sqrt{2}}{\sqrt{22}}$

55. $\sqrt{5}$

56. $2\sqrt{14}$

57. $\sqrt{\sin^2 x + \cos^2 y}$

58. $\frac{\sqrt{2}}{2}$

59. 0

60. $(e^{-4t}, 2e^{-4t}), t \geq 0$

61. $(2t + 2, t + 4), 0 \leq t \leq 1$

62. a) sim b) $(t + 1, 3t + 1), 0 \leq t \leq 3$

63. a) não b) $y = x, x \in [1, 10]$ 64. $\frac{-6\sqrt{14}}{49}; \left(\frac{-4}{7\sqrt{7}}, \frac{-8}{7\sqrt{7}}\right)$

65. $\sqrt{2}x - y - 1 = 0$

66. a) $(-8, -8, 4)$ b) $(1, 0, 0)$ c) $\left(\frac{1}{27}, \frac{2}{27}, \frac{-2}{27}\right)$

67. $\frac{20}{(x^2 + y^2 + z^2)^2}(x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k})$

Seção 6.10

1. a) $8x^3 + xe^{xy}$ b) $2 \sin x \cos x$ c) $4xy^2 + 3xz + y^2$ d) $\frac{x+1}{x}$ 2. a) sim b) sim c) não
4. a) $3 - y; (1 - z)\vec{i} + \vec{j}$ b) $2(x - y); 2(x - y)\vec{k}$ c) $2(x + y + z); \vec{0}$ d) $2e^x \cos y; 2e^x \sin y \vec{k}$
- e) $yz^3 + 6xy^2 - x^2y; -x^2z\vec{i} + (3xyz^2 + 2xyz)\vec{j} + (2y^3 - xz^3)\vec{k}$ f) $0; \frac{\vec{k}}{\sqrt{x^2 + y^2}}$
- g) $y^2z + 4xyz + 3xy^2; (6xyz - 2xy^2)\vec{i} + (xy^2 - 3y^2z)\vec{j} + (2y^2z - 2xyz)\vec{k}$
5. a) $(-y \sin xy - x \cos xy)\vec{k}$ b) $(-1 - 3x)\vec{i} + (3z - 2x^2)\vec{k}$ c) $-\vec{k}$
7. a) $2z$ b) $2(x + y + z)$ c) $(x - y)(\vec{i} + \vec{j})$ d) $\vec{0}$
- e) $(2xyz - x^2z + 3xz^2)\vec{i} + (3yz^2 + y^2z + 2xyz)\vec{j} + (3x^2y - 2z^3 + 3xy^2)\vec{k}$
- f) $z^2(x - y)\vec{i} + z^2(y - x)\vec{j} + (x - y)(y^2 - x^2)\vec{k}$ g) 0
8. a) $15 \sin 2 + 2$ b) 0
9. a) $(6x^2yz - x)\vec{i} + (2x^3z - \cos x)\vec{j} + (2x^3y + z)\vec{k}$ b) $12x^5yz + 2x^4z^2 + 2x^3y \sin x$
- c) $(2x^3z \sin x - 4x^4yz)\vec{i} + (2x^6y - 6x^2yz \sin x - 2x^3yz \cos x)\vec{j} + (8x^3yz^2 - 2x^6z)\vec{k}$
10. $\vec{0}$ 11. a) sim b) não c) sim d) sim e) não 13. a) não b) sim c) sim d) não e) sim f) sim g) sim
14. a) sim b) não c) sim d) sim e) sim 15. a) sim b) não 16. $-y^2 - 2xy + a(x)$
18. a) é conservativo em \mathbb{R}^2 b) é conservativo em D c) não é conservativo em D d) é conservativo em D
- e) não é conservativo em \mathbb{R}^3 f) não é conservativo em \mathbb{R}^2
- g) é conservativo em \mathbb{R}^3 h) é conservativo em \mathbb{R}^2
19. a) não b) sim; $u = x - y \cos x + y + c$ c) não d) é conservativo em domínios simplesmente conexos que não contêm pontos da reta $y = -x$; $u = \ln|x + y| - \ln|x| - 3x + y^2 + xy^2 + c$
- e) sim; $u = 5x^2z - \cos xy + c$ f) sim; $u = e^x + 2e^y + 3e^z + c$
20. a) $u = -(x^2 + y^2 + z^2)^{-1/2} + c$ b) $u = \ln(x^2 + y^2 + z^2) + c$ c) $u = xye^z + c$

Capítulo 7

Seção 7.6

1. a) $e^3 - e - 2$ b) $\frac{1}{3}[e^3 - 4]$ c) $\frac{4}{\pi}$ d) $\frac{3}{2}[3\ln 3 - 2\ln 2 - 1]$ e) $10\ln 2 - 6\ln 3$
2. a) $\frac{8}{3}$ b) 0 c) $\frac{e^2}{4} - \frac{3}{4}$ d) 1 e) $\frac{1}{4}\pi$ f) $\frac{1}{3}$ g) 0 h) $\frac{1}{6}$ i) $\frac{4\ln 2}{3} - \frac{7}{18}$ j) $\frac{4}{15}(2\sqrt{2} - 1)$
- k) $\frac{1}{2}\sec 1 \cdot \tan 1 + \frac{1}{2}\ln|\sec 1 + \tan 1|$ l) $\frac{4}{3}$ m) $-\frac{1}{2}$ n) $\frac{27}{4}$
3. a) $\int_0^2 \int_{2x}^4 f(x, y) dy dx$ b) $\int_0^1 \int_{\sqrt{y}}^{\sqrt[3]{y}} f(x, y) dx dy$ c) $\int_0^e \int_1^2 f(x, y) dx dy + \int_e^{e^2} \int_{\ln y}^2 f(x, y) dx dy$ d) $\int_0^4 \int_{1-\sqrt{4-y}}^{1+\sqrt{4-y}} f(x, y) dx dy$
- e) $\int_0^{\frac{\sqrt{2}}{2}} \int_{\arcsen y}^{\frac{\sqrt{2}\pi}{4}y} f(x, y) dx dy$ f) $\int_0^4 \int_{\sqrt{x}}^2 f(x, y) dy dx$ g) $\int_0^2 \int_{\frac{1}{3}y}^{\frac{1}{2}y} f(x, y) dx dy + \int_2^3 \int_{\frac{1}{3}y}^1 f(x, y) dx dy$
4. 60, volume do sólido cuja base é o retângulo dado e que está delimitado superiormente pelo plano $z = x + 4$

5. $\frac{896}{15}$ 6. $\frac{\pi}{2} - 1$ 7. 1 8. 0 9. $\frac{4288}{105}$ 10. $2\ln 5 - \ln 3 - 3\ln 2$ 11. $\frac{1533}{20}$ 12. $\frac{9}{4}$ 13. 0
 14. $\frac{1}{8}[1 - e^{-16}]$ 15. 2 16. $\frac{4}{5}$ 17. 0 18. 0 20. 2 21. $\frac{3}{2}$ 22. $\frac{5}{6}$
 23. $\frac{2}{3} - \frac{8\sqrt{2}}{3} + 2\sqrt{3}$ 24. $\frac{1}{2}[e - 1]$

Seção 7.8

1. $\frac{32\pi}{3}$ 2. $\frac{\pi}{2}[1 - \cos 4]$ 3. $\frac{5\pi}{8}\ln 5$ 4. $\frac{\pi}{2}\left[1 - \frac{1}{\sqrt{1+a^2}}\right]$
 5. a) 12π b) 0 c) $\frac{2}{3}$ d) $\frac{\pi}{16}$ e) $\frac{2\pi}{3}$ f) $\frac{4\sqrt{2}}{3}$ g) $\frac{4}{3}$ h) $\frac{\pi a^3}{6}$ i) $\frac{\pi}{2}$
 6. $\frac{52\pi}{3}$ 7. $\frac{\pi}{2}[e^8 - 1]$ 8. 8π 9. $\frac{45\pi}{2}$ 10. $\frac{4\sqrt{2}}{3} - \frac{8\sqrt{5}}{15}$ 11. 0 12. $\frac{2\pi}{3}$ 13. 2π
 14. 8π (volume de um tronco de cilindro) 15. $\frac{\pi}{6}\sin 1$ 16. $2\pi\left[25\ln 5 - 32\ln 2 - \frac{9}{2}\right]$ 17. 8π
 18. a) $\frac{\pi a^4}{2}$ b) $\frac{3\pi a^4}{2}$ c) $\frac{3\pi a^4}{2}$ 19. $\frac{7\sqrt{2}}{6}$ 20. 108π 21. 216π 22. 4 23. 4

Seção 7.10

1. $\frac{128}{3}$ 2. $\frac{128}{3}$ 3. $\frac{16}{3}$ 4. $\frac{\pi}{2}$ 5. 32π 6. $\frac{380}{3}$ 7. $\frac{81\pi}{4}$ 8. $\frac{128\pi}{3}$ 9. $\frac{128}{3}$ 10. 160π
 11. 135π 12. $24\sqrt{3}\pi$ 13. $\frac{46\pi}{3}$ 14. $\frac{2}{3}$ 15. $\frac{1}{36}$ 16. volume do hemisfério de raio 1
 17. volume do tetraedro delimitado pelos planos coordenados e pelo plano $3x + 2y + 6z = 6$
 18. volume do paralelepípedo delimitado pelos planos coordenados e pelos planos $z = 1$, $x = 2$ e $y = 1$
 19. volume de uma calha circular reta de raio 2 e altura 4
 20. $\frac{3}{4}$ 21. 2π 22. $\frac{14}{3}a^2$ 23. $\frac{3\pi}{8}$ 24. $2\left[\arctg 2 - \frac{\pi}{4}\right]$ 25. $\frac{16\sqrt{6}}{25}$ 26. $\frac{1}{2} - \frac{1}{e}$ 27. $\frac{146}{9}$
 28. $A_{R_1} = A_{R_2} = \frac{28}{3}$ 29. a) $2k, \left(\frac{1}{3}, 0\right)$ b) $\frac{14k}{3}, \left(\frac{3}{7}, 0\right)$ 30. a) $\frac{128k}{15}$ b) $\frac{512k}{7}$ 31. $\frac{99k\pi}{2}$
 32. o centro de massa coincide com o centro do quadrado
 33. a) $11,7k$ b) $\left(\frac{35}{52}, \frac{529}{182}\right)$ c) $\frac{3033k}{28}$ 34. $\frac{3}{4}, \left(\frac{23}{45}, \frac{47}{18}\right)$
 35. $25k$; o centro de massa situa-se a $\frac{5}{3}$ cm da base, sobre sua mediatriz 36. $64k$ 37. a) $\frac{625k\pi}{2}$ b) $\frac{625k\pi}{4}$ 38. $\frac{64k}{3}$

Capítulo 8

Seção 8.5

1. $\frac{26}{3}$ 2. $\frac{64}{3}$ 3. 2π 4. 4 5. 0 6. $\frac{272}{3}$ 7. $\frac{16\pi}{3}$ 8. 112 9. $\frac{3}{5}$ 10. $\frac{8}{3}$ 11. $\frac{4}{3} - \ln 3$ 12. $\pi^2 - 6\sin \frac{\pi^2}{6}$
 13. $\frac{1}{4}$ 14. $\frac{68}{3}$ 15. $\frac{8}{3}$ 16. $\frac{128\sqrt{2}}{105}$ 18. a) $\frac{1}{6}$ b) $\frac{31}{120}$ c) $\frac{128}{21}$ d) $\frac{128}{21}$ e) $\frac{95}{8}$ f) $\frac{127}{42}$ g) π h) $\frac{81\pi}{2}$

Seção 8.7

1. $\pi\left(\frac{256}{15} - \frac{44\sqrt{3}}{5}\right)$ 2. $\frac{256\pi}{15}$ 3. $\frac{128}{3}$ 4. $\frac{2(3\pi - 4)}{9}$ 5. 0 6. $-\frac{16}{3}\pi$ 7. 0 8. $\frac{16}{3}\pi$ 9. $\frac{972\pi}{5}$

10. $\frac{243(2 + \sqrt{2})\pi}{5}$ 11. $\frac{243(2 - \sqrt{2})\pi}{5}$ 12. $\frac{486\sqrt{2}\pi}{5}$ 13. $\frac{37\pi}{6}$ 14. $\frac{148\pi}{3}$ 15. $\pi\left(\frac{224\sqrt{2}}{5} - 20\sqrt{5}\right)$
 16. $\frac{8\sqrt{3}a^3\pi}{27}$ 17. 0 18. $\frac{4\pi}{3}abc$ 19. 1256 20. $-\frac{37\pi}{4}$ 21. $\frac{1688\pi}{15}$ 22. 15π
 23. a) $\frac{2\pi}{3}(e - 1)$ b) $\frac{4\pi}{3}$ c) $2\pi a^2$ d) $\frac{\pi}{8}$ e) $\frac{\sqrt{2}\pi}{8}(4 - \pi)$ f) $\frac{9\pi}{2}$

Seção 8.9

1. 1 2. $\frac{7}{27}, \frac{8}{27}, \frac{26}{27}$ 3. 64π 4. $4\sqrt{2}\pi$ 5. 128π 6. $\frac{\pi}{6}$ 7. $\pi\left(18 - \frac{32\sqrt{2}}{3}\right)$ 8. $\frac{16}{3}$ 9. $\frac{abc}{3}$ 10. $\frac{20\pi}{3}$
 11. 112π 12. $4\sqrt{2}\pi$ 13. $\frac{4\sqrt{10}}{5}\pi$ 14. $\frac{4}{3}\sqrt{6}\pi$ 15. 7938π 16. $\frac{64\pi}{3}$ 17. 3π 18. 5 19. $\frac{128}{3}$
 20. a) $36\pi(2 - \sqrt{2})$ b) 16π 21. $\frac{243}{2}, \left(0, \frac{9}{2}, \frac{9}{4}\right)$ 23. $\frac{848K\pi}{15}, \frac{848K\pi}{15}, \frac{32K\pi}{3}$ 24. $\frac{2048\pi}{3}$
 25. a) $\frac{4}{3}K\pi, (0, 0, 1)$ b) $\frac{16K}{3}, \left(\frac{5}{8}, \frac{3}{4}, \frac{11}{8}\right)$ 26. $\frac{729}{2}K$ 27. $\frac{K\pi}{4}h^2a^4$ 28. $\frac{K\pi}{8}$

Capítulo 9

Seção 9.2

1. 12 2. $\frac{1}{6}(17\sqrt{17} - 1)$ 3. 0 4. $-\frac{1}{27} + \frac{10\sqrt{10}}{27}$ 5. 0 6. 0 7. 6 8. $\frac{3a^3}{8}$ 9. $\frac{2048}{15}$
 10. $\frac{928}{27}\sqrt{5}\pi$ 11. 8 12. 0 13. $\frac{1}{12}\left[\left(1 + \frac{2}{e}\right)^{3/2} - 1\right]$ 14. $\frac{1}{4}$ 15. 34 16. 0 17. 96π 18. $\frac{1}{2}$
 19. 4π 20. $k(e^2 - e^{-2})u.m.$ 22. $6\sqrt{20} + \sqrt{32}u.m.$ 23. $4k\pi u.m.$ 24. $8\sqrt{5}k\pi$ 25. $\frac{85}{4}\sqrt{10}k$
 26. $\left(\frac{11}{7}, 0\right)$ 27. $\frac{k}{6}(17\sqrt{17} - 1); \left(\frac{391\sqrt{17} + 1}{170\sqrt{17} - 10}, 0\right)$ 28. $k u.m.$ 29. $\frac{k(7\sqrt{2} + 12)}{3}$ 31. a) 0 b) $\frac{k\pi i}{R}$ c) $\frac{k\pi i}{R}$

Seção 9.4

1. $\ln \frac{3}{35}$ 2. 0 3. $\frac{3}{2}$ 4. 0 5. $-\pi$ 6. 8 7. $\frac{64}{3}\pi^3$ 8. $\frac{1}{4}$ 9. -8 10. $-6k$ 11. 0 12. $\frac{-4}{3} + \ln 2$
 13. $\frac{284}{7}$ 14. $\frac{112}{3}$ 15. 0 16. 1 17. 48π 18. 0 19. $\frac{5}{2}$ 20. $\frac{4096}{3}\pi^3$ 21. $\pm 8\sqrt{2}\pi$ 22. -4
 23. 0 24. 0 25. $\frac{1}{3} - \frac{1}{3e}$ 26. a) $-\frac{2}{e} - 4$ b) $\frac{2}{e} + \frac{13}{3}$ c) $\frac{-2}{e} - \frac{9}{2}$ 27. a) 7 b) 7 c) 7 28. a) 6 b) $\frac{11}{2}$ c) -4
 29. a) 8π b) 12π c) 4 30. a) 0 b) 0 c) 0 31. $1 + 2\cos 2 - e^2; -4 + \sin 2; 3 - e^2$ 32. 0
 33. 0 34. 0 35. -4; horário 36. 0 37. 0

Seção 9.6

1. a) não b) sim; $u = \sin xy + e^{xy} + z + c$; $\sin 1 + \frac{1}{e} + \sin 6 + e^6 + 1$
 c) sim; $u = xyz + \sin x + \cos y + c$; $-\sin 1 - \cos 1 + \sin 2 + \cos 3 + 6$
 2. a) sim; $u = xyz + 4y^2 + c$; $abc + 4b^2$ b) sim; $u = \frac{3}{7}(x + y + z)^{7/3} + c$; $\frac{3}{7}(a + b + c)^{7/3}$ c) não
 d) sim; $u = (\cos y + \sin z)e^x + c$; $e^a(\cos b + \sin c) - 1$
 e) sim; $u = x^2 + y^2 + z^2 + c$; $a^2 + b^2 + c^2$
 3. a) $2\cos 1 + \frac{3}{2}$ b) $e^2 - 3$ c) $\frac{14}{3}$

4. a) 16 b) $1 - e^2 \cos 1$ c) 0 d) 5 e) $\sin 3 - \sin 1 - e^2 + e + 53$ f) $2e + e^{-2}$ g) 0
5. a) 0 b) $-\frac{\pi}{4}$ c) 0 d) -2π 6. -16 7. a) 0 b) -12 c) 0
8. a) 0 b) $\frac{\sqrt{257}}{4} - \sqrt{2}$ c) $\frac{\sqrt{257}}{4} - \sqrt{2}$ d) 0 9. a) 0 b) 0 c) $\frac{1}{2}$ d) $\frac{5\sqrt{2} - \sqrt{10}}{20}$
11. a) 0 b) $-\pi$ 12. 1; igual 13. $e^{\sqrt{2}} - e - \sqrt{2}$ 14. 0; 2π ; $\arctg \frac{1}{2} - \arctg \frac{3}{2}$
15. a) $\frac{2}{3}$ b) $\frac{2}{3}$

Seção 9.8

1. 8 2. -12π 3. -36 4. $-\frac{64}{3}$ 5. $\frac{15}{2}$ 6. 72π 7. $\frac{3}{2}$ 8. 16π 9. $-\frac{3}{10}$ 10. 0 11. 0
12. $12\pi \text{ u.a.}$ 13. 1 u.a. 14. a) $4\pi \text{ u.a.}$ b) $\frac{5\pi}{2} \text{ u.a.}$ 17. $\frac{221}{6}$ 18. $18 - \frac{1}{6}(e^2 - e^5)$.

Capítulo 10

Seção 10.3

1. a) elipsóide; b) $x = \pm \sqrt{\frac{24 - 3y^2 - 4z^2}{2}}$, $y = \pm \sqrt{\frac{24 - 2x^2 - 4z^2}{3}}$, $z = \pm \sqrt{\frac{24 - 2x^2 - 3y^2}{4}}$
2. a) esfera; b) $x = \pm \sqrt{16 - y^2 - z^2}$, $y = \pm \sqrt{16 - x^2 - z^2}$, $z = \pm \sqrt{16 - x^2 - y^2}$
3. a) esfera; b) $x = \pm \sqrt{16 - (y-1)^2 - z^2} + 2$, $y = \pm \sqrt{16 - (x-2)^2 - z^2} + 1$, $z = \pm \sqrt{16 - (x-2)^2 - (y-1)^2}$
4. a) elipsóide; b) $x = \pm \sqrt{\frac{1 - (y-1)^2 - (z-1)^2}{2}} + 1$, $y = \pm \sqrt{1 - 2(x-1)^2 - (z-1)^2} + 1$,
 $z = \pm \sqrt{1 - 2(x-1)^2 - (y-1)^2} + 1$
5. a) plano; b) $x = \frac{10 - \sqrt{2}y + z}{2}$, $y = \frac{10 - 2x + z}{\sqrt{2}}$, $z = 2x + \sqrt{2}y - 10$
6. a) cilindro parabólico; b) $x = \pm \sqrt{z}$, $z = x^2$ 7. a) cone; b) $x = \pm \sqrt{z^2 - y^2}$, $y = \pm \sqrt{z^2 - x^2}$, $z = \pm \sqrt{x^2 + y^2}$
8. $x = y^2 + z^2 - 1$ 9. $z = 2\sqrt{x^2 + y^2}$ 10. $y = x^2$, $0 \leq z \leq 4$, $-2 \leq x \leq 2$ 11. $z = \sqrt{4 - x^2 - y^2}$
12. $y = \sqrt{4 - x^2 - z^2}$ 13. $x = \sqrt{4 - y^2 - z^2}$ 14. $\frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} = 1$, $0 \leq x \leq 2$, $0 \leq y \leq 3$, $0 \leq z \leq 4$
15. $x = 3 \cos v \cos u + 1$, $y = 3 \cos v \sin u + 2$, $z = 3 \sin v$, $0 \leq u \leq 2\pi$ e $-\frac{\pi}{2} \leq v \leq \frac{\pi}{2}$
16. $x = u$, $y = v$, $z = u^2 + v^2 - 1$ 17. $x = u$, $y = v$, $z = 8 - u - v$
18. $x = 2 \cos u$, $y = v$, $z = 2 \sin u$, $-\infty < v < +\infty$ e $0 \leq u \leq 2\pi$
19. $x = 2 + 2 \cos v \cos u$, $y = -1 + 2 \cos v \sin u$, $z = 2 \sin v$, $0 \leq u \leq 2\pi$ e $-\frac{\pi}{2} \leq v \leq \frac{\pi}{2}$
20. $x = \cos v \cos u$, $y = 1 + \cos v \sin u$, $z = \sin v$, $0 \leq u \leq 2\pi$, $-\frac{\pi}{2} \leq v \leq \frac{\pi}{2}$
21. $x = \sqrt{2} \cos v \cos u$, $y = \sqrt{2} \cos v \sin u$, $z = \sqrt{2} \sin v$, $0 \leq u \leq 2\pi$ e $-\frac{\pi}{2} \leq v \leq \frac{\pi}{2}$
22. $x = 2 + 4 \cos v \cos u$, $y = -1 + 4 \cos v \sin u$, $z = 3 + 4 \sin v$, $0 \leq u \leq 2\pi$ e $-\frac{\pi}{2} \leq v \leq \frac{\pi}{2}$
23. $x = \sqrt{8} \cos v \cos u$, $y = \sqrt{8} \cos v \sin u$, $z = \sqrt{8} \sin v$, $\frac{\pi}{2} \leq u \leq \pi$ e $0 \leq v \leq \frac{\pi}{2}$
24. $x = \cos v \cos u$, $y = \cos v \sin u$, $z = \sin v$, $0 \leq u \leq 2\pi$ e $\frac{\pi}{6} \leq v \leq \frac{\pi}{2}$
25. $x = \sqrt{3} \cos u$, $y = \sqrt{3} \sin u$, $z = v$, $0 \leq u \leq 2\pi$ e $-\infty < v < +\infty$
26. $x = 4 \cos u$, $y = 4 \sin u$, $z = v$, $\frac{\pi}{4} \leq u \leq \arctg 2$, $-2 \leq v \leq 2$
27. $x = \sqrt{10} \cos u$, $z = \sqrt{10} \sin u$, $y = v$, $-\infty < v < +\infty$, $0 \leq u \leq 2\pi$

434

Cálculo B – Funções de várias variáveis, integrais múltiplas, integrais curvilíneas e de superfície

$$28. x = \frac{1}{\sqrt{5}} v \cos u, y = \frac{1}{\sqrt{5}} v \sin u, z = \frac{2}{\sqrt{5}} v, 0 \leq u \leq 2\pi \text{ e } 0 \leq v < \infty$$

$$29. x = u, y = v, z = 2\sqrt{u^2 + v^2}$$

$$30. x = u, y = v, z = -2\sqrt{u^2 + v^2}$$

$$31. x = u, y = v, z = \frac{2u^2 + 2v^2}{3}$$

$$32. x = u, y = v, z = \frac{3u^2 + 3v^2}{4}$$

$$33. x = u, y = 2u^2 + 2v^2, z = v, u^2 + v^2 \leq 4$$

$$34. x = u, y = v, z = \sqrt{16 - u^2 - v^2}, u^2 + v^2 \leq 16$$

$$35. x = 2 \cos v \cos u, y = 2 \cos v \sin u, z = 2 + 2 \sin v, 0 \leq u \leq 2\pi \text{ e } 0 \leq v \leq \frac{\pi}{2}$$

$$36. x = 6 \cos v \cos u, y = 6 \cos v \sin u, z = 6 \sin v, \frac{3\pi}{2} \leq u \leq 2\pi, -\frac{\pi}{2} \leq v \leq \frac{\pi}{2}$$

$$37. x = \cos v \cos u, y = \cos v \sin u, z = \sin v, \frac{\pi}{4} \leq u \leq \arctg 2 \text{ e } -\frac{\pi}{2} \leq v \leq \frac{\pi}{2}$$

$$38. x = v, y = 3 \cos u, z = 3 \sin u, 0 \leq v \leq 4 \text{ e } 0 \leq u \leq 2\pi$$

$$39. x = 1 + \sqrt{13} \cos u, y = 3 + \sqrt{13} \sin u, z = v, 0 \leq u \leq 2\pi \text{ e } -\infty < v < +\infty$$

$$40. x = \frac{1}{2} v \sin u, y = \frac{\sqrt{3}}{2} v, z = \frac{1}{2} v \cos u, 0 \leq u \leq 2\pi \text{ e } 0 \leq v < \infty$$

$$41. x = u, y = 1 - \sqrt{u^2 + v^2}, z = v, u^2 + v^2 \leq 16$$

$$42. x = u, y = v, z = u^2 + v^2 - 1, 1 \leq u^2 + v^2 \leq 4$$

$$43. x = u, y = v, z = 4 - u - v, 0 \leq u \leq 4, 0 \leq v \leq 4 - u$$

$$44. x = u, y = \frac{9 - 2u}{3}, z = v, 0 \leq u \leq \frac{9}{2}, -\infty < v < +\infty$$

$$45. x = u, y = v, z = 8 - v, u^2 + v^2 \leq 4$$

Seção 10.7

$$1. a) \left(\frac{\sqrt{2}}{2} \cos v, \frac{\sqrt{2}}{2} \cos v, \sin v \right), -\frac{\pi}{2} \leq v \leq \frac{\pi}{2}; \left(\frac{\sqrt{2}}{2} \cos u, \frac{\sqrt{2}}{2} \sin u, \frac{\sqrt{2}}{2} \right), 0 \leq u \leq 2\pi$$

$$b) \left(\frac{\sqrt{2}}{2} u, \frac{\sqrt{2}}{2} u, u^2 \right), 0 \leq u \leq 2; (\sqrt{2} \cos v, \sqrt{2} \sin v, 2), 0 \leq v \leq 2\pi \quad c) (u, 1, u^2 + 1), (1, v, v^2 + 1)$$

$$d) \left(u, \frac{1}{2}, \sqrt{\frac{3}{4} - u^2} \right), \left(\frac{1}{2}, v, \sqrt{\frac{3}{4} - v^2} \right)$$

$$2. a) x = u, y = v, z = 3 \left(1 - u - \frac{1}{2} v \right); \left(u, \frac{1}{2}, \frac{9}{4} - 3u \right); \left(\frac{1}{4}, v, \frac{9}{4} - \frac{3}{2} v \right)$$

$$b) x = 3 \cos u, y = 3 \sin u, z = v; (3 \cos u, 3 \sin u, 4); (3, 0, v)$$

$$c) x = \frac{\sqrt{2}}{2} v \cos u, y = \frac{\sqrt{2}}{2} v, z = \frac{\sqrt{2}}{2} v \sin u, 0 \leq u \leq 2\pi, 0 \leq v < \infty; (\sqrt{13} \cos u, \sqrt{13}, \sqrt{13} \sin u), 0 \leq u \leq 2\pi; \left(\sqrt{\frac{2}{13}} v, \frac{\sqrt{2}}{2} v, \frac{3}{2} \sqrt{\frac{2}{13}} v \right), 0 \leq v < \infty$$

$$3. b) \left(\frac{\sqrt{2}}{2} u, 2u^2, \frac{\sqrt{2}}{2} u \right), 0 \leq u \leq 2; (\cos v, 2, \sin v), 0 \leq v \leq 2\pi$$

$$c) \left(\frac{\sqrt{2}}{2}, 4, \frac{\sqrt{2}}{2} \right); \left(-\frac{\sqrt{2}}{2}, 0, \frac{\sqrt{2}}{2} \right); (2\sqrt{2}, -1, 2\sqrt{2})$$

$$4. b) (\cos u, \sin u, \sqrt{3}), 0 \leq u \leq \frac{\pi}{2}; (\sqrt{2} \cos v, \sqrt{2} \cos v, 2 \sin v), 0 \leq v \leq \frac{\pi}{2}$$

$$c) \left(-\frac{\sqrt{2}}{2}, \frac{\sqrt{2}}{2}, 0 \right); \left(\frac{-\sqrt{6}}{2}, \frac{-\sqrt{6}}{2}, 1 \right); \left(\frac{\sqrt{2}}{2}, \frac{\sqrt{2}}{2}, \sqrt{3} \right)$$

$$d) \left(\frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{\sqrt{2}}{2} t, \frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{\sqrt{2}}{2} t, \sqrt{3} + \sqrt{3} t \right); \sqrt{2} x + \sqrt{2} y + 2\sqrt{3} z - 8 = 0$$

$$5. a) (4 + t, 1 - 2t, 2 - 4t) \quad b) (4 + \sqrt{5} t, 1 - 2\sqrt{5} t, 2 - 4\sqrt{5} t) \quad c) (3 + t, 2 - 4t, 4) \quad d) \left(\frac{1}{4} + t, \frac{1}{4} + t, \frac{1}{2} + t \right)$$

$$e) (1 + 2t, 1 + 2t, -2 + t) \quad f) \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2} t, 1 + \frac{\sqrt{2}}{2} t, \sqrt{2} + t \right) \quad g) \left(1 - \frac{2}{3} t, 2 - \frac{5}{3} t, \frac{2}{3} + t \right)$$

6. a) $(u, v, 3u^2v)$; $6x + 3y - z - 6 = 0$, $6x - 3y + z + 6 = 0$; $(1 - 6t, 1 - 3t, 3 + t)$, $(-1 + 6t, 1 - 3t, 3 + t)$
 b) $(u, v, u^2 + v^2)$; $2y - z - 1 = 0$, $2x + 2y + z + 2 = 0$; $(0, 1 - 2t, 1 + t)$, $(-1 + 2t, -1 + 2t, 2 + t)$
 c) (u, v, uv) ; $x + 2y - 2z - 1 = 0$, $\sqrt{2}x - z = 0$; $\left(1 - \frac{1}{2}t, \frac{1}{2} - t, \frac{1}{2} + t\right)$, $(-\sqrt{2}t, \sqrt{2}t, t)$
 d) $(u, v, 4 - u - 2v)$; $x + 2y + z - 4 = 0$; $x + 2y + z - 4 = 0$; $\left(1 + t, \frac{1}{2} + 2t, 2 + t\right)$, $(t, 1 + 2t, 2 + t)$
 e) $(3 \cos v \cos u, 3 \cos v \sin u, 3 \sin v)$ $0 \leq u \leq 2\pi$, $-\frac{\pi}{2} \leq v \leq \frac{\pi}{2}$; $x - 3 = 0$, $y - 3 = 0$, $z - 3 = 0$,
 $x + 2y + 2z - 9 = 0$; $(3 + 9t, 0, 0)$, $(0, 3 + 9t, 0)$, $(0, 0, 3 + 6t)$, $\left(1 + \sqrt{5}t, 2 + \frac{10}{\sqrt{5}}t, 2 + 2\sqrt{5}t\right)$
 f) $(2 \cos u, 2 \sin u, v)$; $x + y - 2\sqrt{2} = 0$, $y - 2 = 0$; $(\sqrt{2} + \sqrt{2}t, \sqrt{2} + \sqrt{2}t, 2)$, $(0, 2 + 2t, 2)$
7. a) $4x + 4y + z - 4 = 0$ b) $z - 4y + 2 = 0$ 8. $y = 2x$ e $z = x$

9. $\left(\frac{-2u \cos v}{\sqrt{4u^2 + 1}}, \frac{-2u \sin v}{\sqrt{4u^2 + 1}}, \frac{1}{\sqrt{4u^2 + 1}}\right)$, $u \neq 0$ 10. a) $\left(\frac{-\sqrt{3}}{3}, \frac{-\sqrt{3}}{3}, \frac{-\sqrt{3}}{3}\right)$ b) $\left(\frac{\sqrt{3}}{3}, \frac{\sqrt{3}}{3}, \frac{\sqrt{3}}{3}\right)$

Seção 10.11

1. $\frac{3\sqrt{17}}{2} u.a.$ 2. $\frac{13\sqrt{13} - 1}{6} \pi u.a.$ 3. $30 \arcsin \frac{2}{5} u.a.$ 4. $\frac{13}{3} \pi u.a.$ 5. a) $9 u.a.$ b) $\frac{27}{2} \pi u.a.$
 6. $6\pi u.a.$ 7. $(18\pi - 36) u.a.$ 8. $32\pi u.a.$ 9. $12\pi (3 - \sqrt{5}) u.a.$ 10. $\frac{1}{6} (37\sqrt{37} - 17\sqrt{17}) \pi u.a.$
 11. $4\pi (2 - \sqrt{2}) u.a.$ 12. $4\pi\sqrt{17} u.a.$ 13. $4\sqrt{3} \pi u.a.$ 14. $\frac{(17\sqrt{17} - 1)}{6} \pi u.a.$ 15. $\frac{\sqrt{2}}{4} \pi u.a.$
 16. $\frac{\pi}{6} (5\sqrt{5} - 1) u.a.$ 17. $3 u.a.$ 18. $\pi(36 - 8\sqrt{3}) u.a.$ 19. $\frac{64\sqrt{15}\pi}{9} u.a.$ 20. $(36 + 4\sqrt{21} + 4\sqrt{6}) u.a.$
 22. b) $8\pi u.a.$ 23. a) $x^2 + y^2 = z$ c) $\frac{\pi}{6} (17\sqrt{17} - 1) u.a.$ 25. a) 2 b) 2 26. $\frac{243}{2} \pi$ 27. $\frac{\pi}{2}$ 28. $\frac{81}{2}$
 29. $\frac{22\sqrt{14}}{3}$ 30. $\frac{2048\pi}{3}$ 31. $\frac{32768\sqrt{13}\pi}{81}$ 32. $\frac{2(17\sqrt{17} - 1)}{3}$ 33. $\frac{-37}{5} \pi$ 34. $\frac{-\pi}{4}$ 35. 0 36. $2\sqrt{2} \ln 2$
 37. $\frac{2\sqrt{5} k \pi}{3} u.m.$ 38. 9π 39. $20\sqrt{5} k \pi u.m.$ 40. $(0, 0, 1)$
 41. a) $x^2 + y^2 = 16$, $0 \leq z \leq 8$ c) $(8, 8\sqrt{3}, 0)$ d) 1024π
 42. b) $(-\sqrt{6}, \sqrt{6}, 0)$, $(-\sqrt{2}, -\sqrt{2}, 2\sqrt{3})$ c) $(6\sqrt{2}, 6\sqrt{2}, 4\sqrt{3})$ d) $\frac{2048\pi}{3} k$

Seção 10.13

2. a) 32 b) $-\frac{32}{3}$ c) $-\frac{32}{3}$ d) $-\frac{32}{3}$ e) 0; o fluxo é nulo 3. 4π 4. 0 5. 6 6. $\frac{\pi a^4}{2}$
 7. $16\pi a^2$ 8. 18 9. -15π 10. $\frac{64}{3}$ 11. $\frac{1}{2}$ 12. $\frac{32}{3} \pi$ 13. $\frac{20}{3}$ 14. 0
 15. $\frac{208}{3}$ 16. $2\pi a^3(2 - \sqrt{2})$ 17. a) 0 b) 0
 18. 24; -24 19. a) $\left(-\frac{3}{5}, -\frac{4}{5}, 1\right)$ b) -288π 20. 3π ; -3π 21. 180π

Seção 10.16

1. -16 2. $\frac{\pm 3a^2\pi}{4}$ 3. 0 4. -16 5. $\pm(8 \sin 4 - 40)$ 6. π 7. 0 8. -2π
 9. $\frac{-5a^4\pi}{4}$ 10. -32π 11. 6π 12. $\frac{1}{4}$ 13. 24 14. 486π 15. 24 16. 0
 17. 3π 18. 48 19. -45π 20. a) 0 b) 64π c) 0 21. -192π 22. 108