

CONJUNTO DE EXERCÍCIOS 3.5 [página 125]

1. (a) $-2(x+1) + (y-3) - (z+2) = 0$ (b) $(x-1) + 9(y-1) + 8(z-4) = 0$
(c) $2z = 0$ (d) $x + 2y + 3z = 0$
2. (a) $-2x + y - z - 7 = 0$ (b) $x + 9y + 8z - 42 = 0$
(c) $2z = 0$ (d) $x + 2y + 3y = 0$
3. (a) $(0, 0, 5)$ é um ponto no plano e $\mathbf{n} = (-3, 7, 2)$ é um vetor normal, de modo que $-3(x-0) + 7(y-0) + 2(z-5) = 0$ é uma forma ponto-normal; outros pontos e outras normais também dão respostas corretas.
(b) $(x-0) + 0(y-0) - 4(z-0) = 0$ é uma possibilidade.
4. (a) $2y - z + 1 = 0$ (b) $x + 9y - 5z - 26 = 0$
5. (a) Não paralelos (b) Paralelos (c) Paralelos 6. (a) Paralelos (b) Não paralelos
7. (a) Não perpendiculares (b) Perpendiculares 8. (a) Perpendiculares (b) Não perpendiculares
9. (a) $x = 3 + 2t, y = -1 + t, z = 2 + 3t$ (b) $x = -2 + 6t, y = 3 - 6t, z = -3 - 2t$
(c) $x = 2, y = 2 + t, z = 6$ (d) $x = t, y = -2t, z = 3t$
10. (a) $x = 5 + t, y = -2 + 2t, z = 4 - 4t$ (b) $x = 2t, y = -t, z = -3t$
11. (a) $x = -12 - 7t, y = -41 - 23t, z = t$ (b) $x = \frac{5}{2}t, y = 0, z = t$
12. (a) $(-2, 4, 1) \cdot (x+1, y-2, z-4) = 0$ (b) $(-1, 4, 3) \cdot (x-2, y, z+5) = 0$
(c) $(-1, 0, 0) \cdot (x-5, y+2, z-1) = 0$ (d) $(a, b, c) \cdot (x, y, z) = 0$
13. (a) Paralelos (b) Não paralelos 14. (a) Perpendiculares (b) Não perpendiculares
15. (a) $(x, y, z) = (-1, 2, 3) + t(7, -1, 5) \quad (-\infty < t < +\infty)$
(b) $(x, y, z) = (2, 0, -1) + t(1, 1, 1) \quad (-\infty < t < +\infty)$
(c) $(x, y, z) = (2, -4, 1) + t(0, 0, -2) \quad (-\infty < t < +\infty)$
(d) $(x, y, z) = (0, 0, 0) + t(a, b, c) \quad (-\infty < t < +\infty)$
17. $2x + 3y - 5z + 36 = 0$ 18. (a) $z = 0$ (b) $y = 0$ (c) $x = 0$
19. (a) $z - z_0 = 0$ (b) $x - x_0 = 0$ (c) $y - y_0 = 0$ 20. $7x + 4y - 2z = 0$
21. $5x - 2y + z - 34 = 0$ 22. $(-\frac{173}{3}, -\frac{43}{3}, \frac{49}{3})$ 23. $y + 2z - 9 = 0$
24. $x - y - 4z - 2 = 0$ 26. $x = \frac{11}{5}t - 2, y = -\frac{2}{5}t + 5, z = t$
27. $x + 5y + 3z - 18 = 0$ 28. $(x-2) + (y+1) - 3(z-4) = 0$
29. $4x + 13y - z - 17 = 0$ 30. $3x + 10y + 4z - 53 = 0$ 31. $3x - y - z - 2 = 0$
32. $5x - 3y + 2z - 5 = 0$ 33. $2x + 4y + 8z + 13 = 0$ 36. $x - 4y + 4z + 9 = 0$
37. (a) $x = \frac{11}{23} + \frac{7}{23}t, y = -\frac{41}{23} - \frac{1}{23}t, z = t$ (b) $x = -\frac{2}{5}t, y = 0, z = t$
39. (a) $\frac{5}{3}$ (b) $\frac{1}{\sqrt{29}}$ (c) $\frac{4}{\sqrt{3}}$ 40. (a) $\frac{1}{2\sqrt{26}}$ (b) 0 (c) $\frac{2}{\sqrt{6}}$
42. (a) $\frac{x-3}{2} = y+1 = \frac{z-2}{3}$ (b) $\frac{x+2}{6} = -\frac{y-3}{6} = -\frac{z+3}{2}$
43. (a) $x - 2y - 17 = 0$ e $x + 4z - 27 = 0$ é uma resposta possível. (b) $x - 2y = 0$ e $-7y + 2z = 0$ é uma resposta possível.
44. (a) $\theta \approx 35^\circ$ (b) $\theta \approx 79^\circ$ 45. $\theta \approx 75^\circ$ 46. São idênticas. 47. São perpendiculares. 48. É o segmento de reta ligando P_1 a P_2 .
49. Por exemplo, $x = x_0 + 2t, y = y_0 + 3t, z = z_0 + 5t$ e $x = x_0 + t, y = y_0 - 4t, z = z_0 + 2t$

CONJUNTO DE EXERCÍCIOS 4.1 [página 135]

1. (a) $(-1, 9, -11, 1)$ (b) $(22, 53, -19, 14)$ (c) $(-13, 13, -36, -2)$
(d) $(-90, -114, 60, -36)$ (e) $(-9, -5, -5, -3)$ (f) $(27, 29, -27, 9)$

2. $(\frac{6}{5}, \frac{2}{3}, \frac{2}{3}, \frac{2}{3})$ 3. $c_1 = 1, c_2 = 1, c_3 = -1, c_4 = 1$
5. (a) $\sqrt{29}$ (b) 3 (c) 13 (d) $\sqrt{31}$
6. (a) $\sqrt{133}$ (b) $\sqrt{30} + \sqrt{77}$ (c) $4\sqrt{30}$ (d) $\sqrt{1811}$ (e) $(\frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{3\sqrt{2}}, \frac{2}{3\sqrt{2}}, \frac{2}{3\sqrt{2}})$ (f) 1
8. $k = \pm \frac{5}{7}$ 9. (a) 7 (b) 14 (c) 7 (d) 11 10. (a) $(\frac{1}{\sqrt{10}}, \frac{3}{\sqrt{10}}), (-\frac{1}{\sqrt{10}}, -\frac{3}{\sqrt{10}})$
11. (a) $\sqrt{10}$ (b) $\sqrt{56}$ (c) $\sqrt{59}$ (d) 10
14. (a) Sim (b) Não (c) Sim (d) Não (e) Não (f) Sim
15. (a) $k = -3$ (b) $k = -2, k = -3$
16. $\pm \frac{1}{57}(-34, 44, -6, 11)$ 19. $x_1 = 1, x_2 = -1, x_3 = 2$ 20. -6
22. O componente na direção de $\mathbf{a}$ é $\text{proj}_{\mathbf{a}} \mathbf{u} = \frac{4}{15}(-1, 1, 2, 3)$; o componente ortogonal é $\frac{1}{15}(34, 11, 52, -27)$.
23. Não intersectam.
33. (a) A medida euclidiana da "caixa" no R^n é $a_1 a_2 \cdots a_n$ (b) O comprimento da diagonal é $\sqrt{a_1^2 + a_2^2 + \cdots + a_n^2}$
34. (b) A lei do paralelogramo: A soma dos quadrados dos comprimentos dos quatro lados de um paralelogramo é igual à soma dos quadrados das duas diagonais.
35. (a) $d(\mathbf{u}, \mathbf{v}) = \sqrt{2}$ 36. Sim, pois quaisquer dois vetores estão num plano.
37. (a) Verdadeira (b) Verdadeira (c) Falsa (d) Verdadeira (e) Verdadeira, a menos que $\mathbf{u} = \mathbf{0}$

CONJUNTO DE EXERCÍCIOS 4.2 [página 146]

1. (a) Linear; $R^3 \rightarrow R^2$ (b) Não-linear; $R^2 \rightarrow R^3$ (c) Linear; $R^3 \rightarrow R^3$ (d) Não-linear; $R^4 \rightarrow R^2$
2. (a) $\begin{bmatrix} 2 & -3 & 0 & 1 \\ 3 & 5 & 0 & -1 \end{bmatrix}$ (b) $\begin{bmatrix} 7 & 2 & -8 \\ 0 & -1 & 5 \\ 4 & 7 & -1 \end{bmatrix}$ (c) $\begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 3 & -2 \\ 5 & -7 \end{bmatrix}$ (d) $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$
3. $\begin{bmatrix} 3 & 5 & -1 \\ 4 & -1 & 1 \\ 3 & 2 & -1 \end{bmatrix}; T(-1, 2, 4) = (3, -2, -3)$
4. (a) $\begin{bmatrix} 2 & -1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$ (b) $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ (c) $\begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 1 & 5 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ (d) $\begin{bmatrix} 4 & 0 & 0 \\ 0 & 7 & 0 \\ 0 & 0 & -8 \end{bmatrix}$
5. (a) $\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \\ 1 & 3 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$ (b) $\begin{bmatrix} 7 & 2 & -1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ (c) $\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ (d) $\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$
6. (a) $\begin{bmatrix} -1 \\ 1 \end{bmatrix}$ (b) $\begin{bmatrix} 3 \\ 13 \end{bmatrix}$ (c) $\begin{bmatrix} -2x_1 + x_2 + 4x_3 \\ 3x_1 + 5x_2 + 7x_3 \\ 6x_1 - x_3 \end{bmatrix}$ (d) $\begin{bmatrix} -x_1 + x_2 \\ 2x_1 + 4x_2 \\ 7x_1 + 8x_2 \end{bmatrix}$
7. (a) $T(-1, 4) = (5, 4)$ (b) $T(2, 1, -3) = (0, -2, 0)$
8. (a) $(-1, -2)$ (b) $(1, 2)$ (c) $(2, -1)$
9. (a) $(2, -5, -3)$ (b) $(2, 5, 3)$ (c) $(-2, -5, 3)$

10. (a) (2, 0) (b) (0, -5) 11. (a) (-2, 1, 0) (b) (-2, 0, 3) (c) (0, 1, 3)
12. (a) $\left(\frac{3\sqrt{3}+4}{2}, \frac{3-4\sqrt{3}}{2}\right)$ (b) $\left(\frac{3-4\sqrt{3}}{2}, \frac{-3\sqrt{3}-4}{2}\right)$ (c) $\left(\frac{7\sqrt{2}}{2}, \frac{-\sqrt{2}}{2}\right)$ (d) (4, 3)
13. (a) $\left(-2, \frac{\sqrt{3}-2}{2}, \frac{1+2\sqrt{3}}{2}\right)$ (b) (0, 1, $2\sqrt{2}$) (c) (-1, -2, 2)
14. (a) $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1/2 & \sqrt{3}/2 \\ 0 & -\sqrt{3}/2 & 1/2 \end{bmatrix}$ (b) $\begin{bmatrix} 1/2 & 0 & -\sqrt{3}/2 \\ 0 & 1 & 0 \\ \sqrt{3}/2 & 0 & 1/2 \end{bmatrix}$ (c) $\begin{bmatrix} 1/2 & \sqrt{3}/2 & 0 \\ -\sqrt{3}/2 & 1/2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
15. (a) $\left(-2, \frac{\sqrt{3}+2}{2}, \frac{-1+2\sqrt{3}}{2}\right)$ (b) $(-2\sqrt{2}, 1, 0)$ (c) (1, 2, 2)
16. (a) $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$ (b) $\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1/2 \end{bmatrix}$ (c) $\begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 0 & -3 \end{bmatrix}$ 17. (a) $\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1/2 & -\sqrt{3}/2 \end{bmatrix}$ (b) $\begin{bmatrix} -\sqrt{2} & \sqrt{2} \\ \sqrt{2} & \sqrt{2} \end{bmatrix}$ (c) $\begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$
18. (a) $\begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ (b) $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & \sqrt{2} & 0 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ (c) $\begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
19. (a) $\begin{bmatrix} \sqrt{3}/8 & -\sqrt{3}/16 & 1/16 \\ 1/8 & 3/16 & -\sqrt{3}/16 \\ 0 & 1/8 & \sqrt{3}/8 \end{bmatrix}$ (b) $\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$ (c) $\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \\ -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
20. (a) Sim (b) Sim (c) Não 21. (a) Sim (b) Não 22. $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
24. $\begin{bmatrix} \frac{1}{3}(1-\cos\theta)+\cos\theta & \frac{1}{3}(1-\cos\theta)-\frac{1}{\sqrt{3}}\sin\theta & \frac{1}{3}(1-\cos\theta)-\frac{1}{\sqrt{3}}\sin\theta \\ \frac{1}{3}(1-\cos\theta)-\frac{1}{\sqrt{3}}\sin\theta & \frac{1}{3}(1-\cos\theta)+\cos\theta & \frac{1}{3}(1-\cos\theta)-\frac{1}{\sqrt{3}}\sin\theta \\ \frac{1}{3}(1-\cos\theta)-\frac{1}{\sqrt{3}}\sin\theta & \frac{1}{3}(1-\cos\theta)-\frac{1}{\sqrt{3}}\sin\theta & \frac{1}{3}(1-\cos\theta)+\cos\theta \end{bmatrix}$
26. 135° 28. (c) 90° 29. (a) Duas vezes a projeção ortogonal no eixo x
(b) Duas vezes a reflexão em torno do eixo x
30. (a) A coordenada x é esticada por um fator de 2 e a coordenada y é esticada por um fator de 3.
(b) Rotação por um ângulo de 30°
31. Rotação por um ângulo 2θ
32. Rotação por um ângulo $-\theta$

CONJUNTO DE EXERCÍCIOS 4.3 [página 154]

1. (a) Não-injetor (b) Injetor (c) Injetor (d) Injetor
(e) Injetor (f) Injetor (g) Injetor
2. (a) $\begin{bmatrix} 8 & 4 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}$; não-injetor (b) $\begin{bmatrix} 2 & -3 \\ 5 & 1 \end{bmatrix}$; injetor (c) $\begin{bmatrix} -1 & 3 & 2 \\ 2 & 0 & 4 \\ 1 & 3 & 6 \end{bmatrix}$; não-injetor (d) $\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 5 & 3 \\ 1 & 0 & 8 \end{bmatrix}$; injetor
3. O vetor (1, 3) não está na imagem, por exemplo.
4. O vetor (1, 6, 2) não está na imagem, por exemplo.

5. (a) Injetor; $\begin{bmatrix} \frac{1}{3} & -\frac{2}{3} \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \end{bmatrix}$; $T^{-1}(w_1, w_2) = (\frac{1}{3}w_1 - \frac{2}{3}w_2, \frac{1}{3}w_1 + \frac{1}{3}w_2)$ (b) Não-injetor
- (c) Injetor; $\begin{bmatrix} 0 & -1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$; $T^{-1}(w_1, w_2) = (-w_2, -w_1)$ (d) Não-injetor
6. (a) Injetor; $\begin{bmatrix} 1 & -2 & 4 \\ -1 & 2 & -3 \\ -1 & 3 & -5 \end{bmatrix}$; $T^{-1}(w_1, w_2, w_3) = (w_1 - 2w_2 + 4w_3, -w_1 + 2w_2 - 3w_3, -w_1 + 3w_2 - 5w_3)$
- (b) Não-injetor;
- (c) Injetor; $\begin{bmatrix} -\frac{3}{2} & -\frac{3}{2} & \frac{11}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & -\frac{3}{2} \\ -\frac{1}{2} & \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \end{bmatrix}$; $T^{-1}(w_1, w_2, w_3) = \left(\frac{-3w_1 - 3w_2 + 11w_3}{2}, \frac{w_1 + w_2 - 3w_3}{2}, \frac{-w_1 + w_2 - w_3}{2} \right)$
- (d) Não-injetor
7. (a) Reflexão em torno do eixo x (b) Rotação pelo ângulo de $-\pi/4$ (c) Contração por um fator de $\frac{1}{3}$
(d) Reflexão em torno do plano yz (e) Dilatação pelo fator de 5.
8. (a) Linear (b) Não-linear (c) Linear (d) Linear
9. (a) Linear (b) Não-linear (c) Linear (d) Não-linear
10. (a) Linear (b) Não-linear
11. (a) Linear (b) Linear
12. (a) Para uma reflexão em torno do eixo y , $T(\mathbf{e}_1) = \begin{bmatrix} -1 \\ 0 \end{bmatrix}$ e $T(\mathbf{e}_2) = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$. Assim, $T = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$.
- (b) Para uma reflexão em torno do plano xz , $T(\mathbf{e}_1) = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$, $T(\mathbf{e}_2) = \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \end{bmatrix}$ e $T(\mathbf{e}_3) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$. Assim, $T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$.
- (c) Para uma projeção ortogonal sobre o eixo x , $T(\mathbf{e}_1) = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ e $T(\mathbf{e}_2) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$. Assim, $T = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$.
- (d) Para uma projeção ortogonal sobre o plano yz , $T(\mathbf{e}_1) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$, $T(\mathbf{e}_2) = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ e $T(\mathbf{e}_3) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$. Assim, $T = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$.
- (e) Para uma rotação por um ângulo positivo θ , $T(\mathbf{e}_1) = \begin{bmatrix} \cos \theta \\ \sin \theta \end{bmatrix}$ e $T(\mathbf{e}_2) = \begin{bmatrix} -\sin \theta \\ \cos \theta \end{bmatrix}$. Assim, $T = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$.
- (f) Para uma dilatação por um fator $k \geq 1$, $T(\mathbf{e}_1) = \begin{bmatrix} k \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$, $T(\mathbf{e}_2) = \begin{bmatrix} 0 \\ k \\ 0 \end{bmatrix}$ e $T(\mathbf{e}_3) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ k \end{bmatrix}$. Assim, $T = \begin{bmatrix} k & 0 & 0 \\ 0 & k & 0 \\ 0 & 0 & k \end{bmatrix}$.
13. (a) $T(\mathbf{e}_1) = \begin{bmatrix} -1 \\ 0 \end{bmatrix}$ e $T(\mathbf{e}_2) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$. Assim, $T = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$.
- (b) $T(\mathbf{e}_1) = \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \end{bmatrix}$ e $T(\mathbf{e}_2) = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$. Assim, $T = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$.

$$(c) T(\mathbf{e}_1) = \begin{bmatrix} 0 \\ 3 \end{bmatrix} \text{ e } T(\mathbf{e}_2) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}. \text{ Assim, } T = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 3 & 0 \end{bmatrix}.$$

$$14. (a) T(\mathbf{e}_1) = \begin{bmatrix} \frac{1}{5} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, T(\mathbf{e}_2) = \begin{bmatrix} 0 \\ -\frac{1}{5} \\ 0 \end{bmatrix} \text{ e } T(\mathbf{e}_3) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{1}{5} \end{bmatrix}. \text{ Assim, } T = \begin{bmatrix} \frac{1}{5} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{1}{5} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{5} \end{bmatrix}.$$

$$(b) T(\mathbf{e}_1) = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, T(\mathbf{e}_2) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ e } T(\mathbf{e}_3) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}. \text{ Assim, } T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

$$(c) T(\mathbf{e}_1) = \begin{bmatrix} -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, T(\mathbf{e}_2) = \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ e } T(\mathbf{e}_3) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}. \text{ Assim, } T = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}.$$

$$15. (a) T_A(\mathbf{e}_1) = \begin{bmatrix} -1 \\ 2 \\ 4 \end{bmatrix}, T_A(\mathbf{e}_2) = \begin{bmatrix} 3 \\ 1 \\ 5 \end{bmatrix} \text{ e } T_A(\mathbf{e}_3) = \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \\ -3 \end{bmatrix}$$

$$(b) T_A(\mathbf{e}_1 + \mathbf{e}_2 + \mathbf{e}_3) = T_A(\mathbf{e}_1) + T_A(\mathbf{e}_2) + T_A(\mathbf{e}_3) = \begin{bmatrix} 2 \\ 5 \\ 6 \end{bmatrix}$$

$$(c) T_A(7\mathbf{e}_3) = 7T_A(\mathbf{e}_3) = \begin{bmatrix} 0 \\ 14 \\ -21 \end{bmatrix}$$

16. (a) Transformação linear $R^2 \rightarrow R^3$; injetora

(b) Transformação linear $R^3 \rightarrow R^2$; não-injetora

$$17. (a) \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right) \quad (b) \left(\frac{3}{4}, \frac{\sqrt{3}}{4}\right) \quad (c) \left(\frac{1-5\sqrt{3}}{4}, \frac{15-\sqrt{3}}{4}\right)$$

$$18. (a) \lambda = 1; \begin{bmatrix} t \\ 0 \end{bmatrix} \quad (b) \lambda = 1; \begin{bmatrix} t \\ t \end{bmatrix} \quad (c) \lambda = 1; \begin{bmatrix} t \\ 0 \end{bmatrix} \quad (d) \lambda = \frac{1}{2}; \text{ todos vetores em } R^2 \text{ são autovetores}$$

$$\lambda = -1; \begin{bmatrix} 0 \\ t \end{bmatrix} \quad \lambda = -1; \begin{bmatrix} t \\ -t \end{bmatrix} \quad \lambda = 0; \begin{bmatrix} 0 \\ t \end{bmatrix}$$

$$19. (a) \lambda = 1; \begin{bmatrix} 0 \\ s \\ t \end{bmatrix} \quad \lambda = -1; \begin{bmatrix} t \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (b) \lambda = 1; \begin{bmatrix} s \\ 0 \\ t \end{bmatrix} \quad \lambda = 0; \begin{bmatrix} 0 \\ t \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$(c) \lambda = 2; \text{ todos vetores em } R^3 \text{ são autovetores} \quad (d) \lambda = 1; \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ t \end{bmatrix}$$

$$20. (a) \text{ Sim} \quad (b) \text{ Sim} \quad 23. (a) \begin{bmatrix} \cos 2\theta & \sin 2\theta \\ \sin 2\theta & -\cos 2\theta \end{bmatrix} \quad (b) \left(\frac{1+5\sqrt{3}}{2}, \frac{\sqrt{3}-5}{2}\right)$$

25. (a) Falsa (b) Verdadeira (c) Falsa, pois x poderia ser 0 (d) Verdadeira

26. (a) A imagem de T está contida propriamente em R^n .
(b) T deve levar infinitos vetores em $\mathbf{0}$.