



3.1 Fundamentos Básicas

■ FORMAS INDETERMINADAS

$\frac{0}{0}$	$\frac{\infty}{\infty}$	$\infty - \infty$	∞^0	1^∞	$0 \times \infty$
---------------	-------------------------	-------------------	------------	------------	-------------------

■ OPERAÇÕES COM OS SÍMBOLOS $\pm\infty$

$\infty + \infty = \infty$	$\infty \times \infty = \infty$	$(-\infty) \times \infty = -\infty$
$k \times \infty = \infty, \text{ se } k > 0$	$k \times \infty = -\infty, \text{ se } k < 0$	$(-\infty) \times (-\infty) = \infty$
$k^\infty = \infty, \text{ se } k > 0$	$\infty^p = \infty, \text{ se } p > 0$	$\infty^p = 0, \text{ se } p < 0$
$\frac{k}{0} = \pm\infty$	$-\infty - \infty = -\infty$	$\infty \times (-\infty) = -\infty$

■ FUNÇÕES RACIONAIS

Ao calcular o limite no infinito (quando $x \rightarrow \pm\infty$) de uma função racional (quociente de dois polinômios), recomendamos colocar em evidência no numerador e no denominador o termo de maior grau:

$$\lim_{x \rightarrow \pm\infty} \frac{A_0 + A_1x + A_2x^2 + A_3x^3 + \dots + A_nx^n}{B_0 + B_1x + B_2x^2 + B_3x^3 + \dots + B_kx^k} = \lim_{x \rightarrow \pm\infty} \frac{x^n \left[\frac{A_0}{x^n} + \frac{A_1}{x^{n-1}} + \frac{A_2}{x^{n-2}} + \dots + \frac{A_{n-1}}{x} + A_n \right]}{x^k \left[\frac{B_0}{x^k} + \frac{B_1}{x^{k-1}} + \frac{B_2}{x^{k-2}} + \dots + \frac{B_{k-1}}{x} + B_k \right]}.$$

Cada termo que contém uma potência de x no denominador tem limite zero e, sendo assim, o valor do limite se reduz a:

$$\lim_{x \rightarrow \pm\infty} \frac{A_n x^n}{B_k x^k}.$$

O valor final depende dos coeficientes A_n e B_k e, naturalmente, de n e k que são os graus dos polinômios.

a) Se os polinômios têm mesmo grau, isto é, $n = k$, então o valor do limite é:

$$\lim_{x \rightarrow \pm\infty} \frac{A_n x^n}{B_n x^n} = \frac{A_n}{B_n}.$$

b) Se o grau do numerador (n) é maior do que o grau do denominador (k), então:

$$\lim_{x \rightarrow \pm\infty} \frac{A_n x^n}{B_k x^k} = \lim_{x \rightarrow \pm\infty} \frac{A_n}{B_k} x^{n-k} = \pm\infty. \quad (\text{depende do sinal de } A_n/B_k; \text{ note que } n - k > 0)$$

c) Se o grau do numerador (n) é menor do que o grau do denominador (k), então:

$$\lim_{x \rightarrow \pm\infty} \frac{A_n x^n}{B_k x^k} = \lim_{x \rightarrow \pm\infty} (A_n/B_k) \frac{1}{x^{k-n}} = 0. \quad (\text{note que } k - n > 0)$$

■ PROPRIEDADES ALGÉBRICAS

Suponhamos que $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = L$ e que $\lim_{x \rightarrow a} g(x) = M$. Então:

1. $\lim_{x \rightarrow a} k = k$, k constante.
2. $\lim_{x \rightarrow a} [f(x) \pm g(x)] = L \pm M$.
3. $\lim_{x \rightarrow a} [kf(x)] = kL$, k constante.
4. $\lim_{x \rightarrow a} [f(x) \times g(x)] = L \times M$.
5. $\lim_{x \rightarrow a} [f(x)/g(x)] = L/M$, ($M \neq 0$ e $g(x) \neq 0, \forall x \neq a$).

■ OUTRAS PROPRIEDADES

1. Se $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = L$, então $\lim_{x \rightarrow a} |f(x)| = |L|$.
2. Se $\lim_{x \rightarrow a} g(x) = 0$ e $f(x)$ é uma função limitada¹, então $\lim_{x \rightarrow a} [f(x) \times g(x)] = 0$.
3. Confronto: se $f(x) \leq g(x) \leq h(x)$, $\forall x$, e se $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = \lim_{x \rightarrow a} h(x) = L$, então $\lim_{x \rightarrow a} g(x) = L$.

■ ESCREVENDO PARA APRENDER

1. Em cada caso abaixo calcule o limite de $f(x)$, quando $x \rightarrow a$.

(a) $f(x) = 2x + 5$; $a = -7$.

(b) $f(x) = \frac{3}{\sqrt{3x+1}+1}$; $a = 0$.

(c) $f(x) = \frac{x^2 + 3x - 10}{x + 5}$; $a = -5$.

(d) $f(x) = \frac{-2x - 4}{x^3 + 2x^2}$; $a = -2$.

(e) $f(x) = \frac{x - 1}{\sqrt{x + 3} - 2}$; $a = 1$.

(f) $f(x) = \frac{\sqrt{x^2 + 8} - 3}{x + 1}$; $a = -1$.

(g) $f(x) = \frac{x^4 - 1}{x^3 - 1}$; $a = 1$.

(h) $f(x) = \frac{3 - \sqrt{x}}{9 - x}$; $a = 9$.

(i) $f(x) = \frac{x^2 + x}{x}$; $a = 0$.

¹Uma função $f(x)$ é limitada quando existir uma constante C , tal que $|f(x)| \leq C, \forall x$.

(j) $f(x) = \frac{x^2 + 8x - 20}{x^2 - x - 2}; \quad a = 2.$

(k) $f(x) = \frac{\sqrt[3]{x} - \sqrt[3]{2}}{x - 2}; \quad a = 2.$

(l) $f(x) = \frac{x^4 - 2x + 1}{x^3 + 2x^2 + 1}; \quad a = 1.$

(m) $f(x) = \frac{1 - \sqrt{1+x}}{\sqrt{x-1} - x}; \quad a = 3.$

(n) $f(x) = \frac{(3 - x^3)^4 - 16}{x^3 - 1}; \quad a = 1$ (considere $u = 3 - x^3$)

(o) $f(x) = \sqrt{\frac{\sqrt{x^2 + 3} - 2}{x^2 - 1}}; \quad a = 1$

(p) $f(x) = \frac{\sqrt[3]{x+2} - 1}{x + 1}; \quad a = -1$ (considere $u = \sqrt[3]{x+2}$)

2. Se f é uma função definida em \mathbb{R} e $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{f(x)}{x} = 1$, mostre que:

(a) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{f(3x)}{x} = 3.$ (b) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{f(x^2)}{x} = 0.$

3. Sabendo que $\lim_{x \rightarrow -2} \frac{f(x)}{x^2} = 1$, calcule $\lim_{x \rightarrow -2} f(x)$ e $\lim_{x \rightarrow -2} \frac{f(x)}{x}$.

4. Sabendo-se que $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{f(x) - 5}{x - 2} = 3$, calcule $\lim_{x \rightarrow 2} f(x)$.

5. Se φ é uma função tal que $1 - \frac{x^2}{4} \leq \varphi(x) \leq 1 + \frac{x^2}{2}, \forall x \neq 0$, calcule $\lim_{x \rightarrow 0} \varphi(x)$.

6. Sabendo que $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = 0$ e que $g(x)$ é uma função limitada, use a propriedade do Confronto e mostre que $\lim_{x \rightarrow a} [f(x) \cdot g(x)] = 0$.

7. Considere a função g definida por $g(x) = \begin{cases} 1, & \text{se } x \leq 0 \\ -1, & \text{se } x > 0 \end{cases}$. Investigue a existência dos limites:

$\lim_{x \rightarrow 0} g(x)$ e $\lim_{x \rightarrow 0} x^2 g(x)$.

8. Em cada caso abaixo, calcule os limites laterais de f no ponto a .

(a) $f(x) = \frac{x+3}{x+2}, \quad a = -2$

(b) $f(x) = \frac{x}{(x-2)^2}, \quad a = 2$

(c) $f(x) = \frac{2-x}{(1-x)^3}, \quad a = 1$

(d) $f(x) = \frac{x^2-4}{|x-2|}, \quad a = 2$

(e) $f(x) = \frac{\sqrt{x^2+4x+5}-\sqrt{5}}{x}, \quad a = 0$

(f) $f(x) = \frac{(x+3)|x+2|}{x+2}, \quad a = -2$

(g) $f(x) = \frac{\sqrt{2x}(x-1)}{|x-1|}, \quad a = 1$

(h) $f(x) = \frac{x+3}{|x^2-9|}, \quad a = -3$

(i) $f(x) = \frac{x^2-1}{|x-1|}, \quad a = 1$

(j) $f(x) = \frac{x+2}{|x^2-4|}, \quad a = -2$

9. Calcule $\lim_{x \rightarrow 2^+} \sqrt{x-2}$ e verifique se existe o limite $\lim_{x \rightarrow 2^-} \sqrt{x-2}$.

10. Calcule os limites laterais indicados.

(a) $\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{1}{x}$

(b) $\lim_{x \rightarrow 0^-} \frac{1}{x}$

(c) $\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{1}{x^2}$

(d) $\lim_{x \rightarrow 0^-} \frac{1}{x^2}$

(e) $\lim_{x \rightarrow 3^+} \frac{5}{x-3}$

(f) $\lim_{x \rightarrow 3^-} \frac{5}{x-3}$

(g) $\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{2x+1}{x}$

(h) $\lim_{x \rightarrow 0^-} \frac{x-3}{x^2}$

(i) $\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{3}{x^2-x}$

(j) $\lim_{x \rightarrow 0^-} \frac{3}{x^2-x}$

(k) $\lim_{x \rightarrow 3^+} \frac{x^2-3x}{x^2-6x+9}$

(l) $\lim_{x \rightarrow -1^-} \frac{|x-1|}{x-1}$

(m) $\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{2x+1}{x^2+x}$

(n) $\lim_{x \rightarrow -1^+} \frac{3x^2-4}{1-x^2}$

(o) $\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{x}{|x|}$

(p) $\lim_{x \rightarrow -1^+} \frac{x^2+3}{x^2-1}$

11. Calcule os seguintes limites no infinito:

(a) $\lim_{x \rightarrow +\infty} (x^4 + 3x + 2)$

(b) $\lim_{x \rightarrow -\infty} (x^4 - 3x + 2)$

(c) $\lim_{x \rightarrow +\infty} (3x^3 + 2x + 1)$

(d) $\lim_{x \rightarrow -\infty} (3x^3 + 2x + 1)$

(e) $\lim_{x \rightarrow +\infty} (5 - 4x + x^2 - x^5)$

(f) $\lim_{x \rightarrow -\infty} (5 - 4x + x^2 - x^5)$

(g) $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{5x^3 - 6x + 1}{6x^3 + 2}$

(h) $\lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{5x^3 - 6x + 1}{6x^3 + 2}$

(i) $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{\sqrt{x} + 1}{x + 3}$

(j) $\lim_{x \rightarrow +\infty} (x - \sqrt{x+3})$

(k) $\lim_{x \rightarrow +\infty} (x - \sqrt{x^2+3})$

(l) $\lim_{x \rightarrow +\infty} (x - \sqrt{x^3+3})$

(m) $\lim_{x \rightarrow +\infty} (2x - \sqrt{x^3+3})$

(n) $\lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{5-x}{3+2x}$

(o) $\lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{2-\sqrt{|x|}}{\sqrt{1-x}}$

3.2 Limite \times Continuidade

Uma função $y = f(x)$ é *contínua* no ponto x_0 de seu domínio quando tiver limite no ponto x_0 e, além disso, $\lim_{x \rightarrow x_0} f(x) = f(x_0)$. Quando $f(x)$ não for contínua no ponto x_0 , diremos que f é *descontínua* em x_0 e isto ocorrerá quando ao menos uma das condições abaixo se verificar:

- ou f não estiver definida no ponto x_0 ;

- ou o limite de $f(x)$ no ponto x_0 não existir;
- ou f tiver limite em x_0 , mas, o valor do limite não coincidir com $f(x_0)$.

■ **ESCREVENDO PARA APRENDER**

1. Verdadeiro (V) ou Falso (F)?

(a) $\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = \lim_{x \rightarrow a^-} f(x) \implies f$ é contínua em $x = a$.

(b) Se $\lim_{x \rightarrow a} |f(x)|$ existe, então $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$ também existe.

(c) Se $\lim_{x \rightarrow a} |f(x)| = 0$, então $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = 0$.

2. Calcule $\lim_{x \rightarrow 1} f(x)$, onde a função $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ é definida por $f(x) = \begin{cases} \frac{x^2 - 1}{x - 1}, & \text{se } x \neq 1 \\ 3, & \text{se } x = 1 \end{cases}$.

Esta função é contínua em $x = 1$?

3. Seja f uma função real contínua, definida em torno do ponto $a = 1$, tal que $f(x) = \frac{x^2 - 3x + 2}{x - 1}$, para $x \neq 1$. Quanto vale $f(1)$? Por quê?

4. Em cada caso, determine o valor de k , de modo que a função $f(x)$ seja contínua no ponto a indicado.

(a) $a = 2; \quad f(x) = \begin{cases} \frac{x^3 - 8}{x - 2}, & \text{se } x \neq 2 \\ k, & \text{se } x = 2 \end{cases}$ (b) $a = 3; \quad f(x) = \begin{cases} \frac{\sqrt{x} - \sqrt{3}}{x - 3}, & \text{se } x > 0 \text{ e } \neq 3 \\ k, & \text{se } x = 3 \end{cases}$

5. Seja f a função definida por: $f(-1) = 2$ e $f(x) = \frac{x^2 + x}{x + 1}$, para $x \neq -1$. A função f é contínua no ponto $x = -1$? Por quê? E no ponto $x = 0$?

6. Dê exemplo de uma função f , definida em \mathbb{R} , descontínua no ponto $x = 2$, mas que satisfaça $\lim_{x \rightarrow 2^+} f(x) = \lim_{x \rightarrow 2^-} f(x)$.

7. Seja f uma função tal que $|f(x)| \leq x^2, \forall x \in \mathbb{R}$. Mostre que f é contínua em $x = 0$.

8. Esboce o gráfico e encontre os pontos de descontinuidade da função f , definida por:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{2x^2 + 3}{5}, & \text{se } x \leq 1 \\ 6 - 5x, & \text{se } 1 < x < 3 \\ x - 3, & \text{se } x \geq 3 \end{cases} .$$

9. Em cada caso, esboce o gráfico da função e diga se ela é contínua no ponto a indicado.

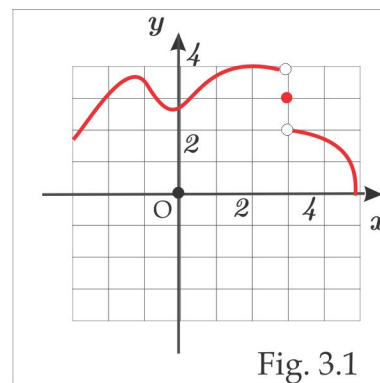
$$(a) a = 0; \quad f(x) = \begin{cases} 2 - x, & \text{se } x > 1 \\ x^2, & \text{se } x \leq 1 \end{cases} \quad (b) a = 0; \quad f(x) = \begin{cases} \frac{x-2}{|x-2|}, & \text{se } x \neq 2 \\ 1, & \text{se } x = 2 \end{cases}$$

$$(c) a = -1; \quad f(x) = \frac{x^2 - 2x - 3}{x + 1} \quad (d) a = 1; \quad f(x) = \begin{cases} 0, & \text{se } x < 0 \\ [x], & \text{se } x \geq 0 \end{cases}.$$

■ **NOTA** No Exercício 9(d), $[x]$ representa o *maior inteiro menor ou igual a x* e a função correspondente $x \mapsto [x]$ é denominada *função escada*.

10. Seja f a função cujo gráfico encontra-se esboçado abaixo.

- Calcule $\lim_{x \rightarrow 0} f(x)$.
- Calcule $\lim_{x \rightarrow 3} f(x)$.
- Calcule $f(0)$.
- Calcule $f(3)$.
- f é contínua no ponto $x = 0$?
- f é contínua no ponto $x = 3$?



- Existe um número real α capaz de fazer com que $\lim_{x \rightarrow -2} \frac{3x^2 + \alpha x + \alpha + 3}{x^2 + x - 2}$ exista?
- Uma companhia ferroviária cobra R\$10 por km , para transportar um vagão até uma distância de $200km$, cobrando ainda R\$8 por cada km que exceda a 200. Além disso, essa mesma companhia cobra uma taxa de serviço de R\$1.000 por vagão, independentemente da distância a percorrer. Determine a função que representa o custo para transportar um vagão a uma distância de $x km$ e esboce seu gráfico. Essa função é contínua em $x = 200$?
- Uma fábrica é capaz de produzir 15.000 unidades de um certo produto, em um turno de 8 horas de trabalho. Para cada turno de trabalho, sabe-se que existe um custo fixo de R\$2.000,00, relativo ao consumo de energia elétrica. Supondo-se que, por unidade produzida, o custo variável, dado o gasto com matéria prima e salários, é de R\$2,00, determine a função que representa o custo total para a fabricação de x unidades e esboce seu gráfico. A função encontrada é contínua para $0 \leq x \leq 45.000$?
- Um estacionamento cobra R\$3 pela primeira hora, ou parte dela, e R\$2 por hora sucessiva, ou parte dela, até o máximo de R\$10. Esboce o gráfico do custo do estacionamento como uma função do tempo decorrido e analise as descontinuidades dessa função.
- Prove que a equação $x^5 + x + 1 = 0$ tem ao menos uma raiz no intervalo $[-1, 0]$.

16. Prove que a equação $x^3 - 4x + 2 = 0$ admite três raízes reais e distintas.
17. Considere a função f definida por: $f(x) = \begin{cases} x^2 + 2, & \text{se } -2 \leq x < 0 \\ -x^2 - 2, & \text{se } 0 \leq x \leq 2 \end{cases}$. Mostre que não existe um número α no intervalo $[-2, 2]$ tal que $f(\alpha) = 0$. Isto contradiz o corolário do Teorema do valor Intermediário?
18. Quais das seguintes afirmações sobre a função $y = f(x)$ ilustrada abaixo são verdadeiras e quais são falsas?

- (a) $\lim_{x \rightarrow 0} f(x)$ existe.
- (b) $\lim_{x \rightarrow 0} f(x) = 0$.
- (c) $\lim_{x \rightarrow 0} f(x) = 1$.
- (d) $\lim_{x \rightarrow 1} f(x) = 1$.
- (e) $\lim_{x \rightarrow 1} f(x) = 0$.
- (f) $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$ existe no ponto a em $(-1, 1)$.

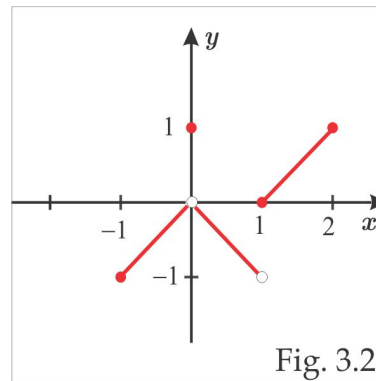


Fig. 3.2

19. Explique por que os limites abaixo não existem.

(a) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x}{|x|}$ (b) $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x}{x-1}$ (c) $\lim_{x \rightarrow -2} \frac{x+3}{(x-1)(x+2)}$ (d) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^2+3}{x}$

RESPOSTAS & SUGESTÕES

EXERCÍCIOS COMPLEMENTARES 3.1

1. (a) -9 (b) 3/2 (c) -7 (d) -1/2 (e) 4 (f) -1/3 (g) 4/3 (h) 1/6 (i) 1 (j) 4 (k) $1/3\sqrt[3]{4}$

- (l) 0 (m) $1/(3 - \sqrt{2})$ (n) -32 (o) 1/2 (p) 1/3.

2. Nos dois casos, usaremos uma mudança de variável.

(a) Com $u = 3x$, tem-se $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{f(3x)}{x} = 3 \lim_{u \rightarrow 0} \frac{f(u)}{u}$.

(b) Faça $u = x^2$ e encontre $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{f(x^2)}{x} = \pm \lim_{u \rightarrow 0} \frac{\sqrt{u}f(u)}{u}$.

3. 4 e -2.

4. 5.

5. 1.

6. Use a relação $0 \leq |f(x) \cdot g(x)| \leq M |f(x)|$ e a propriedade do Confronto.7. A função $g(x)$ não tem limite em $x = 0$ e $\lim_{x \rightarrow 0} [x^2 g(x)] = 0$.

8. Veja a tabela.

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)
$\lim_{x \rightarrow a^-} f(x)$	$-\infty$	$+\infty$	$+\infty$	-4	$2\sqrt{5}/5$	-1	$-\sqrt{2}$	$-1/6$	-2	$-1/4$
$\lim_{x \rightarrow a^+} f(x)$	$+\infty$	$+\infty$	$-\infty$	4	$2\sqrt{5}/5$	1	$\sqrt{2}$	$1/6$	2	$1/4$

9. Quando $x \rightarrow 2^+$ o limite existe e vale 0. Quando $x \rightarrow 2^-$ o limite não existe, porque a função não está definida à esquerda de $x = 2$.

10. Veja a tabela.

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)	(o)	(p)
∞	$-\infty$	∞	∞	∞	$-\infty$	∞	$-\infty$	$-\infty$	∞	∞	-1	∞	$-\infty$	1	$-\infty$

11. Veja a tabela.

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)	(o)
∞	∞	∞	$-\infty$	$-\infty$	∞	$5/6$	$5/6$	0	∞	$5/6$	$-\infty$	$-\infty$	$-1/2$	-1

EXERCÍCIOS COMPLEMENTARES 3.2

1. (a) F (b) F (c) V

2. $\lim_{x \rightarrow 1} f(x) = 2$ e $f(1) = 3$. Logo, f é descontínua em $a = 1$.3. Como f é contínua em $a = 1$, devemos ter $f(1) = -1$.4. (a) $k = 12$ (b) $k = \sqrt{3}/6$.5. f é descontínua em $x = -1$, porque $f(-1) = 2$ e $\lim_{x \rightarrow -1} f(x) = -1$. A função é contínua em $x = 0$.6. Considere, por exemplo, a função f definida assim: $f(x) = x$, para $x \neq 2$ e $f(2) = 0$.7. $x = 3$ é a única descontinuidade de f .

8. Use a Propriedade do Confronto.

9. (a) sim (b) sim (c) não (d) não.

10. (a) 3 (b) não existe (c) 3 (d) 4 (e) sim (f) não.

11. Se $\alpha = 15$, o limite será -1 .
 12. Se $x \leq 200$, o custo $C(x)$ é determinado em reais por $C(x) = 1.000 + 10x$. O custo para uma distância de 200 km é, portanto, $C(200) = R\$3.000$. Se a distância excede 200 km , isto é, se $x > 200$, então o custo total será dado por $C(x) = 3.000 + 8(x - 200)$. Resumindo, temos: $C(x) = 1000 + 10x$, se $0 < x \leq 200$, e $C(x) = 1400 + 8x$, para $x > 200$. Essa função é contínua em $x = 200$.
 13. Se $0 \leq x \leq 15000$, um único turno de trabalho será suficiente e, assim, $C(x) = 2000 + 2x$. Se $15000 < x \leq 45000$, então a fábrica deverá operar em 3 turnos e, nesse caso, $C(x) = 6000 + 10x$. Nesse intervalo a função custo é descontínua.
 14. As descontinuidades ocorrem nos instantes $t = 1$, $t = 2$, $t = 3$ e $t = 4$
 15. Basta observar que $f(-1) < 0$ e que $f(1) > 0$. A conclusão segue do Teorema do Valor Intermediário.
 16. Use o Teorema do Valor Intermediário para a função $f(x)$, nos intervalos $[-3, 0]$, $[0, 1]$ e $[1, 2]$.
 17. Não. Como a função não é contínua em $[-2, 2]$, o fato não contradiz o resultado citado.
 18. V, V, F, F, F, V.
 19. Em cada caso, note que os limites laterais, quando existem, são diferentes.
-