



Cálculo Dif. e Int. I  
Operações com funções  
T. Praciano-Pereira

Lista numero 04 11 de setembro de 2010  
tarcisio.praciano@gmail.com  
Dep. de Computação - UeVA

**alun@:**

www.calculo.sobralmatematica.org  
Documento produzido com L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X sis. op. Debian/Gnu/Linux

## 0.1 Informações

Siga as instruções sobre nomes de arquivos, leia as intruções na página da disciplina. Data da entrega da lista: dia 20 de Setembro, segunda-feira.

### 0.1.1 Objetivo

Funções polinomiais, gráficos, derivada.

Esta lista, junto com os programas

`exer04*.gnuplot`

tem a finalidade de prepará-l@s para o cálculo de derivadas. Todos os programas mencionados na lista se encontram no link “programas” da página. Para calcular derivadas, vamos usar limites de quocientes, no começo, logo, logo, isto vai ficar para trás, usaremos regras de derivação. Leia o texto de apoio a lista.

**Palavras chave** diferença, derivada da soma, derivada do produto, derivada da composta, operações com funções, gráficos de funções, translação de funções, soma e produto de funções, operador quociente de diferenças, operador diferença,  $\Delta_\rho(f)(x)$ ,  $Q_\rho(f)(x)$ , regra da cadéia.

**Notação:**

$$\Delta_\rho(f)(x) = f(x + \rho) - f(x)$$

para uma constante  $\rho$  dada, é o operador *diferença*.

$$Q_\rho(f)(x) = \frac{f(x + \rho) - f(x)}{\rho} = \frac{\Delta_\rho(f)(x)}{\rho}$$

para uma constante  $\rho$  dada é o operador *quociente*. A notação do quociente não é padronizada, a da diferença é.

## 0.2 Exercícios

1. Significado geométrico da derivada O gráfico da função  $f$  está na figura (1). As afirmações são feitas sobre o aspecto gráfico que você na figura, interpretação de gráficos.

- (a)  $(V)[ ](F)[ ]$  O coeficiente angular instantâneo de  $f$  no ponto  $(a, f(a))$  é  $f'(a)$ , um número positivo.

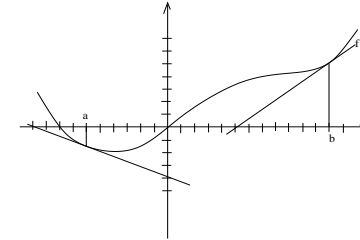


Figura 1:  $graf(f)$  com retas tangentes

- (b)  $(V)[ ](F)[ ]$  O coeficiente angular instantâneo de  $f$  no ponto  $(b, f(b))$  é  $f'(b)$ , um número positivo.
- (c)  $(V)[ ](F)[ ]$  O coeficiente angular instantâneo de  $f$  no ponto  $(a, f(a))$  é  $f'(a) \approx -0.39$ .
- (d)  $(V)[ ](F)[ ]$  O coeficiente angular instantâneo de  $f$  no ponto  $(b, f(b))$  é  $f'(b) \approx 0.41$
- (e)  $(V)[ ](F)[ ]$  A derivada de  $f$  é zero numa vizinhança do ponto  $(-4, f(-4))$ .

2. Operações com funções Leia e rode o programa `exer04_01.gnuplot`.

- (a)  $(V)[ ](F)[ ]$  O programa `exer04_01.gnuplot` dá exemplos de operações algébricas, soma, produto, translação, com funções.

- (b)  $(V)[ ](F)[ ]$  Dadas as equações de duas funções  $f, g$  podemos calcular

$$f + g, fg, fog;$$

Se  $f, g$  forem polinômios, então

$$f + g, fg, fog$$

também serão polinômios do mesmo grau que  $f$  e  $g$ .

- (c)  $(V)[ ](F)[ ]$  Dadas as equações de duas funções  $f, g$  podemos calcular

$$f + g, fg, fog;$$

Se  $f, g$  forem polinômios, então

$$f + g, fg, fog$$

também serão polinômios mas nem sempre do mesmo grau que  $f$  e  $g$ .

(d)  $(V)[\ ](F)[\ ]$  Se  $f$  for um polinômio, qualquer translação de  $f$ , na direção  $OX$  ou na direção  $OY$  será também um polinômio do mesmo grau que  $f$ .

(e)  $(V)[\ ](F)[\ ]$  `gnuplot` “sabe” fazer operações algébricas com funções e pode produzir o gráfico do resultado.

### 3. operador diferença e o grau Faça experiências com o programa

`exer04_02.gnuplot`.

(a)  $(V)[\ ](F)[\ ]$  Se  $f$  for um polinômio do segundo grau, e se  $\rho$  for uma constante dada, podemos definir uma nova função, composta de adição e translação:

$$\Delta_\rho(f)(x) = f(x + \rho) - f(x)$$

A função  $\Delta_\rho(f)(x)$  é do segundo grau. Teste com `gnuplot` se é possível fazer um gráfico, isto comprova que a função foi definida.

(b)  $(V)[\ ](F)[\ ]$  Se  $f$  for um polinômio do segundo grau, e se  $\rho$  for uma constante dada, podemos definir uma nova função, composta de adição e translação:

$$\Delta_\rho(f)(x) = f(x + \rho) - f(x)$$

A função  $\Delta_\rho(f)(x)$  é do primeiro grau. Teste com `gnuplot` se é possível fazer um gráfico, isto comprova que a função foi definida.

(c)  $(V)[\ ](F)[\ ]$  Se  $f$  for um polinômio do segundo grau, e se  $\rho$  for uma constante dada, podemos definir uma nova função, composta de adição, multiplicação (quociente) e translação:

$$Q_\rho(f)(x) = \frac{\Delta_\rho(f)(x)}{\rho}$$

A função  $Q_\rho(f)(x)$  é do segundo grau. Teste com `gnuplot` se é possível fazer um gráfico, isto comprova que a função foi definida.

(d)  $(V)[\ ](F)[\ ]$  Se  $f$  for um polinômio do segundo grau, e se  $\rho$  for uma constante dada, podemos definir uma nova função, composta de adição, multiplicação (quociente) e translação:

$$Q_\rho(f)(x) = \frac{\Delta_\rho(f)(x)}{\rho}$$

A função  $Q_\rho(f)(x)$  é do primeiro grau.

(e)  $(V)[\ ](F)[\ ]$  Se  $f$  for um polinômio do terceiro grau, e se  $\rho$  for uma constante dada, podemos definir uma nova função, composta de adição, multiplicação (quociente) e translação:

$$Q_\rho(f)(x) = \frac{\Delta_\rho(f)(x)}{\rho}$$

A função  $\Delta_\rho(f)$  é do segundo grau.

### 4. Operadores *quociente* e *diferença* com polinômios de grau $n$ .

(a)  $(V)[\ ](F)[\ ]$  Se  $f$  for um polinômio do grau  $n$  e se  $\rho$  for uma constante dada, podemos definir uma nova função

$$\Delta_\rho(f)(x) = \frac{f(x + \rho) - f(x)}{\rho}$$

A função  $\Delta_\rho(f)(x)$  é de grau  $n$ .

(b)  $(V)[\ ](F)[\ ]$  Se  $f$  for um polinômio do grau  $n$  e se  $\rho$  for uma constante dada, podemos definir uma nova função

$$\Delta_\rho(f)(x) = \frac{f(x + \rho) - f(x)}{\rho}$$

A função  $\Delta_\rho(f)(x)$  é de grau  $n - 1$ .

(c)  $(V)[\ ](F)[\ ]$  Se  $f$  for um polinômio do grau  $n$  e se  $\rho$  for uma constante dada, podemos definir uma nova função

$$Q_\rho(f)(x) = \frac{\Delta_\rho(f)(x)}{\rho}$$

A função  $Q_\rho(f)(x)$  é do grau  $n - 1$ . Teste com `gnuplot` se é possível fazer um gráfico, isto comprova que a função foi definida.

(d)  $(V)[\ ](F)[\ ]$  Se  $f$  for um polinômio do grau  $n$  e se  $\rho$  for uma constante dada, podemos definir uma nova função

$$Q_\rho(f)(x) = \frac{\Delta_\rho(f)(x)}{\rho}$$

A função  $Q_\rho(f)(x)$  é do grau  $n$ . Teste com `gnuplot` se é possível fazer um gráfico, isto comprova que a função foi definida.

- (e)  $(V)[\ ](F)[\ ]$  Podemos dizer que os operadores diferença e quocientes produzem um decréscimo de uma unidade no grau da função obtida quando aplicada numa função polinomial de qualquer grau.

5. Operações algébricas e operador diferença

- (a)  $(V)[\ ](F)[\ ]$  Se  $f, g$  forem duas funções contínuas, então

$$\begin{aligned}\Delta_\rho(f+g)(x) &= \\ f(x+\rho) - f(x) + g(x+\rho) - g(x) &= \\ \Delta_\rho(f)(x) + \Delta_\rho(g)(x)\end{aligned}$$

provando que o *operador diferença* se distribue com a *soma de funções*. Propriedade distributiva do operador diferença relativamente à soma.

- (b)  $(V)[\ ](F)[\ ]$  Se  $f, g$  forem duas funções contínuas, então

$$\begin{aligned}\Delta_\rho(fg)(x) &= \\ \Delta_\rho(f)(x)\Delta_\rho(g)(x)\end{aligned}$$

provando que o operador diferença se distribue com o produto de funções. Propriedade distributiva do operador diferença relativamente à produto.

- (c)  $(V)[\ ](F)[\ ]$  Se  $f, g$  forem duas funções contínuas, então

$$\begin{aligned}\Delta_\rho(fg)(x) &= \\ f(x+\rho)g(x+\rho) - (f(x)g(x)) &\neq \\ \Delta_\rho(f)(x)\Delta_\rho(g)(x)\end{aligned}$$

provando que a operador diferença não se distribui com o produto de funções, (distributividade do *operador diferença*, relativamente ao produto, não vale)

- (d)  $(V)[\ ](F)[\ ]$  Se  $f, g$  forem duas funções contínuas, então

$$\begin{aligned}\Delta_\rho(fg)(x) &= \\ = f(x+\rho)g(x+\rho) - f(x)g(x+\rho) &+ f(x)g(x+\rho) - f(x)g(x)\end{aligned}$$

- (e)  $(V)[\ ](F)[\ ]$  Se  $f, g$  forem duas funções deriváveis, então

$$\begin{aligned}\mathbf{Q}_\rho(fg)(x) &= \frac{\Delta_\rho(fg)(x)}{\rho} = \\ = (\mathbf{Q}_\rho(f)(x))g(x) &+ \\ + f(x)(\mathbf{Q}_\rho(g)(x))\end{aligned}$$

provando que

$$(fg)'(x) = f'(x)g(x) + f(x)g'(x)$$

a regra de derivação do produto de duas funções.

6. Use as regras *do produto de derivadas* e *da soma de derivadas* para calcular

$$f(x) = x^3; f'(x) = \dots \quad (1)$$

$$f(x) = 4x^5; f'(x) = \dots \quad (2)$$

$$f(x) = 5x^3 - 7x^2; f'(x) = \dots \quad (3)$$

7. A regra da cadeia A derivada da função composta,

$$h(x) = f(g(x));$$

- (a)  $(V)[\ ](F)[\ ]$  Se  $f, g$  forem funções deriváveis, então

$$\begin{aligned}x \mapsto g(x) = y \mapsto f(g(x)) = z \\ \mathbf{Q}_\rho(f(g(x))) &= \frac{\Delta_\rho(f(g(x)))}{\rho} = \\ &= \frac{f(g(x+\rho)) - f(g(x))}{\rho}\end{aligned}$$

$$\text{faça } \epsilon = g(x+\rho) - g(x) = y_1 - y_0$$

$$\begin{aligned}\mathbf{Q}_\rho(f(g(x))) &= \frac{f(g(x+\rho)) - f(g(x))}{\epsilon} \frac{\epsilon}{\rho} = \\ &= \frac{f(g(x+\rho)) - f(g(x))}{g(x+\rho) - g(x)} \frac{g(x+\rho) - g(x)}{\rho}\end{aligned}$$

- (b)  $(V)[\ ](F)[\ ]$  Se  $f, g$  forem funções deriváveis, então

$$\begin{aligned}x \mapsto g(x) = y \mapsto f(g(x)) = z \\ \mathbf{Q}_\rho(f(g(x))) &= \frac{\Delta_\rho(f(g(x)))}{\rho} = \\ &= \frac{f(g(x+\rho)) - f(g(x))}{\rho}\end{aligned}$$

$$\text{faça } \epsilon = g(x+\rho) - g(x) = y_1 - y_0$$

$$\begin{aligned}\mathbf{Q}_\rho(f(g(x))) &= \\ = \frac{f(g(x+\rho)) - f(g(x))}{\epsilon g(x+\rho) - g(x)} \frac{\epsilon g(x+\rho) - g(x)}{\rho} &= \\ = \frac{f(g(x+\rho)) - f(g(x))}{g(x+\rho) - g(x)} \frac{g(x+\rho) - g(x)}{\rho}\end{aligned}$$

- (c)  $(V)[\ ](F)[\ ]$  Se  $f, g$  forem duas funções deriváveis, então

$$\begin{aligned}x \mapsto g(x) = y \mapsto f(g(x)) = z \\ \mathbf{Q}_\rho(f(g(x))) &= \frac{\Delta_\rho(f(g(x)))}{\rho} = \\ &= \frac{f(g(x+\rho)) - f(g(x))}{\rho}\end{aligned}$$

$$\text{faça } \epsilon = g(x+\rho) - g(x) = (y+\epsilon) - y$$

$$\begin{aligned}\mathbf{Q}_\rho(f(g(x))) &= \frac{f(y+\epsilon) - f(y)}{\epsilon} \frac{\epsilon}{\rho} = \\ &= \frac{f(y+\epsilon) - f(y)}{\epsilon} \frac{g(x+\rho) - g(x)}{\rho}\end{aligned}$$

provando que  $f(g(x))' = f'(g(x))g'(x)$

(d) (V)[ ](F)[ ]

$$\begin{aligned}z &= f(y) = y^3; \\y &= g(x) = x^4;\end{aligned}$$

então

$$f(g(x))' = 7x^6$$

(e) (V)[ ](F)[ ]

$$\begin{aligned}z &= f(y) = y^3; \\y &= g(x) = x^4;\end{aligned}$$

então

$$f(g(x))' = 3(x^4)^2 4x^3 = 12x^{11}$$