MC-202
Curso de C - Parte 2

Rafael C. S. Schouery
rafael@ic.unicamp.br

Universidade Estadual de Campinas

2º semestre/2018

Como calcular a raiz quadrada de um número?

Dado um número x queremos calcular $y = \sqrt{x}$

1

Como calcular a raiz quadrada de um número?

Dado um número x queremos calcular $y = \sqrt{x}$

Método Babilônico (ou de Heron[1]):

[1] Matemático grego do século I

Como calcular a raiz quadrada de um número?

Dado um número x queremos calcular $y = \sqrt{x}$

Método Babilônico (ou de Heron[1]):

1. Seja y_1 uma estimativa para $y = \sqrt{x}$

[1] Matemático grego do século I

Como calcular a raiz quadrada de um número?

Dado um número x queremos calcular $y = \sqrt{x}$

Método Babilônico (ou de Heron[1]):

1. Seja y_1 uma estimativa para $y = \sqrt{x}$
   - Por exemplo, $y_1 = x$

[1] Matemático grego do século I

Como calcular a raiz quadrada de um número?

Dado um número x queremos calcular $y = \sqrt{x}$

Método Babilônico (ou de Heron[1]):

1. Seja y_1 uma estimativa para $y = \sqrt{x}$
   - Por exemplo, $y_1 = x$
   - Quanto melhor a estimativa, mais rápido o algoritmo

[1] Matemático grego do século I

Como calcular a raiz quadrada de um número?

Dado um número x queremos calcular $y = \sqrt{x}$

Método Babilônico (ou de Heron[1]):

1. Seja y_1 uma estimativa para $y = \sqrt{x}$
   - Por exemplo, $y_1 = x$
   - Quanto melhor a estimativa, mais rápido o algoritmo
2. Faça $y_n = \frac{1}{2}\left(y_{n-1} + \frac{x}{y_{n-1}}\right)$

[1] Matemático grego do século I

Como calcular a raiz quadrada de um número?

Dado um número x queremos calcular $y = \sqrt{x}$

Método Babilônico (ou de Heron[1]):

1. Seja y_1 uma estimativa para $y = \sqrt{x}$
   - Por exemplo, $y_1 = x$
   - Quanto melhor a estimativa, mais rápido o algoritmo
2. Faça $y_n = \frac{1}{2}\left(y_{n-1} + \frac{x}{y_{n-1}}\right)$
3. Se $|y_n - y_{n-1}|$ for "grande", volte para 2

[1] Matemático grego do século I

Como calcular a raiz quadrada de um número?

Dado um número x queremos calcular $y = \sqrt{x}$

Método Babilônico (ou de Heron[1]):

1. Seja y_1 uma estimativa para $y = \sqrt{x}$
   - Por exemplo, $y_1 = x$
   - Quanto melhor a estimativa, mais rápido o algoritmo
2. Faça $y_n = \frac{1}{2}\left(y_{n-1} + \frac{x}{y_{n-1}}\right)$
3. Se $|y_n - y_{n-1}|$ for "grande", volte para 2
4. Devolva y_n

[1] Matemático grego do século I

Código em Python

```
1  ERRO = 1e-12
2
3
4  def square_root(x):
5      y = x
6      erro_pequeno = False
7      while not erro_pequeno:
8          anterior = y
9          y = (y + x / y) / 2
10         if abs(anterior - y) <= ERRO:
11             erro_pequeno = True
12     return y
13
14
15 print("Entre com o numero:")
16 x = float(input())
17 print("Raiz quadrada:", square_root(x))
```

Código em Python

```
1  ERRO = 1e-12
2
3
4  def square_root(x):
5      y = x
6      erro_pequeno = False
7      while not erro_pequeno:
8          anterior = y
9          y = (y + x / y) / 2
10         if abs(anterior - y) <= ERRO:
11             erro_pequeno = True
12     return y
13
14
15 print("Entre com o numero:")
16 x = float(input())
17 print("Raiz quadrada:", square_root(x))
```

Traduzindo para C:

Código em Python

```
1  ERRO = 1e-12
2
3
4  def square_root(x):
5      y = x
6      erro_pequeno = False
7      while not erro_pequeno:
8          anterior = y
9          y = (y + x / y) / 2
10         if abs(anterior - y) <= ERRO:
11             erro_pequeno = True
12     return y
13
14
15 print("Entre com o numero:")
16 x = float(input())
17 print("Raiz quadrada:", square_root(x))
```

Traduzindo para C:

- Como representar números reais em C?

Código em Python

```
1  ERRO = 1e-12
2
3
4  def square_root(x):
5      y = x
6      erro_pequeno = False
7      while not erro_pequeno:
8          anterior = y
9          y = (y + x / y) / 2
10         if abs(anterior - y) <= ERRO:
11             erro_pequeno = True
12     return y
13
14
15 print("Entre com o numero:")
16 x = float(input())
17 print("Raiz quadrada:", square_root(x))
```

Traduzindo para C:

- Como representar números reais em C?
- Como ler e escrever tais números?

O tipo `float` e o tipo `double`

Em C, um número real é representado usando o tipo `float`

O tipo `float` e o tipo `double`

Em C, um número real é representado usando o tipo `float`

- Número de ponto flutuante de precisão simples

O tipo `float` e o tipo `double`

Em C, um número real é representado usando o tipo `float`

- Número de ponto flutuante de precisão simples
- Em geral, usa 32 bits

O tipo `float` e o tipo `double`

Em C, um número real é representado usando o tipo `float`

- Número de ponto flutuante de precisão simples
- Em geral, usa 32 bits
- A leitura e a escrita é feita com `%f`

O tipo `float` e o tipo `double`

Em C, um número real é representado usando o tipo `float`

- Número de ponto flutuante de precisão simples
- Em geral, usa 32 bits
- A leitura e a escrita é feita com `%f`
  - Ou usando notação científica: `%e`

O tipo `float` e o tipo `double`

Em C, um número real é representado usando o tipo `float`

- Número de ponto flutuante de precisão simples
- Em geral, usa 32 bits
- A leitura e a escrita é feita com `%f`
  - Ou usando notação científica: `%e`
  - Ou o mais curto dos dois: `%g`

O tipo `float` e o tipo `double`

Em C, um número real é representado usando o tipo `float`

- Número de ponto flutuante de precisão simples
- Em geral, usa 32 bits
- A leitura e a escrita é feita com `%f`
  - Ou usando notação científica: `%e`
  - Ou o mais curto dos dois: `%g`

Temos também o tipo `double`

O tipo `float` e o tipo `double`

Em C, um número real é representado usando o tipo `float`

- Número de ponto flutuante de precisão simples
- Em geral, usa 32 bits
- A leitura e a escrita é feita com `%f`
  - Ou usando notação científica: `%e`
  - Ou o mais curto dos dois: `%g`

Temos também o tipo `double`

- Número de ponto flutuante de precisão dupla

O tipo `float` e o tipo `double`

Em C, um número real é representado usando o tipo `float`

- Número de ponto flutuante de precisão simples
- Em geral, usa 32 bits
- A leitura e a escrita é feita com `%f`
  - Ou usando notação científica: `%e`
  - Ou o mais curto dos dois: `%g`

Temos também o tipo `double`

- Número de ponto flutuante de precisão dupla
- Em geral, usa 64 bits

O tipo `float` e o tipo `double`

Em C, um número real é representado usando o tipo `float`

- Número de ponto flutuante de precisão simples
- Em geral, usa 32 bits
- A leitura e a escrita é feita com `%f`
  - Ou usando notação científica: `%e`
  - Ou o mais curto dos dois: `%g`

Temos também o tipo `double`

- Número de ponto flutuante de precisão dupla
- Em geral, usa 64 bits
  - Maior precisão, mas mais lento e gasta mais memória

O tipo `float` e o tipo `double`

Em C, um número real é representado usando o tipo `float`

- Número de ponto flutuante de precisão simples
- Em geral, usa 32 bits
- A leitura e a escrita é feita com `%f`
  - Ou usando notação científica: `%e`
  - Ou o mais curto dos dois: `%g`

Temos também o tipo `double`

- Número de ponto flutuante de precisão dupla
- Em geral, usa 64 bits
  - Maior precisão, mas mais lento e gasta mais memória
  - É o mais usado em geral

O tipo `float` e o tipo `double`

Em C, um número real é representado usando o tipo `float`

- Número de ponto flutuante de precisão simples
- Em geral, usa 32 bits
- A leitura e a escrita é feita com `%f`
  - Ou usando notação científica: `%e`
  - Ou o mais curto dos dois: `%g`

Temos também o tipo `double`

- Número de ponto flutuante de precisão dupla
- Em geral, usa 64 bits
  - Maior precisão, mas mais lento e gasta mais memória
  - É o mais usado em geral
- A leitura e a escrita é feita com `%lf`, `%le` ou `%lg`

O tipo `float` e o tipo `double`

Em C, um número real é representado usando o tipo `float`

- Número de ponto flutuante de precisão simples
- Em geral, usa 32 bits
- A leitura e a escrita é feita com `%f`
  - Ou usando notação científica: `%e`
  - Ou o mais curto dos dois: `%g`

Temos também o tipo `double`

- Número de ponto flutuante de precisão dupla
- Em geral, usa 64 bits
  - Maior precisão, mas mais lento e gasta mais memória
  - É o mais usado em geral
- A leitura e a escrita é feita com `%lf`, `%le` ou `%lg`
- C89 não suporta impressão de `double`, apenas leitura...

O tipo `float` e o tipo `double`

Em C, um número real é representado usando o tipo `float`

- Número de ponto flutuante de precisão simples
- Em geral, usa 32 bits
- A leitura e a escrita é feita com `%f`
  - Ou usando notação científica: `%e`
  - Ou o mais curto dos dois: `%g`

Temos também o tipo `double`

- Número de ponto flutuante de precisão dupla
- Em geral, usa 64 bits
  - Maior precisão, mas mais lento e gasta mais memória
  - É o mais usado em geral
- A leitura e a escrita é feita com `%lf`, `%le` ou `%lg`
- C89 não suporta impressão de `double`, apenas leitura...
  - a impressão é feita com `%f`, `%e`, ou `%g`

Código em C

```c
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#define ERRO 1e-12

double square_root(double x) {
  double y = x, anterior;
  do {
    anterior = y;
    y = (y + x / y) / 2;
  } while (fabs(anterior - y) > ERRO);
  return y;
}

int main() {
  double x;
  printf("Entre com o numero:\n");
  scanf("%lf", &x);
  printf("Raiz quadrada: %f\n", square_root(x));
  return 0;
}
```

Código em C

```c
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#define ERRO 1e-12

double square_root(double x) {
  double y = x, anterior;
  do {
    anterior = y;
    y = (y + x / y) / 2;
  } while (fabs(anterior - y) > ERRO);
  return y;
}

int main() {
  double x;
  printf("Entre com o numero:\n");
  scanf("%lf", &x);
  printf("Raiz quadrada: %f\n", square_root(x));
  return 0;
}
```

A biblioteca `math.h` contém várias funções matemáticas

Código em C

```c
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#define ERRO 1e-12

double square_root(double x) {
  double y = x, anterior;
  do {
    anterior = y;
    y = (y + x / y) / 2;
  } while (fabs(anterior - y) > ERRO);
  return y;
}

int main() {
  double x;
  printf("Entre com o numero:\n");
  scanf("%lf", &x);
  printf("Raiz quadrada: %f\n", square_root(x));
  return 0;
}
```

A biblioteca `math.h` contém várias funções matemáticas

- `fabs` devolve o valor absoluto de um número `double`

Manual de `fabs`

Execute `man fabs` no terminal para ver a documentação

```
Name

fabs, fabsf, fabsl - absolute value of floating-point number

Synopsis

#include <math.h>

double fabs(double x);
float fabsf(float x);
long double fabsl(long double x);
Link with -lm.
Feature Test Macro Requirements for glibc (see feature_test_macros(7)):

fabsf(), fabsl():
_BSD_SOURCE || _SVID_SOURCE || _XOPEN_SOURCE >= 600 || _ISOC99_SOURCE || _POSIX_C_SOURCE >= 200112L;
or cc -std=c99
Description

The fabs() functions return the absolute value of the floating-point number x.

Return Value

These functions return the absolute value of x.

If x is a NaN, a NaN is returned.

If x is -0, +0 is returned.

If x is negative infinity or positive infinity, positive infinity is returned.

...
```

Um cuidado!

Em C, as funções

Um cuidado!

Em C, as funções

- recebem parâmetros de um tipo específico

Um cuidado!

Em C, as funções

- recebem parâmetros de um tipo específico
- devolvem resultados de um tipo específico

Um cuidado!

Em C, as funções

- recebem parâmetros de um tipo específico
- devolvem resultados de um tipo específico

E tipos podem ser convertidos:

Um cuidado!

Em C, as funções

- recebem parâmetros de um tipo específico
- devolvem resultados de um tipo específico

E tipos podem ser convertidos:

- valor `int` pode ser convertido para `double`

Um cuidado!

Em C, as funções

- recebem parâmetros de um tipo específico
- devolvem resultados de um tipo específico

E tipos podem ser convertidos:

- valor `int` pode ser convertido para `double`
  - por exemplo, escreva `(double) x`

Um cuidado!

Em C, as funções

- recebem parâmetros de um tipo específico
- devolvem resultados de um tipo específico

E tipos podem ser convertidos:

- valor `int` pode ser convertido para `double`
  - por exemplo, escreva `(double) x`
    - é o que chamamos de *casting*

Um cuidado!

Em C, as funções

- recebem parâmetros de um tipo específico
- devolvem resultados de um tipo específico

E tipos podem ser convertidos:

- valor `int` pode ser convertido para `double`
  - por exemplo, escreva `(double) x`
    - é o que chamamos de *casting*
  - `1` é convertido para `1.0`

Um cuidado!

Em C, as funções

- recebem parâmetros de um tipo específico
- devolvem resultados de um tipo específico

E tipos podem ser convertidos:

- valor `int` pode ser convertido para `double`
  - por exemplo, escreva `(double) x`
    - é o que chamamos de *casting*
  - `1` é convertido para `1.0`
- valor `double` pode ser convertido para `int`

Um cuidado!

Em C, as funções

- recebem parâmetros de um tipo específico
- devolvem resultados de um tipo específico

E tipos podem ser convertidos:

- valor `int` pode ser convertido para `double`
  - por exemplo, escreva `(double) x`
    - é o que chamamos de *casting*
  - `1` é convertido para `1.0`
- valor `double` pode ser convertido para `int`
  - `1.0` é convertido para `1`

Um cuidado!

Em C, as funções

- recebem parâmetros de um tipo específico
- devolvem resultados de um tipo específico

E tipos podem ser convertidos:

- valor `int` pode ser convertido para `double`
  - por exemplo, escreva `(double) x`
    - é o que chamamos de *casting*
  - `1` é convertido para `1.0`
- valor `double` pode ser convertido para `int`
  - `1.0` é convertido para `1`
  - `1.937` é convertido para `1`

Um cuidado!

Em C, as funções

- recebem parâmetros de um tipo específico
- devolvem resultados de um tipo específico

E tipos podem ser convertidos:

- valor `int` pode ser convertido para `double`
  - por exemplo, escreva `(double) x`
    - é o que chamamos de *casting*
  - `1` é convertido para `1.0`
- valor `double` pode ser convertido para `int`
  - `1.0` é convertido para `1`
  - `1.937` é convertido para `1`

Temos duas funções diferentes que calculam valor absoluto:

Um cuidado!

Em C, as funções

- recebem parâmetros de um tipo específico
- devolvem resultados de um tipo específico

E tipos podem ser convertidos:

- valor `int` pode ser convertido para `double`
  - por exemplo, escreva `(double) x`
    - é o que chamamos de *casting*
  - `1` é convertido para `1.0`
- valor `double` pode ser convertido para `int`
  - `1.0` é convertido para `1`
  - `1.937` é convertido para `1`

Temos duas funções diferentes que calculam valor absoluto:

- `int abs(int x)` e `double fabs(double x)`

Um cuidado!

Em C, as funções

- recebem parâmetros de um tipo específico
- devolvem resultados de um tipo específico

E tipos podem ser convertidos:

- valor `int` pode ser convertido para `double`
  - por exemplo, escreva `(double) x`
    - é o que chamamos de *casting*
  - `1` é convertido para `1.0`
- valor `double` pode ser convertido para `int`
  - `1.0` é convertido para `1`
  - `1.937` é convertido para `1`

Temos duas funções diferentes que calculam valor absoluto:

- `int abs(int x)` e `double fabs(double x)`
- Mas, `abs(-7.9)` é `7` e `fabs(-3)` é `3.0`. Por que?

Um cuidado!

Em C, as funções

- recebem parâmetros de um tipo específico
- devolvem resultados de um tipo específico

E tipos podem ser convertidos:

- valor `int` pode ser convertido para `double`
  - por exemplo, escreva `(double) x`
    - é o que chamamos de *casting*
  - `1` é convertido para `1.0`
- valor `double` pode ser convertido para `int`
  - `1.0` é convertido para `1`
  - `1.937` é convertido para `1`

Temos duas funções diferentes que calculam valor absoluto:

- `int abs(int x)` e `double fabs(double x)`
- Mas, `abs(-7.9)` é `7` e `fabs(-3)` é `3.0`. Por que?
  - os valores são convertidos automaticamente

Divisão inteira e divisão real

Python	C

Divisão inteira e divisão real

	Python	C
`6 / 4`	`1.5`	`1`

Divisão inteira e divisão real

	Python	C
`6 / 4`	`1.5`	`1`
`6.0 / 4.0`	`1.5`	`1.5`
`6.0 / 4`	`1.5`	`1.5`
`6 / 4.0`	`1.5`	`1.5`

Divisão inteira e divisão real

	Python	C
`6 / 4`	`1.5`	`1`
`6.0 / 4.0`	`1.5`	`1.5`
`6.0 / 4`	`1.5`	`1.5`
`6 / 4.0`	`1.5`	`1.5`
`6 // 4`	`1`	

Divisão inteira e divisão real

	Python	C
`6 / 4`	`1.5`	`1`
`6.0 / 4.0`	`1.5`	`1.5`
`6.0 / 4`	`1.5`	`1.5`
`6 / 4.0`	`1.5`	`1.5`
`6 // 4`	`1`	
`6.0 // 4.0`	`1.0`	
`6.0 // 4`	`1.0`	
`6 // 4.0`	`1.0`	

Divisão inteira e divisão real

	Python	C
`6 / 4`	`1.5`	`1`
`6.0 / 4.0`	`1.5`	`1.5`
`6.0 / 4`	`1.5`	`1.5`
`6 / 4.0`	`1.5`	`1.5`
`6 // 4`	`1`	Op. não existe
`6.0 // 4.0`	`1.0`	
`6.0 // 4`	`1.0`	
`6 // 4.0`	`1.0`	

Divisão inteira e divisão real

	Python	C
`6 / 4`	`1.5`	`1`
`6.0 / 4.0`	`1.5`	`1.5`
`6.0 / 4`	`1.5`	`1.5`
`6 / 4.0`	`1.5`	`1.5`
`6 // 4`	`1`	Op. não existe
`6.0 // 4.0`	`1.0`	
`6.0 // 4`	`1.0`	
`6 // 4.0`	`1.0`	
`6 % 4`	`2`	`2`

Divisão inteira e divisão real

	Python	C
`6 / 4`	`1.5`	`1`
`6.0 / 4.0`	`1.5`	`1.5`
`6.0 / 4`	`1.5`	`1.5`
`6 / 4.0`	`1.5`	`1.5`
`6 // 4`	`1`	Op. não existe
`6.0 // 4.0`	`1.0`	
`6.0 // 4`	`1.0`	
`6 // 4.0`	`1.0`	
`6 % 4`	`2`	`2`
`6.0 % 4.0`	`2.0`	erro de compilação
`6.0 % 4`	`2.0`	erro de compilação
`6 % 4.0`	`2.0`	erro de compilação

Divisão inteira e divisão real

	Python	C
`6 / 4`	`1.5`	`1`
`6.0 / 4.0`	`1.5`	`1.5`
`6.0 / 4`	`1.5`	`1.5`
`6 / 4.0`	`1.5`	`1.5`
`6 // 4`	`1`	Op. não existe
`6.0 // 4.0`	`1.0`	
`6.0 // 4`	`1.0`	
`6 // 4.0`	`1.0`	
`6 % 4`	`2`	`2`
`6.0 % 4.0`	`2.0`	erro de compilação
`6.0 % 4`	`2.0`	erro de compilação
`6 % 4.0`	`2.0`	erro de compilação

Se necessário, fazemos *casting*:

Divisão inteira e divisão real

	Python	C
`6 / 4`	`1.5`	`1`
`6.0 / 4.0`	`1.5`	`1.5`
`6.0 / 4`	`1.5`	`1.5`
`6 / 4.0`	`1.5`	`1.5`
`6 // 4`	`1`	Op. não existe
`6.0 // 4.0`	`1.0`	
`6.0 // 4`	`1.0`	
`6 // 4.0`	`1.0`	
`6 % 4`	`2`	`2`
`6.0 % 4.0`	`2.0`	erro de compilação
`6.0 % 4`	`2.0`	erro de compilação
`6 % 4.0`	`2.0`	erro de compilação

Se necessário, fazemos *casting*:

- Se `x` vale `6` e `y` vale `4`, então `(double)x / y` é `1.5`

Código em C

```c
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#define ERRO 1e-12

double square_root(double x) {
  double y = x, anterior;
  do {
    anterior = y;
    y = (y + x / y) / 2;
  } while (fabs(anterior - y) > ERRO);
  return y;
}

int main() {
  double x;
  printf("Entre com o numero:\n");
  scanf("%lf", &x);
  printf("Raiz quadrada: %f\n", square_root(x));
  return 0;
}
```

Código em C

```c
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#define ERRO 1e-12

double square_root(double x) {
  double y = x, anterior;
  do {
    anterior = y;
    y = (y + x / y) / 2;
  } while (fabs(anterior - y) > ERRO);
  return y;
}

int main() {
  double x;
  printf("Entre com o numero:\n");
  scanf("%lf", &x);
  printf("Raiz quadrada: %f\n", square_root(x));
  return 0;
}
```

A diretiva `#define` cria uma macro

Código em C

```c
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#define ERRO 1e-12

double square_root(double x) {
  double y = x, anterior;
  do {
    anterior = y;
    y = (y + x / y) / 2;
  } while (fabs(anterior - y) > ERRO);
  return y;
}

int main() {
  double x;
  printf("Entre com o numero:\n");
  scanf("%lf", &x);
  printf("Raiz quadrada: %f\n", square_root(x));
  return 0;
}
```

A diretiva `#define` cria uma macro

- Onde aparecer a palavra `ERRO`, substitua por `10e-12`

Código em C

```c
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#define ERRO 1e-12

double square_root(double x) {
  double y = x, anterior;
  do {
    anterior = y;
    y = (y + x / y) / 2;
  } while (fabs(anterior - y) > ERRO);
  return y;
}

int main() {
  double x;
  printf("Entre com o numero:\n");
  scanf("%lf", &x);
  printf("Raiz quadrada: %f\n", square_root(x));
  return 0;
}
```

Código em C

```c
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#define ERRO 1e-12

double square_root(double x) {
  double y = x, anterior;
  do {
    anterior = y;
    y = (y + x / y) / 2;
  } while (fabs(anterior - y) > ERRO);
  return y;
}

int main() {
  double x;
  printf("Entre com o numero:\n");
  scanf("%lf", &x);
  printf("Raiz quadrada: %f\n", square_root(x));
  return 0;
}
```

Estamos usando `do ... while` que não existe em Python

Código em C

```c
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#define ERRO 1e-12

double square_root(double x) {
  double y = x, anterior;
  do {
    anterior = y;
    y = (y + x / y) / 2;
  } while (fabs(anterior - y) > ERRO);
  return y;
}

int main() {
  double x;
  printf("Entre com o numero:\n");
  scanf("%lf", &x);
  printf("Raiz quadrada: %f\n", square_root(x));
  return 0;
}
```

Estamos usando `do ... while` que não existe em Python

- Calculamos `y` e `anterior` antes de testar a condição

Código em C

```c
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#define ERRO 1e-12

double square_root(double x) {
  double y = x, anterior;
  do {
    anterior = y;
    y = (y + x / y) / 2;
  } while (fabs(anterior - y) > ERRO);
  return y;
}

int main() {
  double x;
  printf("Entre com o numero:\n");
  scanf("%lf", &x);
  printf("Raiz quadrada: %f\n", square_root(x));
  return 0;
}
```

Código em C

```c
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#define ERRO 1e-12

double square_root(double x) {
  double y = x, anterior;
  do {
    anterior = y;
    y = (y + x / y) / 2;
  } while (fabs(anterior - y) > ERRO);
  return y;
}

int main() {
  double x;
  printf("Entre com o numero:\n");
  scanf("%lf", &x);
  printf("Raiz quadrada: %f\n", square_root(x));
  return 0;
}
```

Como estamos trabalhando com `double` e C89

Código em C

```c
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#define ERRO 1e-12

double square_root(double x) {
  double y = x, anterior;
  do {
    anterior = y;
    y = (y + x / y) / 2;
  } while (fabs(anterior - y) > ERRO);
  return y;
}

int main() {
  double x;
  printf("Entre com o numero:\n");
  scanf("%lf", &x);
  printf("Raiz quadrada: %f\n", square_root(x));
  return 0;
}
```

Como estamos trabalhando com `double` e C89

- Lemos com `%lf` e escrevemos com `%f`

Multiplicação de Matrizes Reais

Dadas duas matrizes A e B em $\mathbb{R}^{n \times n}$, calcular $C = A \times B$

Multiplicação de Matrizes Reais

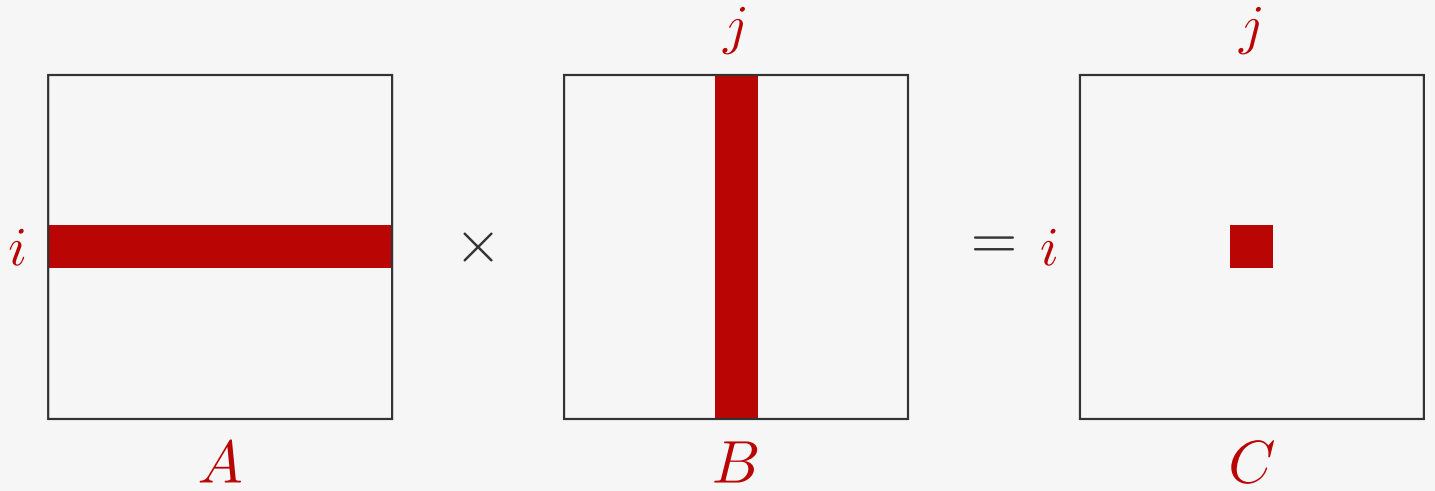
Dadas duas matrizes A e B em $\mathbb{R}^{n \times n}$, calcular $C = A \times B$

Relembrando...

Multiplicação de Matrizes Reais

Dadas duas matrizes A e B em $\mathbb{R}^{n \times n}$, calcular $C = A \times B$

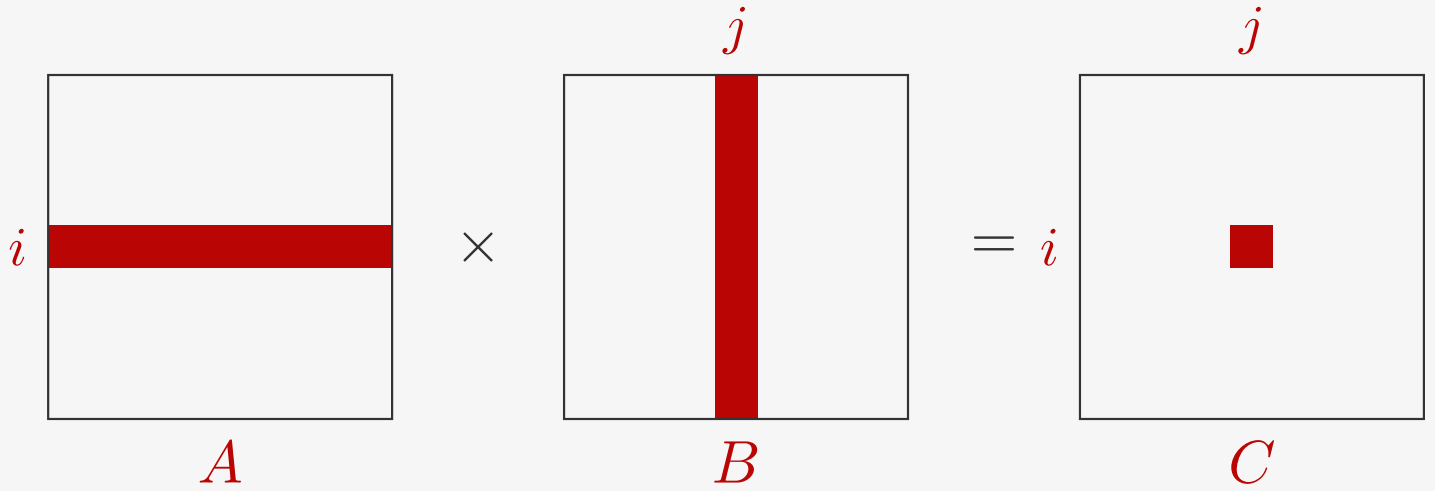
Relembrando...



Multiplicação de Matrizes Reais

Dadas duas matrizes A e B em $\mathbb{R}^{n \times n}$, calcular $C = A \times B$

Relembrando...



C_{ij} é o produto interno da linha i de A com a coluna j de B

$$C_{ij} = \sum_{k=1}^{n} A_{ik} B_{kj}$$

Primeiro em Python...

Uma boa forma de programar é pensar nas pequenas tarefas

Primeiro em Python...

Uma boa forma de programar é pensar nas pequenas tarefas

```
1 n = int(input())
2 A = le_matriz_quadrada(n)
3 B = le_matriz_quadrada(n)
4 C = multiplica_quadradas(A, B, n)
5 imprime_matriz_quadrada(C, n)
```

Primeiro em Python...

Uma boa forma de programar é pensar nas pequenas tarefas

```
1 n = int(input())
2 A = le_matriz_quadrada(n)
3 B = le_matriz_quadrada(n)
4 C = multiplica_quadradas(A, B, n)
5 imprime_matriz_quadrada(C, n)
```

Basta então criar as três funções que faltam

Funcões

```
1  def le_matriz_quadrada(n):
2      M = []
3      for i in range(n):
4          M.append([])
5          for j in range(n):
6              M[i].append(float(input()))
7      return M
8
9  def multiplica_quadradas(A, B, n):
10     C = [[0 for i in range(n)] for j in range(n)]
11     for i in range(n):
12         for j in range(n):
13             for k in range(n):
14                 C[i][j] += A[i][k] * B[k][j]
15     return C
16
17 def imprime_matriz_quadrada(M, n):
18     for i in range(n):
19         for j in range(n):
20             print(M[i][j], end=' ')
21         print("")
```

Funcões

```
 1 def le_matriz_quadrada(n):
 2     M = []
 3     for i in range(n):
 4         M.append([])
 5         for j in range(n):
 6             M[i].append(float(input()))
 7     return M
 8
 9 def multiplica_quadradas(A, B, n):
10     C = [[0 for i in range(n)] for j in range(n)]
11     for i in range(n):
12         for j in range(n):
13             for k in range(n):
14                 C[i][j] += A[i][k] * B[k][j]
15     return C
16
17 def imprime_matriz_quadrada(M, n):
18     for i in range(n):
19         for j in range(n):
20             print(M[i][j], end=' ')
21         print("")
```

Em C, não há *list comprehension*!

Impressão

```
1  #define MAX 1000
2
3  void imprime_matriz_quadrada(double M[][MAX], int n) {
4    int i, j;
5    for (i = 0; i < n; i++) {
6      for (j = 0; j < n; j++)
7        printf("%f ", M[i][j]);
8      printf("\n");
9    }
10 }
```

Impressão

```
1  #define MAX 1000
2
3  void imprime_matriz_quadrada(double M[][MAX], int n) {
4    int i, j;
5    for (i = 0; i < n; i++) {
6      for (j = 0; j < n; j++)
7        printf("%f ", M[i][j]);
8      printf("\n");
9    }
10 }
```

Matrizes têm sempre um tamanho definido:

Impressão

```
1  #define MAX 1000
2
3  void imprime_matriz_quadrada(double M[][MAX], int n) {
4    int i, j;
5    for (i = 0; i < n; i++) {
6      for (j = 0; j < n; j++)
7        printf("%f ", M[i][j]);
8      printf("\n");
9    }
10 }
```

Matrizes têm sempre um tamanho definido:

- Estamos usando um `#define` para esse tamanho

Impressão

```
1  #define MAX 1000
2
3  void imprime_matriz_quadrada(double M[][MAX], int n) {
4    int i, j;
5    for (i = 0; i < n; i++) {
6      for (j = 0; j < n; j++)
7        printf("%f ", M[i][j]);
8      printf("\n");
9    }
10 }
```

Matrizes têm sempre um tamanho definido:

- Estamos usando um `#define` para esse tamanho
- E temos que passar o número de colunas para a função

Impressão

```
1  #define MAX 1000
2
3  void imprime_matriz_quadrada(double M[][MAX], int n) {
4    int i, j;
5    for (i = 0; i < n; i++) {
6      for (j = 0; j < n; j++)
7        printf("%f ", M[i][j]);
8      printf("\n");
9    }
10 }
```

Matrizes têm sempre um tamanho definido:

- Estamos usando um `#define` para esse tamanho
- E temos que passar o número de colunas para a função
  - Passar o número de linhas é opcional

Impressão

```
1  #define MAX 1000
2
3  void imprime_matriz_quadrada(double M[][MAX], int n) {
4    int i, j;
5    for (i = 0; i < n; i++) {
6      for (j = 0; j < n; j++)
7        printf("%f ", M[i][j]);
8      printf("\n");
9    }
10 }
```

Matrizes têm sempre um tamanho definido:

- Estamos usando um `#define` para esse tamanho
- E temos que passar o número de colunas para a função
  - Passar o número de linhas é opcional

Note que um `for` usa `{` e `}`, mas o outro não...

Impressão

```
1  #define MAX 1000
2
3  void imprime_matriz_quadrada(double M[][MAX], int n) {
4    int i, j;
5    for (i = 0; i < n; i++) {
6      for (j = 0; j < n; j++)
7        printf("%f ", M[i][j]);
8      printf("\n");
9    }
10 }
```

Matrizes têm sempre um tamanho definido:

- Estamos usando um `#define` para esse tamanho
- E temos que passar o número de colunas para a função
  - Passar o número de linhas é opcional

Note que um `for` usa `{` e `}`, mas o outro não...

- E se não usarmos `{` e `}` no primeiro `for`?

Leitura

Não podemos devolver matrizes...

Leitura

Não podemos devolver matrizes...

- Mas podemos passá-las como parâmetro e modificá-las

Leitura

Não podemos devolver matrizes...

- Mas podemos passá-las como parâmetro e modificá-las
- O mesmo que fizemos para vetores

Leitura

Não podemos devolver matrizes...

- Mas podemos passá-las como parâmetro e modificá-las
- O mesmo que fizemos para vetores

```
1 void le_matriz_quadrada(double M[][MAX], int n) {
2   int i, j;
3   for (i = 0; i < n; i++)
4     for (j = 0; j < n; j++)
5       scanf("%lf", &M[i][j]);
6 }
```

Leitura

Não podemos devolver matrizes...

- Mas podemos passá-las como parâmetro e modificá-las
- O mesmo que fizemos para vetores

```
1 void le_matriz_quadrada(double M[][MAX], int n) {
2   int i, j;
3   for (i = 0; i < n; i++)
4     for (j = 0; j < n; j++)
5       scanf("%lf", &M[i][j]);
6 }
```

Note que ambos os `for`s não usam `{` e `}`

Leitura

Não podemos devolver matrizes...

- Mas podemos passá-las como parâmetro e modificá-las
- O mesmo que fizemos para vetores

```
1 void le_matriz_quadrada(double M[][MAX], int n) {
2   int i, j;
3   for (i = 0; i < n; i++)
4     for (j = 0; j < n; j++)
5       scanf("%lf", &M[i][j]);
6 }
```

Note que ambos os `for`s não usam `{` e `}`

- As linhas `4` e `5` na verdade são uma linha só!

Multiplicação

```
1  void multiplica_quadradas(double A[][MAX], double B[][MAX],
2                            double C[][MAX], int n) {
3    int i, j, k;
4    for (i = 0; i < n; i++)
5      for (j = 0; j < n; j++) {
6        C[i][j] = 0;
7        for (k = 0; k < n; k++)
8          C[i][j] += A[i][k] * B[k][j];
9      }
10 }
```

Multiplicação

```
1  void multiplica_quadradas(double A[][MAX], double B[][MAX],
2                            double C[][MAX], int n) {
3    int i, j, k;
4    for (i = 0; i < n; i++)
5      for (j = 0; j < n; j++) {
6        C[i][j] = 0;
7        for (k = 0; k < n; k++)
8          C[i][j] += A[i][k] * B[k][j];
9      }
10 }
```

`C` é passada como parâmetro para ser alterada

Multiplicação

```
1  void multiplica_quadradas(double A[][MAX], double B[][MAX],
2                            double C[][MAX], int n) {
3    int i, j, k;
4    for (i = 0; i < n; i++)
5      for (j = 0; j < n; j++) {
6        C[i][j] = 0;
7        for (k = 0; k < n; k++)
8          C[i][j] += A[i][k] * B[k][j];
9      }
10 }
```

`C` é passada como parâmetro para ser alterada

O `for` da linha `4` não precisa de `{` e `}`

Multiplicação

```
1  void multiplica_quadradas(double A[][MAX], double B[][MAX],
2                            double C[][MAX], int n) {
3    int i, j, k;
4    for (i = 0; i < n; i++)
5      for (j = 0; j < n; j++) {
6        C[i][j] = 0;
7        for (k = 0; k < n; k++)
8          C[i][j] += A[i][k] * B[k][j];
9      }
10 }
```

`C` é passada como parâmetro para ser alterada

O `for` da linha `4` não precisa de `{` e `}`

- Tem uma única expressão dentro dele, o `for` de `5-9`

Multiplicação

```
1  void multiplica_quadradas(double A[][MAX], double B[][MAX],
2                            double C[][MAX], int n) {
3    int i, j, k;
4    for (i = 0; i < n; i++)
5      for (j = 0; j < n; j++) {
6        C[i][j] = 0;
7        for (k = 0; k < n; k++)
8          C[i][j] += A[i][k] * B[k][j];
9      }
10 }
```

`C` é passada como parâmetro para ser alterada

O `for` da linha `4` não precisa de `{` e `}`

- Tem uma única expressão dentro dele, o `for` de `5-9`
- O `{` e `}` pode ser omitido para encurtar o código

Multiplicação

```
1  void multiplica_quadradas(double A[][MAX], double B[][MAX],
2                            double C[][MAX], int n) {
3    int i, j, k;
4    for (i = 0; i < n; i++)
5      for (j = 0; j < n; j++) {
6        C[i][j] = 0;
7        for (k = 0; k < n; k++)
8          C[i][j] += A[i][k] * B[k][j];
9      }
10 }
```

`C` é passada como parâmetro para ser alterada

O `for` da linha `4` não precisa de `{` e `}`

- Tem uma única expressão dentro dele, o `for` de `5-9`
- O `{` e `}` pode ser omitido para encurtar o código
- Ou pode ser colocado para deixar explicito

Multiplicação

```
1  void multiplica_quadradas(double A[][MAX], double B[][MAX],
2                            double C[][MAX], int n) {
3    int i, j, k;
4    for (i = 0; i < n; i++)
5      for (j = 0; j < n; j++) {
6        C[i][j] = 0;
7        for (k = 0; k < n; k++)
8          C[i][j] += A[i][k] * B[k][j];
9      }
10 }
```

`C` é passada como parâmetro para ser alterada

O `for` da linha `4` não precisa de `{` e `}`

- Tem uma única expressão dentro dele, o `for` de `5-9`
- O `{` e `}` pode ser omitido para encurtar o código
- Ou pode ser colocado para deixar explicito
  - Faça como te deixar mais confortável!

Multiplicação

```
1  void multiplica_quadradas(double A[][MAX], double B[][MAX],
2                            double C[][MAX], int n) {
3    int i, j, k;
4    for (i = 0; i < n; i++)
5      for (j = 0; j < n; j++) {
6        C[i][j] = 0;
7        for (k = 0; k < n; k++)
8          C[i][j] += A[i][k] * B[k][j];
9      }
10 }
```

`C` é passada como parâmetro para ser alterada

O `for` da linha `4` não precisa de `{` e `}`

- Tem uma única expressão dentro dele, o `for` de `5-9`
- O `{` e `}` pode ser omitido para encurtar o código
- Ou pode ser colocado para deixar explicito
  - Faça como te deixar mais confortável!
  - E cuidado para a indentação incorreta não te confundir!

A função `main`

```
 1 int main() {
 2   int n;
 3   double A[MAX][MAX], B[MAX][MAX], C[MAX][MAX];
 4   scanf("%d", &n);
 5   le_matriz_quadrada(A, n);
 6   le_matriz_quadrada(B, n);
 7   multiplica_quadradas(A, B, C, n);
 8   imprime_matriz_quadrada(C, n);
 9   return 0;
10 }
```

A função `main`

```
1  int main() {
2    int n;
3    double A[MAX][MAX], B[MAX][MAX], C[MAX][MAX];
4    scanf("%d", &n);
5    le_matriz_quadrada(A, n);
6    le_matriz_quadrada(B, n);
7    multiplica_quadradas(A, B, C, n);
8    imprime_matriz_quadrada(C, n);
9    return 0;
10 }
```

Note que como é feita a declaração das matrizes:

A função `main`

```
 1 int main() {
 2   int n;
 3   double A[MAX][MAX], B[MAX][MAX], C[MAX][MAX];
 4   scanf("%d", &n);
 5   le_matriz_quadrada(A, n);
 6   le_matriz_quadrada(B, n);
 7   multiplica_quadradas(A, B, C, n);
 8   imprime_matriz_quadrada(C, n);
 9   return 0;
10 }
```

Note que como é feita a declaração das matrizes:

- `double A[MAX][MAX];` declara uma matriz

A função `main`

```
 1 int main() {
 2   int n;
 3   double A[MAX][MAX], B[MAX][MAX], C[MAX][MAX];
 4   scanf("%d", &n);
 5   le_matriz_quadrada(A, n);
 6   le_matriz_quadrada(B, n);
 7   multiplica_quadradas(A, B, C, n);
 8   imprime_matriz_quadrada(C, n);
 9   return 0;
10 }
```

Note que como é feita a declaração das matrizes:

- `double A[MAX][MAX];` declara uma matriz
  - `MAX` $\times$ `MAX`

A função `main`

```
 1 int main() {
 2   int n;
 3   double A[MAX][MAX], B[MAX][MAX], C[MAX][MAX];
 4   scanf("%d", &n);
 5   le_matriz_quadrada(A, n);
 6   le_matriz_quadrada(B, n);
 7   multiplica_quadradas(A, B, C, n);
 8   imprime_matriz_quadrada(C, n);
 9   return 0;
10 }
```

Note que como é feita a declaração das matrizes:

- `double A[MAX][MAX];` declara uma matriz
  - `MAX` $\times$ `MAX`
  - de `double`s

A função `main`

```
 1 int main() {
 2   int n;
 3   double A[MAX][MAX], B[MAX][MAX], C[MAX][MAX];
 4   scanf("%d", &n);
 5   le_matriz_quadrada(A, n);
 6   le_matriz_quadrada(B, n);
 7   multiplica_quadradas(A, B, C, n);
 8   imprime_matriz_quadrada(C, n);
 9   return 0;
10 }
```

Note que como é feita a declaração das matrizes:

- `double A[MAX][MAX];` declara uma matriz
  - `MAX` $\times$ `MAX`
  - de `double`s
- Números de linhas e colunas podem ser diferentes

A função `main`

```
1  int main() {
2    int n;
3    double A[MAX][MAX], B[MAX][MAX], C[MAX][MAX];
4    scanf("%d", &n);
5    le_matriz_quadrada(A, n);
6    le_matriz_quadrada(B, n);
7    multiplica_quadradas(A, B, C, n);
8    imprime_matriz_quadrada(C, n);
9    return 0;
10 }
```

Note que como é feita a declaração das matrizes:

- `double A[MAX][MAX];` declara uma matriz
  - `MAX` $\times$ `MAX`
  - de `double`s
- Números de linhas e colunas podem ser diferentes
  - `10` linhas e `3` colunas: `int matriz[10][3];`

A função `main`

```
1  int main() {
2    int n;
3    double A[MAX][MAX], B[MAX][MAX], C[MAX][MAX];
4    scanf("%d", &n);
5    le_matriz_quadrada(A, n);
6    le_matriz_quadrada(B, n);
7    multiplica_quadradas(A, B, C, n);
8    imprime_matriz_quadrada(C, n);
9    return 0;
10 }
```

Note que como é feita a declaração das matrizes:

- `double A[MAX][MAX];` declara uma matriz
  - `MAX` $\times$ `MAX`
  - de `double`s
- Números de linhas e colunas podem ser diferentes
  - `10` linhas e `3` colunas: `int matriz[10][3];`
- Podemos também declarar matrizes multidimensionais

A função `main`

```
1  int main() {
2    int n;
3    double A[MAX][MAX], B[MAX][MAX], C[MAX][MAX];
4    scanf("%d", &n);
5    le_matriz_quadrada(A, n);
6    le_matriz_quadrada(B, n);
7    multiplica_quadradas(A, B, C, n);
8    imprime_matriz_quadrada(C, n);
9    return 0;
10 }
```

Note que como é feita a declaração das matrizes:

- `double A[MAX][MAX];` declara uma matriz
  - `MAX` $\times$ `MAX`
  - de `double`s
- Números de linhas e colunas podem ser diferentes
  - `10` linhas e `3` colunas: `int matriz[10][3];`
- Podemos também declarar matrizes multidimensionais
  - `double M[10][5][7];`

Exercício

Dado um tempo `t` em segundos, converta para a representação horas-minutos-segundos.

Exemplo: `123456s` é `34h17m36s`

Exercício

Dada uma aplicação financeira com:

- depósito inicial `ini` reais,
- depósitos mensais de `mensal` reais,
- juros mensais de `j` porcento ao mês
- e um número de meses `t`,

calcule o valor final da aplicação.