

MC-202  
Curso de C — Parte 2

Lehilton Pedrosa  
lehilton@ic.unicamp.br

Universidade Estadual de Campinas

Segundo semestre de 2024

# Como calcular a raiz quadrada de um número?

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

# Como calcular a raiz quadrada de um número?

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

Método Babilônico (ou de Heron<sup>1</sup>):

---

<sup>1</sup>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<sup>1</sup>):

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

---

<sup>1</sup>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<sup>1</sup>):

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

---

<sup>1</sup>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<sup>1</sup>):

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

---

<sup>1</sup>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<sup>1</sup>):

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  $y_n = \frac{1}{2} \left( y_{n-1} + \frac{x}{y_{n-1}} \right)$

---

<sup>1</sup>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<sup>1</sup>):

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

---

<sup>1</sup>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<sup>1</sup>):

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  $y_n$

---

<sup>1</sup>Matemático grego do século I

# Código em Python

```
1 ERRO = 1e-12
2
3
4 def raiz_quadrada(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:", raiz_quadrada(x))
```

# Código em Python

```
1 ERRO = 1e-12
2
3
4 def raiz_quadrada(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:", raiz_quadrada(x))
```

Traduzindo para C:

# Código em Python

```
1 ERRO = 1e-12
2
3
4 def raiz_quadrada(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:", raiz_quadrada(x))
```

Traduzindo para C:

- Como representar números reais em C?

# Código em Python

```
1 ERRO = 1e-12
2
3
4 def raiz_quadrada(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:", raiz_quadrada(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 é 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 é 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 é mais lento e gasta mais memória
  - É o mais usado em geral
- A leitura/impressão é feita com `%lf`, `%le` ou `%lg`

# Código em C

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <math.h>
3 #define ERRO 1e-12
4
5 double raiz_quadrada(double x) {
6     double y = x, anterior;
7     do {
8         anterior = y;
9         y = (y + x / y) / 2;
10    } while (fabs(anterior - y) > ERRO);
11    return y;
12 }
13
14 int main() {
15     double x;
16     printf("Entre com o numero:\n");
17     scanf("%lf", &x);
18     printf("Raiz quadrada: %lf\n", raiz_quadrada(x));
19     return 0;
20 }
```

# Código em C

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <math.h>
3 #define ERRO 1e-12
4
5 double raiz_quadrada(double x) {
6     double y = x, anterior;
7     do {
8         anterior = y;
9         y = (y + x / y) / 2;
10    } while (fabs(anterior - y) > ERRO);
11    return y;
12 }
13
14 int main() {
15     double x;
16     printf("Entre com o numero:\n");
17     scanf("%lf", &x);
18     printf("Raiz quadrada: %lf\n", raiz_quadrada(x));
19     return 0;
20 }
```

A biblioteca `math.h` contém várias funções matemáticas

# Código em C

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <math.h>
3 #define ERRO 1e-12
4
5 double raiz_quadrada(double x) {
6     double y = x, anterior;
7     do {
8         anterior = y;
9         y = (y + x / y) / 2;
10    } while (fabs(anterior - y) > ERRO);
11    return y;
12 }
13
14 int main() {
15     double x;
16     printf("Entre com o numero:\n");
17     scanf("%lf", &x);
18     printf("Raiz quadrada: %lf\n", raiz_quadrada(x));
19     return 0;
20 }
```

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
<code>6 / 4</code>	1.5	1
<code>6.0 / 4.0</code>	1.5	1.5
<code>6.0 / 4</code>	1.5	1.5
<code>6 / 4.0</code>	1.5	1.5
<code>6 // 4</code>	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	
$6.0 // 4.0$	1.0	Op. não existe
$6.0 // 4$	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	
$6.0 // 4.0$	1.0	Op. não existe
$6.0 // 4$	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	
$6.0 // 4.0$	1.0	Op. não existe
$6.0 // 4$	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	
$6.0 // 4.0$	1.0	Op. não existe
$6.0 // 4$	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	
$6.0 // 4.0$	1.0	Op. não existe
$6.0 // 4$	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

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <math.h>
3 #define ERRO 1e-12
4
5 double raiz_quadrada(double x) {
6     double y = x, anterior;
7     do {
8         anterior = y;
9         y = (y + x / y) / 2;
10    } while (fabs(anterior - y) > ERRO);
11    return y;
12 }
13
14 int main() {
15     double x;
16     printf("Entre com o numero:\n");
17     scanf("%lf", &x);
18     printf("Raiz quadrada: %lf\n", raiz_quadrada(x));
19     return 0;
20 }
```

# Código em C

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <math.h>
3 #define ERRO 1e-12
4
5 double raiz_quadrada(double x) {
6     double y = x, anterior;
7     do {
8         anterior = y;
9         y = (y + x / y) / 2;
10    } while (fabs(anterior - y) > ERRO);
11    return y;
12 }
13
14 int main() {
15     double x;
16     printf("Entre com o numero:\n");
17     scanf("%lf", &x);
18     printf("Raiz quadrada: %lf\n", raiz_quadrada(x));
19     return 0;
20 }
```

A diretiva `#define` cria uma macro

# Código em C

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <math.h>
3 #define ERRO 1e-12
4
5 double raiz_quadrada(double x) {
6     double y = x, anterior;
7     do {
8         anterior = y;
9         y = (y + x / y) / 2;
10    } while (fabs(anterior - y) > ERRO);
11    return y;
12 }
13
14 int main() {
15     double x;
16     printf("Entre com o numero:\n");
17     scanf("%lf", &x);
18     printf("Raiz quadrada: %lf\n", raiz_quadrada(x));
19     return 0;
20 }
```

A diretiva `#define` cria uma macro

- Onde aparecer a palavra `ERRO`, substitua por `1e-12`

# Código em C

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <math.h>
3 #define ERRO 1e-12
4
5 double raiz_quadrada(double x) {
6     double y = x, anterior;
7     do {
8         anterior = y;
9         y = (y + x / y) / 2;
10    } while (fabs(anterior - y) > ERRO);
11    return y;
12 }
13
14 int main() {
15     double x;
16     printf("Entre com o numero:\n");
17     scanf("%lf", &x);
18     printf("Raiz quadrada: %lf\n", raiz_quadrada(x));
19     return 0;
20 }
```

# Código em C

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <math.h>
3 #define ERRO 1e-12
4
5 double raiz_quadrada(double x) {
6     double y = x, anterior;
7     do {
8         anterior = y;
9         y = (y + x / y) / 2;
10    } while (fabs(anterior - y) > ERRO);
11    return y;
12 }
13
14 int main() {
15     double x;
16     printf("Entre com o numero:\n");
17     scanf("%lf", &x);
18     printf("Raiz quadrada: %lf\n", raiz_quadrada(x));
19     return 0;
20 }
```

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

# Código em C

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <math.h>
3 #define ERRO 1e-12
4
5 double raiz_quadrada(double x) {
6     double y = x, anterior;
7     do {
8         anterior = y;
9         y = (y + x / y) / 2;
10    } while (fabs(anterior - y) > ERRO);
11    return y;
12 }
13
14 int main() {
15     double x;
16     printf("Entre com o numero:\n");
17     scanf("%lf", &x);
18     printf("Raiz quadrada: %lf\n", raiz_quadrada(x));
19     return 0;
20 }
```

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

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

## 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

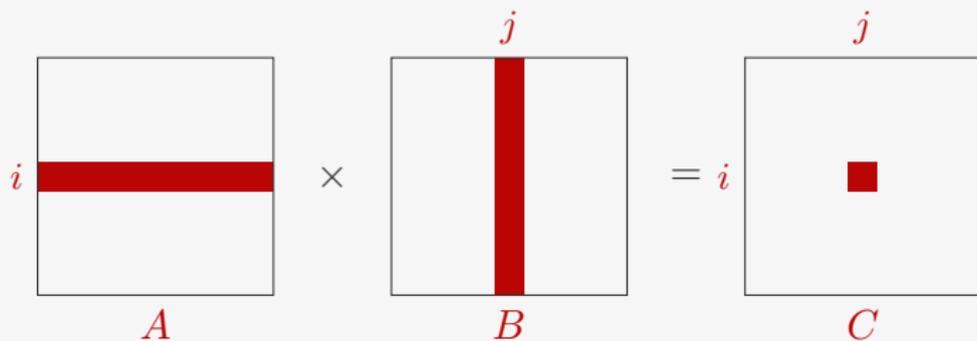
Dadas duas matrizes  $A$  e  $B$  em  $\mathbb{R}^{n \times n}$ , calcular  $C = A \times B$

Relembrando...

## Multiplicação de Matrizes Reais

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

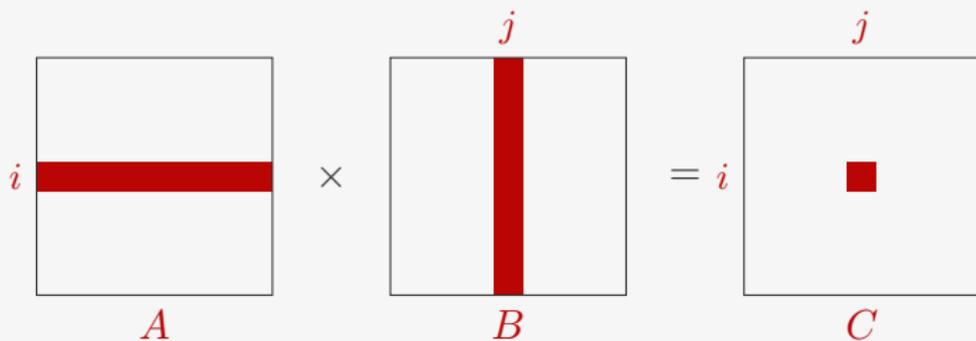
Relembrando...



## 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 escalar 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("%lf ", 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("%lf ", 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("%lf ", 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("%lf ", 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("%lf ", 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("%lf ", 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("%lf ", 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 correspondem a um único comando!

# 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 explícito

# 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 explícito
  - 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 explícito
  - 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 × 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 `doubles`

## 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 `doubles`
- 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 `doubles`
- 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 `doubles`
- 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 `doubles`
- 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

Dada uma aplicação financeira com:

- depósito inicial **inicial** reais,
- depósitos mensais de **mensal** reais,
- juros mensais de **juros** por cento ao mês
- e um número de meses **meses**,

calcule o valor final da aplicação.

# Solução

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <math.h>
3
4 int main() {
5     double inicial, mensal, juros, meses;
6     double valorFinal;
7
8     printf("Digite o depósito inicial: ");
9     scanf("%lf", &inicial);
10
11    printf("Digite o valor do depósito mensal: ");
12    scanf("%lf", &mensal);
13
14    printf("Digite a taxa de juros mensal: ");
15    scanf("%lf", &juros);
16
17    printf("Digite o número de meses: ");
18    scanf("%lf", &meses);
19
20    valorFinal = inicial;
21    for (int i = 0; i < meses; i++) {
22        valorFinal *= (1 + juros/100);
23        valorFinal += mensal;
24    }
25
26    printf("O valor final da aplicação é: %.2lf\n", valorFinal);
27
28    return 0;
29 }
```

## Exercício

Uma matriz quadrada é uma matriz de permutação se em cada linha e em cada coluna há exatamente um 1 e todos os outros elementos são 0.

Escreva um programa em C que, dada uma matriz quadrada **A** de tamanho **n**, determine se ela é uma matriz de permutação.

# Solução

```
1 int eh_permutacao(double M[][MAX], int n) {
2     int i, j, soma_linha, soma_coluna;
3     for (i = 0; i < n; i++) {
4         soma_linha = 0;
5         soma_coluna = 0;
6         for (j = 0; j < n; j++) {
7             if (M[i][j] != 0 && M[i][j] != 1)
8                 return 0;
9             soma_linha += M[i][j];
10            soma_coluna += M[j][i];
11        }
12        if (soma_linha != 1 || soma_coluna != 1)
13            return 0;
14    }
15    return 1;
16 }
17
18 int main() {
19     double M[MAX][MAX];
20     int n;
21     printf("Entre com o tamanho da matriz:\n");
22     scanf("%d", &n);
23     le_matriz_quadrada(M, n);
24     if (eh_permutacao(M, n))
25         printf("SIM\n");
26     else
27         printf("NAO\n");
28     return 0;
29 }
```

Dúvidas?