Disciplina BCM0505-15
Processamento da Informação

Matrizes

Profa. Carla Negri Lintzmayer

carla.negri@ufabc.edu.br

http://professor.ufabc.edu.br/~carla.negri

Centro de Matemática, Computação e Cognição
Universidade Federal do ABC

Agenda

Motivação

Matrizes

Duas dimensões

Mais de duas dimensões

Exemplos

Representação gráfica

Operações básicas

Mais exemplos

Motivação

Motivação

- Suponha que queremos armazenar as notas de cada aluno em cada EP da disciplina.

Motivação

- Suponha que queremos armazenar as notas de cada aluno em cada EP da disciplina.
- Se temos 15 EPs, podemos alocar 15 vetores, um para cada EP, de tamanho 50 (tamanho da turma):

```
1: Real: EP1[50], EP2[50], EP3[50], ..., EP15[50]
```

Motivação

- Suponha que queremos armazenar as notas de cada aluno em cada EP da disciplina.
- Se temos 15 EPs, podemos alocar 15 vetores, um para cada EP, de tamanho 50 (tamanho da turma):

```
1: Real: EP1[50], EP2[50], EP3[50], ..., EP15[50]
```

- Ou então alocar um único vetor com 15×50 posições:

```
1: Real: EPs[750]
```

Motivação

- E se temos 4 turmas?
- Agora podemos alocar 4×15 vetores, um para cada EP, de tamanho 50:

```
1: Real: EP1_T1[50], EP2_T1[50], ..., EP15_T1[50],
   EP1_T2[50], ..., EP15_T2[50], ..., EP15_T4[50]
```

- Ou então alocar um único vetor com $4 \times 15 \times 50$ posições:

```
1: Real: EPs[3000]
```

Matrizes

Matrizes

- Matrizes são **vetores multidimensionais** que servem para agrupar várias variáveis de um mesmo tipo que podem ser referenciadas por um **mesmo identificador**.

Matrizes

- Matrizes são **vetores multidimensionais** que servem para agrupar várias variáveis de um mesmo tipo que podem ser referenciadas por um **mesmo identificador**.
  - Assim, um vetor é uma matriz de uma única dimensão.

Matrizes

- Matrizes são **vetores multidimensionais** que servem para agrupar várias variáveis de um mesmo tipo que podem ser referenciadas por um **mesmo identificador**.
  - Assim, um vetor é uma matriz de uma única dimensão.
- Cada dimensão tem seu **tamanho** pré-definido.

Matrizes

- Matrizes são **vetores multidimensionais** que servem para agrupar várias variáveis de um mesmo tipo que podem ser referenciadas por um **mesmo identificador**.
  - Assim, um vetor é uma matriz de uma única dimensão.
- Cada dimensão tem seu **tamanho** pré-definido.
- Essas variáveis ocupam posições contíguas na memória e por isso podem ser acessadas por meio de **índices**.

Matrizes

- Matrizes são **vetores multidimensionais** que servem para agrupar várias variáveis de um mesmo tipo que podem ser referenciadas por um **mesmo identificador**.
  - Assim, um vetor é uma matriz de uma única dimensão.
- Cada dimensão tem seu **tamanho** pré-definido.
- Essas variáveis ocupam posições contíguas na memória e por isso podem ser acessadas por meio de **índices**.
- Se n_d é o tamanho da d-ésima dimensão, os índices válidos naquela dimensão vão de 0 até $n_d - 1$.

Duas dimensões

Declaração de matrizes bidimensionais

A sintaxe para **declaração** de uma matriz bidimensional no meio do algoritmo é:

```
1: TIPO: identificador[tam_linhas][tam_colunas]
```

Declaração de matrizes bidimensionais

A sintaxe para **declaração** de uma matriz bidimensional no meio do algoritmo é:

```
1: TIPO: identificador[tam_linhas][tam_colunas]
```

A sintaxe para declaração de uma matriz bidimensional como parâmetro em uma função é:

```
1: (..., TIPO: identificador[ ][ ], ...)
```

(Outros parâmetros terão os tamanhos de cada dimensão da matriz.)

Uso de matrizes bidimensionais

A sintaxe para **acessar um elemento** de uma matriz bidimensional é:

```
1: identificador[indice_linha][indice_coluna]
```

onde $0 \leq indice_linha \leq tam_linhas - 1$ e $0 \leq indice_coluna \leq tam_colunas - 1$.

Uso de matrizes bidimensionais

A sintaxe para **acessar um elemento** de uma matriz bidimensional é:

```
1: identificador[indice_linha][indice_coluna]
```

onde $0 \leq indice_linha \leq tam_linhas - 1$ e
$0 \leq indice_coluna \leq tam_colunas - 1$.

E esse elemento terá o mesmo comportamento que uma variável simples daquele tipo.

Portanto logo após a declaração, todas as posições estarão sem valor algum.

Uso de matrizes bidimensionais

Observe que o acesso de uma única dimensão de uma matriz bidimensional:

```
1: identificador[indice_linha]
```

nos dá um elemento que é um vetor.

Mais de duas dimensões

Declaração de matrizes d-dimensionais

A sintaxe para **declaração** de uma matriz d-dimensional no meio do algoritmo é:

1: TIPO: $identificador[tam_dim_1][tam_dim_2]...[tam_dim_d]$

onde ... deve ser substituído de acordo.

Declaração de matrizes d-dimensionais

A sintaxe para **declaração** de uma matriz d-dimensional no meio do algoritmo é:

```
1: TIPO: identificador[tam_dim_1][tam_dim_2]...[tam_dim_d]
```

onde ... deve ser substituído de acordo.

A sintaxe para declaração de uma matriz d-dimensional como parâmetro em uma função é:

```
1: (..., TIPO: identificador[ ][ ]...[ ], ...)
```

(Outros parâmetros terão os tamanhos de cada dimensão da matriz.)

Uso de matrizes d-dimensionais

A sintaxe para **acessar um elemento** de uma matriz d-dimensional é:

1: $identificador[indice_dim_1][indice_dim_2]...[indice_dim_d]$

onde $0 \leq indice_dim_x \leq tam_dim_x - 1$ para todo $1 \leq x \leq d$.

Uso de matrizes d-dimensionais

A sintaxe para **acessar um elemento** de uma matriz d-dimensional é:

```
1: identificador[indice_dim_1][indice_dim_2]...[indice_dim_d]
```

onde $0 \leq indice_dim_x \leq tam_dim_x - 1$ para todo $1 \leq x \leq d$.

E esse elemento terá o mesmo comportamento que uma variável simples daquele tipo.

Portanto logo após a declaração, todas as posições estarão sem valor algum.

Uso de matrizes d-dimensionais

Observe que o acesso de menos do que d dimensões de uma matriz d-dimensional:

1: $identificador[indice_dim_1][indice_dim_2]...[indice_dim_t]$

nos dá uma matriz t-dimensional, com $t < d$.

Exemplos

Exemplo

Suponha que houve a seguinte declaração em algum momento:

$\textsc{Real}:\ EPs[15][100]$

Então $EPs[i][j]$, para quaisquer $0 \leq i \leq 14$ e $0 \leq j \leq 99$ é uma variável do tipo real, como outra qualquer:

$\textsc{Leia}(EPs[0][0])$
$EPs[1][4] \leftarrow 38$
$EPs[13][28] \leftarrow EPs[0][0] \times EPs[1][4]$
$\textsc{Escreva}(EPs[13][28])$

Exemplo

Suponha que houve a seguinte declaração em algum momento:

$\textsc{Real}:\ EPs[15][100]$

Então $EPs[i][j]$, para quaisquer $0 \leq i \leq 14$ e $0 \leq j \leq 99$ é uma variável do tipo real, como outra qualquer:

$\textsc{Leia}(EPs[0][0])$
$EPs[1][4] \leftarrow 38$
$EPs[13][28] \leftarrow EPs[0][0] \times EPs[1][4]$
$\textsc{Escreva}(EPs[13][28])$

Observação: $EPs[15][2]$, $EPs[8][100]$, $EPs[-1][200]$, $\textsc{Leia}(EPs[0])$ ou $\textsc{Escreva}(EPs[5])$ são erros!

Exemplo

1: INTEIRO: ℓ, c, $M[3][2]$
2: **Para** $\ell \leftarrow 0$ **até** 2, **com** $\ell \leftarrow \ell + 1$ **faça**
3: **Para** $c \leftarrow 0$ **até** 1, **com** $c \leftarrow c + 1$ **faça**
4: $M[\ell][c] \leftarrow 2 \times \ell \times c$

comando	ℓ	c	$M[0][0]$	$M[0][1]$	$M[1][0]$	$M[1][1]$	$M[2][0]$	$M[2][1]$
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Exemplo

1: INTEIRO: ℓ, c, $M[3][2]$
2: **Para** $\ell \leftarrow 0$ **até** 2, **com** $\ell \leftarrow \ell + 1$ **faça**
3: **Para** $c \leftarrow 0$ **até** 1, **com** $c \leftarrow c + 1$ **faça**
4: $M[\ell][c] \leftarrow 2 \times \ell \times c$

comando	ℓ	c	$M[0][0]$	$M[0][1]$	$M[1][0]$	$M[1][1]$	$M[2][0]$	$M[2][1]$
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

Mesmo exemplo

1: INTEIRO: ℓ, c, $mat[3][2]$
2: **Para** $c \leftarrow 0$ **até** 1, **com** $c \leftarrow c + 1$ **faça**
3: **Para** $\ell \leftarrow 0$ **até** 2, **com** $\ell \leftarrow \ell + 1$ **faça**
4: $mat[\ell][c] \leftarrow 2 \times \ell \times c$

Outro exemplo

1: INTEIRO: ℓ, c, $mat[3][2]$
2: **Para** $c \leftarrow 0$ **até** 1, **com** $c \leftarrow c + 1$ **faça**
3: $\quad mat[0][c] \leftarrow 2 \times c$

Exemplo com leitura

1: INTEIRO: ℓ, c, $mat[10][15]$
2: **Para** $\ell \leftarrow 0$ **até** 9, **com** $\ell \leftarrow \ell + 1$ **faça**
3: **Para** $c \leftarrow 0$ **até** 14, **com** $c \leftarrow c + 1$ **faça**
4: LEIA$(mat[\ell][c])$

Exemplo com leitura

1: INTEIRO: ℓ, c, $mat[10][15]$
2: **Para** $\ell \leftarrow 0$ **até** 9, **com** $\ell \leftarrow \ell + 1$ **faça**
3: **Para** $c \leftarrow 0$ **até** 14, **com** $c \leftarrow c + 1$ **faça**
4: LEIA$(mat[\ell][c])$

1: INTEIRO: ℓ, c, $mat[10][15]$
2: **Para** $c \leftarrow 0$ **até** 14, **com** $c \leftarrow c + 1$ **faça**
3: LEIA$(mat[0][c])$
4: **Para** $\ell \leftarrow 1$ **até** 9, **com** $\ell \leftarrow \ell + 1$ **faça**
5: **Para** $c \leftarrow 0$ **até** 14, **com** $c \leftarrow c + 1$ **faça**
6: $mat[\ell][c] \leftarrow mat[\ell - 1][c] + 2$

Representação gráfica

Representação gráfica

1: Inteiro: ℓ, c, $M[3][5]$
2: **Para** $c \leftarrow 0$ **até** 4, **com** $c \leftarrow c + 1$ **faça**
3: Leia($M[0][c]$)
4: **Para** $\ell \leftarrow 1$ **até** 2, **com** $\ell \leftarrow \ell + 1$ **faça**
5: **Para** $c \leftarrow 0$ **até** 4, **com** $c \leftarrow c + 1$ **faça**
6: $M[\ell][c] \leftarrow M[\ell - 1][c] + 2$

M	0	1	2	3	4
0					
1					
2					

Operações básicas

Leitura

Sempre depende do problema, porém é bem comum que os elementos de uma matriz sejam dados por linha: todos os elementos de uma linha serão lidos antes que os elementos da linha seguinte comecem a ser lidos.

```
1: INTEIRO: ℓ, c, nlinhas, ncolunas, M[1000][1000]
2: LEIA(nlinhas, ncolunas)
3: Para ℓ ← 0 até nlinhas − 1, com ℓ ← ℓ + 1 faça
4:     Para c ← 0 até ncolunas − 1, com c ← c + 1 faça
5:         LEIA(M[ℓ][c])
```

Escrita

A impressão também costuma ser por linhas: uma linha inteira é impressa antes que a próxima seja.

1: **Para** $\ell \leftarrow 0$ **até** $nlinhas - 1$, **com** $\ell \leftarrow \ell + 1$ **faça**
2: $\quad$ Escreva(“‘Linha”, ℓ, “:”)
3: $\quad$ **Para** $c \leftarrow 0$ **até** $ncolunas - 1$, **com** $c \leftarrow c + 1$ **faça**
4: $\quad\quad$ Escreva($M[\ell][c]$)

Busca

Dada uma matriz bidimensional e um elemento k, queremos saber se k está armazenado na matriz.

Busca

Dada uma matriz bidimensional e um elemento k, queremos saber se k está armazenado na matriz.

1: **Para** $\ell \leftarrow 0$ **até** $nlinhas - 1$, **com** $\ell \leftarrow \ell + 1$ **faça**
2: **Para** $c \leftarrow 0$ **até** $ncolunas - 1$, **com** $c \leftarrow c + 1$ **faça**
3: **Se** $M[\ell][c] = chave$ **então**
4: **Devolve** ℓ, c
5: **Devolve** $-1, -1$

Busca

Dada uma matriz bidimensional e um elemento k, queremos saber se k está armazenado na matriz.

Busca

Dada uma matriz bidimensional e um elemento k, queremos saber se k está armazenado na matriz.

1: **Para** $c \leftarrow 0$ **até** $ncolunas - 1$, **com** $c \leftarrow c + 1$ **faça**
2: **Para** $\ell \leftarrow 0$ **até** $nlinhas - 1$, **com** $\ell \leftarrow \ell + 1$ **faça**
3: **Se** $M[\ell][c] = chave$ **então**
4: **Devolve** ℓ, c
5: **Devolve** $-1, -1$

Busca na diagonal

Dada uma matriz quadrada bidimensional e um elemento k, queremos saber se k está armazenado na diagonal da matriz.

Busca na diagonal

Dada uma matriz quadrada bidimensional e um elemento k, queremos saber se k está armazenado na diagonal da matriz.

1: **Para** $i \leftarrow 0$ **até** $nlinhas - 1$, **com** $i \leftarrow i + 1$ **faça**
2: **Se** $M[i][i] = chave$ **então**
3: **Devolve** i
4: **Devolve** -1

Maior elemento

Dada uma matriz bidimensional, encontre o maior elemento armazenado nela.

Maior elemento

Dada uma matriz bidimensional, encontre o maior elemento armazenado nela.

1: $maior \leftarrow M[0][0]$
2: **Para** $\ell \leftarrow 0$ **até** $nlinhas - 1$, **com** $\ell \leftarrow \ell + 1$ **faça**
3: **Para** $c \leftarrow 0$ **até** $ncolunas - 1$, **com** $c \leftarrow c + 1$ **faça**
4: **Se** $M[\ell][c] > maior$ **então**
5: $maior \leftarrow M[\ell][c]$

Maior elemento

Dada uma matriz bidimensional, encontre o maior elemento armazenado nela.

Maior elemento

Dada uma matriz bidimensional, encontre o maior elemento armazenado nela.

1: $maior \leftarrow \textsc{Maior_Vet}(M[0],\ ncolunas)$
2: **Para** $\ell \leftarrow 1$ **até** $nlinhas - 1$, **com** $\ell \leftarrow \ell + 1$ **faça**
3: **Se** $\textsc{Maior_Vet}(M[\ell],\ ncolunas) > maior$ **então**
4: $maior \leftarrow \textsc{Maior_Vet}(M[\ell],\ ncolunas)$

Maior elemento

Dada uma matriz bidimensional, encontre o maior elemento armazenado nela.

1: $maior \leftarrow \textsc{Maior_Vet}(M[0],\ ncolunas)$
2: **Para** $\ell \leftarrow 1$ **até** $nlinhas - 1$, **com** $\ell \leftarrow \ell + 1$ **faça**
3: **Se** $\textsc{Maior_Vet}(M[\ell],\ ncolunas) > maior$ **então**
4: $maior \leftarrow \textsc{Maior_Vet}(M[\ell],\ ncolunas)$

Abordagem ruim!

Maior elemento

Dada uma matriz bidimensional, encontre o maior elemento armazenado nela.

Maior elemento

Dada uma matriz bidimensional, encontre o maior elemento armazenado nela.

1: $maior \leftarrow \textsc{Maior_Vet}(M[0],\ ncolunas)$
2: **Para** $\ell \leftarrow 1$ **até** $nlinhas - 1$, **com** $\ell \leftarrow \ell + 1$ **faça**
3: $\quad maior_linha \leftarrow \textsc{Maior_Vet}(M[\ell],\ ncolunas)$
4: $\quad$ **Se** $maior_linha > maior$ **então**
5: $\quad\quad maior \leftarrow maior_linha$

Mais exemplos

Encontra pares

Dada uma matriz bidimensional, indique quais dos elementos armazenados são pares.

Encontra pares

Dada uma matriz bidimensional, indique quais dos elementos armazenados são pares.

1: INTEIRO: $nlinhas$, $ncolunas$, ℓ, c, p, $M[10000][10000]$, $P[100000000]$
2: $nlinhas, ncolunas \leftarrow$ LEIA_MATRIZ(M)
3: $p \leftarrow 0$
4: **Para** $\ell \leftarrow 0$ **até** $nlinhas - 1$, **com** $\ell \leftarrow \ell + 1$ **faça**
5: **Para** $c \leftarrow 0$ **até** $ncolunas - 1$, **com** $c \leftarrow c + 1$ **faça**
6: **Se** EH_PAR($M[\ell][c]$) **então**
7: $P[p] \leftarrow M[\ell][c]$
8: $p \leftarrow p + 1$

Encontra pares

```
1: Função Leia_Matriz(Inteiro: M[][])
2:     Inteiro: nlinhas, ncolunas, ℓ, c
3:     Leia(nlinhas, ncolunas)
4:     Para ℓ ← 0 até nlinhas − 1, com ℓ ← ℓ + 1 faça
5:         Para c ← 0 até ncolunas − 1, com c ← c + 1 faça
6:             Leia(M[ℓ][c])
7:     Devolve nlinhas, ncolunas
```

Exemplo

Faça um algoritmo que leia as notas de cada aluno em cada EP da disciplina e calcula a média de cada aluno.

Exemplo

Faça um algoritmo que leia as notas de cada aluno em cada EP da disciplina e calcula a média de cada aluno.

1: INTEIRO: ep, al, $total_eps$, $total_alunos$
2: REAL: $EPs[15][50]$, $media[50]$, $peso[15]$
3: LEIA($total_alunos$, $total_eps$)

Exemplo

Faça um algoritmo que leia as notas de cada aluno em cada EP da disciplina e calcula a média de cada aluno.

1: INTEIRO: ep, al, $total_eps$, $total_alunos$
2: REAL: $EPs[15][50]$, $media[50]$, $peso[15]$
3: LEIA($total_alunos$, $total_eps$)
4: **Para** $ep \leftarrow 0$ **até** $total_eps - 1$, **com** $ep \leftarrow ep + 1$ **faça**
5: LEIA($peso[ep]$)

Exemplo

Faça um algoritmo que leia as notas de cada aluno em cada EP da disciplina e calcula a média de cada aluno.

1: INTEIRO: ep, al, $total_eps$, $total_alunos$
2: REAL: $EPs[15][50]$, $media[50]$, $peso[15]$
3: LEIA($total_alunos$, $total_eps$)
4: **Para** $ep \leftarrow 0$ **até** $total_eps - 1$, **com** $ep \leftarrow ep + 1$ **faça**
5: LEIA($peso[ep]$)
6: **Para** $al \leftarrow 0$ **até** $total_alunos - 1$, **com** $al \leftarrow al + 1$ **faça**
7: **Para** $ep \leftarrow 0$ **até** $total_eps - 1$, **com** $ep \leftarrow ep + 1$ **faça**
8: LEIA($EPs[ep][al]$)

Exemplo

Faça um algoritmo que leia as notas de cada aluno em cada EP da disciplina e calcula a média de cada aluno.

1: INTEIRO: ep, al, $total_eps$, $total_alunos$
2: REAL: $EPs[15][50]$, $media[50]$, $peso[15]$
3: LEIA($total_alunos$, $total_eps$)
4: **Para** $ep \leftarrow 0$ **até** $total_eps - 1$, **com** $ep \leftarrow ep + 1$ **faça**
5: LEIA($peso[ep]$)
6: **Para** $al \leftarrow 0$ **até** $total_alunos - 1$, **com** $al \leftarrow al + 1$ **faça**
7: **Para** $ep \leftarrow 0$ **até** $total_eps - 1$, **com** $ep \leftarrow ep + 1$ **faça**
8: LEIA($EPs[ep][al]$)
9: **Para** $al \leftarrow 0$ **até** $total_alunos - 1$, **com** $al \leftarrow al + 1$ **faça**
10: $media[al] \leftarrow 0$
11: **Para** $ep \leftarrow 0$ **até** $total_eps - 1$, **com** $ep \leftarrow ep + 1$ **faça**
12: $media[al] \leftarrow media[al] + peso[ep] \times EPs[ep][al]$

Mesmo exemplo, outra escrita

Faça um algoritmo que leia as notas de cada aluno em cada EP da disciplina e calcula a média de cada aluno.

Mesmo exemplo, outra escrita

Faça um algoritmo que leia as notas de cada aluno em cada EP da disciplina e calcula a média de cada aluno.

1: Inteiro: ep, al, $total_eps$, $total_alunos$
2: Real: $EPs[15][50]$, $media[50]$, $peso[15]$
3: Leia($total_alunos$, $total_eps$)

Mesmo exemplo, outra escrita

Faça um algoritmo que leia as notas de cada aluno em cada EP da disciplina e calcula a média de cada aluno.

1: Inteiro: ep, al, $total_eps$, $total_alunos$
2: Real: $EPs[15][50]$, $media[50]$, $peso[15]$
3: Leia($total_alunos$, $total_eps$)
4: **Para** $ep \leftarrow 0$ **até** $total_eps - 1$, **com** $ep \leftarrow ep + 1$ **faça**
5: Leia($peso[ep]$)

Mesmo exemplo, outra escrita

Faça um algoritmo que leia as notas de cada aluno em cada EP da disciplina e calcula a média de cada aluno.

1: INTEIRO: ep, al, $total_eps$, $total_alunos$
2: REAL: $EPs[15][50]$, $media[50]$, $peso[15]$
3: LEIA($total_alunos$, $total_eps$)
4: **Para** $ep \leftarrow 0$ **até** $total_eps - 1$, **com** $ep \leftarrow ep + 1$ **faça**
5: LEIA($peso[ep]$)
6: **Para** $al \leftarrow 0$ **até** $total_alunos - 1$, **com** $al \leftarrow al + 1$ **faça**
7: $media[al] \leftarrow 0$
8: **Para** $ep \leftarrow 0$ **até** $total_eps - 1$, **com** $ep \leftarrow ep + 1$ **faça**
9: LEIA($EPs[ep][al]$)
10: $media[al] \leftarrow media[al] + peso[ep] \times EPs[ep][al]$

Exemplo

Faça um algoritmo que leia as notas de cada aluno em cada EP da disciplina e calcula a média de cada aluno, para 4 turmas.

Exemplo

Faça um algoritmo que leia as notas de cada aluno em cada EP da disciplina e calcula a média de cada aluno, para 4 turmas.

1: INTEIRO: ep, al, t, $total_eps$, $total_alunos$
2: REAL: $EPs[4][15][50]$, $media[4][50]$, $peso[15]$
3: LEIA($total_alunos$, $total_eps$)

Exemplo

Faça um algoritmo que leia as notas de cada aluno em cada EP da disciplina e calcula a média de cada aluno, para 4 turmas.

1: Inteiro: ep, al, t, $total_eps$, $total_alunos$
2: Real: $EPs[4][15][50]$, $media[4][50]$, $peso[15]$
3: Leia($total_alunos$, $total_eps$)
4: **Para** $ep \leftarrow 0$ **até** $total_eps - 1$, **com** $ep \leftarrow ep + 1$ **faça**
5: Leia($peso[ep]$)

Exemplo

Faça um algoritmo que leia as notas de cada aluno em cada EP da disciplina e calcula a média de cada aluno, para 4 turmas.

1: Inteiro: ep, al, t, $total_eps$, $total_alunos$
2: Real: $EPs[4][15][50]$, $media[4][50]$, $peso[15]$
3: Leia($total_alunos$, $total_eps$)
4: **Para** $ep \leftarrow 0$ **até** $total_eps - 1$, **com** $ep \leftarrow ep + 1$ **faça**
5: Leia($peso[ep]$)
6: **Para** $t \leftarrow 0$ **até** 3, **com** $t \leftarrow t + 1$ **faça**
7: **Para** $al \leftarrow 0$ **até** $total_alunos - 1$, **com** $al \leftarrow al + 1$ **faça**
8: **Para** $ep \leftarrow 0$ **até** $total_eps - 1$, **com** $ep \leftarrow ep + 1$ **faça**
9: Leia($EPs[t][ep][al]$)

Exemplo

Faça um algoritmo que leia as notas de cada aluno em cada EP da disciplina e calcula a média de cada aluno, para 4 turmas.

1: Inteiro: ep, al, t, $total_eps$, $total_alunos$
2: Real: $EPs[4][15][50]$, $media[4][50]$, $peso[15]$
3: Leia($total_alunos$, $total_eps$)
4: **Para** $ep \leftarrow 0$ **até** $total_eps - 1$, **com** $ep \leftarrow ep + 1$ **faça**
5: Leia($peso[ep]$)
6: **Para** $t \leftarrow 0$ **até** 3, **com** $t \leftarrow t + 1$ **faça**
7: **Para** $al \leftarrow 0$ **até** $total_alunos - 1$, **com** $al \leftarrow al + 1$ **faça**
8: **Para** $ep \leftarrow 0$ **até** $total_eps - 1$, **com** $ep \leftarrow ep + 1$ **faça**
9: Leia($EPs[t][ep][al]$)
10: **Para** $t \leftarrow 0$ **até** 3, **com** $t \leftarrow t + 1$ **faça**
11: **Para** $al \leftarrow 0$ **até** $total_alunos - 1$, **com** $al \leftarrow al + 1$ **faça**
12: $media[t][al] \leftarrow 0$
13: **Para** $ep \leftarrow 0$ **até** $total_eps - 1$, **com** $ep \leftarrow ep + 1$ **faça**
14: $media[t][al] \leftarrow media[t][al] + peso[ep] \times EPs[t][ep][al]$