Registos/Estruturas

Taxonomia de tipos de dados

Simples

- Numéricos
  - int (inteiros)
  - float (reais)
  - char (carateres)
- Apontadores
  - *
- Enumerados
  - enum

Compostos

- array (cadeias)
- **struct** (registos/estruturas)
- FILE

Tipos de dados compostos

Definição pelo utilizador

- Não pertencem ao léxico da linguagem
- Requerem a utilização de
  - um mecanismo sintático, ou
  - uma palavra reservada ([], **struct**, FILE, …)

Composição

- Têm valores compostos
- Exemplo (estudantes de uma UC de um curso):

  ESTUDANTE A = { 13543, 345, (14.50, 13.75) };

  ESTUDANTE B = { 13654, 345, (12.25, 8.75) };

Não têm ordem nem escala

- Exemplo:
  - A < B (não faz sentido)

Estruturas (struct)

Motivação

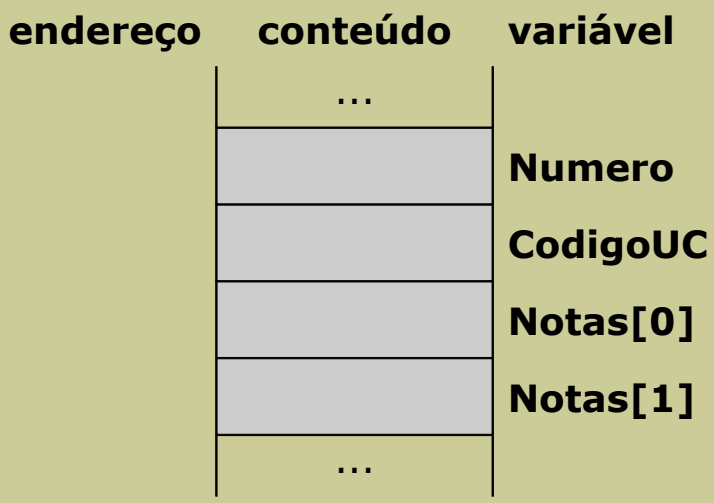
- Necessidade de guardar informação composta por vários tipos de dados numa só entidade (estrutura)
- Exemplo
  - necessidade das organizações de *inserir*, *alterar*, *eliminar* e *consultar* dados em formulários
  - há 3 dados comuns a todos os sistemas de informação: nome, morada e telefone
  - em linguagem C, pode-se agrupar aqueles dados num novo tipo de dados (CLIENTE)

```
typedef struct {
  char  Nome[60];
  char  Morada[100];
  int  Telefone;
} CLIENTE;
```

Definição

- É uma coleção ou conjunto de elementos (ou variáveis) armazenados numa zona contígua de memória
- Os elementos são variáveis usuais identificadas pelo nome
- Os elementos são também designados por *campos*, *membros* ou *componentes*
- Ao contrário dos arrays
  - os elementos não são necessariamente do mesmo tipo de dados
  - os elementos não são indexados
- Exemplo:

```
typedef struct {
  int  Numero;
  int  CodigoUC;
  float  Notas[2];
} ESTUDANTE;
```



Sintaxe (sem typedef)

```
struct  nome {
  tipo1  campo1;
  tipo2  campo2;
   ...
  tipoN  campoN;
};
```

em que

- **struct**: palavra reservada associado ao tipo de dados composto registo/estrutura
- **nome**: identificador do **tipo estrutura**
- **campoK** (K = 1, …, N): identificador do nome do campo K da estrutura
- **tipoK** (K = 1, …, N): tipo de dados do campo K da estrutura

Sintaxe (com typedef)

```
typedef struct {
  tipo1  campo1;
  tipo2  campo2;
   ...
  tipoN  campoN;
} nome;
```

em que

- **typedef**: palavra reservada associado a tipo definido pelo utilizador
- **struct**: palavra reservada associado ao tipo de dados composto registo/estrutura
- **nome**: identificador do **tipo de dados estrutura** (tipo definido pelo utilizador)
- **campoK** (K = 1, …, N): identificador do nome do campo K da estrutura
- **tipoK** (K = 1, …, N): tipo de dados do campo K da estrutura

Declaração de variáveis

- Definição de tipo estrutura e declaração de variáveis, no mesmo momento

  Exemplo:

```
struct  ESTUDANTE {
   int  Numero;
   int  CodigoUC;
   float  Notas[2];
} A;
```

  - declaração da variável A do tipo ESTUDANTE

Declaração de variáveis

- Definição de tipo estrutura e declaração de variáveis, em momentos diferentes

Exemplo:

```
struct  ESTUDANTE {
  int  Numero;
  int  CodigoUC;
  float  Notas[2];
};
struct  ESTUDANTE  A;
```

- definição do tipo estrutura ESTUDANTE
- declaração da variável A do tipo ESTUDANTE

Declaração de variáveis

- Definição de tipo estrutura sem nome e declaração de variáveis, no mesmo momento

  Exemplo:

```
struct {
  int  Numero;
  int  CodigoUC;
  float  Notas[2];
} A;
```

  - declaração da variável A como uma estrutura

Declaração de variáveis

- Definição de tipo de dados estrutura com **typedef** e declaração de variáveis, em momentos diferentes

  Exemplo:

```
typedef  struct {
  int  Numero;
  int  CodigoUC;
  float  Notas[2];
} ESTUDANTE;
void main() {
  ESTUDANTE  A;
  A.Numero =  13543;
  A.CodigoUC = 345;
  A.Notas[0] = 14.50;
  A.Notas[1] = 13.75;
  ...
}
```

Caraterísticas específicas

- Contiguidade
  - ocupa uma zona *contígua* de memória
- Não são homogeneamente tipadas
  - as componentes podem ter diferentes tipos de dados
- Acesso por identificador
  - cada componente tem um identificador
- Exemplo (ESTUDANTE):

```
ESTUDANTE  A, B;
A.Numero = 13543;
A.CodigoUC = 345;
A.Notas[0] = 14.50;
A.Notas[1] = 13.75;
...
B.Numero = 13654;
B.CodigoUC = A.CodigoUC;
```

Operadores de acesso

- Operador "**.**"

```
ESTUDANTE A;
A.Numero = 13543;
A.CodigoUC = 345;
A.Notas[0] = 14.50;
A.Notas[1] = 13.75;
```

Operadores de acesso

- Operador "**->**"

```
ESTUDANTE  A;
A->Numero = 13543;
A->CodigoUC = 345;
A->Notas[0] = 14.50;
A->Notas[1] = 13.75;
```

que é equivalente a

```
ESTUDANTE  A;
(*A).Numero = 13543;
(*A).CodigoUC = 345;
(*A).Notas[0] = 14.50;
(*A).Notas[1] = 13.75;
```

Operador de atribuição

- considere-se a seguinte declaração

```
ESTUDANTE  A, B;
```

- a atribuição pode ser feita campo a campo

```
A.Numero = 13543;
A.CodigoUC = 345;
A.Notas[0] = 14.50;
A.Notas[1] = 13.75;
```

- a atribuição também pode ser feita entre estruturas, **como** para qualquer tipo de dados simples (e **ao contrário** dos arrays)

```
B = A;
```

Exemplo

```
#include <stdio.h>
typedef  struct {
  int  Numero;
  int  CodigoUC;
  float  Notas[2];
} ESTUDANTE;
```

Saída (monitor):

```
13543
345
14.50 e 13.75
```

```
void main()
{
  ESTUDANTE  A, B;
  A.Numero = 13543;
  A.CodigoUC = 345;
  A.Notas[0] = 14.50;
  A.Notas[1] = 13.75;
  B = A;
  printf("%d\n%d\n%f e %f\n", B.Numero, B.CodigoUC, B.Notas[0], B.Notas[1]);
}
```

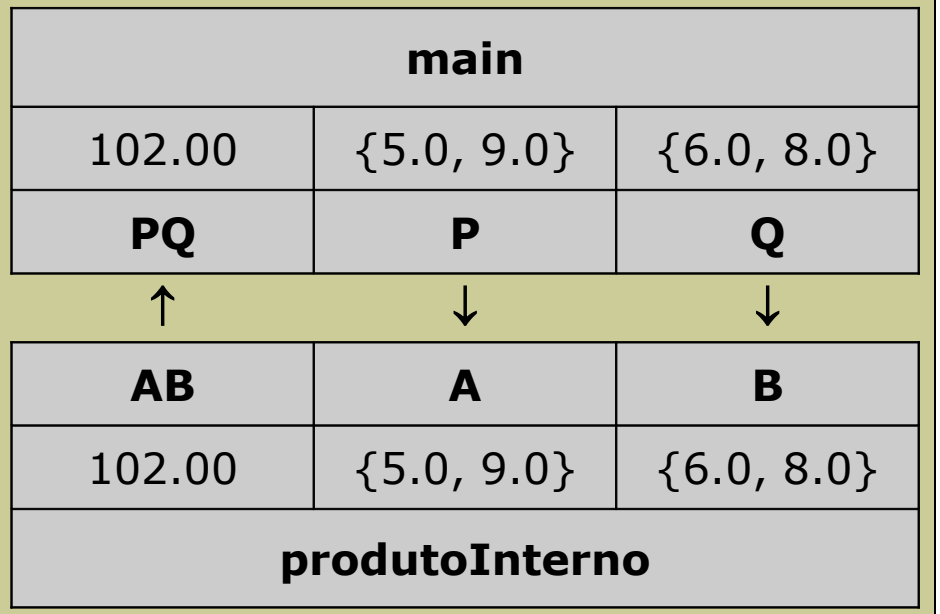
Passagem de estruturas para funções

- Passagem por cópia de valor da estrutura
  - o operador que deve ser usado no corpo da função para aceder aos membros da estrutura é o **.** (nome**.**campo)
- Passagem por cópia de valor de endereço da estrutura
  - o operador que deve ser usado no corpo da função para aceder aos membros da estrutura é o **->** (nome**->**campo)

Passagem de estruturas para funções

- Passagem por cópia de valor da estrutura (exemplo)

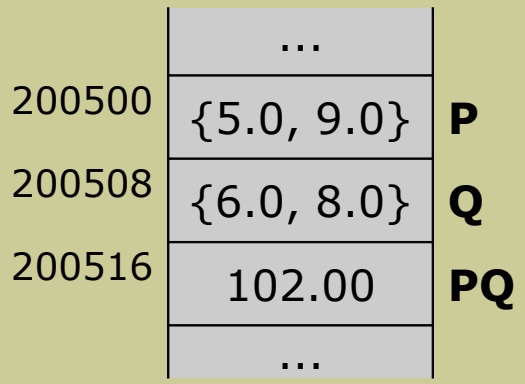
```
#include <stdio.h>
typedef  struct {
   float  x;
   float  y;
} PONTO;
float produtoInterno (PONTO A, PONTO B) {
   float  AB;
   AB = A.x * B.x + A.y * B.y;
   return  AB;
}
void main() {
   PONTO  P = { 5.0, 9.0 }, Q = { 6.0, 8.0 };
   float  PQ = produtoInterno(P, Q);
   printf("Produto Interno = %f\n", PQ);
}
```

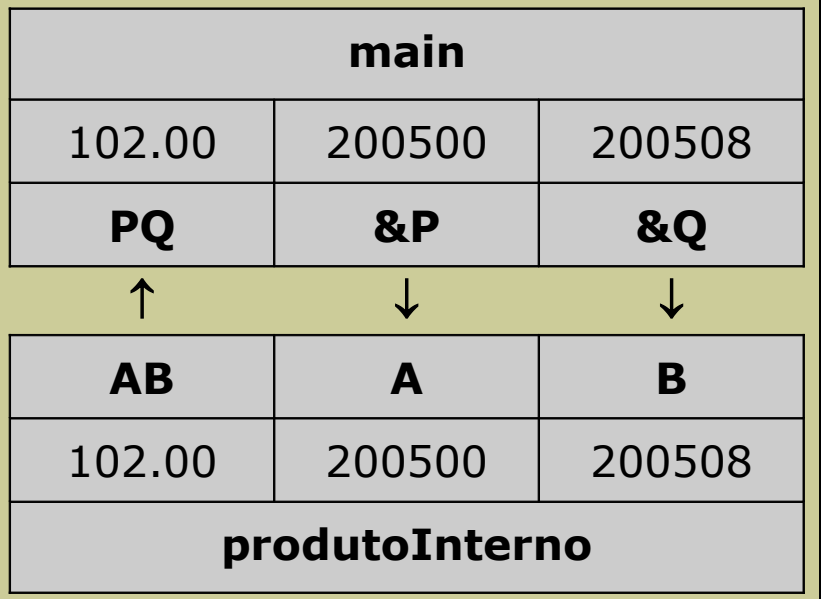


Passagem de estruturas para funções

- Passagem por cópia de valor de endereço da estrutura (exemplo)

```
#include <stdio.h>
typedef  struct {
   float  x;
   float  y;
} PONTO;
float produtoInterno (PONTO *A, PONTO *B) {
   float  AB = A->x * B->x + A->y * B->y;
// float AB = (*A).x * (*B).x + (*A).y * (*B).y;
   return  AB;
}
void main() {
   PONTO  P = { 5.0, 9.0 }, Q = { 6.0, 8.0 };
   float  PQ = produtoInterno(&P, &Q);
   printf("Produto Interno = %f\n", PQ);
}
```





Passagem de estruturas para subprogramas

Passagem de estruturas

- passagem por valor:
  - passa-se o nome da estrutura, o que implica a cópia do conteúdo da estrutura para uma estrutura local ao subprograma
- passagem por referência:
  - passa-se o endereço da estrutura, o que implica a cópia do endereço da estrutura para uma variável apontadora local ao subprograma

Passagem de arrays

- passagem por valor: não existe
  - não é possível copiar ou passar o conteúdo de um array para um array local ao subprograma (ao passar o nome do array, passa o endereço do seu primeiro elemento)
- passagem por referência:
  - passa-se o endereço do array (que é do seu primeiro elemento), o que implica a cópia do endereço do array para uma variável apontadora local ao subprograma

Exemplo - Estruturas

- Passagem por valor
  - recebe cópias de duas estruturas:

```
float  produtoInterno (PONTO A, PONTO B);
```

- Passagem por referência
  - recebe cópias de dois endereços de estruturas:

```
float  produtoInterno (PONTO *A, PONTO *B);
```

Exemplo - Arrays

- Passagem por referência
  - recebe cópias de dois endereços de arrays:

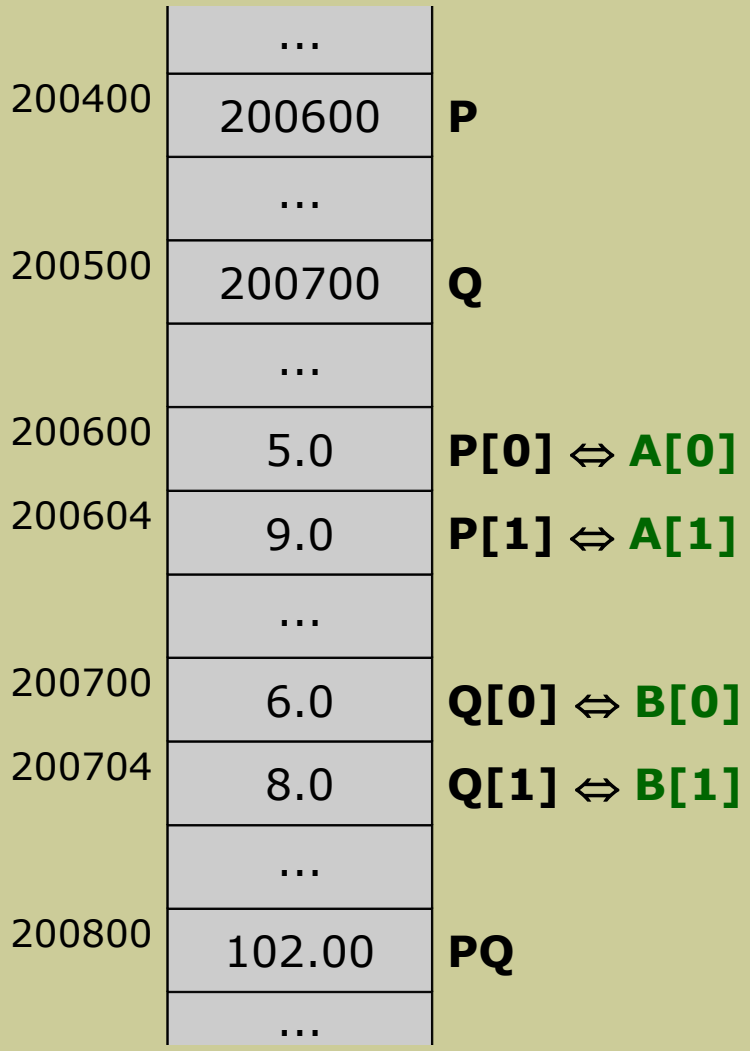
```
float  produtoInterno (float A[], float B[]);
float  produtoInterno (float *A, float *B);
```

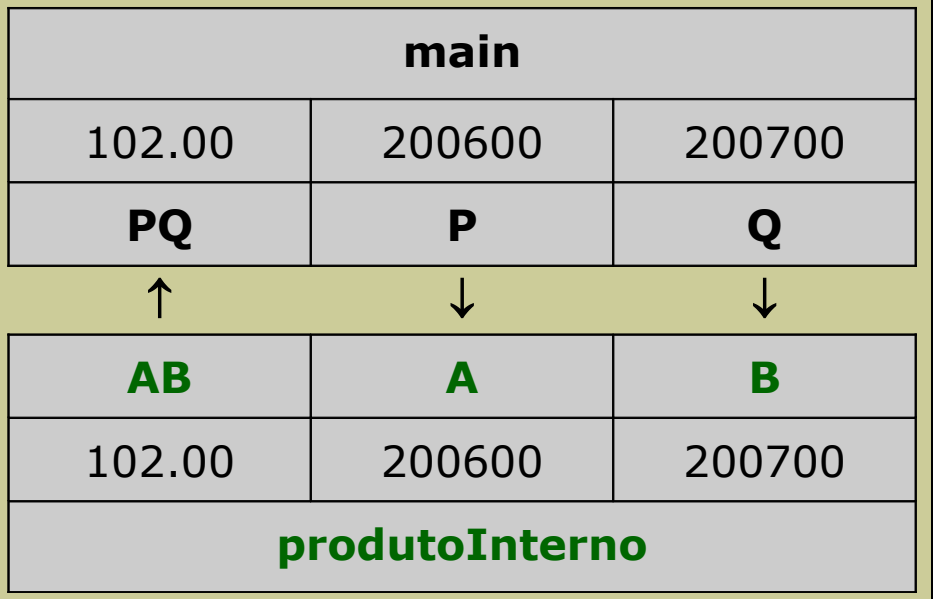
Exemplo - Arrays

- Passagem por referência
  - passagem por cópia do valor de endereço de array

```
#include <stdio.h>
float produtoInterno (float A[], float B[])   //  ou float *A, float *B
{
  float  AB;
  AB = A[0].x * B[0].x + A[1].y * B[1].y;
  return  AB;
}
void main()
{
  float  P[2] = { 5.0, 9.0 }, Q[2] = { 6.0, 8.0 };
  float  PQ;
  PQ = produtoInterno(P, Q);
  printf("Produto Interno = %f\n", PQ);
}
```

Exemplo - Arrays





Retorno de uma estrutura por um subprograma

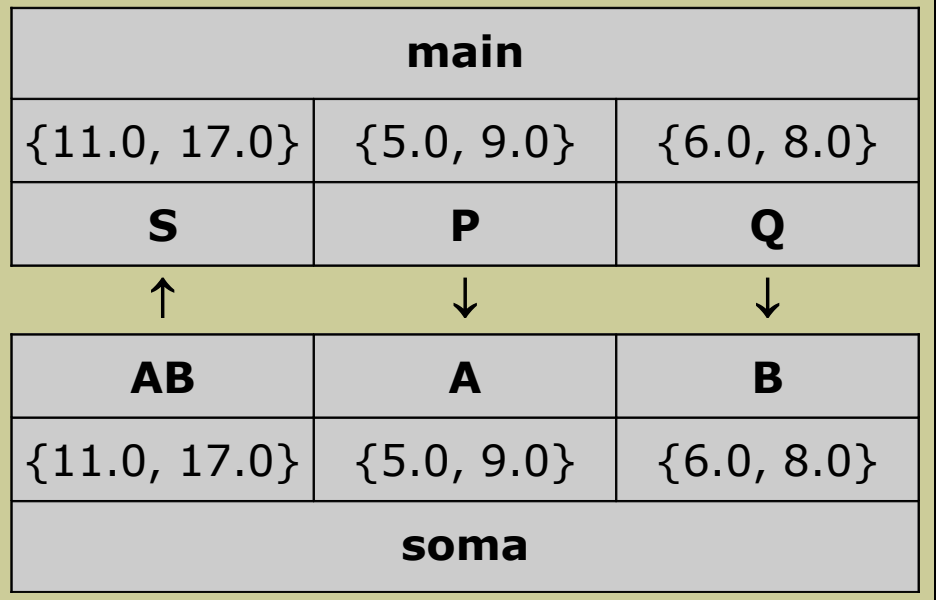
- Um subprograma pode devolver uma estrutura de duas formas:
  - passagem *por valor*
  - passagem *por referência*
- **Passagem por valor**
  - devolve-se o nome da estrutura, o que implica a cópia da estrutura local ao subprograma para uma estrutura local ao subprograma que a chama (ex: *main*)
- **Passagem por referência**
  - devolve-se o endereço da estrutura local ao subprograma para uma variável apontadora que é local ao subprograma que a chama (ex: *main*)

Retorno de uma estrutura por um subprograma

- Exemplo de retorno por valor

```
#include <stdio.h>
typedef  struct {
  float  x;
  float  y;
} PONTO;
PONTO soma (PONTO A, PONTO B)
{
  PONTO  AB;
  AB.x = A.x + B.x;
  AB.y = A.y + B.y;
  return AB;
}
```

```
void main()
{
  PONTO P = { 5.0, 9.0 }, Q = { 6.0, 8.0 };
  PONTO S = soma(P, Q);
  printf("Vetor soma = (%f %f)", S.x, S.y);
}
```



Retorno de uma estrutura por uma função

- Exemplo de retorno por referência

```
#include <stdio.h>
typedef  struct {
  float  x;
  float  y;
} PONTO;
PONTO *soma (PONTO A, PONTO B)
{
  PONTO  *AB;
  AB = malloc(sizeof(PONTO));
  AB->x = A.x + B.x;
  AB->y = A.y + B.y;
  return  AB;
}
```

```
main() {
  PONTO P = { 5.0, 9.0 }, Q = { 6.0, 8.0 };
  PONTO *S = soma(P, Q);
  printf("Soma = (%f %f)", S->x, S->y);
}
```

main		
200700	{5.0, 9.0}	{6.0, 8.0}
S	**P**	**Q**
↑	↓	↓
AB	**A**	**B**
200700	{5.0, 9.0}	{6.0, 8.0}
soma		

Array de estruturas

Exemplo

```
#include
<stdio.h>
typedef  struct {
   int  Numero;
   int  CodigoUC;
   float  Notas[2];
} ESTUDANTE;
```

```
void main()
{
  ESTUDANTE  PROG[100];
  int   k;
  for (k = 0; k < 100; k++)
  {
      printf("Insira o numero: ");
      scanf("%d", &PROG[k].Numero);
      printf("Insira o codigo da UC: ");
      scanf("%d", &PROG[k].CodigoUC);
      printf("Insira as notas: ");
      scanf("%f%f", &PROG[k].Notas[0], &PROG[k].Notas[1]);
  }
}
```