

Ponteiros

Prof. Jefferson T. Oliva

Algoritmos e Estrutura de Dados I (AE22CP)
Engenharia de Computação
Departamento Acadêmico de Informática (Dainf)
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
Campus Pato Branco

- Variáveis
- Ponteiros
 - Operadores
 - Aritmética de ponteiros
- Ponteiros Genéricos
- Erros Comuns em Ponteiros

Variáveis

Variáveis

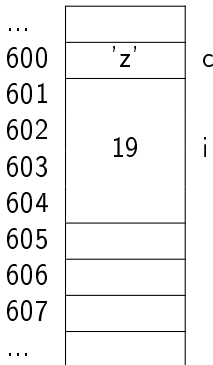
- Variáveis armazenam dados na memória
 - int, float, double, char, struct

...	
600	
601	
602	
603	
604	
605	
606	
607	
...	

Variáveis

- Variáveis armazenam dados na memória

```
char c = 'z'; // 1 byte  
int i = 19; // 4 bytes
```



- Nesse exemplo, podemos dizer que o endereço de *c* é 600 e o de *i* é 601

- Obter o tamanho de tipos de dados
 - Função *sizeof*

```
typedef struct retangulo{
    int x, y;
}Retangulo;

int main(void){
    printf("%d\n", sizeof(double));
    printf("%d\n", sizeof(int));
    printf("%d\n", sizeof(char));
    printf("%d\n", sizeof(Retangulo));

    return 0;
}
```

- Obter o endereço de variáveis
 - Operador &

```
int main(void){
    int i = 19;
    char c = 'z';
    printf("Valor de i:  %d\n", i);
    printf("Endereco de i:  %i\n", &i);
    printf("Endereco de i (em hexadecimal):  %x\n", &i);
    printf("Valor de c:  %c\n", c);
    printf("Endereco de c:  %i\n", &c);
    printf("End.  de c em hexadecimal:  %x\n", &c);

    return 0;
}
```

- No *scanf*, os argumentos básicos são o tipo e o endereço da variável

Ponteiros

Ponteiros

- Ponteiro é uma variável que contém um endereço de memória
- Esse endereço pode ser a posição de uma outra variável na memória
- Cada ponteiro pode armazenar o endereço do seu respectivo tipo de dado
- Se um ponteiro contém o endereço de uma variável, então é dito que esse ponteiro aponta para a variável

- Os ponteiros são similares aos tipos de dados
- O ponteiro possui uma declaração especial
 - O nome da variável deve ser precedido pelo operador *
 - tipo *nome;
ou
 - tipo* nome;
ou
 - tipo * nome;
 - Exemplos:

```
int *pi;
```

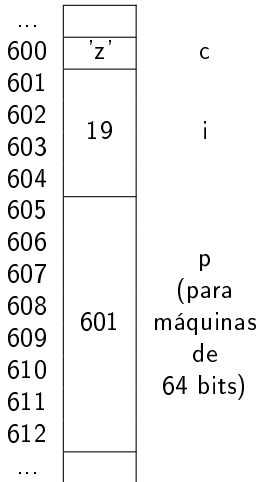
```
char *pc;
```

- `&` ("o endereço de")
 - Retorna o endereço de memória do operando
 - Exemplo: `a = &b;`
- `*` ("valor de")
 - Declarar variável do tipo ponteiro
 - Acessa o valor armazenado no endereço apontado
 - exemplo: `q = *p;`
 - `q` recebe o valor que está no endereço `p`

Ponteiros

Operadores

```
char c = 'z';  
int i = 19;  
int *p = &i;
```



```
int main(void){  
    int i;  
    int *p_i;  
  
    i = 30;  
    p_i = &i;  
    *p_i = 15;  
    printf("%d\n", i);  
    printf("%d\n", *p_i);  
    printf("%d\n", &i);  
    printf("%d\n", p_i);  
  
    return 0;  
}
```

```
int main(void){  
    int *p_i;  
  
    *p_i = 30; // Não pode. Por quê?  
  
    return 0;  
}
```

Ponteiros

Passagem de parâmetros

```
void troca(int a, int b){
    int aux;

    aux = a;
    a = b;
    b = aux;
}

int main(void){
    int x, y;

    x = 5;
    y = 10;

    troca(x, y);

    printf("%d\n", x);
    printf("%d\n", y);

    return 0;
}
```

- O código irá compilar?
- É de fato realizada uma troca de valores entre x e y ?

Ponteiros

Passagem de parâmetros

```
void troca(int *a, int *b){  
    int aux;  
  
    aux = *a;  
    *a = *b;  
    *b = aux;  
}
```

```
int main(void){  
    int x, y;  
  
    x = 5;  
    y = 10;  
  
    troca(&x, &y);  
  
    printf("%d\n", x);  
    printf("%d\n", y);  
  
    return 0;  
}
```


Ponteiros

Passagem de parâmetros

```
int main(void){  
    int x, y;  
    x = 5;  
    y = 10;  
    troca(&x, &y);  
    printf("%d\n", x);  
    printf("%d\n", y);  
  
    return 0;  
}
```

Memória

0x001		x
0x005		y

Ponteiros

Passagem de parâmetros

```
int main(void){  
    int x, y;  
    x = 5;  
    y = 10;  
    troca(&x, &y);  
    printf("%d\n", x);  
    printf("%d\n", y);  
  
    return 0;  
}
```

Memória

0x001	5	x
0x005		y

Ponteiros

Passagem de parâmetros

```
int main(void){  
    int x, y;  
    x = 5;  
    y = 10;  
    troca(&x, &y);  
    printf("%d\n", x);  
    printf("%d\n", y);  
  
    return 0;  
}
```

Memória

0x001	5	x
0x005	10	y

Ponteiros

Passagem de parâmetros

```
int main(void){  
    int x, y;  
    x = 5;  
    y = 10;  
    troca(&x, &y);  
    printf("%d\n", x);  
    printf("%d\n", y);  
  
    return 0;  
}
```

Memória		
0x001	5	x
0x005	10	y

Em *troca(&x, &y)*, a função chamadora entra em modo de espera

Ponteiros

Passagem de parâmetros

A função *troca* é iniciada declarando os parâmetros *a* e *b*

```
void troca(int *a, int *b){  
    int aux;  
  
    aux = *a;  
    *a = *b;  
    *b = aux;  
}
```

Memória

0x001	5	x
0x005	10	y
0x023		a
0x015		b

Ponteiros

Passagem de parâmetros

- A função *troca* é inicializada com os valores recebidos

```
void troca(int *a, int *b){  
    int aux;  
  
    aux = *a;  
    *a = *b;  
    *b = aux;  
}
```

Memória		
0x001	5	x
0x005	10	y
0x023	0x001	a
0x015	0x005	b

Ponteiros

Passagem de parâmetros

```
void troca(int *a, int *b){  
    int aux;  
  
    aux = *a;  
    *a = *b;  
    *b = aux;  
}
```

Memória		
0x001	5	x
0x005	10	y
0x45		aux
0x023	0x001	a
0x015	0x005	b

Ponteiros

Passagem de parâmetros

```
void troca(int *a, int *b){  
    int aux;  
  
    aux = *a;  
    *a = *b;  
    *b = aux;  
}
```

Memória		
0x001	5	x
0x005	10	y
0x45	5	aux
0x023	0x001	a
0x015	0x005	b

O valor dentro do endereço que *a* armazena é acessado

Ponteiros

Passagem de parâmetros

```
void troca(int *a, int *b){  
    int aux;  
  
    aux = *a;  
    *a = *b;  
    *b = aux;  
}
```

Memória		
0x001	10	x
0x005	10	y
0x45	5	aux
0x023	0x001	a
0x015	0x005	b

Os valores dentro dos endereços que *a* e *b* armazenam são acessados

Ponteiros

Passagem de parâmetros

```
void troca(int *a, int *b){  
    int aux;  
  
    aux = *a;  
    *a = *b;  
    *b = aux;  
}
```

Memória		
0x001	10	x
0x005	5	y
0x45	5	aux
0x023	0x001	a
0x015	0x005	b

Ponteiros

Passagem de parâmetros

```
void troca(int *a, int *b){  
    int aux;  
  
    aux = *a;  
    *a = *b;  
    *b = aux;  
}
```

Memória

0x001	10	x
0x005	5	y

0x45	5	aux
------	---	-----

0x023	0x001	a
0x015	0x005	b

A execução da função é finalizada e as variáveis locais são descartadas

Ponteiros

Passagem de parâmetros

```
int main(void){  
    int x, y;  
    x = 5;  
    y = 10;  
    troca(&x, &y);  
    printf("%d\n", x);  
    printf("%d\n", y);  
  
    return 0;  
}
```

Memória		
0x001	10	x
0x005	5	y

Função chamadora volta à execução

Após, o conteúdo atualizado de x e de y é impresso

Ponteiros

Aritmética de ponteiros

- A adição e a subtração em ponteiros devem ser feitos cuidadosamente: pode acarretar em acesso indevido aos espaços de memória

```
char c = '0';  
int i = 0;
```

```
char *pc;  
int *pi;
```

```
pc = &c;  
pi = &i;
```

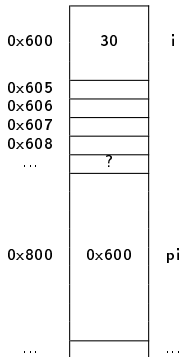
```
pc++; // desloca 1 byte  
pi++; // desloca 4 bytes
```

Ponteiros

Aritmética de ponteiros

- A adição e a subtração em ponteiros devem ser feitos cuidadosamente: pode acarretar em acesso indevido aos espaços de memória
 - Exemplo com int e ponteiro de int

```
int i = 0;  
int *pi;  
pi = &i;  
pi++; // desloca 4 bytes
```

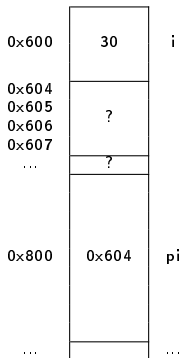


Ponteiros

Aritmética de ponteiros

- A adição e a subtração em ponteiros devem ser feitos cuidadosamente: pode acarretar em acesso indevido aos espaços de memória
 - Exemplo com int e ponteiro de int

```
int i = 0;  
int *pi;  
pi = &i;  
pi++; // desloca 4 bytes
```



- A comparação entre ponteiros também é válida, desde que os mesmos princípios dos dados numéricos sejam seguidos

```
int main(void){
    char a, b;
    char *pa, *pb;

    pa = &a;
    pb = &b;

    if (pa == pb)
        printf("Enderecos iguais.\n");
    else
        printf("Enderecos diferentes.\n");

    return 0;
}
```


- Vetores
 - Vetores são referenciados por um nome e pelos índices
 - O nome de um vetor é o ponteiro para o primeiro índice
 - Os índices informam a quantidade (e.g. $i * \text{tamanho do tipo da variável}$) de deslocamentos a partir da posição zero

- Vetores

```
int main(void){
    int i;
    int v[5];
    *v = 0;
    *(v + 1) = 10;
    *(v + 2) = 20;
    *(v + 3) = 30;
    *(v + 4) = 40;

    for (i = 0; i < 5; i++)
        printf("v[%d] = %d\n", i, *(v + i));

    return 0;
}
```

- Vetores

```
int main(void){  
    int i;  
    int v[5];  
    v[0] = 0;  
    v[1] = 10;  
    v[2] = 20;  
    v[3] = 30;  
    v[4] = 40;  
  
    for (i = 0; i < 5; i++)  
        printf("v[%d] = %d\n", i, v[i]);  
  
    return 0;  
}
```

- Operações aritméticas do ponteiro respeitam o tamanho do tipo de dado

Ponteiros Genéricos

- Pode apontar para todos os tipos de dados existentes
- Ponteiro do tipo *void**

```
int main(void){
    char c = 'Q';
    char *pc;
    void *p;

    pc = &c;
    p = &c;
    printf("Char:  %c\n", *pc);
    printf("ponteiro:  %p\n", p);

    p = &pc; // endereço do ponteiro
    printf("Char:  %c\n", *pc);
    printf("ponteiro:  %p\n", p);

    return 0;
}
```

- Para acessar ao valor do endereço genérico, deve ser utilizado um modificador de tipo (*cast*)

```
int main(void){  
    char c = 'Q';  
    void *p;  
  
    p = &c;  
    printf("Char:  %c\n", c);  
    printf("ponteiro:  %c\n", *(char*) p);  
  
    return 0;  
}
```

- Para acessar ao valor do endereço genérico, deve ser utilizado um modificador de tipo (*cast*) [2]

```
int main(void){
    char c = 'Q';
    char *pc;
    void *p;

    pc = (char*) p;
    printf("Char:  %c\n", c);
    printf("ponteiro:  %c\n", *pc);

    return 0;
}
```

- A definição do tipo do ponteiro genérico necessita de cuidados:
 - Para acessar valores sempre deve se converter para o tipo de ponteiro utilizado (*cast*)
 - As operações aritméticas sempre utilizam 1 byte

- Vantagens
 - Maior liberdade na manipulação de variáveis e no uso de funções
 - Uso de alocação dinâmica de memória
- Principal desvantagem
 - Possibilidade de acessar posições não alocadas ou indevidas

- No código a seguir, o que será impresso em tela?

```
int main(void) {  
    int x[4];  
    int *a, *b;  
    *x = 118;  
    *(x + 2) = 4;  
    *(x + x[2] - 1) = 51;  
    x[1] = 25;  
    a = &x;  
    b = &x[2];  
    printf(" %d\n", x[0]);  
    printf(" %d\n", x[1]);  
    printf(" %d\n", x[2]);  
    printf(" %d\n", x[3]);  
    printf(" %d\n", *a);  
    printf(" %d\n", *b);  
    return 0;  
}
```

- No código a seguir, o que será impresso em tela?
 - Resposta: 118, 25, 4, 51, 118, 4

Erros Comuns em Ponteiros

```
int main(){  
    int *p;  
    *p = 10;  
    return 0;  
}
```

- Atribuição a um endereço relacionado a um ponteiro nulo
- Solução 1: alocação dinâmica (assunto em uma das próximas aulas)

- Solução 2: ponteiro apontar para o endereço de uma variável

```
int main(){  
    int *p;  
    int b;  
    p = &b;  
    *p = 10;  
    return 0;  
}
```

- Solução 3: remover os asteriscos (não usar ponteiro)

Erros Comuns em Ponteiros

```
int main(){  
    int *p;  
    int b;  
    p = b;  
    return 0;  
}
```

- O ponteiro está recebendo uma variável em vez de endereço
- Solução 1: *int p = &b;*
- Solução 2: usar o operador * ("valor de"), mas o endereço não pode ser nulo

```
int main(){  
    int *p;  
    int b;  
    int c;  
    p = &b;  
    *p = c;  
    return 0;  
}
```

Erros Comuns em Ponteiros

```
int main(){  
    int *p;  
    int b = 10, c;  
    p = &b;  
    c = p;  
    return 0;  
}
```

- A variável está recebendo valor do endereço, em vez do valor que está nessa localização (não consta erro de compilação, mas alerta (*warning*))
- Solução: usar o operador *

```
int main(){  
    int *p;  
    int b = 10, c;  
    p = &b;  
    c = *p;  
    return 0;  
}
```

Erros Comuns em Ponteiros

```
int main(){  
    int *p;  
    float b;  
    p = &b;  
    return 0;  
}
```

- O ponteiro do tipo int está apontando para um endereço do tipo float, por mais que não ocorra erro de compilação, ainda haverá mensagem de alerta
- Solução: ponteiros devem apontar para endereços do mesmo tipo

```
int main(){  
    int *p;  
    int b;  
    p = &b;  
    return 0;  
}
```

Erros Comuns em Ponteiros

```
void troca(int *a, int *b){
    int aux;
    aux = *a;
    *a = *b;
    *b = aux;
}

int main(void){
    int x = 5, y = 10;
    x = 5;
    y = 10;
    troca(x, y);
    return 0;
}
```

- A função *troca* deveria receber ponteiro, mas recebeu variáveis
- Solução 1: passar o endereço das variáveis à função
- Solução 2: passar ponteiros à função

- Solução 1:

```
void troca(int *a, int *b){  
    int aux;  
    aux = *a;  
    *a = *b;  
    *b = aux;  
}  
int main(void){  
    int x = 5, y = 10;  
    troca(&x, &y);  
    return 0;  
}
```

- Solução 2:

```
void troca(int *a, int *b){
    int aux;
    aux = *a;
    *a = *b;
    *b = aux;
}
int main(void){
    int x = 5, y = 10;
    int *px = &x; // ou int *px; px = &x;
    int *py = &y;
    troca(px, py);
    return 0;
}
```

- Solução 3 (bônus):

```
void troca(int *a, int *b){  
    int aux;  
    aux = *a;  
    *a = *b;  
    *b = aux;  
}  
int main(void){  
    int x = 5, y = 10;  
    int *py = &y;  
    troca(&x, py);  
    return 0;  
}
```



Arakaki, R.; Arakaki, J.; Angerami, P. M.; Aoki, O. L.; Salles, D. S.

Fundamentos de programação C: técnicas e aplicações.
LTC, 1990.



Deitel, H. M.; Deitel, P. J.

Como programar em C.
LTC, 1999.



Pereira, S. L.

Estrutura de Dados e em C: uma abordagem didática.
Saraiva, 2016.



Tenenbaum, A.; Langsam, Y.

Estruturas de Dados usando C.
Pearson, 1995.