PROGRAMAÇÃO COMPUTACIONAL PARA ENGENHARIA

PONTEIROS

Maurício Moreira Neto[1]

[1]**Universidade Federal do Ceará**
Departamento de Computação

30 de janeiro de 2020

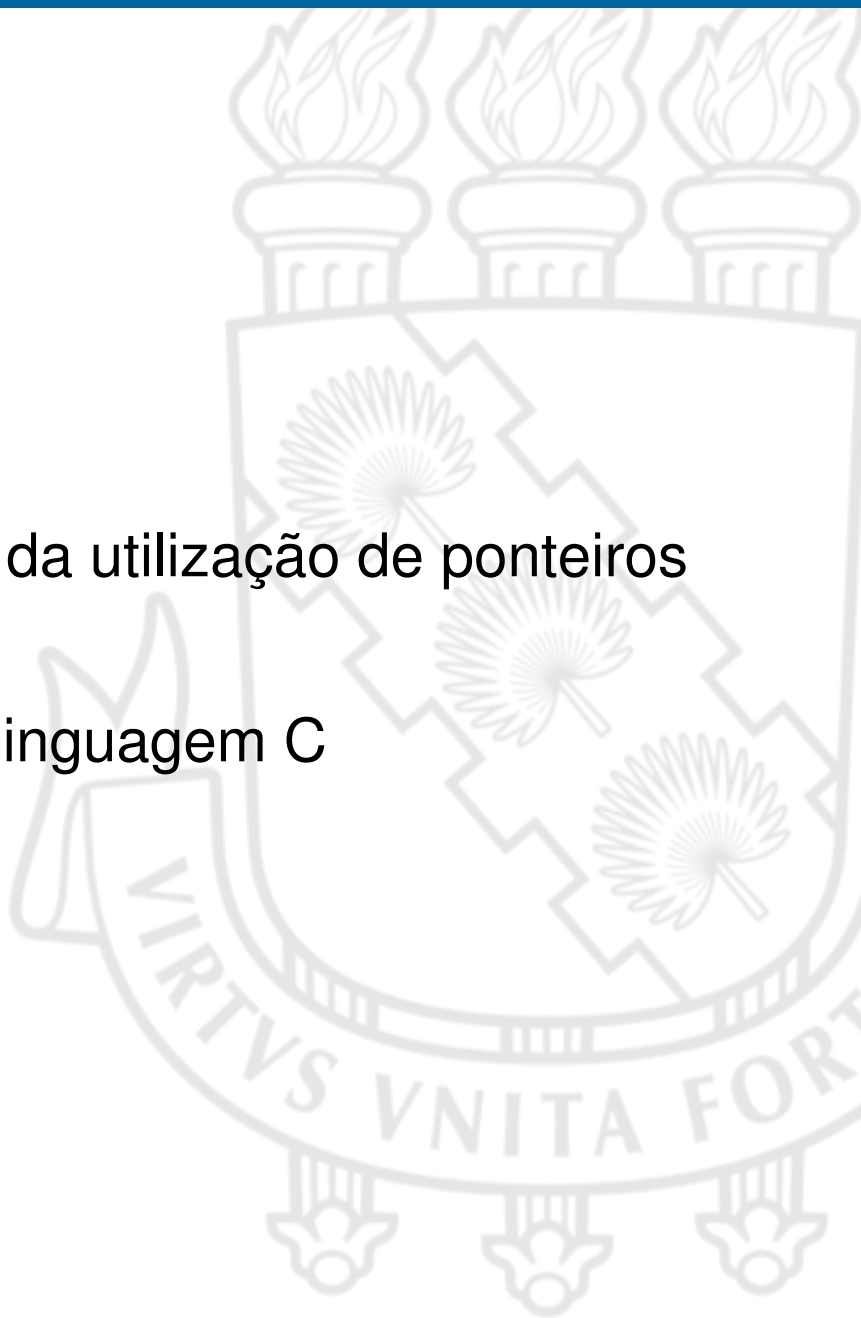
DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Sumário

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Objetivos

- Aprender sobre a teoria por trás da utilização de ponteiros
- Aprender a utilizar ponteiros na linguagem C



DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Definição (relembrando...)

- Variável
  - É um espaço reservado de memória usado para guardar um valor que pode ser modificado pelo programa
- Ponteiro
  - **É um espaço reservado de memória usado para guardar o *endereço de memória* de uma outra variável**
  - Um ponteiro é uma variável como qualquer outra do programa: sua diferença e que esta não armazena um valor inteiro, real, caractere ou logico (booleano)
  - Serve para armazenar endereços de memória (são valores inteiros sem sinal)

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Definição - Declaração

- Assim como um variável, um ponteiro também possui um tipo

```
// declaração de variável
tipo_variavel nome_variavel;

// declaração de ponteiro
tipo_ponteiro *nome_ponteiro;
```

Definição - Declaração

- O asterisco(*) informa ao compilador que aquela variável não vai guardar um valor mas sim um endereço para o tipo especifico

```
int x;
float y;
struct ponto p;

int *x;
float *y;
struct ponto *p;
```

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Definição - Declaração

- Exemplos de declaração de variáveis e ponteiros

```
int main(){
    //Declara um ponteiro para int
    int *p;
    //Declara um ponteiro para float
    float *x;
    //Declara um ponteiro para char
    char *y;
    //Declara um ponteiro para struct ponto
    struct ponto *p;
    //Declara uma variável do tipo int e um ponteiro para int
    int soma, *p2,;

    return 0;
}
```

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Definição - Declaração

- Na linguagem C, quando declaramos um ponteiro precisamos informar ao compilador para que tipo de variável vamos apontá-la
  - Um ponteiro **int*** aponta para um inteiro
  - Esse ponteiro guarda o endereço de memória onde se encontra armazenada uma variável do tipo **int**

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Inicialização

- Ponteiros apontam para uma posição de memória
  - **Cuidado**: ponteiros não inicializados apontam para um lugar indefinido!

- Exemplo:
  - **int *p;**

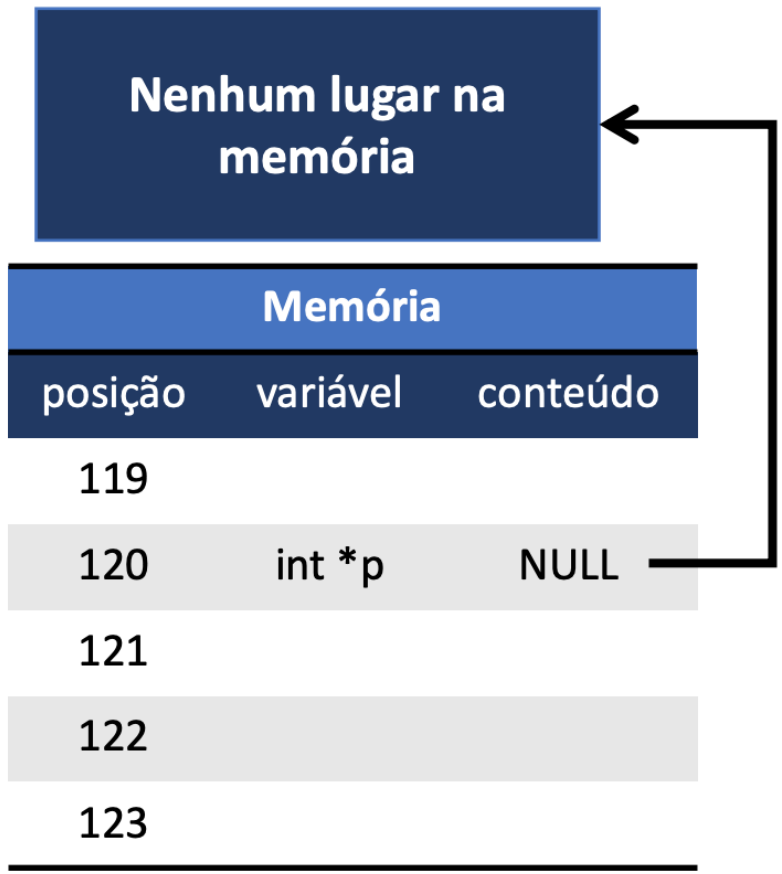
Memória		
posição	variável	conteúdo
119		
120	int *p	????
121		
122		
123		

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Inicialização

- Um ponteiro pode ter o valor especial NULL que é o endereço de nenhum lugar

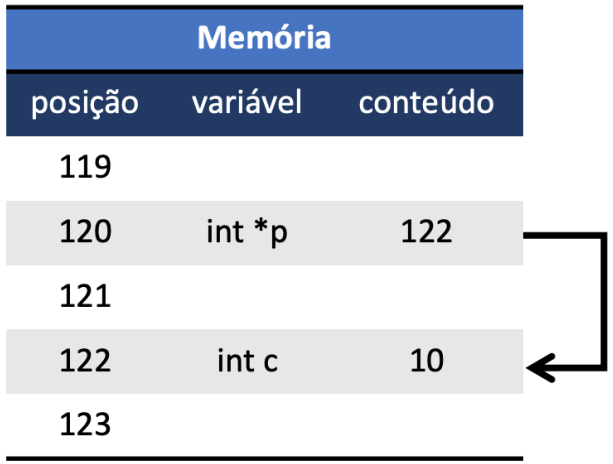
- Exemplo:
  - **int *p = NULL;**



DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Inicialização

- Os ponteiros devem ser inicializados antes de serem usados
- Assim devemos apontar um ponteiro para um lugar conhecido
  - Podemos apontá-lo para uma variável que já exista no programa

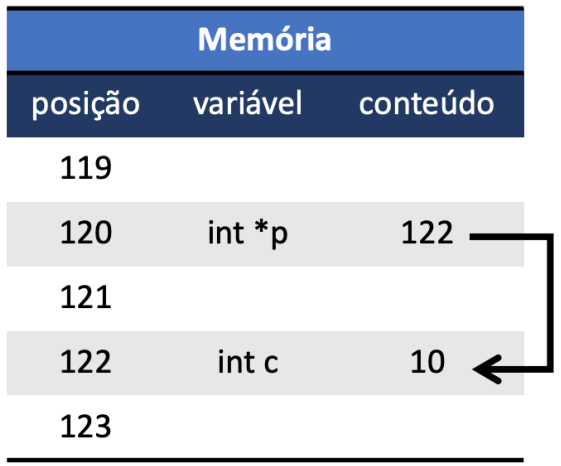


DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Inicialização

- O ponteiro armazena o endereço da variável para onde ela aponta
  - Para saber o endereço de memória de uma variável do nosso programa, usamos o operador &
  - Ao armazenar o endereço, o ponteiro estará apontando para aquela variável

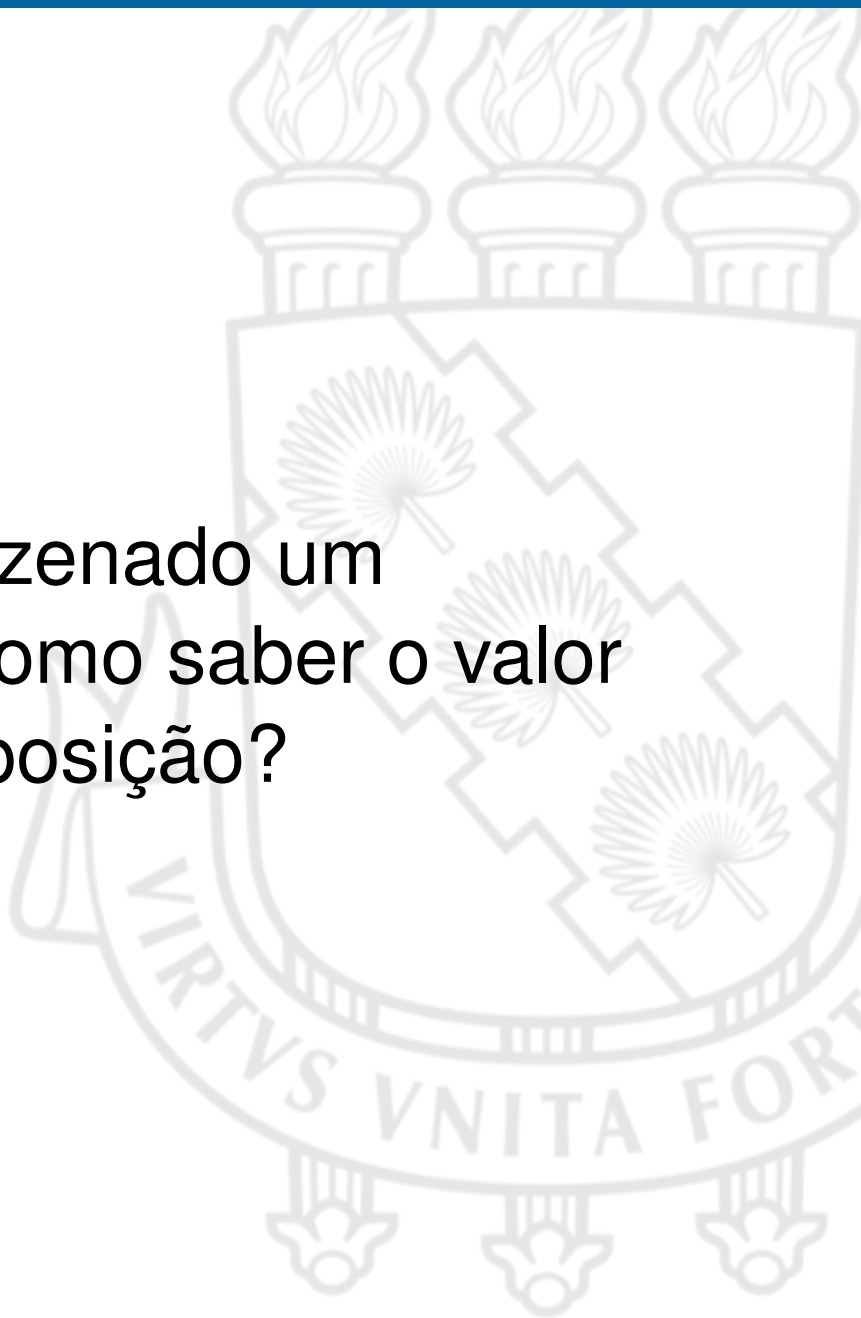
```c
int main(){
    //Declara uma variável int contendo o valor 10
    int c = 10;
    //Declara um ponteiro para int
    int *p;
    //Atribui ao ponteiro o endereço da variável int
    p = &c ;

    return 0;
}
```



DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Utilizando

- Tendo um ponteiro armazenado um endereço de memória, como saber o valor guardado dentro dessa posição?



DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Utilizando

- Para acessar o **valor** guardado dentro de uma posição na memória apontada por um ponteiro, basta usar o operador **asterisco** '*' na frente do nome do ponteiro

```
int main(){
    //Declara uma variável int contendo o valor 10
    int c = 10;
    //Declara um ponteiro para int
    int *p;
    //Atribui ao ponteiro o endereço da variável int
    p = &c;
    printf("Conteudo apontado por p: %d \n",*p);// 10
    //Atribui um novo valor à posição de memória apontada por p
    *p = 12;
    printf("Conteudo apontado por p: %d \n",*p);// 12
    printf("Conteudo de count: %d \n",c);// 12

    return 0;
}
```

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Utilizando

- ***p** – conteúdo da posição de memória apontado por p
- **&c** – o endereço na memória onde está armazenada a variável c

```
int main(){
    //Declara uma variável int contendo o valor 10
    int c = 10;
    //Declara um ponteiro para int
    int *p;
    //Atribui ao ponteiro o endereço da variável int
    p = &c;
    printf("Conteudo apontado por p: %d \n",*p);// 10
    //Atribui um novo valor à posição de memória apontada por p
    *p = 12;
    printf("Conteudo apontado por p: %d \n",*p);// 12
    printf("Conteudo de count: %d \n",c);// 12

    return 0;
}
```

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Utilizando

- De modo geral, um ponteiro só pode receber o endereço de memória de uma variável do mesmo tipo do ponteiro
  - Isso ocorre porque diferentes tipos de variáveis ocupam espaços de memória de tamanhos diferentes
  - É possível atribuir a um ponteiro de inteiro (**int ***) o endereço de uma variável do tipo **float**. No entanto, o compilador assume qualquer endereço que esse ponteiro armazene obrigatoriamente apontará para uma variável do tipo **int**
  - Isso pode gerar problemas na interpretação dos valores

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Utilizando

```c
int main(){
    int *p, *p1, x = 10;
    float y = 20.0;
    p = &x;
    printf("Conteudo apontado por p: %d \n",*p);

    p1 = p;
    printf("Conteudo apontado por p1: %d \n",*p1);

    p = &y;
    printf("Conteudo apontado por p: %d \n",*p);
    printf("Conteudo apontado por p: %f \n",*p);
    printf("Conteudo apontado por p: %f \n",*((float*)p));

    return 0;
}
```

```
Conteudo apontado por p: 10
Conteudo apontado por p1: 10
Conteudo apontado por p: 1101004800
Conteudo apontado por p: 0.000000
Conteudo apontado por p: 20.000000
```

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Operações com ponteiros

- Atribuição
  - p1 aponta para o mesmo lugar que p2

```
int *p, *p1;
int c = 10;
p = &c;
p1 = p; // equivalente a p1 = &c;
```

Operações com ponteiros

- Atribuição
  - A variável apontada por p1 recebe o mesmo conteúdo da variável apontada por p2

```
int *p, *p1;
int c = 10, d = 20;
p = &c;
p1 = &d;
*p1 = *p; // equivalente a d = c;
```

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Operações com ponteiros

- Apenas duas operações aritméticas podem ser utilizadas no endereço armazenado pelo ponteiro: **adição** e **subtração**
- Podemos apenas somar e subtrair valores INTEIROS!
  - p++
    - Soma +1 no endereço armazenado no ponteiro
  - p - -
    - Subtrai 1 no endereço armazenado no ponteiro
  - p = p+30
    - Soma +30 no endereço armazenado no ponteiro
  - ...

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Operações com ponteiros

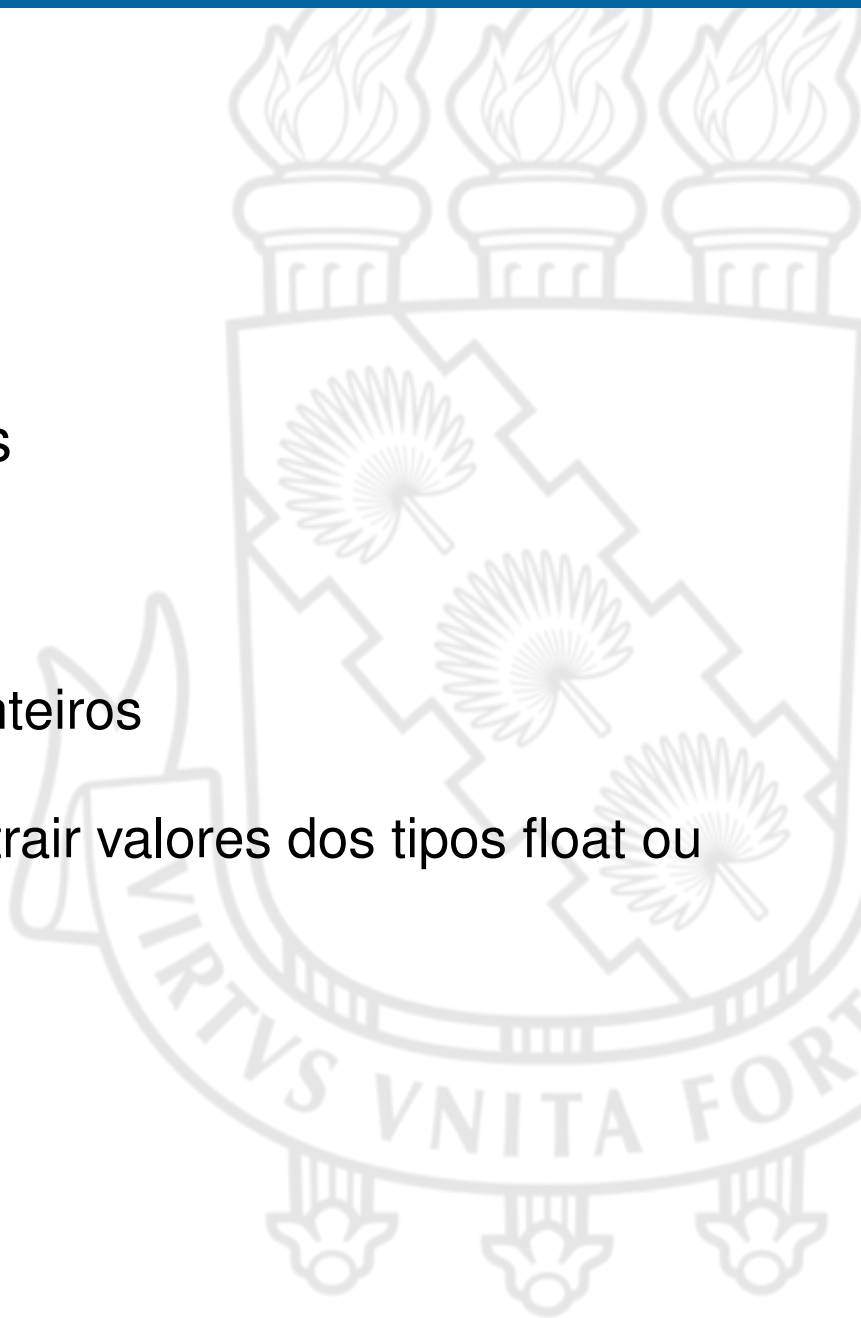
- As operações de adição e subtração no endereço dependem do tipo de dado que o ponteiro aponta
  - Considere um ponteiro para inteiro: **int ***
  - O tipo **int** ocupa um espaço de 4 bytes na memória
  - As operações de adição e subtração são adicionados/subtraídos 4 bytes por incremento/decremento = tamanho de um inteiro na memória e também é o valor mínimo necessário para sair dessa posição reservada de memória

Memória		
posição	variável	conteúdo
119		
120	int a	10
121		
122		
123		
124	int b	20
125		
126		
127		
128	char c	‘k’
129	char d	‘s’
130		

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Operações com ponteiros

- Operações ilegais com ponteiros
  - Dividir ou multiplicar ponteiros
  - Somar o endereço de dois ponteiros
  - Não se pode adicionar ou subtrair valores dos tipos float ou double de ponteiros



DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Operações com ponteiros

- Já sobre seu conteúdo apontado, valem todas as operações
  - (*p)++;
    - incrementar o conteúdo da variável apontada pelo ponteiro p
  - *p = (*p) * 10;
    - multiplica o conteúdo da variável apontada pelo ponteiro p por 10

```
int *p;
int c = 10;

p = &c;

(*p)++;
*p = (*p) * 10;
```

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Operações com ponteiros

- **Operações relacionais**
  - == e != para saber se dois ponteiros são iguais ou diferentes
  - >, <, >= e <= para saber qual ponteiro aponta para uma posição mais alta na memória

```
int main(){
    int *p, *p1, x, y;
    p = &x;
    p1 = &y;
    if(p == p1)
        printf("Ponteiros iguais\n");
    else
        printf("Ponteiros diferentes\n");

    return 0;
}
```

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Ponteiros Genéricos

- Normalmente, um ponteiro aponta para um tipo específico de dado
  - Um ponteiro genérico é um ponteiro que pode apontar para qualquer tipo de dado

- Declaração

```
void *nome_ponteiro;
```

Ponteiros Genéricos

- Exemplos:

```c
int main(){
    void *pp;
    int *p1, p2 = 10;
    p1 = &p2;
    //recebe o endereço de um inteiro
    pp = &p2;
    printf("Endereco em pp: %p \n",pp);
    //recebe o endereço de um ponteiro para inteiro
    pp = &p1;
    printf("Endereco em pp: %p \n",pp);
    //recebe o endereço guardado em p1 (endereço de p2)
    pp = p1;
    printf("Endereco em pp: %p \n",pp);

    return 0;
}
```

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Ponteiros Genéricos

- Para acessar o **conteúdo** de um ponteiro genérico é preciso antes convertê-lo para o tipo de ponteiro com o qual se deseja trabalhar
  - Isso é feito via ***type cast***

```c
int main(){
    void *pp;
    int p2 = 10;
    // ponteiro genérico recebe o endereço de um
    // inteiro
    pp = &p2;
    //enta acessar o conteúdo do ponteiro genérico
    printf("Conteudo: %d\n",*pp); //ERRO
    // converte o ponteiro genérico pp para (int *)
    // antes de acessar seu conteúdo.
    printf("Conteudo: %d\n",*(int*)pp); //CORRETO

    return 0;
}
```

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Ponteiros e Arrays

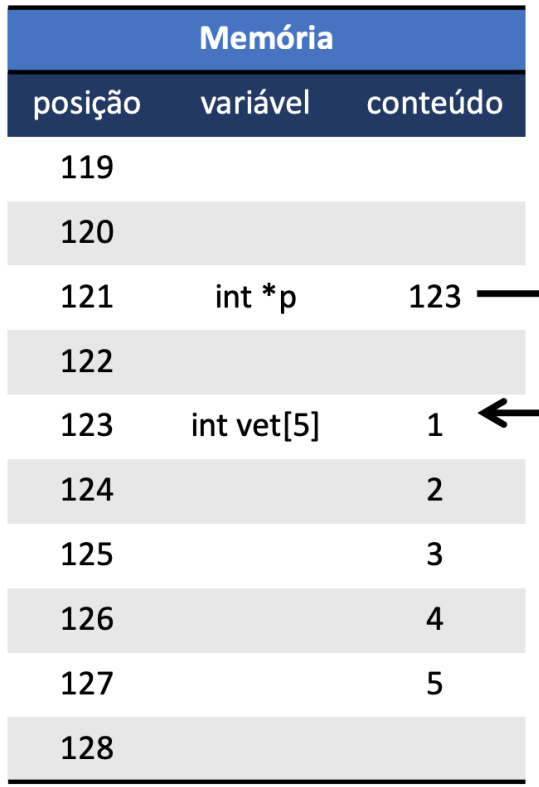
- Ponteiros e arrays possuem uma ligação muito forte
  - Arrays são agrupamentos de dados do mesmo tipo na memória
  - Quando declaramos um array, informamos ao computador para reservar uma certa quantidade de memória a fim de armazenar os elementos do array de forma sequencial
  - Como resultado dessa operação, o computador nos devolve um ponteiro que aponta para o começo dessa sequência de bytes na memória

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Ponteiros e Arrays

- O nome do array (sem índice) é apenas um ponteiro que aponta para o primeiro elemento do array

```
int vet[5] = 1,2,3,4,5;
int *p;

p = vet
```



DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Ponteiros e Arrays

- Nesse exemplo

```
int vet[5] = 1,2,3,4,5;
int *p;

p = vet
```

- Temos que:
  - *p e equivalente a vet[0]
  - vet[índice] e equivalente a *(índice)
  - vet e equivalente a &vet[0]
  - &vet[índice] e equivalente a (vet + índice)

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Ponteiros e Arrays

Usando array

```c
int main(){
    int vet[5]= {1,2,3,4,5};
    int *p = vet;
    int i;
    for (i = 0;i < 5;i++)
        printf("%d\n",p[i]);

    return 0;
}
```

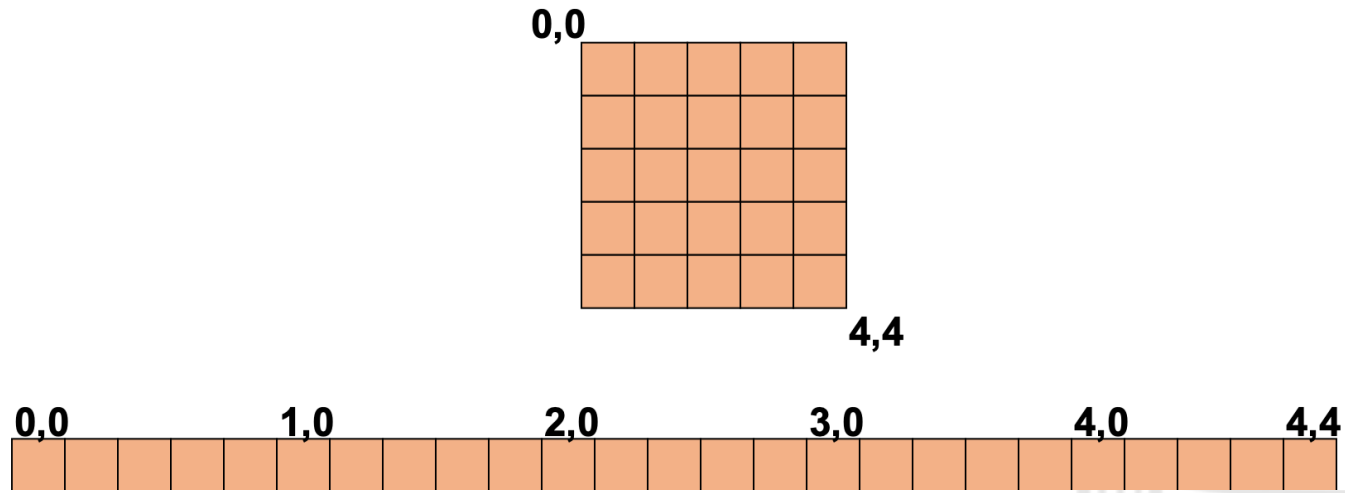
Usando ponteiro

```c
int main(){
    int vet[5]= {1,2,3,4,5};
    int *p = vet;
    int i;
    for (i = 0;i < 5;i++)
        printf("%d\n",*(p+i));

    return 0;
}
```

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Ponteiros e Arrays

- Arrays Multidimensionais
  - Apesar de terem mais de uma dimensão, na memória os dados são armazenados linearmente
  - Exemplo:
    - `int mat[5][5]`



DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Ponteiros e Arrays

- Pode-se então percorrer as várias dimensões do array como se existisse apenas uma dimensão. As dimensões mais a direita mudam mais rápido

Usando array

```
int main(){
    int mat[2][2] = {{1,2},{3,4}};
    int i,j;
    for(i=0;i<2;i++)
        for(j=0;j<2;j++)
            printf("%d\n", mat[i][j]);

    return 0;
}
```

Usando ponteiro

```
int main(){
    int mat[2][2] = {{1,2},{3,4}};
    int *p = &mat[0][0];
    int i;
    for(i=0;i<4;i++)
        printf("%d\n", *(p+i));

    return 0;
}
```

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Ponteiros e structs

- Existem duas abordagens para acessar o conteúdo de um ponteiro para uma struct:
- **Abordagem 1**
  - Devemos acessar o conteúdo do ponteiro para struct para somente depois acessar os seus campos e modificá-los
- **Abordagem 2**
  - Podemos usar o **operador seta "–>"**
  - `ponteiro->nome_campo`

```
struct ponto {
    int x, y;
};

struct ponto q;
struct ponto *p;

p = &q;

(*p).x = 10;
p->y = 20;
```

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Ponteiros e structs

- A linguagem C permite criar ponteiros com diferentes níveis de apontamento
  - É possível criar um ponteiro que aponte para outro ponteiro, criando assim vários níveis de apontamento
  - Assim, um ponteiro poderá apontar para outro ponteiro, que, por sua vez, aponta para outro ponteiro, que aponta para um terceiro ponteiro e assim por diante

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

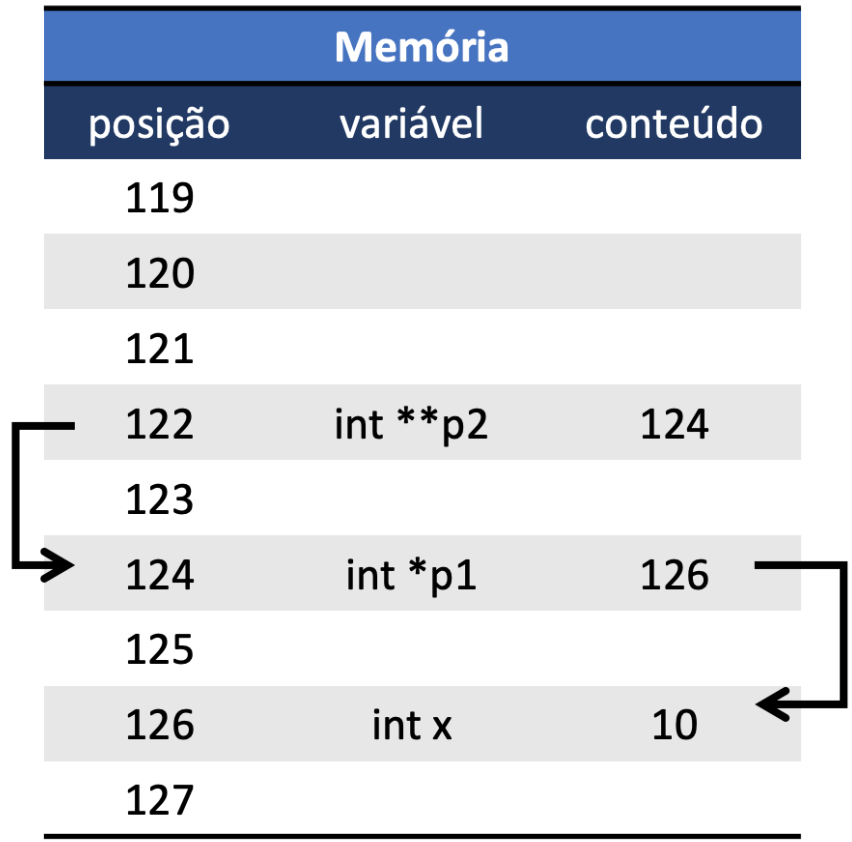
Ponteiros e structs

- Um ponteiro para um ponteiro é como se você anotasse o endereço de um papel que tem o endereço da casa do seu amigo
- Podemos declarar um ponteiro para um ponteiro com a seguinte notação
  - `tipo_ponteiro **nome_ponteiro;`
- Acesso ao conteúdo
  - `**nome_ponteiro` é o conteúdo final da variável apontada
  - `*nome_ponteiro` é o conteúdo do ponteiro intermediário

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Ponteiros para ponteiro

```c
int x = 10;
int *p1 = &x;
int **p2 = &p1;
//Endereço em p2
printf("Endereco em p2: %p\n",p2);
//Conteudo do endereço
printf("Conteudo em *p2: %p\n",*p2);
//Conteudo do endereço do endereço
printf("Conteudo em **p2: %d\n",**p2);
```



DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Ponteiros para ponteiro

- É a quantidade de asteriscos (*) na declaração do ponteiro que indica o número de níveis de apontamento que ele possui

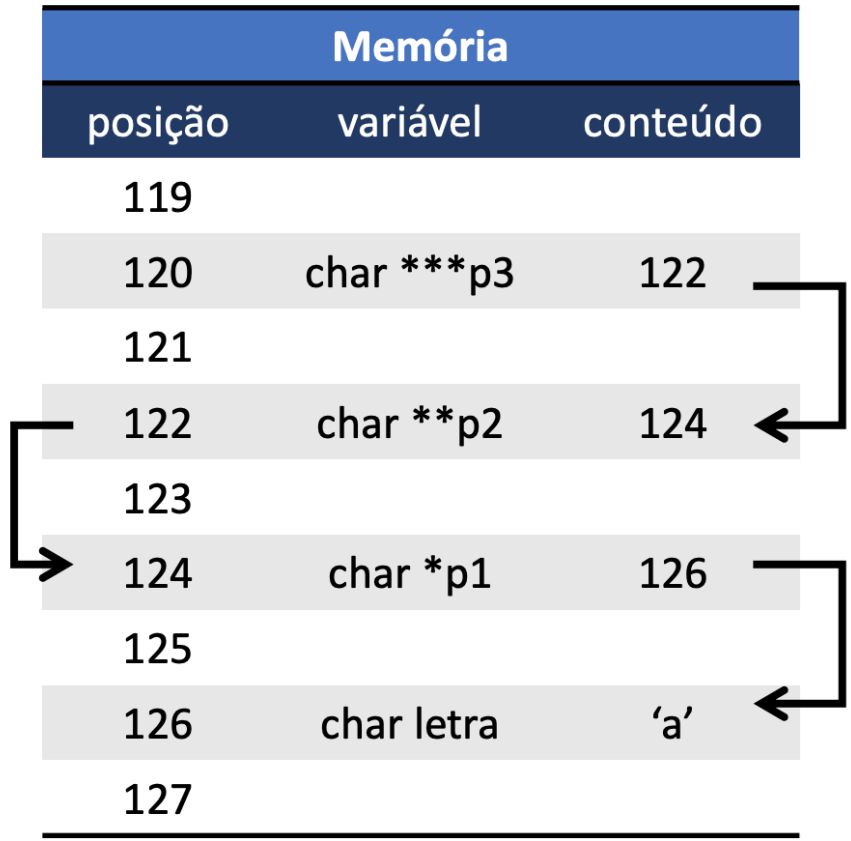
```
//variável inteira
int x;
//ponteiro para um inteiro (1 nível)
int *p1;
//ponteiro para ponteiro de inteiro (2 níveis)
int **p2;
//ponteiro para ponteiro para ponteiro de inteiro (3 níveis)
int ***p3;
```

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Ponteiros para ponteiro

- Conceito de “ponteiro para ponteiro”:

```
char letra = 'a';
char *p1;
char **p2;
char ***p3;

p1 = &letra;
p2 = &p1;
p3 = &p2;
```



Referências

- André Luiz Villar Forbellone, Henri Frederico Eberspächer, **Lógica de programação** (terceira edição), Pearson, 2005, ISBN 9788576050247.
- Ulysses de Oliveira, **Programando em C** - Volume I - Fundamentos, editora Ciência Moderna, 2008, ISBN 9788573936599
- **Slides baseados no material do site "Linguagem C Descomplicado"**
  - `https://programacaodescomplicada.wordpress.com/complementar/`

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO