ADS
IFBA

Análise e Desenvolvimento de Sistemas

Instituto Federal da Bahia

Análise e Desenvolvimento de Sistemas

INF029 – Laboratório de Programação

Aula 03: Ponteiros

Prof. Dr. Renato L. Novais
renato@ifba.edu.br

Agenda

- Ponteiros

Roteiro

- Ponteiros
  - Definição.
  - Operadores.
  - Ponteiros e Variáveis.
  - Ponteiros e Vetores.
  - Ponteiros e Funções.
- Dúvidas
- Exercícios

Ponteiros - Definição

- Ponteiros são tipos de dados que referenciam (ou "apontam" para) endereços de memória.

- Em algumas linguagens com maior abstração, ponteiros não existem expostos ao programador (como em Java) ou tem alternativas mais seguras em outros tipos de dados (como o tipo "referência" em C++).

- Acessar o valor nesse endereço é chamado de "dereferenciar" o ponteiro

Ponteiros - Definição

- Em C, um ponteiro é um número inteiro, referindo-se ao endereço na memória.

- Com ponteiros é possível:
  - Funções modificar seus argumentos
  - Fazer rotinas de alocação dinâmica
  - Aumentar a eficiência de certas rotinas

Ponteiros - Definição

- A sintaxe para declarar um ponteiro, em C, é:

  tipo *ponteiroDeTipo;

- Como qualquer outro tipo, podemos ter vetores de ponteiros:

  tipo *vetorDePonteiros[tamanho];

- Tecnicamente um ponteiro poderia ser de qualquer tipo, uma vez que guarda o endereço de memória
  - Entretanto tem-se a Aritmética de ponteiros

- E, como um ponteiro é um tipo, podemos ter ponteiros para ponteiros (ad infinitum):

  tipo **ponteiroDePonteiroDeTipo;

  tipo ***ponteiroDePonteiroDePonteiroDeTipo;

Ponteiros – Operadores

- Para a atribuição de valores para ponteiros, usamos o operador "=", como fizemos com qualquer outro tipo, MAS:
  - Mesmo sendo um inteiro, não se atribui (normalmente*) valores arbitrários a ponteiros, pois são raras as ocasiões em que é necessário usar um endereço constante para todas as execuções do programa.
  - Para contornar isso, precisamos saber o endereço de variáveis em tempo de execução. Conseguimos isso através do operador "&" ("endereço de"):

```
int inteiro;
int* pInt = &inteiro;
```

  - Como vetores já são endereços, podemos usar a atribuição sem precisar achar o endereço com o "&":

```
int vetorInt[5];
int* pVetor = vetorInt;
```

*: Exceção para o endereço NULL, que equivale ao endereço 0, normalmente retornado por funções em caso de erro, ou para indicar que o ponteiro não aponta para lugar nenhum.

Exemplo


```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

int ponteirosStart()
{
    printf("Hello ponteiros!\n");
    int i = 2;
    int *p = &i;
    printf("Endereço de i: %p\n", p);
    printf("Valor de i %d\n", *p);
    //printf("%p\n", &pinteiro);
    return 0;
}
```

```
Hello ponteiros!
Endere?o de i: 0x7fff57b63abc
Valor de i 2
```

- Faça um programa que tenha o seguinte código fonte
- Coloque a e b como duas variáveis informadas pelo usuário
- Imprima o valor de c

```
int *p;          /* p é um ponteiro para um inteiro */
int *q;
p = &a;          /* o valor de p é o endereço de a */
q = &b;          /* q aponta para b */
c = *p + *q;
```

Ponteiros – Operadores

- Para o acesso ao conteúdo no endereço ao qual o ponteiro aponta, usamos o operador "*" (dereferenciador):

```
int* pInt;
*pInt = 2;
int inteiro = *pInt;
```

  - Podemos também usar a notação de vetores para acessar o conteúdo de um ponteiro (pois ponteiros são endereços, e vetores também*):

```
int vetorInt[6];
int* pVetor = vetorInt;
int inteiro = pVetor[5];
```

  - Que é equivalente a:

```
inteiro = *(pVetor + 5);
```

*: da mesma forma, podemos usar o operador de dereferencia em vetores.

Ponteiros – Operadores

- Porém, ao dereferenciar ou acessar um ponteiro, devemos ter cuidado: um ponteiro com um endereço de memória inválido ou nulo, ao ser dereferenciado, irá causar um erro de "Falha de segmentação" (segmentation fault), finalizando forçadamente a execução de seu programa.

- Coisas como essa precisam ser evitadas:

```
double* pDouble;
*pDouble = 2.5;

long* pLong;
int inteiro = *pLong;

char* string = NULL;
puts(string);
```

Ponteiros – Operadores

- Então podemos pensar, corretamente, que ao declarar uma variável da forma

```
float *pFloat;
```

Estamos declarando que o *conteúdo* ao qual pFloat aponta é do tipo float, tornando pFloat um ponteiro para float.

- Por isso, a seguinte declaração também é válida:

```
char (*pString)[50];
```

Declarando que o conteúdo ao qual pString aponta é do tipo vetor de char de 50 posições, tornando pString um ponteiro para vetor de char de 50 posições.

- Como estamos declarando um conteúdo, e não a variável em si, a memória não é reservada para essa variável, que inicialmente aponta para um endereço qualquer na memória.

Ponteiros – Operadores

- Podemos usar as operações de adição e subtração com ponteiros. Isso permite coisas desse tipo:

```
pInt = (pVetor + 5);
pVetor++;
pVetor--;
pChar -= 3;
```

- Multiplicação e divisão não são suportadas, nem soma de dois ponteiros, pois isso não faz sentido se tratando de memória.

- As operações de adição, subtração, incremento e decremento se dão em função do tamanho do tipo para o qual o ponteiro aponta. Se tivermos um ponteiro para inteiro e incrementarmos esse ponteiro por um, ele apontará para o endereço de memória 4 bytes adiante.

Ponteiros e Variáveis

- Podemos, usando os operadores apresentados, fazer um ponteiro apontar para um endereço o qual armazena uma variável.

- Com isso, podemos usar o ponteiro para modificar o valor de uma variável:

```
int inteiro = 0;   //inteiro = 0
int* pInt = &inteiro; //pInt aponta para
                      // o endereço de inteiro
*pInt = 42;           //inteiro = 42
```

Ponteiros e Funções

- Ponteiros, por serem endereços, permitem que acessemos e modifiquemos dados externos à função, de dentro da função, contornando a passagem de variáveis por cópia*:

```
void copiar(int* a, int b){
    *a = b;
}
int main(){
    int foo = 2;
    int bar = 5;
    //o endereço de foo é passado
    //como parametro da função
    copiar(&foo,bar);
    //foo == 5
    return 0;
}
```

*: A passagem ainda é por cópia, mas o valor copiado é o endereço.

Ponteiros e Funções

- Podemos, dessa forma, "retornar" mais de um valor por execução de função.

- Isso é muito útil quando é preferível retornar o estado da execução da função, como um código de erro ou de execução correta:

```
int divisao(int* result,float a, float b){
    int ret = 0;
    if(b != 0){ //caso tudo ocorra bem,
                //retornará 0, e *result será a divisão.
        *result = a/b;
    }
    else{   //caso tente dividir por 0,
            //retorna um codigo de erro (-1).
        ret = -1;
    }
    return ret;
}
```

Exemplos

- Faça um programa que tenha uma função que troca o valor de duas variáveis.

- Quais funções no programa loja poderiam/deveriam usar ponteiros?

- Fazer um programa que tenha duas pilhas de inteiros (par e impar). Nao deve ter parâmetro global. Use funções para as operações do programa.
  - Adicionar elementos pares e ímpares
  - Remover elementos
  - Listar elementos

Exemplos

- Escrever uma função (bem como um programa que exercite tal função) que tem como parâmetros três valores inteiros a, b e c e retorna a posição do maior e a posição do menor valor. Exemplo: Se a = 7, b = 1 e c = 5, o procedimento deve retornar 2 como a posição do menor e 1 como a posição do maior.
- Faça uma função que receba um valor inteiro como referência e retorne o resto da divisão deste número por 10. Altere também o valor da variável passada por referência, dividindo-a por 10.

- Faça um programa que imprima invertido os nomes do algarismos de um número inteiro. (Use a sua função!)

  Ex: 234 saída: quatro três dois

Ponteiros e Funções

- Outra utilidade da passagem por referência, é quando o resultado precisa ser armazenado em um vetor:
  - Se usássemos uma variável local para o vetor e a retornássemos, ele seria destruído quando a função (seu escopo) terminasse sua execução.
  - Usamos, então, um endereço de um vetor declarado fora da função, que portanto não seria destruído com o término da função:

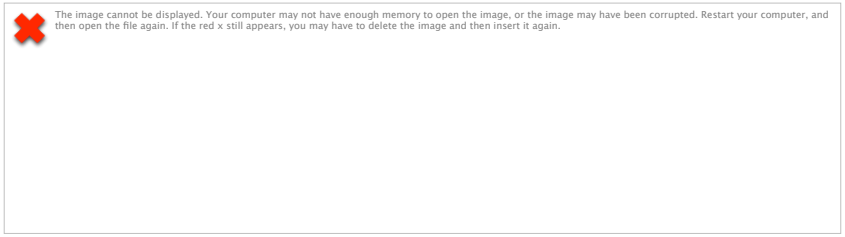
```
void pegaDiagonal(int* diagonal,int (*matriz)[10],int tam){
        int i = 0;
        for(i = 0; i < tam ; i++)
            diagonal[i] = matriz[i][i];
}

int main()
{
    int matriz[10][10],diagonal[10];
    pegaDiagonal(diagonal,matriz,10);
    return 0;
}
```

Ponteiros e Funções

- Como ponteiros apontam para endereços, eles também podem ser usados para manipular funções:
  - Uma função é uma variável do tipo (tipoRetorno)(tiposParametros). Sua declaração se dá por:

    tipoRetorno nome (tiposParametros)
  - Então se declararmos, usando o operador "*", o conteúdo de uma variável como uma função, essa variável será um ponteiro para uma função:

```
int soma(int a,int b){
    return a+b;
}
```



Ponteiros e Funções

- Então, o código abaixo,

```
int expoente(int a,int b){
    int i;
    for(i = 0; i < b ; i++)
        a *= b;
    return a;
}
int main(){
    int (*funcao)(int,int);
    funcao = expoente;
    printf("%d %d",funcao(2,2),expoente(2,2));
    return 0;
}
```

Terá saída

```
8 8
Process returned 0 (0x0)
```

Ponteiros e Vetores

- Como já foi dito, ponteiros guardam endereços. Vetores também. Podemos acessar os valores do vetor usando ponteiros? Sim:

```
char string[20];
char* pChar = string;
```

- Para acessar cada elemento:

```
for(i = 0; i < 20; i++)
{    //Notação de vetor
     aux = pChar[i];
     //Notação de ponteiro
     *(pChar + i) = funcao();
}
```

Ponteiros e Vetores

- Porém, para acessar matrizes através de ponteiros, temos que ter cuidado:
  - Uma matriz é um espaço contínuo na memória, sendo acessado dereferenciando somente um endereço:

```
int matriz[20][10];

matriz[i][j];//isso
*(matriz + i*10 + j); //equivale a isso
```

  - Usando ponteiros, um acesso da mesma forma precisa dereferenciar dois endereços:

```
int** matriz;

matriz[i][j];//isso
*(*(matriz + i) + j); //equivale a isso
```

```
/* declara uma estrutura */
   struct facil {
      int num;
      char ch;
   };

   main()
   {
      /* definioes de variaveis */
      struct facil fac,      /* uma variavel do tipo "struct facil" */
                  *pfac;    /* um ponteiro para "struct facil" */
      pfac = &fac;
      (*pfac).num = 32; /* o membro "num" da "struct facil" apontada por "pfac" */
      (*pfac).ch = 'A'; /* o membro "char" da "struct facil" apontada por "pfac" */
    }
```

```
pfac->num = 32;   /* o mesmo que (*pfac).num = 32;  */
pfac->ch = 'A';   /* o mesmo que (*pfac).ch = 'A';  */
```

- Fazer uma função que ler uma data (mes, dia e ano), usando ponteiro para struct.

```
typedef struct data Data;

struct data {
     short dia;
     short mes;
     int ano;
};
```

Exercício

- Faça um programa que contenha duas pilhas uma de elementos pares e uma de ímpares
  - Nenhuma variável deve ser global
  - Deve ter uma função para inserir elementos, na pilha par ou ímpar, de acordo com o valor digitado pelo usuário
  - Remover elementos (sempre do final)
  - Listar elementos
  - A função main deve ter um menu com as opções para usuário

Porque inicializar ponteiros?

- Observe o código:

```
main ()      /* Errado - Nao Execute */
{
   int x,*p;
   x=13;
   *p=x; //posição de memória de p é indefinida!
}
```

- A não inicialização de ponteiros pode fazer com que ele esteja alocando um espaço de memória utilizado, por exemplo, pelo S.O.

Porque inicializar ponteiros?

- No caso de vetores, é necessário sempre alocar a memória necessária para compor as posições do vetor.
- O exemplo abaixo apresenta um programa que compila, porém poderá ocasionar sérios problemas na execução. Como por exemplo utilizar um espaço de memória alocado para outra aplicação.

```
main() {
   char *pc; char str[] = "Uma string";
   strcpy(pc, str);// pc indefinido
}
```

Alocação dinâmica de memória

- Durante a execução de um programa é possível alocar uma certa quantidade de memória para conter dados do programa

- A função malloc (n) aloca dinamicamente n bytes e devolve um ponteiro para o início da memória alocada

- A função free(p) libera a região de memória apontada por p.
  - O tamanho liberado está implícito, isto é, é igual ao que foi alocado anteriormente por malloc.

Alocação dinâmica de memória

- Os comandos abaixo alocam dinamicamente um inteiro e depois o liberam:

```
#include <stdlib.h>
int *pi;
pi = (int *) malloc (sizeof(int));
...
free(pi);
```

- A função malloc não tem um tipo específico (retorna void *).
  - Assim, (int *) converte seu valor em ponteiro para inteiro. Como não sabemos necessariamente o comprimento de um inteiro (2 ou 4 bytes dependendo do compilador), usamos como parâmetro a função sizeof(int).

Alocação dinâmica de vetores


```
#include <stdlib.h>
main() {
   int *v, i, n;
   scanf("%d", &n); // le n
   //aloca n elementos para v
   v = (int *) malloc(n*sizeof(int));
   // zera o vetor v com n elementos
   for (i = 0; i < n; i++) v[i] = 0;
   ...
   // libera os n elementos de v
   free(v);
}
```

Alocação dinâmica

- Se não houver memória suficiente para alocar a memória requisitada a função malloc() retorna um ponteiro nulo

```
#include <stdio.h>

#include <stdlib.h>     /* Para usar malloc() */

main (void)

{

        int *p;
        int a;
        int i;

... /* Determina o valor de a em algum lugar */

        p= malloc(a*sizeof(int));                /* Aloca a números inteiros
                                                    p pode agora ser tratado como um vetor com
                                                    a posicoes                                  */

        if (!p)
        {
                printf ("** Erro: Memoria Insuficiente **");
                exit;
        }

        for (i=0; i<a ; i++)            /* p pode ser tratado como um vetor com a posicoes */
                p[i] = i*i;

...

        return 0;
}
```

realloc()

- void *realloc (void *ptr, unsigned int num);
- A funçao modifica o tamanho da memória previamente alocada apontada por *ptr para aquele especificado por num.
- O valor de num pode ser maior ou menor que o original.
- Um ponteiro para o bloco é devolvido porque realloc() pode precisar mover o bloco para aumentar seu tamanho.
  - Se isso ocorrer, o conteúdo do bloco antigo é copiado no novo bloco, e nenhuma informação é perdida.
- Se ptr for nulo, aloca num bytes e devolve um ponteiro;
- se num é zero, a memória apontada por ptr é liberada. Se não houver memória suficiente para a alocação, um ponteiro nulo é devolvido e o bloco original é deixado inalterado.

```c
#include <stdio.h>

#include <stdlib.h>     /* Para usar malloc()  e realloc*/

main (void)

{

        int *p;
        int a;
        int i;

... /* Determina o valor de a em algum lugar */

        a = 30;

        p=  malloc(a*sizeof(int));              /* Aloca a números inteiros
                                                   p pode agora ser tratado como um vetor com
                                                   a posicoes                              */
        if (!p)
        {
                printf ("** Erro: Memoria Insuficiente **");
                exit;
        }

        for (i=0; i<a ; i++)            /* p pode ser tratado como um vetor com a posicoes */
                p[i] = i*i;

        /* O tamanho de p deve ser modificado, por algum motivo ... */

        a = 100;

        p = realloc (p, a*sizeof(int));

        for (i=0; i<a ; i++)            /* p pode ser tratado como um vetor com a posicoes */
                p[i] = a*i*(i-6);
...

        return 0;
}
```

Exercício

- Crie um programa para alocar espaço para um vetor de inteiros com tamanho definido pelo usuários

Exercício

- Considere um vetor de ponteiros de 10 posições
  - int vetor[10]
  - Cada posição vai apontar para um vetor de tamanho definido pelo usuário
- Crie uma função insere que deve solicitar ao usuário em qual vetor (1 a 10) deve inserir e o número a ser inserido
  - Se for a primeira vez a inserir um elemento no vetor da posição, deve solicitar ao usuário o tamanho do novo vetor e inserir.
- Crie uma função para liberar espaços da memória, o usuário deve informar qual vetor ele quer liberar
- Crie uma função para listar os vetores, se o vetor estiver nulo, imprimir "vetor X vazio"
- Crie uma função que imprima todos os números de todos os vetores ordenados.
  - Deve ser criado uma vetor auxiliar do tamanho de todos os outros. Ordene o vetor auxiliar, imprima, e depois libere o espaço de memória desse vetor auxiliar

- Estender o programa anterior, da seguinte forma:
  - Ordene todos os vetores separados, junte-os em uma estrutura auxiliar temporária, imprima ele.
  - A ordenação não deve mudar os dados originais.
  - Você deve liberar qualquer espaço de memória que tenha sido criado temporariamente

Exercício 3

- Faça um programa que tenha duas matrizes de ordem 3 e dois ponteiros que são inicializados com os endereços do começo das matrizes, use o ponteiro para preencher as matrizes, uma começando pelas linhas e a outra pelas colunas, depois calcule o resultado da soma de matriz em uma terceira matriz usando um terceiro ponteiro para ela (neste ultimo caso, pode-se começar pelas linhas ou colunas, fica a seu critério).

Ponteiros


```c
int ponteirosStart()
{
    printf("Hello ponteiros!\n");
    int i;
    i = 2;
    int *p;
    p = NULL;
    p = &i;

    printf("Endereco de p: %p\n", &p);
    printf("Endereco de i: %p\n", p);
    printf("Valor de i %d\n", *p);
    //printf("%p\n", &pinteiro);
    return 0;
}
```

	1	2	3	4	5	6
A						
B						
C						
D						
E						
F						

Ponteiros


```c
int ponteirosStart()
{
    printf("Hello ponteiros!\n");
    int i;
    i = 2;
    int *p;
    p = NULL;
    p = &i;

    printf("Endereco de p: %p\n", &p);
    printf("Endereco de i: %p\n", p);
    printf("Valor de i %d\n", *p);
    //printf("%p\n", &pinteiro);
    return 0;
}
```

	1	2	3	4	5	6
A						
B						
C						
D						
E						
F						

Ponteiros


```c
int ponteirosStart()
{
    printf("Hello ponteiros!\n");
    int i;
    i = 2;
    int *p;
    p = NULL;
    p = &i;

    printf("Endereco de p: %p\n", &p);
    printf("Endereco de i: %p\n", p);
    printf("Valor de i %d\n", *p);
    //printf("%p\n", &pinteiro);
    return 0;
}
```

	1	2	3	4	5	6
A	I (0)					
B						
C						
D						
E						
F						

Ponteiros


```c
int ponteirosStart()
{
    printf("Hello ponteiros!\n");
    int i;
    i = 2;
    int *p;
    p = NULL;
    p = &i;

    printf("Endereco de p: %p\n", &p);
    printf("Endereco de i: %p\n", p);
    printf("Valor de i %d\n", *p);
    //printf("%p\n", &pinteiro);
    return 0;
}
```

	1	2	3	4	5	6
A	I (2)					
B						
C						
D						
E						
F						

Ponteiros


```c
int ponteirosStart()
{
    printf("Hello ponteiros!\n");
    int i;
    i = 2;
    int *p;
    p = NULL;
    p = &i;

    printf("Endereco de p: %p\n", &p);
    printf("Endereco de i: %p\n", p);
    printf("Valor de i %d\n", *p);
    //printf("%p\n", &pinteiro);
    return 0;
}
```

@ = lixo. Não se sabe para onde o ponteiro está apontando. Pode ser que o compilador aponte para NULL, mas não tem nenhuma garantia disso.

	1	2	3	4	5	6
A	i (2)	p (@/NULL)				
B						
C						
D						
E						
F						

Ponteiros


```c
int ponteirosStart()
{
    printf("Hello ponteiros!\n");
    int i;
    i = 2;
    int *p;
    p = NULL;
    p = &i;

    printf("Endereco de p: %p\n", &p);
    printf("Endereco de i: %p\n", p);
    printf("Valor de i %d\n", *p);
    //printf("%p\n", &pinteiro);
    return 0;
}
```

NULL, endereço zero da memória. Usado para inicializar ponteiros

	1	2	3	4	5	6	
A	i (2)	p (NULL(0))					*p =
B							
C							
D							
E							
F							

Ponteiros


```c
int ponteirosStart()
{
    printf("Hello ponteiros!\n");
    int i;
    i = 2;
    int *p;
    p = NULL;
    p = &i;

    printf("Endereco de p: %p\n", &p);
    printf("Endereco de i: %p\n", p);
    printf("Valor de i %d\n", *p);
    //printf("%p\n", &pinteiro);
    return 0;
}
```

	1	2	3	4	5	6	
A	i (2)	p (A1)					*p = 2
B							&p = A2
C							&I = A1
D							*p = 2
E							p = A1
F							

Ponteiros (com passagens por "referência")


```c
int ponteirosStart()
{
    printf("Hello ponteiros!\n");
    int i;
    i = 2;
    int *p;
    p = NULL;
    p = &i;
    funcao(p);//funcao(&i);
    printf("Endereco de p: %p\n", &p);
    printf("Endereco de i: %p\n", p);
    printf("Valor de i %d\n", *p);
    //printf("%p\n", &pinteiro);
    return 0;
}

void funcao(int *j){
    *j = 7;

}
```

	1	2	3	4	5	6	
A	i (2)	p (A1)					*p = 2
B							&p = A2
C							&I = A1
D							*p = 2
E							p = A1
F							

Ponteiros (com passagens por "referência")


```c
int ponteirosStart()
{
    printf("Hello ponteiros!\n");
    int i;
    i = 2;
    int *p;
    p = NULL;
    p = &i;
    funcao(p);//funcao(&i);
    printf("Endereco de p: %p\n", &p);
    printf("Endereco de i: %p\n", p);
    printf("Valor de i %d\n", *p);
    //printf("%p\n", &pinteiro);
    return 0;
}

void funcao(int *j){
    *j = 7;

}
```

	1	2	3	4	5	6	
A	i (2)	p (A1)	j (A1)				*p = 2
B							&p = A2
C							&I = A1
D							p = A1
E							j = A1
F							*j = 2

Ponteiros (com passagens por "referência")


```c
int ponteirosStart()
{
    printf("Hello ponteiros!\n");
    int i;
    i = 2;
    int *p;
    p = NULL;
    p = &i;
    funcao(p);//funcao(&i);
    printf("Endereco de p: %p\n", &p);
    printf("Endereco de i: %p\n", p);
    printf("Valor de i %d\n", *p);
    //printf("%p\n", &pinteiro);
    return 0;
}

void funcao(int *j){
    *j = 7;

}
```

	1	2	3	4	5	6	
A	i (7)	p (A1)	j (A1)				*p = 7
B							&p = A2
C							&I = A1
D							p = A1
E							j = A1
F							*j = 7

Ponteiros (com passagens por "referência")


```c
int ponteirosStart()
{
    printf("Hello ponteiros!\n");
    int i;
    i = 2;
    int *p;
    p = NULL;
    p = &i;
    funcao(p);//funcao(&i);
    printf("Endereco de p: %p\n", &p);
    printf("Endereco de i: %p\n", p);
    printf("Valor de i %d\n", *p);
    //printf("%p\n", &pinteiro);
    return 0;
}

void funcao(int *j){
    *j = 7;

}
```

	1	2	3	4	5	6	
A	i (7)	p (A1)					*p = 7
B							&p = A2
C							&I = A1
D							p = A1
E							
F							

Ponteiros (alocação dentro de uma função)

- Vai ser alocado um novo espaço de memória.
- O ponteiro p deve apontar para esse novo espaço
- Suponha que esse novo espaço seja alocado em A6
- Como fazer para p apontar para A6?

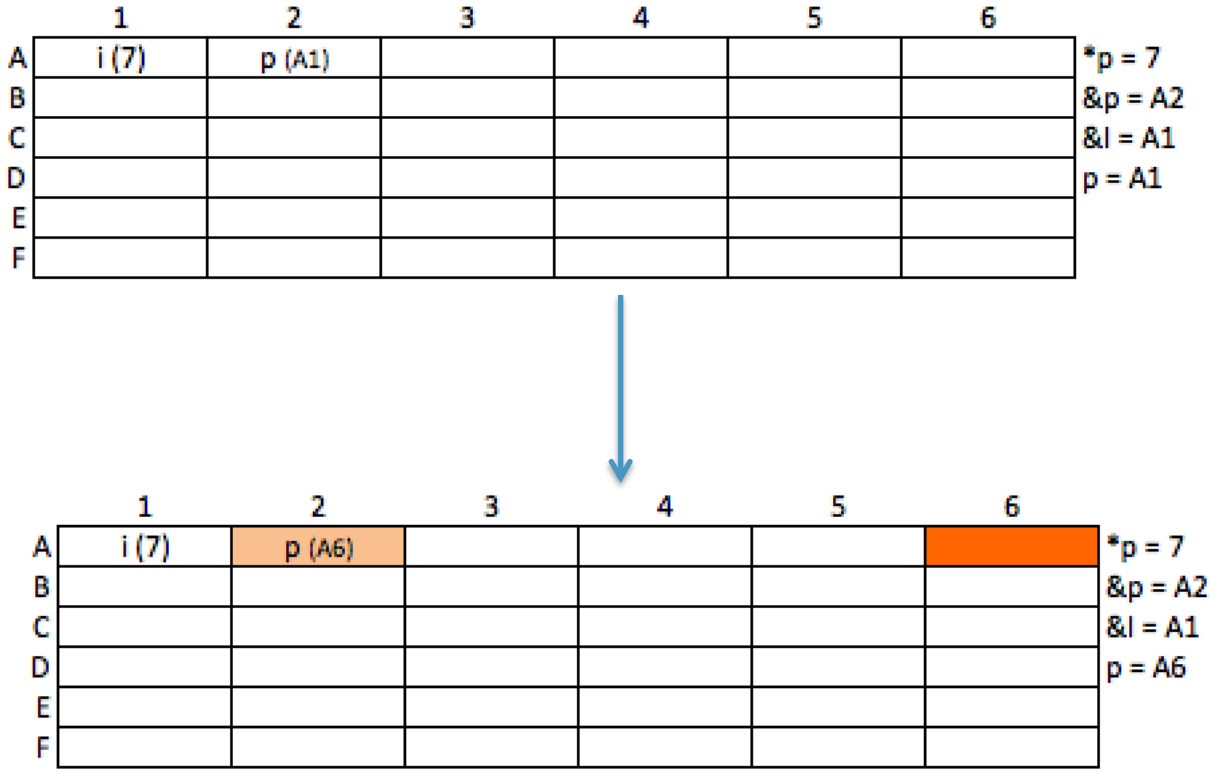
	1	2	3	4	5	6	
A	i (7)	p (A1)					*p = 7
B							&p = A2
C							&I = A1
D							p = A1
E							
F							

	1	2	3	4	5	6	
A	i (7)	p (A6)					*p = 7
B							&p = A2
C							&I = A1
D							p = A6
E							
F							

Ponteiros (alocação dentro de uma função)

- Dentro da mesma função seria
  - p = malloc(sizeof(int));
- Como vai ser dentro de outra função, você quer mudar o conteúdo do ponteiro p, e não o conteúdo de onde p aponta

- Se para mudar o conteúdo de uma variável normal é preciso um ponteiro (*), então para mudar por "referência" o conteúdo de um ponteiro é preciso um ponteiro para ponteiro (**)



Ponteiros (alocação dentro de uma função)


```c
int ponteirosStart()
{
    printf("Hello ponteiros!\n");
    int i;
    i = 2;
    int *p;
    p = NULL;
    p = &i;
    funcao(p, &p);//funcao(&i);
    printf("Endereco de p: %p\n", &p);
    printf("Endereco de i: %p\n", p);
    printf("Valor de i %d\n", *p);
    //printf("%p\n", &pinteiro);
    return 0;
}

void funcao(int *j, int **novo){
    *j = 7;
    int *t = NULL;
    t = malloc(sizeof(int));
    *t = 10;
    *novo = t;
}
```

	1	2	3	4	5	6	
A	i (7)	p (A1)					*p = 7
B							&p = A2
C							&I = A1
D							p = A1
E							
F							

Ponteiros (alocação dentro de uma função)


```c
int ponteirosStart()
{
    printf("Hello ponteiros!\n");
    int i;
    i = 2;
    int *p;
    p = NULL;
    p = &i;
    funcao(p, &p);//funcao(&i);
    printf("Endereco de p: %p\n", &p);
    printf("Endereco de i: %p\n", p);
    printf("Valor de i %d\n", *p);
    //printf("%p\n", &pinteiro);
    return 0;
}

void funcao(int *j, int **novo){
    *j = 7;
    int *t = NULL;
    t = malloc(sizeof(int));
    *t = 10;
    *novo = t;
}
```

	1	2	3	4	5	6		
A	i (2)	p (A1)	j (A1)	novo(A2)			*p = 2	novo = A2
B							&p = A2	*novo = A1
C							&I = A1	**novo = 2
D							p = A1	
E							j = A1	
F							*j = 2	

Ponteiros (alocação dentro de uma função)


```c
int ponteirosStart()
{
    printf("Hello ponteiros!\n");
    int i;
    i = 2;
    int *p;
    p = NULL;
    p = &i;
    funcao(p, &p);//funcao(&i);
    printf("Endereco de p: %p\n", &p);
    printf("Endereco de i: %p\n", p);
    printf("Valor de i %d\n", *p);
    //printf("%p\n", &pinteiro);
    return 0;
}

void funcao(int *j, int **novo){
    *j = 7;
    int *t = NULL;
    t = malloc(sizeof(int));
    *t = 10;
    *novo = t;
}
```

	1	2	3	4	5	6		
A	i (7)	p (A1)	j (A1)	novo(A2)			*p = 7	novo = A2
B							&p = A2	*novo = A1
C							&I = A1	**novo = 7
D							p = A1	
E							j = A1	
F							*j = 7	

Ponteiros (alocação dentro de uma função)


```c
int ponteirosStart()
{
    printf("Hello ponteiros!\n");
    int i;
    i = 2;
    int *p;
    p = NULL;
    p = &i;
    funcao(p, &p);//funcao(&i);
    printf("Endereco de p: %p\n", &p);
    printf("Endereco de i: %p\n", p);
    printf("Valor de i %d\n", *p);
    //printf("%p\n", &pinteiro);
    return 0;
}

void funcao(int *j, int **novo){
    *j = 7;
    int *t = NULL;
    t = malloc(sizeof(int));
    *t = 10;
    *novo = t;
}
```

	1	2	3	4	5	6		
A	i (7)	p (A1)	j (A1)	novo(A2)	t(NULL(0))		*p = 7	novo = A2
B							&p = A2	*novo = A1
C							&I = A1	**novo = 7
D							p = A1	t = NULL
E							j = A1	*t = 0
F							*j = 7	

Ponteiros (alocação dentro de uma função)


```c
int ponteirosStart()
{
    printf("Hello ponteiros!\n");
    int i;
    i = 2;
    int *p;
    p = NULL;
    p = &i;
    funcao(p, &p);//funcao(&i);
    printf("Endereco de p: %p\n", &p);
    printf("Endereco de i: %p\n", p);
    printf("Valor de i %d\n", *p);
    //printf("%p\n", &pinteiro);
    return 0;
}

void funcao(int *j, int **novo){
    *j = 7;
    int *t = NULL;
    t = malloc(sizeof(int));
    *t = 10;
    *novo = t;
}
```

@@@ = lixo. O conteúdo de A6 é lixo.

	1	2	3	4	5	6		
A	i (7)	p (A1)	j (A1)	novo(A2)	t(A6)	@@@	*p = 7	novo = A2
B							&p = A2	*novo = A1
C							&I = A1	**novo = 7
D							p = A1	t = A6
E							j = A1	*t = @@@
F							*j = 7	

Ponteiros (alocação dentro de uma função)


```c
int ponteirosStart()
{
    printf("Hello ponteiros!\n");
    int i;
    i = 2;
    int *p;
    p = NULL;
    p = &i;
    funcao(p, &p);//funcao(&i);
    printf("Endereco de p: %p\n", &p);
    printf("Endereco de i: %p\n", p);
    printf("Valor de i %d\n", *p);
    //printf("%p\n", &pinteiro);
    return 0;
}

void funcao(int *j, int **novo){
    *j = 7;
    int *t = NULL;
    t = malloc(sizeof(int));
    *t = 10;
    *novo = t;
}
```

	1	2	3	4	5	6		
A	i (7)	p (A1)	j (A1)	novo(A2)	t(A6)	10	*p = 7	novo = A2
B							&p = A2	*novo = A1
C							&I = A1	**novo = 7
D							p = A1	t = A6
E							j = A1	*t = 10
F							*j = 7	

Ponteiros (alocação dentro de uma função)


```c
int ponteirosStart()
{
    printf("Hello ponteiros!\n");
    int i;
    i = 2;
    int *p;
    p = NULL;
    p = &i;
    funcao(p, &p);//funcao(&i);
    printf("Endereco de p: %p\n", &p);
    printf("Endereco de i: %p\n", p);
    printf("Valor de i %d\n", *p);
    //printf("%p\n", &pinteiro);
    return 0;
}

void funcao(int *j, int **novo){
    *j = 7;
    int *t = NULL;
    t = malloc(sizeof(int));
    *t = 10;
    *novo = t;
}
```

	1	2	3	4	5	6		
A	i (7)	p (A6)	j (A1)	novo(A2)	t(A6)	10	*p = 10	novo = A2
B							&p = A2	*novo = A6
C							&I = A1	**novo = 7
D							p = A6	t = A6
E							j = A1	*t = 10
F							*j = 7	

Ponteiros (alocação dentro de uma função)


```c
int ponteirosStart()
{
    printf("Hello ponteiros!\n");
    int i;
    i = 2;
    int *p;
    p = NULL;
    p = &i;
    funcao(p, &p);//funcao(&i);
    printf("Endereco de p: %p\n", &p);
    printf("Endereco de i: %p\n", p);
    printf("Valor de i %d\n", *p);
    //printf("%p\n", &pinteiro);
    return 0;
}

void funcao(int *j, int **novo){
    *j = 7;
    int *t = NULL;
    t = malloc(sizeof(int));
    *t = 10;
    *novo = t;
}
```

	1	2	3	4	5	6	
A	i (7)	p (A6)				10	*p = 10
B							&p = A2
C							&I = A1
D							p = A6
E							
F							

Referências

- Material compilado de:
  - C completo e total
  - Ponteiros, Monitoria de introdução a programação, Cin UFPE. www.cin.ufpe.br/~if669ec/files/AP8.pptx.
  - http://www.ime.usp.br/~pf/algoritmos/aulas/pont.html