Estruturas de Dados 1

Disciplina 193704

Prof. Mateus Mendelson
mendelson@unb.br

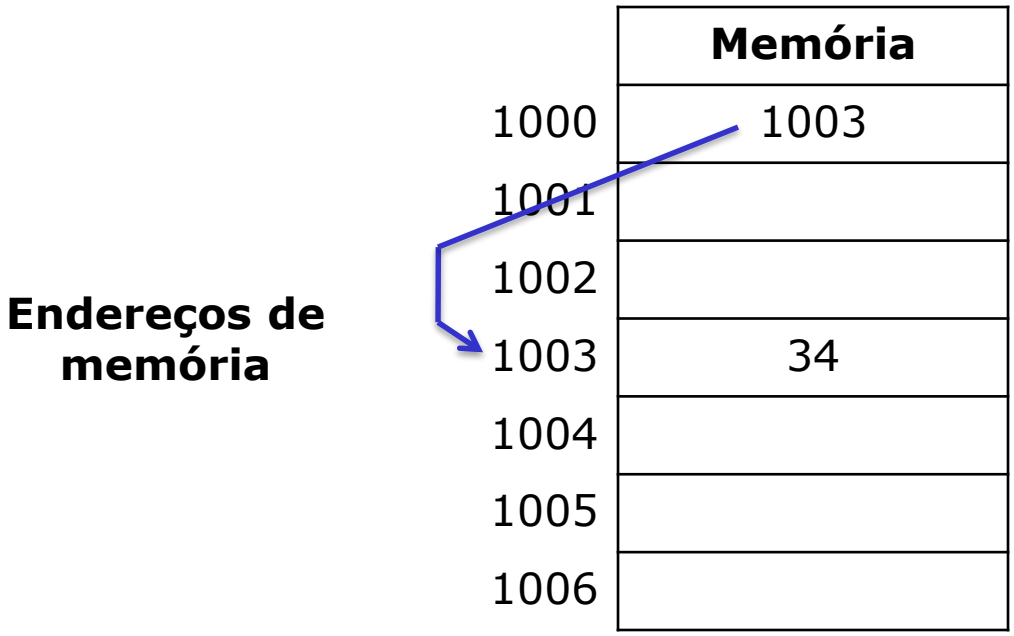
Universidade de Brasília
Faculdade do Gama
Engenharia de Software

Ponteiros

1. Ponteiros

- **Ponteiro** é uma variável que contém o endereço de uma outra variável.

- Daí o nome, pois ele **aponta** para outra variável.



1. Ponteiros

- Alguns usos:

  ✓ Manipular vetores e matrizes, incluindo strings.

  ✓ Modificar os argumentos (variáveis, vetores, matrizes e *structs*) de funções (passagem por referência).

  ✓ Alocar e desalocar memória dinamicamente.

  ✓ Passar para uma função o endereço de outra função.

  ✓ Criar estruturas de dados complexas.

1. Ponteiros

- Declaração de variáveis ponteiros:

```
tipo *nome
```

- Operadores de Ponteiros
  - ✓ Existem dois operadores especiais para ponteiros:
    - ✓ &
    - ✓ *

1. Ponteiros

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

int main (int argc, char *argv[])
{

    int x;

    x = 15;

    printf("CONTEUDO de X = %d \n", x);
    printf("ENDERECO de X = %d \n", &x);

    return 0;
}
```

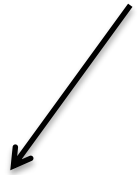
& ➔ Pode ser lido como "o endereço de...".

1. Ponteiros

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

int main (int argc, char *argv[])
{

    int *p, x;

    x = 15;
    p = &x;

    printf("%d \n", p);

    return 0;
}
```

1. Ponteiros

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

int main (int argc, char *argv[])
{

    int *p, x;

    x = 15;
    p = &x;

    printf("%p \n", p);

    return 0;
}
```



1. Ponteiros

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

int main (int argc, char *argv[])
{

    int *p, x;

    x = 15;
    p = &x;

    printf("%d \n", p);
    printf("%d \n", *p);

    return 0;
}
```

* ➔ Pode ser lido como "o valor que está no endereço armazenado em..."

1. Ponteiros

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

int main (int argc, char *argv[])
{
    int *p, q, x;

    x = 15;
    p = &x;
    q = *p;

    printf("%d \n", p);
    printf("%d \n", *p);
    printf("%d \n", q);

    return 0;
}
```

1. Ponteiros

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

int main (int argc, char *argv[])
{
    int *p1, *p2, x, y, z;

    x = 10;
    p1 = &x;
    p2 = p1;

    printf("x: %d \n", x);
    printf("&x: %d \n", &x);
    printf("p1: %d \n", p1);
    printf("&p1: %d \n", &p1);
    printf("p2: %d \n", p2);
    printf("&p2: %d \n", &p2);
```

1. Ponteiros

```
    y = *p1;
    printf("y: %d \n", y);

    z = *p2;
    printf("z: %d \n", z);


    return 0;
}
```

1. Ponteiros

- Aritmética de ponteiros:
  - ✓ Existem duas operações possíveis com ponteiros:
    - ✓ Adição; e
    - ✓ Subtração.

1. Ponteiros

- Aritmética de ponteiros:

  ✓ Consideremos **p1** um ponteiro para um inteiro com valor atual 1000. Assuma, também, que os inteiros são de 4 bytes.

  ✓ Após a expressão p1++, p1 contém 1004.

  ✓ Cada vez que **p1 é** incrementado, ele aponta para o próximo inteiro.

  ✓ O mesmo é verdade nos decrementos.

  ✓ Ou seja, ponteiros incrementam ou decrementam **pelo tamanho do tipo de dado** que eles apontam.

1. Ponteiros

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

int main (int argc, char *argv[])
{
    int *p1, x = 10;

    p1 = &x;

    printf("p1: %d \n", p1);
    printf("&x: %d \n", &x);
    printf("x: %d \n", x);

    p1++;

    printf("p1: %d \n", p1);
    printf("&x: %d \n", &x);
    printf("x: %d \n", x);


    return 0;
}
```

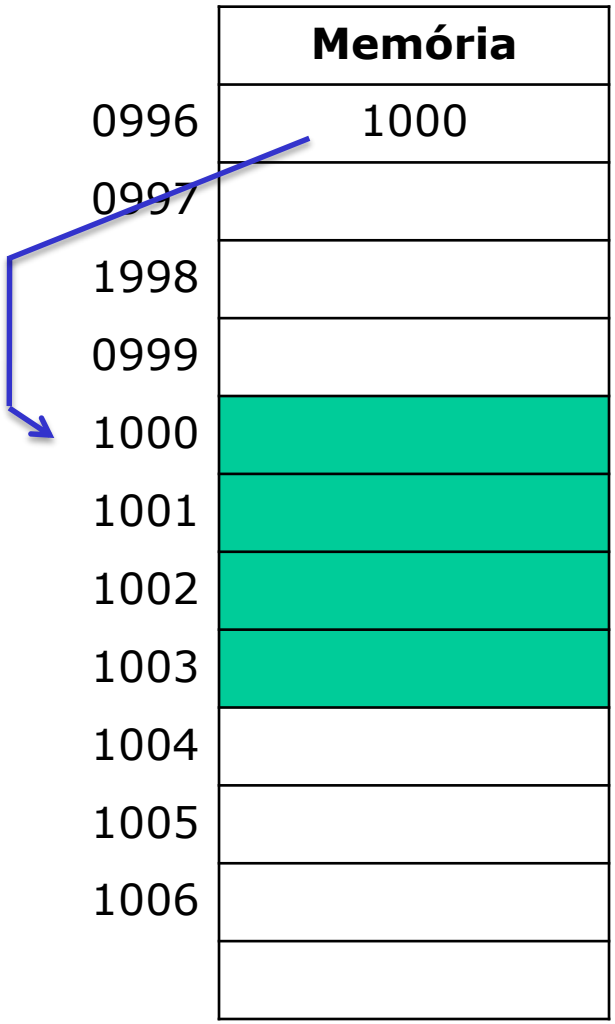
1. Ponteiros

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

int main (int argc, char *argv[])
{
    char *p1, x = 'a';

    p1 = &x;

    printf("p1: %d \n", p1);
    printf("&x: %d \n", &x);
    printf("x: %c \n", x);

    p1++;

    printf("p1: %d \n", p1);
    printf("&x: %d \n", &x);
    printf("x: %c \n", x);


    return 0;
}
```

1. Ponteiros

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

int main (int argc, char *argv[])
{
    double x = 1.23212345, *p1;

    p1 = &x;

    printf("p1: %d \n", p1);
    printf("&x: %d \n", &x);
    printf("x: %lf \n", x);

    p1 = p1 + 2;

    printf("p1: %d \n", p1);
    printf("&x: %d \n", &x);
    printf("x: %lf \n", x);


    return 0;
}
```

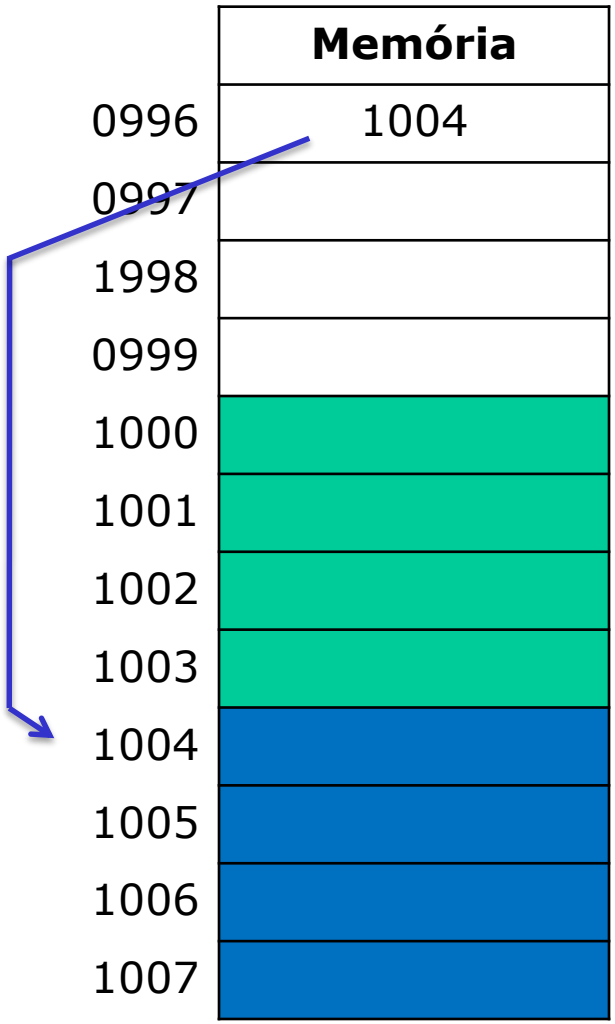
1. Ponteiros



p1

- p1 é um ponteiro para int
- int ocupa 4bytes, ou seja 4 posições de memória.

1. Ponteiros



Endereços de memória

• após p1++, o endereço armazenado em p1 passa a ser 1004, ou seja, aponta para o "próximo" inteiro.

p1

• p1 é um ponteiro para int

• int ocupa 4bytes, ou seja 4 posições de memória.

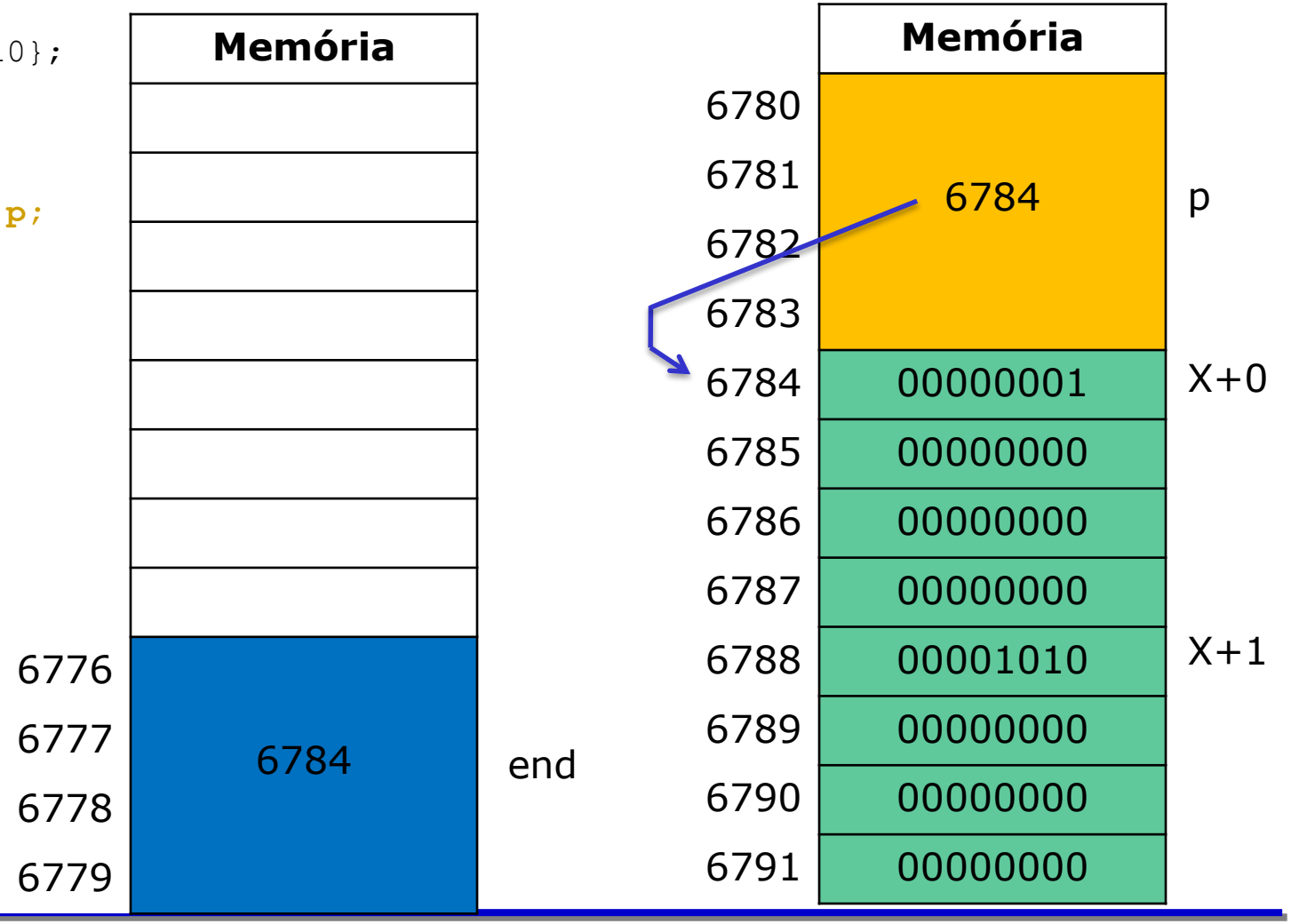
1. Ponteiros

- Curiosidade:

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

int main (int argc, char *argv[])
{

    int x[] = {1, 10}, *p, end;

    p = x;

    end = (int)p;
    end++;

    p = (int *)end;

    printf("p = %d \n", *p);


    return 0;
}
```

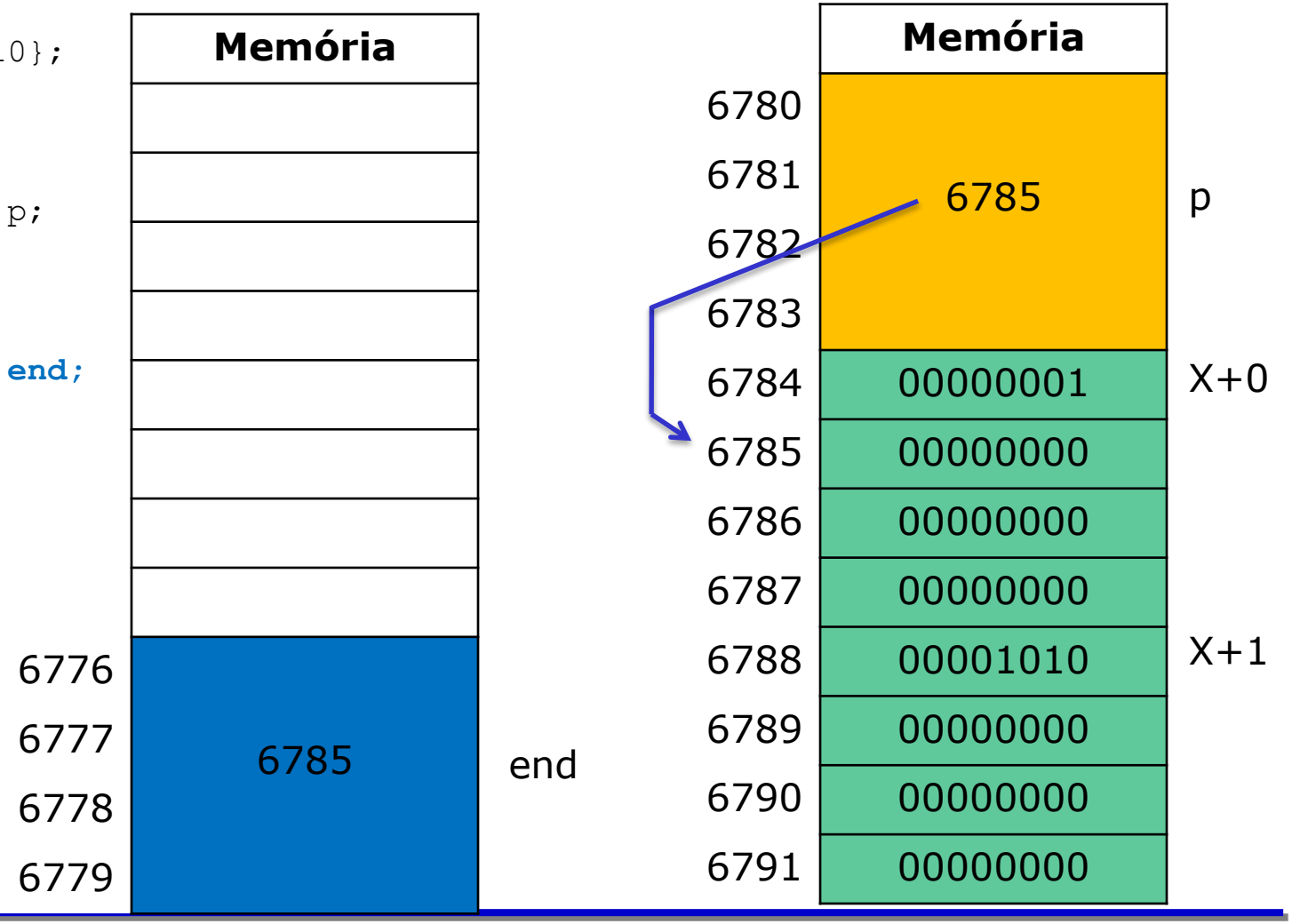
1. Ponteiros

```
x[] = {1, 10};

p = x;

end = (int)p;
```



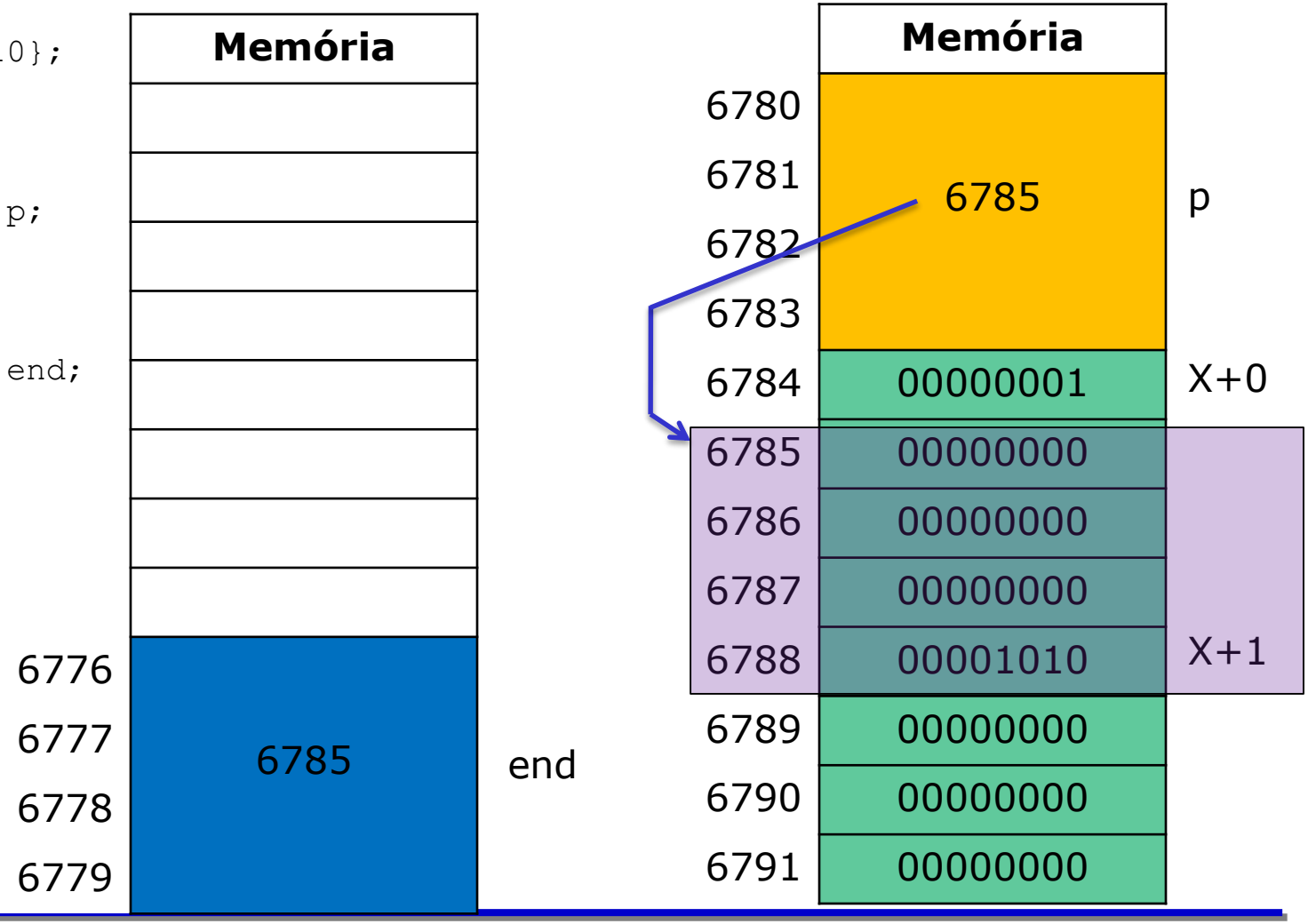
1. Ponteiros

```
x[] = {1, 10};

p = x;

end = (int)p;

end++;

p = (int *)end;
```



1. Ponteiros

```
x[] = {1, 10};

p = x;

end = (int)p;

end++;

p = (int *)end;
```

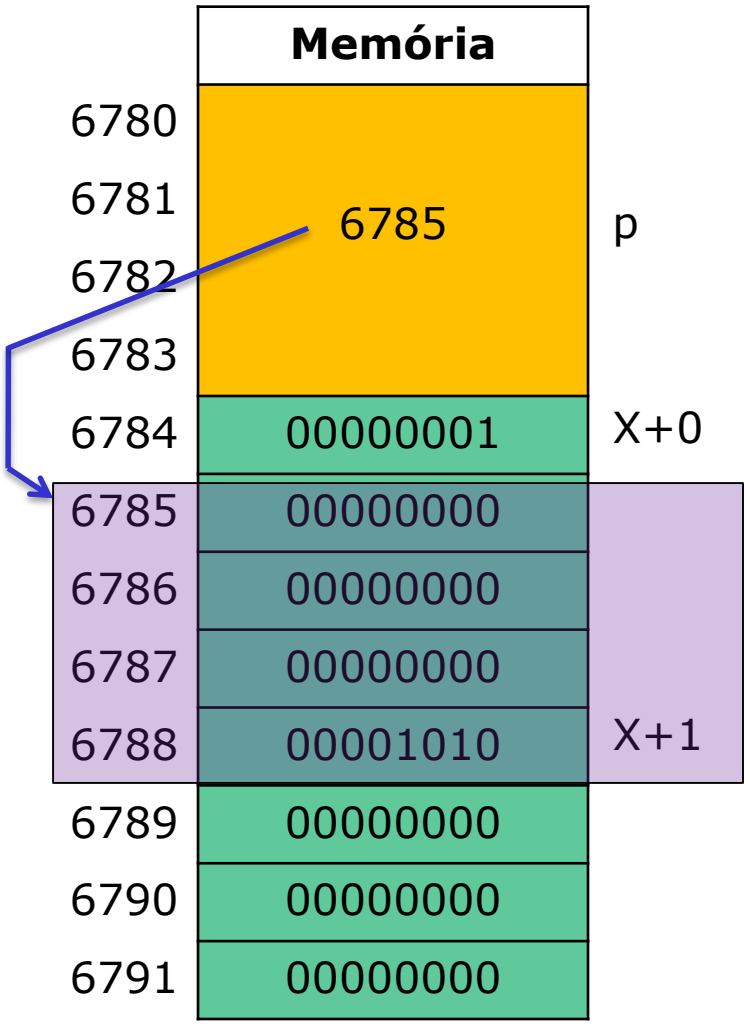


1. Ponteiros

```
x[] = {1, 10};

p = x;

end = (int)p;

end++;

p = (int *)end;

printf("%d",*p);
```

$00001010\ 00000000\ 00000000\ 00000000_2 =$

167772160_{10}



1. Ponteiros

- Curiosidade:

  - Durante anos eu ouvi a pergunta:

    "É possível fazer isso?"

  - Eu respondia com outra pergunta:

    "Qual seria a utilidade?"

  - Até o dia em que eu resolvi mostrar que **é possível**, para evitar a pergunta que não queria calar.

1. Ponteiros

- Curiosidade:

  - Durante anos eu ouvi a pergunta:

    "É possível fazer isso?"

  - Eu respondia com outra pergunta:

    "Qual seria a utilidade?"

  - Até o dia em que eu resolvi mostrar que **é possível**, para evitar a pergunta que não queria calar.

  - Desde então, vocês é que passaram a perguntar:

    "Qual seria a utilidade de se fazer disso?"

1. Ponteiros

- Ponteiros e vetores:

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define MAX 4

    int main (int argc, char *argv[])
    {
       int i, x[MAX] = {0,1,2,3};

       printf("Endereco\t  Conteudo\t \n");

       for (i = 0; i<MAX; i++)
             printf("%d\t\t  %d\t \n", &x[i], x[i]);


       return 0;
    }
```

1. Ponteiros

- Ponteiros e vetores:

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define MAX 4

    int main (int argc, char *argv[])
    {
       int i, x[MAX] = {0,1,2,3};

       printf("Endereco\t  Conteudo\t \n");
       printf("Notacao de vetor \n");
       printf("%d\t\t  %d\t \n", &x[0], x[0]);
       printf("Notacao de ponteiro \n");
       printf("%d\t\t  %d\t \n", x,       *x);


       return 0;
    }
```

1. Ponteiros

- Ponteiros e vetores:

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define MAX 4

    int main (int argc, char *argv[])
    {
       int i, x[MAX] = {0,1,2,3}, *p1;
       p1 = x;
       printf("Endereco\t  Conteudo\t \n");
       printf("Notacao de vetor \n");
       printf("%d\t\t  %d\t \n", &x[0], x[0]);
       printf("Notacao de ponteiro \n");
       printf("%d\t\t  %d\t \n", p1,    *p1);


       return 0;
    }
```

1. Ponteiros

- Ponteiros e vetores:

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define MAX 4

    int main (int argc, char *argv[])
    {
       int i, x[MAX] = {0,1,2,3}, *p1;
       p1 = x;
       printf("Endereco\t  Conteudo\t \n");
       printf("Notacao de vetor \n");
       printf("%d\t\t  %d\t \n", &x[2], x[2]);
       printf("Notacao de ponteiro \n");
       printf("%d\t\t  %d\t \n", ????,   ????);


       return 0;
    }
```

E se eu quisesse acessar o 3º elemento?

1. Ponteiros

- Ponteiros e vetores:

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define MAX 4

int main (int argc, char *argv[])
{
   int i, x[MAX] = {0,1,2,3};

   printf("Endereco\t  Conteudo\t \n");

   printf("Notacao de vetor:\n");
   for (i=0; i<MAX; i++)
      printf("%d\t\t  %d\t \n", &x[i], x[i]);
```

1. Ponteiros

```
    printf("Notacao de ponteiro:\n");
     for (i=0; i<MAX; i++)
        printf("%d\t\t  %d\t \n", x+i, *(x+i));


    return 0;
}
```

1. Ponteiros

- Ponteiros e vetores:

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define MAX 4

int main (int argc, char *argv[])
{
   int i, x[MAX] = {0,1,2,3}, *p1;

   p1 = x;

   printf("Endereco\t  Conteudo\t \n");

   printf("Notacao de vetor:\n");
   for (i=0; i<MAX; i++)
      printf("%d\t\t  %d\t \n", &x[i], x[i]);
```

1. Ponteiros

```
    printf("Notacao de ponteiro:\n");
     for (i=0; i<MAX; i++)
        printf("%d\t\t  %d\t \n", p1+i, *(p1+i));


    return 0;
}
```

1. Ponteiros

- Ponteiros e vetores:

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define MAX 4

int main (int argc, char *argv[])
{
    int x[MAX], i, *p;

    p=x;

    for (i=0; i<MAX; i++)
        x[i]=i;

    for(i=0; i<MAX; i++)
        printf("%d ",*(p+i));


    return 0;
}
```

1. Ponteiros

- Vetor de ponteiros.

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define MAX 2

int main (int argc, char *argv[])
{
   int *x[MAX], var1, var2;

   var1 = 3;
   var2 = 4;

   x[0] = &var1;
   x[1] = &var2;
```

1. Ponteiros

- Vetor de ponteiros.

```
    printf("&var1: %d \n", &var1);
    printf("&var2: %d \n", &var2);
    printf("var1:  %d\n", var1);
    printf("var2: % d\n", var2);
    printf("x[0]: %d \n", x[0]);
    printf("x[1]: %d \n", x[1]);
    printf("*x[0]:  %d\n", *x[0]);
    printf("*x[1]: % d\n", *x[1]);


    return 0;
}
```

1. Ponteiros

- Vetores de ponteiros:

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

int main(int argc, char *argv[])
{
  int *x[2], y0[2] = {0,1}, y1[2] = {2,3} ;

  x[0] = y0;
  x[1] = y1;

  printf("Conteudo de x[0] = y0: %d \n", x[0]);
  printf("Conteudo de x[1] = y1: %d \n", x[1]);
  printf("Endereço do primeiro elemento do vetor x: %d \n", &x[0]);
  printf("Endereço do segundo elemento do vetor x: %d \n", &x[1]);
```

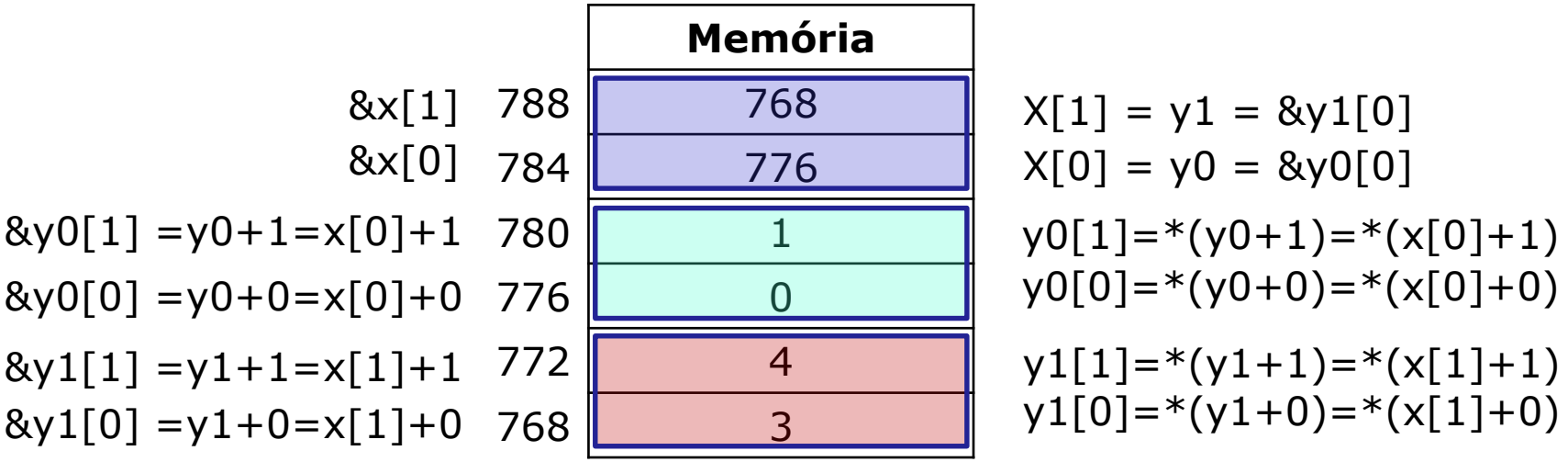
1. Ponteiros

- Vetores de ponteiros:

```
    printf("Conteudo de y0[0]: %d \n", *(x[0] + 0)); //y0[0]
    printf("Conteudo de y0[1]: %d \n", *(x[0] + 1)); //y0[1]
    printf("Endereço de y0[0]: %d \n", (x[0] + 0)); //&y0[0]
    printf("Endereço de y0[1]: %d \n", (x[0] + 1)); //&y0[1]

    printf("Conteudo de y1[0]: %d \n", *(x[1] + 0)); //y1[0]
    printf("Conteudo de y1[1]: %d \n", *(x[1] + 1)); //y1[1]
    printf("Endereço de y1[0]: %d \n", (x[1] + 0)); //&y1[0]
    printf("Endereço de y1[1]: %d \n", (x[1] + 1)); //&y1[1]


    return 0;
}
```

1. Ponteiros

- Vetores de ponteiros:



1. Ponteiros

- Ponteiros e *strings*:

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

int main (int argc, char *argv[])
{
   char *p = "Segunda-feira";

   printf("%s \n", p);


   return 0;
}
```

1. Ponteiros

- Ponteiros e *strings*:

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define MAX 5

int main (int argc, char *argv[])
{
   char *x[MAX] = {"Segunda-feira",
                   "Terca-feira",
                   "Quarta-feira",
                   "Quinta-feira",
                   "Sexta-feira"};

   printf("%s \n", x[2]);


   return 0;
}
```

1. Ponteiros

- Ponteiros e *strings*:

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define MAX 5

int main (int argc, char *argv[])
{
   char *x[MAX] = {"Segunda-feira",
                   "Terca-feira",
                   "Quarta-feira",
                   "Quinta-feira",
                   "Sexta-feira"};

   printf("%s \n", *(x+2));


   return 0;
}
```

1. Ponteiros

- Chamada de funções passando argumentos **por referência.**

  ✓ Suponha o seguinte código (cuja função *divpordois* utiliza passagem de argumentos por valor):

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

float divpordois( float);

int main (int argc, char *argv[])
{
   float x, y = 5.0;

   printf("y = %.2f \n", y);
   x = divpordois(y);
   printf("%.2f/2 = %.2f \n", y, x);


   return 0;
}
```

1. Ponteiros

```
float divpordois (float n){

  float result;

  result = n/2;

  return result;
}
```

1. Ponteiros

```
float divpordois (float n){

  float result;

  result = n/2;

  return result;
}
```

Essa molezinha vocês dominam!

1. Ponteiros

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

void divpordois (float *);

int main (int argc, char *argv[])
{
   float y = 5.0;

   printf("y = %.2f \n", y);
   divpordois(&y);
   printf("y = %.2f \n", y);

   return 0;
}

void divpordois (float *n){

  *n = *n/2;
}
```

1. Ponteiros

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

int divpordois (float *);

int main (int argc, char *argv[])
{
   float y = 5.0, sucesso;;

   printf("y = %.2f \n", y);

   sucesso = divpordois(&y);

   printf("y = %.2f \n", y);

   printf("sucesso = %d \n", sucesso);

   return 0;
}
```

1. Ponteiros

```
int divpordois( float *n){

   *n = *n/2;

   return 0;
}
```

1. Ponteiros

• Retornando vários valores, utilizando passagem de argumentos por referência.

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

int retornavarios (float *, int *);

int main (int argc, char *argv[])
{
   float y = 5.0;
   int x = 5, sucesso;

   printf("y = %.2f - x = %d \n", y, x);

   sucesso = retornavarios(&y, &x);

   printf("y = %.2f - x = %d \n", y, x);
   printf("sucesso = %d \n", sucesso);
```

1. Ponteiros

```
    return 0;
}

int retornavarios( float *n1, int *n2){

  *n1 = *n1/2;

  *n2 = *n2%2;

  return 0;
}
```

1. Ponteiros

- Retorno de vetores, por referência.

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define MAX 10

int retornavetor (float *, int);

int main (int argc, char *argv[])
{
   float x[MAX] = {0,0,0,0,0,0,0,0,0,0};
   int i, sucesso;

   printf("Vetor antes de chamar a funcao\n");

   for (i = 0; i<MAX; i++)
    printf("%.2f \n", x[i]);

   sucesso = retornavetor(x, MAX);
```

1. Ponteiros

```
  printf("Vetor depois de chamar a funcao\n");
   for (i = 0; i<MAX; i++)
    printf("%.2f \n", x[i]);


   return 0;
}

int retornavetor( float *vet, int N){

  int i;

  for (i = 0; i<N; i++)
   *(vet+i) = i;

  return 0;
}
```

1. Ponteiros

- Retorno de vetores, via *return*.

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define MAX 6

int *soma_um(int *, int);

int main (int argc, char *argv[])
{
    int numeros[MAX] = {0,1,2,3,4,5}, *p, i;

    p = soma_um(numeros, MAX);

    for (i = 0; i < MAX; i++)
      printf("%d \n", *(p+i));


    return 0;
}
```

1. Ponteiros

```
int *soma_um(int *nums, int N){

        int i;

         for(i = 0; i<N; i++)   {
            *(nums+i) = *(nums+i) + 1;
          }

        return nums;
}
```

1. Ponteiros

- Retorno de um endereço qualquer, via *return*.

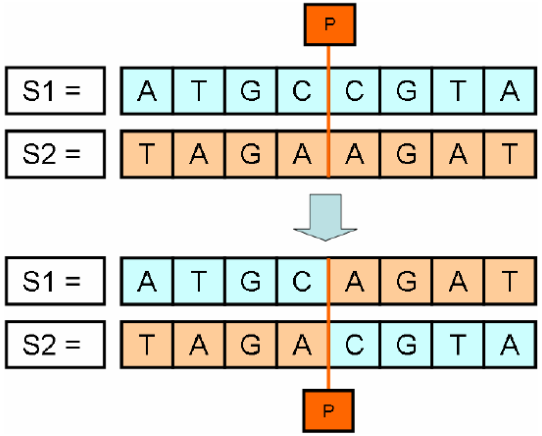
```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

char *procuraletra(char *, char);

int main(int argc, char *argv[])
{

  char str[80], ch, *ptr;

  printf("Digite uma frase:");
  gets(str);

  printf("Digite um caractere:");
  ch = getchar();

  ptr = procuraletra(str, ch);
```

1. Ponteiros

```
if( ptr != NULL){
   printf("A primeira ocorrencia eh: %p \n", ptr);
   printf("Sua posicao eh: %d \n", ptr-str);
} else {
    printf("Esse caractere nao existe nessa frase. \n");
}


  return 0;
}

char *procuraletra(char *s, char c){

   while(*s != c && *s != '\0') s++;
   if(*s != 0) return s;

   return NULL;
}
```

1. Ponteiros

Exemplo: Um operador de *crossover* pode ser aplicado a duas strings s1 e s2 e consiste em se sortear aleatoriamente um ponto de s1 e s2 e, escolhido este ponto, é realizada a troca de informações de s1 e s2 tal como mostrado no esquema a seguir.



Escreva uma função que recebe duas strings s1 e s2 e realiza a operação de *crossover.* Escreva também um programa principal que utiliza a função proposta.

1. Ponteiros

- Ponteiros e matrizes. Considere o código a seguir:

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define LIN 3
#define COL 3

int main(){

    int m[LIN][COL];
    int i, j;

    for (i=0; i<LIN; i++){
        for (j=0; j<COL; j++){
            printf("Elemento %d %d = ", i, j);
            scanf("%d", &m[i][j]);
        }
    }
```

1. Ponteiros

```
// Notação de matriz
 for (i=0; i<LIN; i++){
    for (j=0; j<COL; j++){
       printf("%d\t\t  %d\t \n", &m[i][j], m[i][j]);
    }
 }


   return 0;
}
```

• Execute o programa e note que os elementos da matriz são organizados em posições consecutivas da memória.

1. Ponteiros

- Ponteiros e matrizes. Agora veja a notação de ponteiro.

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define LIN 3
#define COL 3

int main(){

    int m[LIN][COL], *p;
    int i, j;

   for (i=0; i<LIN; i++){
        for (j=0; j<COL; j++){
            printf("Elemento %d %d = ", i, j);
            scanf("%d", &m[i][j]);
        }
    }
```

1. Ponteiros

```
p = &m[0][0];

// Notação de ponteiro
 for (i=0; i<LIN; i++){
   for (j=0; j<COL; j++){
     printf("%d\t\t  %d\t \n", p+i*COL+j, *(p+i*COL+j));
   }
 }


   return 0;
}
```

- Observe que o efeito é o mesmo.

1. Ponteiros

- Passando *structs* como parâmetro de funções.

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

// Estrutura
struct dados_aluno{
    char nome[80];
    float media;
};

// Protótipo da função que recebe estruturas
void imprime_struct( struct dados_aluno);
```

1. Ponteiros

```
int main ( int argc, char *argv[])
{
     struct dados_aluno aluno;

     strcpy(aluno.nome,"Mateus Mendelson");
     aluno.media = 9.5;

     imprime_struct(aluno);


     return 0;
}

// Imprime a estrutura
void imprime_struct( struct dados_aluno parm){
      printf ("%s \n", parm.nome);
      printf ("%f \n", parm.media);
}
```

1. Ponteiros

- Ponteiro para *struct*.

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

// Estrutura
struct dados_aluno{
    char nome[80];
    float media;
};
```

1. Ponteiros

```
int main ( int argc, char *argv[])
{
    struct dados_aluno aluno, *p_aluno;

    p_aluno = &aluno;

    strcpy((*p_aluno).nome,”Mateus Mendelson");
    (*p_aluno).media = 9.5;

    printf("%s \n", (*p_aluno).nome);
    printf("%f \n", (*p_aluno).media);


    return 0;
}
```

1. Ponteiros

```
int main ( int argc, char *argv[])
{
    struct dados_aluno aluno, *p_aluno;

    p_aluno = &aluno;

    strcpy (p_aluno->nome,"Mateus Mendelson");
    p_aluno->media = 9.5;

    printf("%s \n", p_aluno->nome);
    printf("%f \n", p_aluno->media);


    return 0;
}
```

1. Ponteiros

```
int main (int argc, char *argv[])
{
    struct dados_aluno aluno, *p_aluno;

    p_aluno = &aluno;

    strcpy(p_aluno->nome,"Mateus Mendelson");
    p_aluno->media = 9.5;

    imprime_struct(p_aluno);

    altera_struct(p_aluno);

    imprime_struct(p_aluno);


    return 0;
}
```

1. Ponteiros

```
// Imprime a estrutura
void imprime_struct(struct dados_aluno *parm){
     printf ("%s \n", parm->nome);
     printf ("%f \n", parm->media);
}

// Altera a estrutura
void altera_struct(struct dados_aluno *parm){
     strcpy (parm->nome, "Mateus Mendelson");
     parm->media = 5.9;
}
```

1. Ponteiros

- Ponteiro para função.

  ✓ Exemplo 1:

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

// Ponteiro para função

int pega_result(int, int, int (* )(int, int));
int max(int, int);
int min(int, int);
```

1. Ponteiros

```
int main (int argc, char *argv[])
{
    int result, x1 = 10, x2 = 232;

    result = pega_result(x1,x2, &max);

    printf("O maximo entre %d e %d , %d\n",x1,x2, result);

    result = pega_result(x1,x2, &min);

    printf("O minimo de %d e %d , %d\n",x1,x2, result);


    return 0;
}
```

1. Ponteiros

```
int pega_result(int a, int b, int (*compare)(int , int ))
     {
       return compare(a, b);  // Chama a função passada
     }

int max(int a, int b)
     {
       printf("Em max:\n");
       return (a > b) ? a: b;
     }

int min(int a, int b)
    {
      printf("Em min:\n");
      return (a < b) ? a: b;
    }
```

1. Ponteiros

- Ponteiro para função.

  ✓ Exemplo 2:

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

float funcao_pol(float);
float funcao_ln (float);
float funcao_sen(float);

float fun (float,   float (  *)(float)  );

typedef float (*Func)(float);
```

1. Ponteiros

```
int main(){

    Func funcoes [3] = {funcao_pol, funcao_ln, funcao_sen};
    int n = 0, num_func;
    float e,x0,x1,xm, fx0, fx1, fxm;

    printf("Selecione e funcao:");
    scanf("%d", &num_func);

    printf("\n x0: ");
    scanf("%f", &x0);
    printf("\n x1: ");
    scanf("%f", &x1);
    printf("\n e: ");
    scanf("%f", &e);
```

1. Ponteiros

```
do{

     xm = (x0 + x1)/2.0;

     fx0 = fun(x0, funcoes[num_func]);
     fx1 = fun(x1, funcoes[num_func]);
     fxm = fun(xm, funcoes[num_func]);
```

1. Ponteiros

```
        if ((fx0 < 0) && (fx1 > 0)){
                        if (fxm > 0){
                                        x1 = xm;
                        }else{
                                        x0 = xm;
                        }
                } else{
                        if (fxm > 0){
                                        x0 = xm;
                        }else{
                                        x1 = xm;
                        }
                }
        }while (fxm != 0 && fabs(x0-x1)>e );

printf("Raiz: %f", xm);

return 0;

}
```

1. Ponteiros

```
float funcao_pol(float x){

    float a3, a2, a1, a0, fx;
    static int set = 0;

    if(x<=0){

          printf("\n Funcao polinomial : \n");
          printf("\n a3: ");
          scanf("%f", &a3);
          printf("\n a2 : ");
          scanf("%f", &a2);
          printf("\n a1: ");
          scanf("%f", &a1);
          printf("\n a0: ");
          scanf("%f", &a0);
          printf("\n");
    }
    fx = ((a3 * (pow(x,3.0))) + (a2 * (pow(x,2.0)))  + (a1 * x) + a0);
    set++;
    return fx;
}
```

1. Ponteiros

```
float funcao_ln (float x){

    float fx;

    fx = x + log(x);

    return fx;

}

float funcao_sen(float x){

    float fx;

    fx = 5-x-5*sin(x);

    return fx;

}
```

1. Ponteiros

```
float fun (float x,   float (*funcao)(float)  ) {

  return funcao(x);

}
```

2. Alocação Dinâmica de Memória

- A alocação dinâmica permite ao programador alocar memória para variáveis enquanto o programa está sendo executado.

- É possível criar um vetor ou matriz cujo tamanho somente será definido em tempo de execução.

- A linguagem C define 4 funções para alocação dinâmica de memória, disponíveis na biblioteca stdlib.h:

  - ✓*malloc*(): aloca memória;
  - ✓*calloc():* aloca memória;
  - ✓*realloc():* realoca memória*; e*
  - ✓*free*(): libera memória alocada.

2. Alocação Dinâmica de Memória

- A função *malloc*() possui o seguinte protótipo:

```
void *malloc (size_t size);
```

- A função *malloc*() lê a quantidade **size** de *bytes* a alocar, reserva a memória correspondente e retorna o endereço do primeiro *byte* alocado.

- size_t é um tipo unsigned int.

- A função devolve um ponteiro do tipo *void*, o que significa que você pode atribui-lo a qualquer tipo de ponteiro.

- Se não houver memória disponível para alocar, a função retorna um ponteiro nulo (NULL).

2. Alocação Dinâmica de Memória

- A função *calloc*() possui o seguinte protótipo:

```
void *calloc (size_t num, size_t size);
```

- A função *calloc*() lê a quantidade **num** de elementos a alocar, cada qual com um tamanho de **size** bytes, reserva (**num*size**) bytes, inicializa o espaço alocado com 0 e retorna o endereço do primeiro *byte* alocado.

- Se não houver memória disponível para alocar, a função retorna um ponteiro nulo (NULL).

2. Alocação Dinâmica de Memória

- A função *realloc*() possui o seguinte protótipo:

```
void *realloc (void *ptr, size_t size);
```

- A função *realloc*() realoca (expande ou contrai) um espaço de memória previamente alocado, apontado por *ptr*. O novo tamanho passa a ser **size** *bytes***.**

- Se não houver memória disponível para realocar, a função retorna um ponteiro nulo (NULL).

2. Alocação Dinâmica de Memória

- A função *free()* possui o seguinte protótipo:

```
void free ( void * ptr );
```

- Desaloca um bloco de memória apontado por *ptr,* previamente alocado por meio das funções *malloc(), calloc() ou realloc().*

2. Alocação Dinâmica de Memória

- Alocação de vetores:

  ✓ Exemplo de alocação para 30 valores do tipo double, utilizando *malloc()*:

```
double *p;

p = (double *) malloc(30 * sizeof(double));
```

  ✓ A operação realizada com o (double *) é chamada de *casting*. Ela garante que o ponteiro retornado pela função malloc() seja um ponteiro para double.

2. Alocação Dinâmica de Memória

- Alocação de vetores:

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

int main(){

   double *p;
   int N, numero, i;

   printf("Qual tamanho do vetor: ");
   scanf("%d", &N);

   p = (double *) malloc(N*sizeof (double));

   if (p == NULL){
        printf("Alocacao falhou. Finalizado.\n");
        exit(1);
   }
```

2. Alocação Dinâmica de Memória

```
    for(i=0; i < N; i++)
    {
        printf("Digite o valor %d do vetor: ", i);
        scanf("%lf", p+i);
        // scanf("%lf", &p[i]);
    }

    for(i=0; i < N; i++)
    {
        printf("%.2lf \n", *(p+i));
        //printf("%.2lf \n", p[i]);
    }

  free(p);


  return 0;
}
```

2. Alocação Dinâmica de Memória

```
 destroi_vetor(p);

  system("PAUSE") ;
  return 0;
}

int *inicia_vetor(int N) {

  int i, *Vetor;

  Vetor = (int *)malloc(N*sizeof(int));

  for(i = 0 ; i<N; i++) Vetor[i] = 0;

  return Vetor;
}

void destroi_vetor(int *p) {
 free(p);
}
```

2. Alocação Dinâmica de Memória

- Alocação de memória com **calloc** e relocação com ***realloc***:

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

int main(){

   double *p;
   int N, M, numero, i;

   printf("Qual tamanho do vetor: ");
   scanf("%d", &N);

   p = (double *) calloc(N, sizeof (double));

   if (p == NULL){
        printf("Alocacao falhou. Finalizado.\n");
        exit(1);
   }
```

2. Alocação Dinâmica de Memória

```
for(i=0; i < N; i++){
    printf("%.2lf \n", *(p+i));
} // calloc preenche o espaço alocado com 0's.

for(i=0; i < N; i++){
    printf("Digite o valor %d do vetor: ", i);
    scanf("%lf", p+i);
}

printf("Qual o novo tamanho do vetor: ");
scanf("%d", &M);

p = (double *) realloc(p, M*sizeof (double));

if (p == NULL){
     printf("Realocacao falhou. Finalizado.\n");
     exit(1);
}
```

2. Alocação Dinâmica de Memória

```
    for(i=N; i < M; i++)
    {
        printf("Digite o valor %d do vetor: ", i);
        scanf("%lf", p+i);
    }

    for(i=0; i < M; i++)
    {
        printf("%.2lf \n", *(p+i));
    }

    free(p);


    return 0;
}
```

2. Alocação Dinâmica de Memória

- O uso repetido de **malloc(), calloc()** ou **realloc()** e **free()** pode causar dois problemas:
  - *Memory leak*
  - Fragmentação da memória

2. Alocação Dinâmica de Memória

- *Memory leaks*:

✓ Um programa compilado em linguagem C cria e usa quatro regiões, logicamente distintas na memória, que possuem funções específicas:

Memória	Uso
Código do Programa	Instruções propriamente ditas e os dados só de leitura (por exemplo, constantes do programa).
Dados	Variáveis globais e estáticas *(static).*
Pilha 	Contém o endereço de retorno das chamadas de função, os argumentos para funções e variáveis locais.
 *Heap*	Região de memória livre destinada à alocação dinâmica.

2. Alocação Dinâmica de Memória

- *Memory leaks*:

  ✓ Se você alocar regiões de memória com malloc(), mas depois do uso não liberar estas regiões com o free(), temos caracterizado o *memory leak*.

Memória	Uso
Código do Programa	Instruções propriamente ditas e os dados só de leitura (por exemplo, constantes do programa).
Dados	Variáveis globais e estáticas *(static).*
Pilha 	Contém o endereço de retorno das chamadas de função, os argumentos para funções e variáveis locais.
 *Heap*	Região de memória livre destinada à alocação dinâmica.

2. Alocação Dinâmica de Memória

- *Memory leaks:* Exemplo 1.

```
int funcao(char *data) {

    int *ptr = NULL;
    int N = strlen(data), i;

    ptr = (int *)malloc(N*sizeof(int));

    if (N < 10)
            return -1;
    else
            for(i = 0; i< N; i++)  ptr[i] = i;

    free(ptr);

    return 0;
}
```

2. Alocação Dinâmica de Memória

- *Memory leaks:* Exemplo 2.

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

int main(int argc, char *argv[])
{
    char *ptr1, *ptr2;

     ptr1 = (char *)malloc(10*sizeof(char));
     ptr1 = "Mateus";
     ptr2 = (char *)malloc(10*sizeof(char));
     ptr2 = "Mendelson";
     ptr1 = ptr2;

     free(ptr1);
     free(ptr2);
     return 0;
}
```

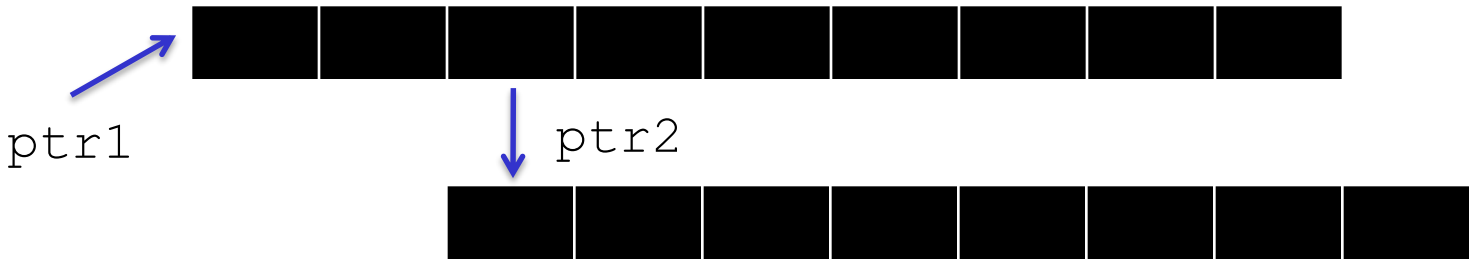
2. Alocação Dinâmica de Memória

- *Memory leaks:* Exemplo 3.

```
char *func ( )
{
            return malloc(20);
}

void callingFunc ( )
{
            func ( );
                        // Problema aqui
                        // O endereço de retorno
                        // não é armazenado.
}
```

2. Alocação Dinâmica de Memória

- *Memory leaks:* Exemplo 4.



- Problema:

```
free(ptr1);
```

- Correto:

```
free(ptr1->ptr2);
free(ptr1);
```

2. Alocação Dinâmica de Memória

- Fragmentação da memória:

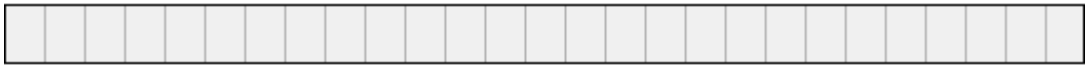
  - *Heaps* acabam sendo compostas por **regiões de memória usadas** intercaladas com **regiões não usadas**, ou seja, a memória torna-se fragmentada.

  - Encontrar um espaço de memória livre do tamanho de que se necessita pode se tornar com o tempo um problema difícil.

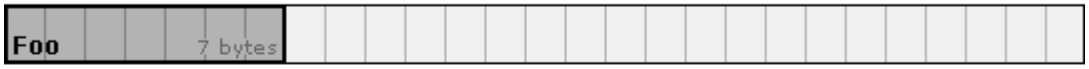
2. Alocação Dinâmica de Memória

- Problema com *Heaps*:

Heap está inicialmente vazia.



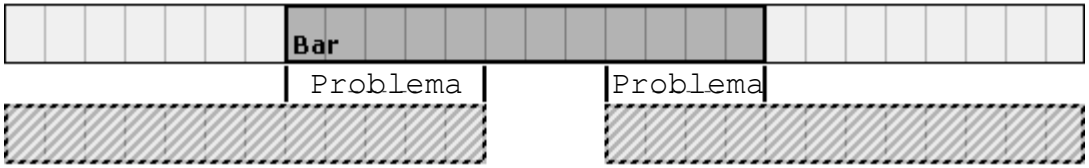
Alocamos 7 bytes para foo.



Alocamos 12 bytes para bar.

Desalocamos foo.

Alocar novos 12 bytes agora fica complicado.



2. Alocação Dinâmica de Memória

- Alocação de matrizes:

  - A alocação dinâmica de matrizes é realizada por meio das funções de manipulação de memória já apresentadas.

  - Pode ser feitas de duas maneiras:

    1. Utilizando um único ponteiro e "entendendo" os valores lidos como sendo elementos de uma matriz.

    2. Utilizando ponteiro para ponteiro.

2. Alocação Dinâmica de Memória

- Alocação de matrizes (utilizando um único ponteiro):

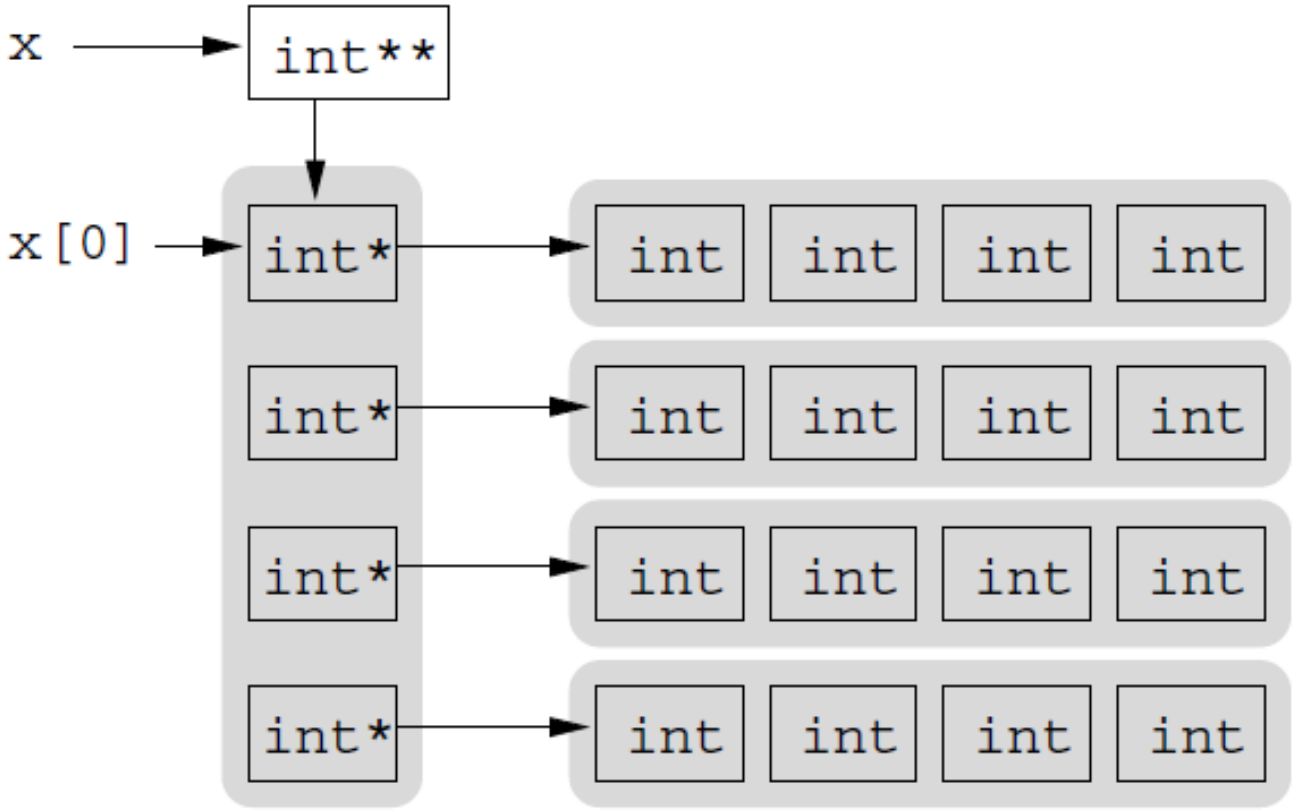
```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

int main (int argc, char *argv[])
{

  int i,j, *mat;
  int Nlin, Ncol;

  printf("Digite o número de linhas da matriz:");
  scanf("%d", &Nlin);
  printf("Digite o número de colunas da matriz:");
  scanf("%d", &Ncol);

  mat = (int*) malloc(Nlin*Ncol*sizeof(int));
```

2. Alocação Dinâmica de Memória

```
   for (i=0;i<Nlin;i++){
     for(j=0;j<Ncol;j++)
     {
        printf("Digite o valor [%d][%d] da matriz:",i,j);
        scanf("%d", mat+(i*Ncol)+j);
     }
   }

   for (i=0;i<Nlin;i++){
     for (j=0;j<Ncol;j++)
     {
        printf("MAT[%d][%d]: %d \n",i,j, *(mat+(i*Ncol)+j));
     }
   }

    free(mat);

    return 0;
}
```

2. Alocação Dinâmica de Memória

- Alocação de matrizes (utilizando ponteiro para ponteiro):



2. Alocação Dinâmica de Memória

- Alocação de matrizes (utilizando ponteiro para ponteiro):

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

int main (int argc, char *argv[])
{
  int i,j, **mat;
  int Nlin, Ncol;

  printf("Digite o número de linhas da matriz:");
  scanf("%d", &Nlin);
  printf("Digite o número de colunas da matriz:");
  scanf("%d", &Ncol);

  mat = (int**)malloc(Nlin*sizeof(int *));

  for(i = 0; i<Nlin; i++)
    *(mat+i) = (int*)malloc(Ncol*sizeof(int));
   // mat[i] = (int*)malloc(Ncol*sizeof(int));
```

2. Alocação Dinâmica de Memória

```
for (i=0;i<Nlin;i++){
  for (j=0;j<Ncol;j++){
     printf("Digite o valor [%d][%d] da matriz:",i,j);
     scanf("%d", *(mat+i)+j);
     //scanf("%d",&mat[i][j]);
  }
}

for (i=0;i<Nlin;i++){
  for (j=0;j<Ncol;j++){
    printf("MAT[%d][%d]: %d \n",i,j, *(*(mat+i)+j));
   //printf("MAT[%d][%d]: %d \n",i,j, mat[i][j]);
  }
}
```

2. Alocação Dinâmica de Memória

```
   for (i=0;i<Nlin;i++)
      free(*(mat+i));

   //for (i=0;i<Nlin;i++)
   //   free(mat[i]);

   free(mat);


    return 0;
}
```

1. Ponteiros

- Passando *matrizes* como parâmetro de funções, utilizando ponteiro para ponteiro.

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

void imprimematriz(int **, int, int);

int main(int argc, char *argv[])
{

   int L = 4, C = 3, **M;
   int i, j;

   M = (int **)malloc(L*sizeof(int *));

   for(i = 0; i< L; i++)
        *(M+i) = (int *)malloc(C*sizeof(int));
```

1. Ponteiros

```
 for(i = 0; i<L; i++)
   for(j = 0; j<C; j++)
         M[i][j] = i*j;

  imprimematriz(M, L, C);


  return 0;
}

void imprimematriz(int **M, int L, int C){

  int i, j;

  for(i = 0; i<L; i++){
   for(j = 0; j<C; j++) printf("%d ", *(*(M+i)+j));
   printf("\n");
   }
}
```