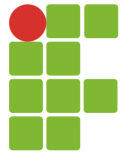
Ponteiros

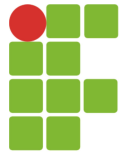
Programação de Computadores 1

Prof. Daniel Saad Nogueira Nunes

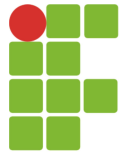
IFB – Instituto Federal de Brasília,
Campus Taguatinga



Sumário

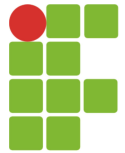


Sumário



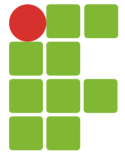
Introdução

- Em C, ponteiros são tipos de variáveis que armazenam como valor um endereço de memória.
- Eles são essenciais em algumas linguagens de programação (C) e em outras eles são restritos de alguma forma.



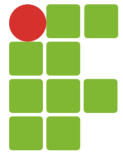
Sintaxe

- Em C, a declaração de um ponteiro para uma região de memória é dada por: `<tipo*> nome_do_ponteiro;`



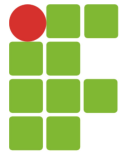
Sintaxe

```
1  /* Variável do tipo ponteiro para inteiro.
2  Tem como valor um endereço ocupado por um inteiro*/
3  int* ptr;
4  /* Variável do tipo ponteiro para double.
5  Tem como valor um endereço ocupado por um double*/
6  double* ptr;
7  /* Variável do tipo ponteiro para ponteiro para inteiro.
8  Tem como valor um endereço ocupado por um ponteiro
9  para inteiro.*/
10 int** ptr;
11 /* O que é isso? */
12 void* ptr;
```



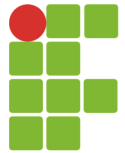
Sintaxe

- C é uma linguagem em que `void` quer dizer uma coisa e `void*` quer dizer praticamente o oposto.
- `void*`: tipo para um ponteiro que armazena um endereço qualquer.



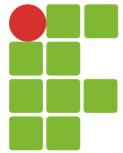
Sintaxe

```
1  /* Variável do tipo ponteiro para inteiro.
2  Tem como valor um endereço ocupado por um inteiro*/
3  int* ptr;
4  /* Variável do tipo ponteiro para double.
5  Tem como valor um endereço ocupado por um double*/
6  double* ptr;
7  /* Variável do tipo ponteiro para ponteiro para inteiro.
8  Tem como valor um endereço ocupado por um ponteiro
9  para inteiro.*/
10 int** ptr;
11 /* Variável do tipo ponteiro para ponteiro para inteiro.
12 Tem como valor um endereço ocupado por alguma
13 variável qualquer */
```



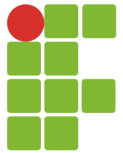
Sintaxe

- Existem dois operadores relacionados aos ponteiros: `&` e `*`.
- O operador `&`, ao ser aplicado em uma variável, obtém o endereço daquela variável.
- Já o operador `*` acessa o conteúdo do endereço armazenado pelo ponteiro.



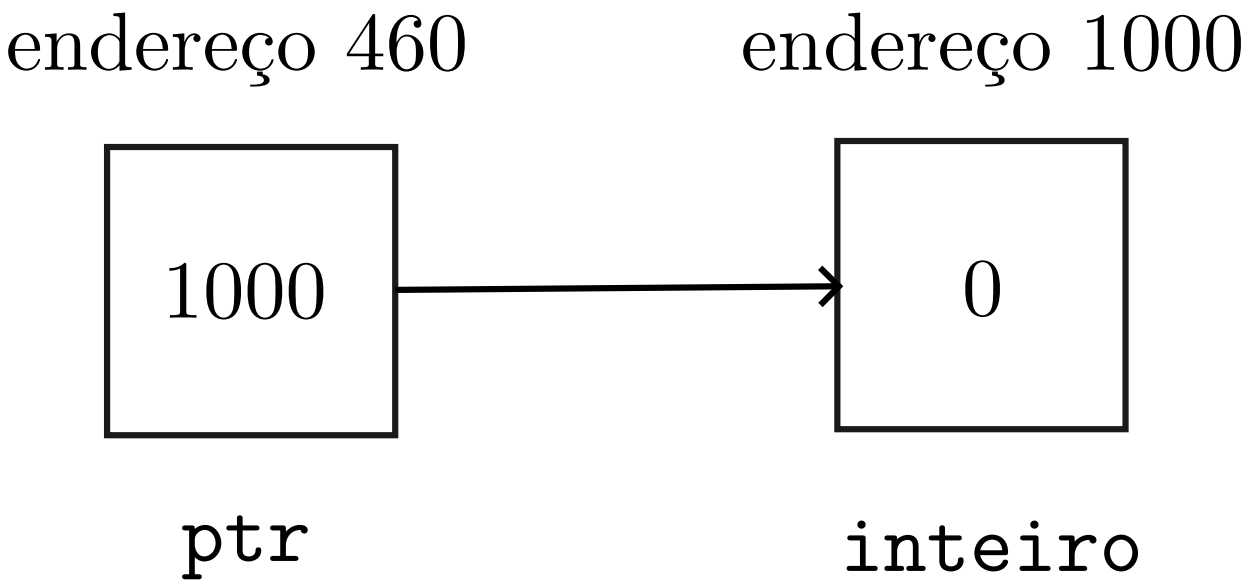
Exemplo

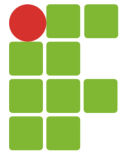
```c
#include <stdio.h>

int main(void) {

    /* Ponteiro para inteiro, contém o valor de
     * uma posição de memória que é ocupada por um inteiro*/
    int *ptr;
    int inteiro = 0;

    /* ptr aponta para o endereço especial NULL**/
    ptr = NULL;

    /* Atribuímos a ptr, o endereco da variável inteiro */
    ptr = &inteiro;
    printf("O valor do ponteiro ptr = %p.\n", ptr);
    return 0;
}
```



Exemplo

- No exemplo anterior a variável `ptr` armazenará o endereço da variável `inteiro`.
- O endereço armazenado por `ptr` pode ser impresso na tela com o comando `printf` sob o formato `p`.

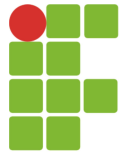




Exemplo

NULL

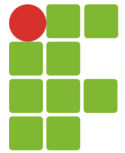
É uma boa prática de programação inicializar os ponteiros com **NULL**. Ajuda a detectar possíveis erros na manipulação de ponteiros, visto que, acessar o conteúdo de um ponteiro que aponta para **NULL** é um erro de lógica.



Ponteiros

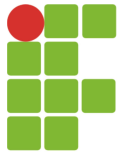
Desreferência

- Ponteiros são mecanismos de manipulação indireta de dados.
- Através de um ponteiro, é possível modificar um valor da variável apontada por ele.
- Utilizamos o operador `*` de desreferência.
- Sintaxe: `*nome_do_ponteiro`.

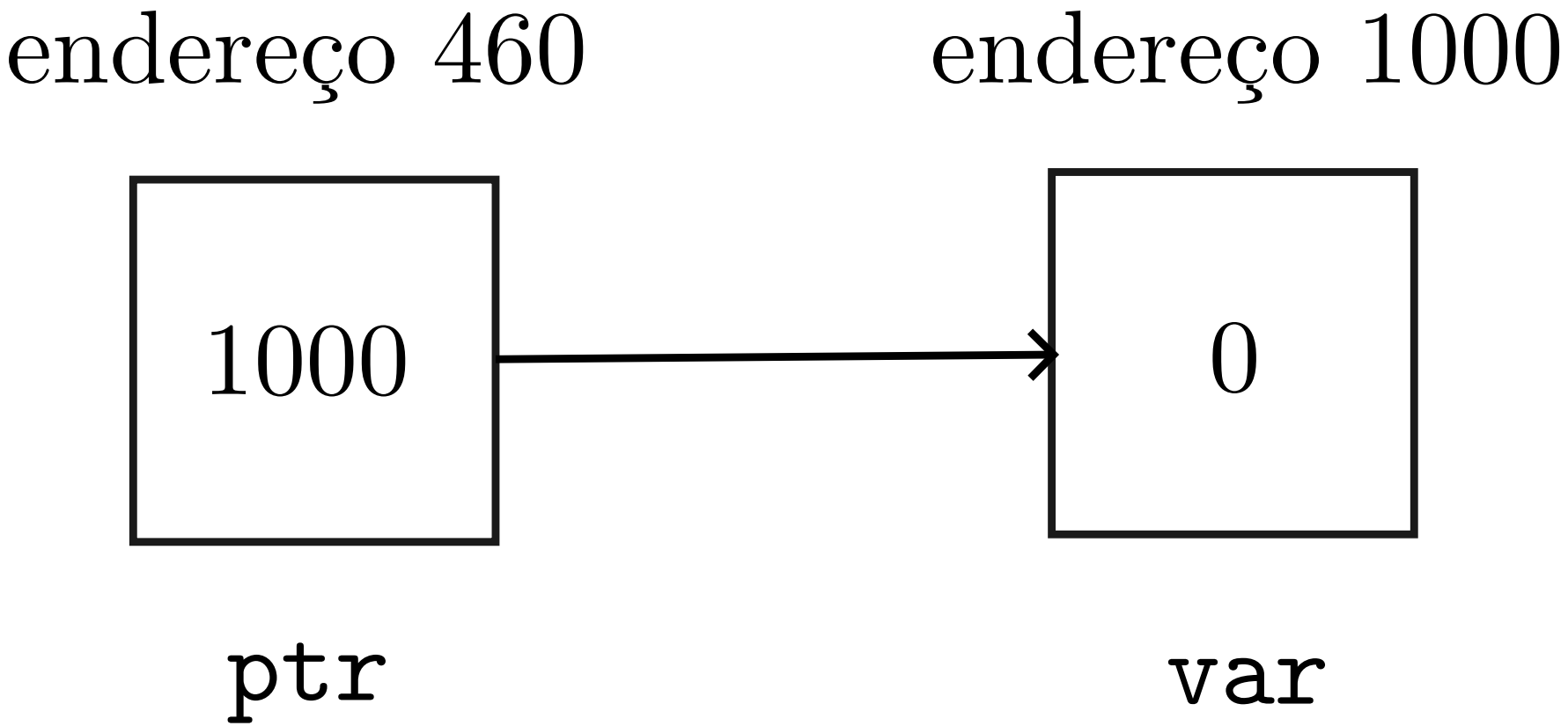


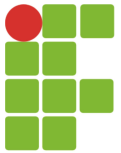
Exemplo

```c
#include <stdio.h>

int main() {
    /* Ponteiro para inteiro, contém o valor de uma posição
    de memória que é ocupada por um inteiro */
    int *ptr;
    /*um inteiro*/
    int var = 0;
    printf("Var = %d\n", var);
    /*O valor de ptr aponta agora para o endereço de
     memória que corresponde à variável var. */
    ptr = &var;
    /*Modificamos o *conteúdo* da regiao
    de memoria apontada por ptr*/
    (*ptr) = 1; // Equivale a fazer var=1
    /*Note que agora o novo valor de var é 1*/
    printf("Var = %d\n", var);
    printf("Var = %d\n", *ptr);
    return 0;
}
```

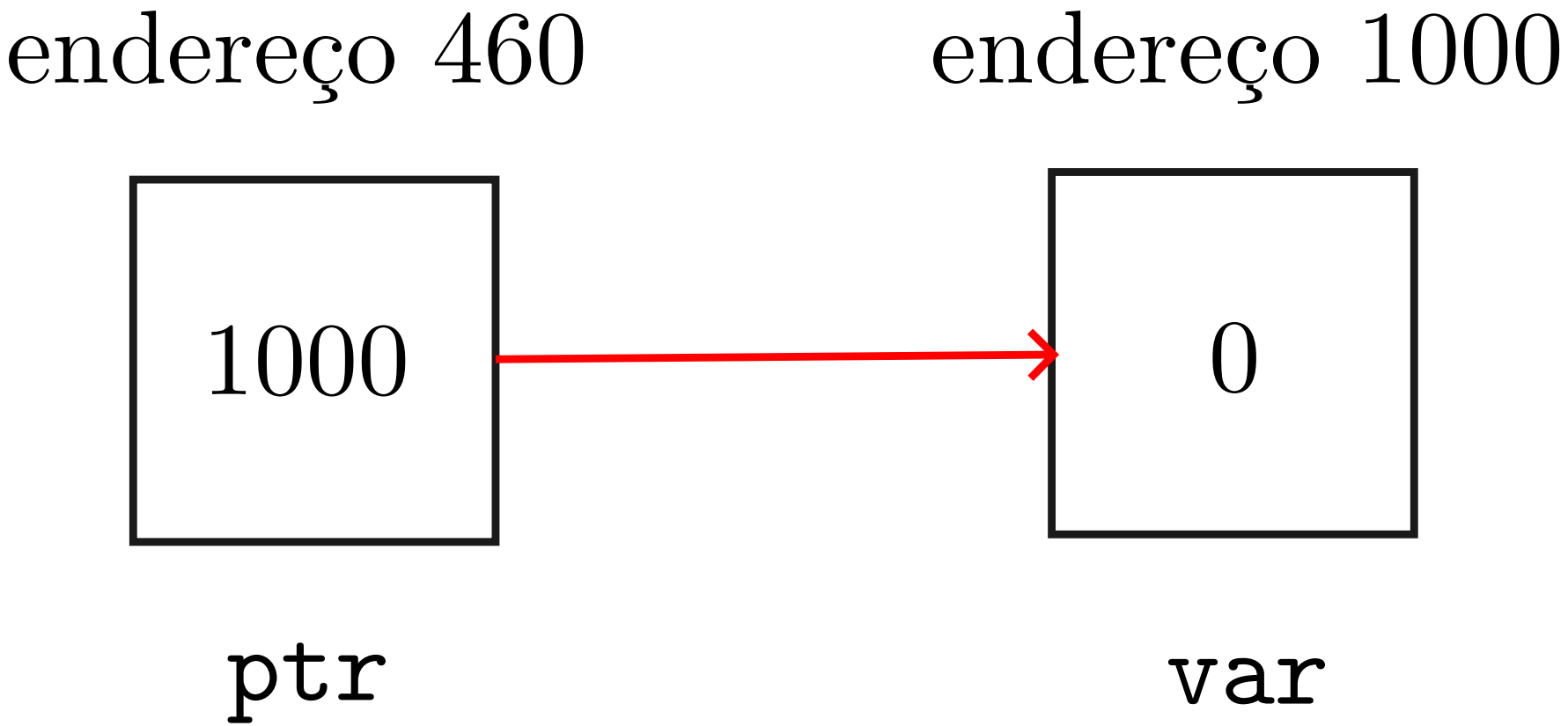


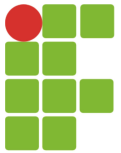
Desreferência





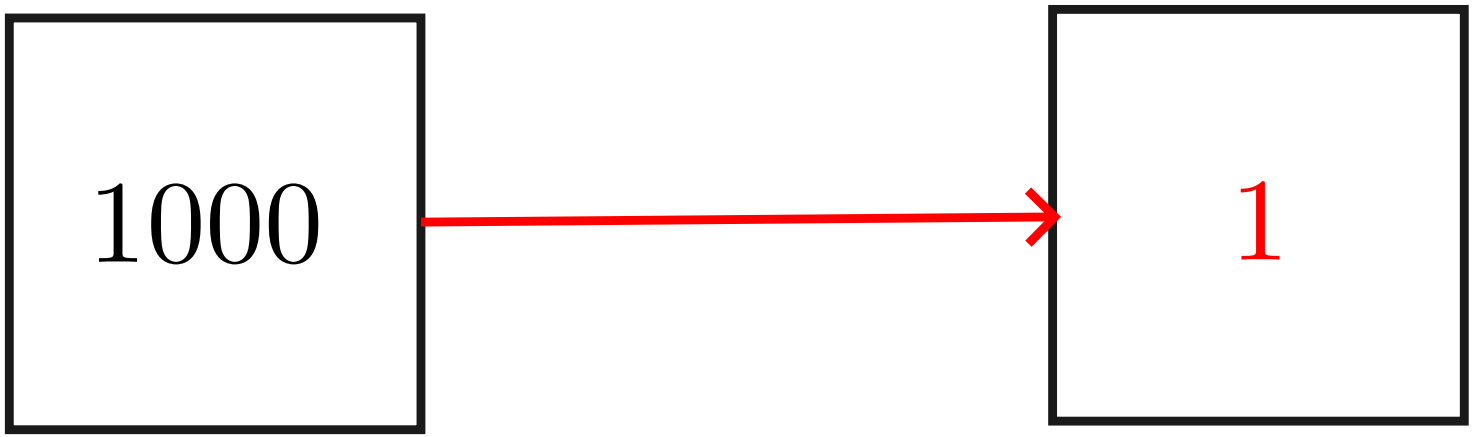
Desreferência

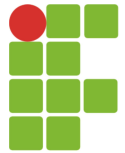




Desreferência

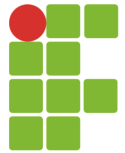
endereço 460 endereço 1000



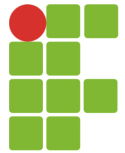


Ponteiros

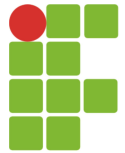
- Vamos nos aprofundar agora sobre o que ponteiros podem fazer por nós.



Sumário

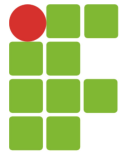


Sumário



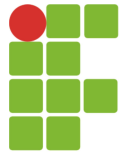
Passagem por referência

- A linguagem C possui dois tipos de passagem de parâmetros para função. Por valor e por referência.
- A afirmação acima está Certa ou Errada?



Passagem por referência

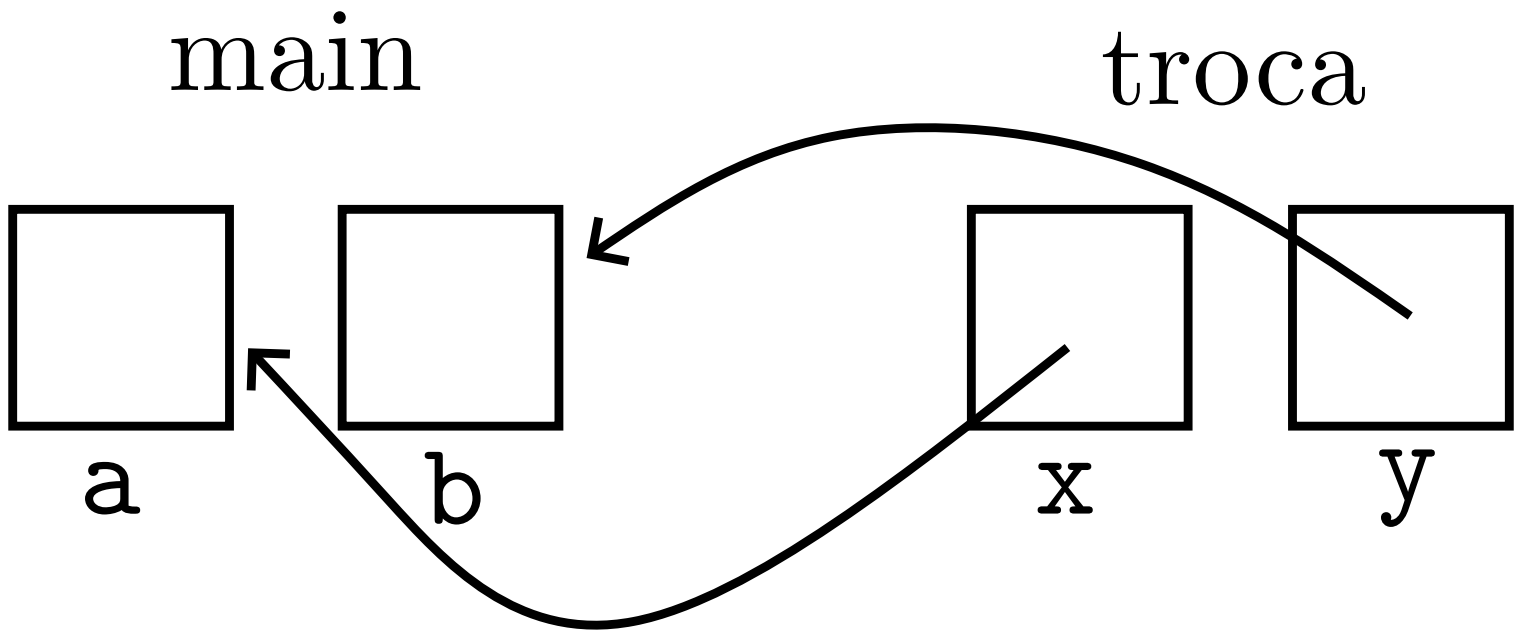
- A linguagem `C` possui dois tipos de passagem de parâmetros para função. Por valor e por referência.
- A afirmação acima está Certa ou Errada?
- **Errada**. `C` só possui passagem por valor. A passagem por referência é apenas emulada através de ponteiros.
- A passagem por valor cria uma variável e **copia** o valor da variável passada por parâmetro.
- A emulação de passagem por referência é obtida ao passarmos o **endereço** da variável que queremos modificar. Assim cria-se um novo ponteiro com valor igual a esse endereço. Desta forma, conseguimos manipular a variável com a cópia deste endereço.

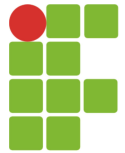


Passagem por referência

```c
#include <stdio.h>

void troca(int *x, int *y) {
    int aux = *x;
    *x = *y;
    *y = aux;
}

int main(void) {
    int a, b;
    a = 2;
    b = 3;
    troca(&a, &b);
    printf("a = %d b = %d\n", a, b);
    return 0;
}
```

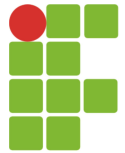
Passagem por referência





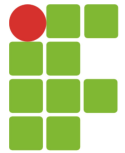
Passagem por referência

- O uso de ponteiros é extremamente recomendável caso desejemos alterar variáveis na função.
- Exemplo: se quisermos criar uma função que retorna o menor e o maior valor de um inteiro, podemos passar duas variáveis através de ponteiros que modificarão as variáveis originais.
- Contorna a limitação das funções em `C`, que só retornam um único valor.

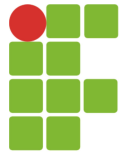


Passagem por referência

```c
#include <stdio.h>

void min_max(int v[], int n, int *min, int *max) {
    *min = v[0];
    *max = v[0];
    for (int i = 1; i < n; i++) {
        if (v[i] < *min)
            *min = v[i];
        if (v[i] > *max)
            *max = v[i];
    }
}
int main(void) {
    int v[] = {10, 80, 5, -10, 45, -20, 100, 200, 10};
    int min, max;
    min_max(v, 9, &min, &max);
    printf("%d %d\n", min, max);
    return 0;
}
```



Sumário

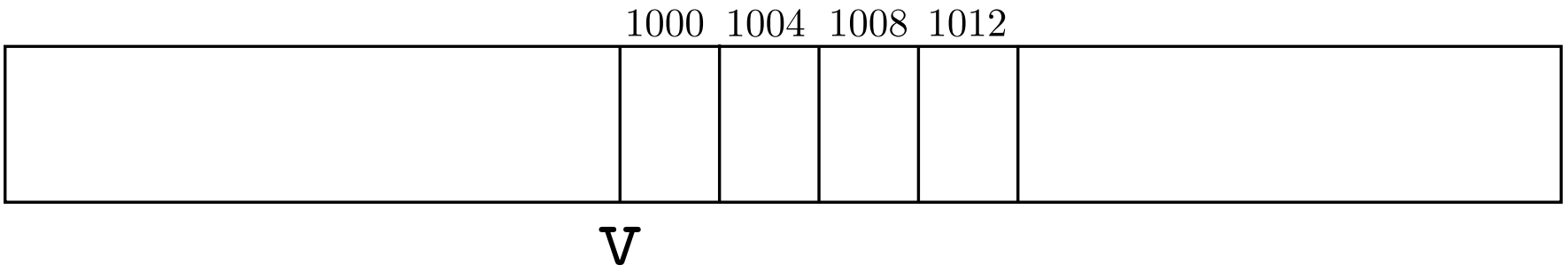


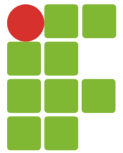
Ponteiros e vetores

- Quando declaramos um vetor v de tamanho n, são alocadas , em uma região da memória, n posições consecutivas.
- O nome v corresponde ao endereço base daquela região, isto é, o endereço de início do vetor.

Ponteiros e vetores

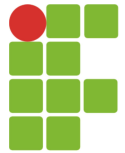
```
int v[4];
```





Ponteiros e vetores

- Quando passamos o vetor v para uma função, não estamos realizando uma cópia do mesmo, mas sim passando apenas o seu endereço base.
- Por isso, seu conteúdo pode ser alterado em uma função. Trata-se do mesmo objeto!
- Note que podemos alterar o endereço de um ponteiro, mas nunca de um vetor.

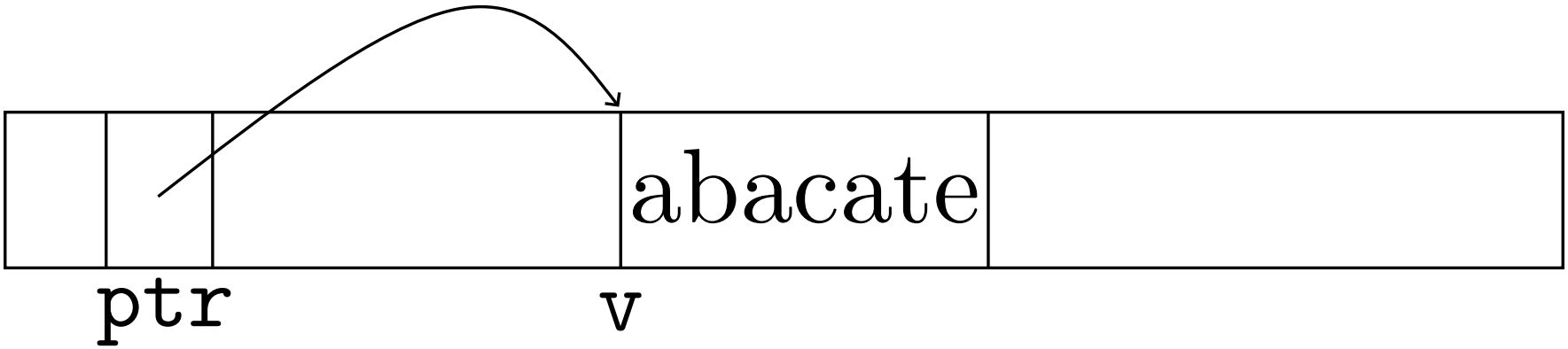


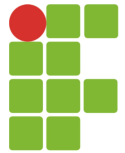
Ponteiros e vetores

Se um ponteiro aponta para o endereço base do vetor, podemos manipular esse vetor inteiramente,

```
1  #include <stdio.h>
2
3  int main(void) {
4      char *ptr;
5      char v[] = {'a', 'b', 'a', 'c', 'a', 't', 'e', '\0'};
6      ptr = v;
7      printf("String original: %s\n", v);
8      ptr[2] = 'd';
9      printf("String modificada: %s\n", v);
10     return 0;
11 }
```

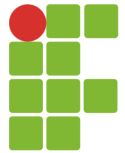
Ponteiros e vetores





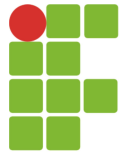
Ponteiros e vetores

- Já que podemos manipular um vetor através de um ponteiro que aponta para o endereço base desse vetor, todas as funções do tipo `f(int v[],int n);` podem ser substituídas pela seguinte sintaxe: `f(int* v, int n)`;



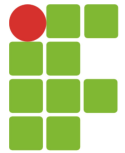
Ponteiros e vetores

```c
#include <stdio.h>

int soma(int x[], int n) {
    int acc = 0;
    for (int i = 0; i < n; i++)
        acc += x[i];
    return acc;
}

int main(void) {
    int x[] = {1, 2, 3, 4, 5, 6};
    int res = soma(x, 6);
    printf("Resultado: %d\n", res);
    return 0;
}
```

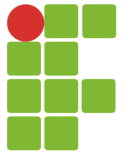


Ponteiros e vetores

```c
#include <stdio.h>

int soma(int* x, int n) {
    int acc = 0;
    for (int i = 0; i < n; i++)
        acc += x[i];
    return acc;
}

int main(void) {
    int x[] = {1, 2, 3, 4, 5, 6};
    int res = soma(x, 6);
    printf("Resultado: %d\n", res);
    return 0;
}
```

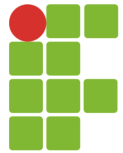


Sumário



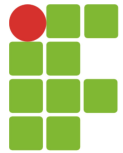
Aritmética de ponteiros

- Em C é possível realizar aritméticas com endereços.
- Somar um valor i a um endereço a equivale a ir para i endereços à direita de a.
- Subtrair um valor i a um endereço a equivale a ir para i endereços à direita de a.
- O exemplo a seguir implementa uma versão da função `strcat`, que, dadas duas strings, concatena a segunda ao final da primeira.



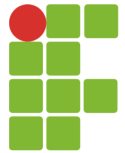
Aritmética de ponteiros

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

void my_strcat(char *str1, const char *str2) {
    char *ptr = str1 + strlen(str1);
    while (*str2 != '\0') {
        *(ptr++) = *(str2++);
    }
    *ptr = '\0';
}

int main(void) {
    char str1[200] = "abra";
    char str2[200] = "cadabra";
    my_strcat(str1, str2);
    printf("%s\n", str1);
    return 0;
}
```

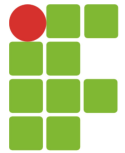


Aritmética de ponteiros

- O operador `[]`, utilizado para acessar vetores, basicamente consiste em uma aritmética de ponteiro seguido de uma desreferência.
- `ptr[2] == *(ptr+2);`
- O deslocamento é calculado de acordo com o tipo de ponteiro. Se `ptr` é um ponteiro para `char`, então `ptr+2` equivale a somar 2 ao endereço apontado por `ptr`.
- Se `ptr` é um ponteiro para `int`, então `ptr+2` equivale a somar 8 ao endereço apontado por `ptr`, considerando que um inteiro ocupa 4 bytes.

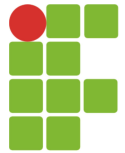


Sumário

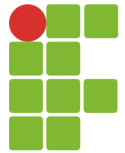


Alocação dinâmica

- Um recurso extremamente poderoso da linguagem `C` é a alocação dinâmica de memória.
- Permite requisitar memória em **tempo de execução**.
- Antes de comentar os mecanismos de alocação dinâmica, vamos entender como a memória está organizada.



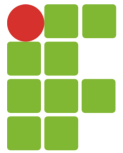
Sumário



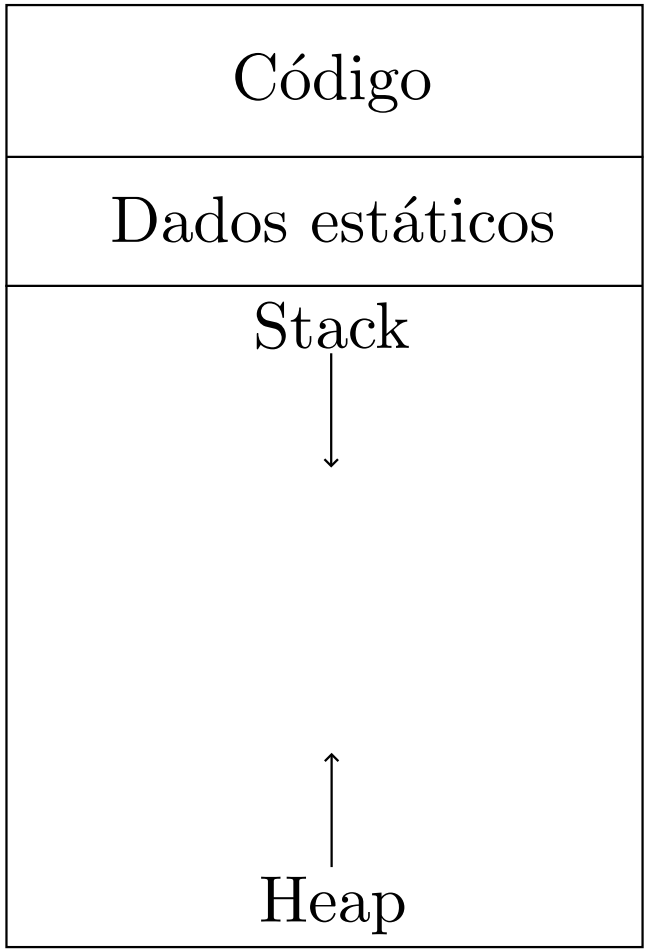
Organização da memória

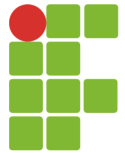
A memória de um programa é dividida em quatro segmentos:

- Código: contém o binário do programa.
- Dados estáticos: contém variáveis globais e estáticas que existem durante toda a execução do programa.
- Pilha (stack): contém as variáveis **locais** que são criadas na execução de uma função e depois são removidas da pilha ao término da função.
- Heap: contém as variáveis criadas por alocação dinâmica.



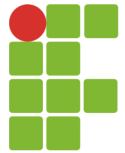
Organização da memória





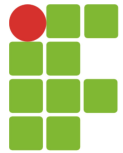
Organização da memória

- O segmento de Pilha não é muito grande. É comum que tenha alguns megabytes. Por exemplo, seu valor padrão em sistemas GNU/Linux é de apenas 8MB.
- Isso significa que se você tentar alocar uma quantidade maior do que essa, obterá um estouro da pilha (**stack overflow**), fazendo com que o sistema operacional mate o programa.



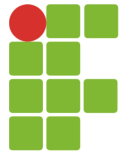
Organização da memória

- O programa a seguir lê um inteiro n de um usuário e cria um vetor estático com base no n lido, o que é possível a partir do $C99$ (`int v[n];`).
- Contudo, mesmo essa forma de declaração, está restrito ao tamanho máximo da pilha.
- Se $n > 2 \cdot 10^6$ existe grande chance do programa quebrar por conta de um estouro de pilha, visto que 2 milhões de inteiros, tipicamente, equivalem a 8MB.



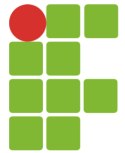
Organização da memória

```
1  #include <stdio.h>
2
3  int main(void) {
4      int n;
5      printf("Digite o valor de n: ");
6      scanf("%d", &n);
7      int v[n];
8      for (int i = 0; i < n; i++)
9          v[i] = i;
10     for (int i = 0; i < n; i++)
11         printf("%d\n", v[i]);
12     return 0;
13 }
```

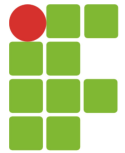


Organização da memória

- Para contornar essa limitação, recorremos à **alocação dinâmica de memória**.

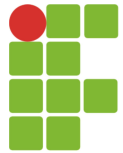


Sumário



Alocação dinâmica de memória

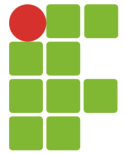
- É possível requisitar alocação de memória ao S.O em tempo de execução.
- Os dados são colocados no segmento de Heap.
- Geralmente através das chamadas `realloc`, `malloc` e `calloc`, presentes sob o cabeçalho `stdlib.h`.
- Estas chamadas retornam ponteiros para as regiões alocadas em caso de sucesso.
- Em caso de falha, **NULL** é retornado.
- Verifiquemos as assinaturas destas funções.



Alocação dinâmica de memória

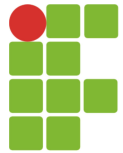
```
void* malloc(size_t size);
```

- `size`: tamanho em bytes da região a ser alocada.
- Retorna um ponteiro para a região de memória alocada em caso de sucesso.
- Retorna `NULL` em caso de falha.



Exemplo

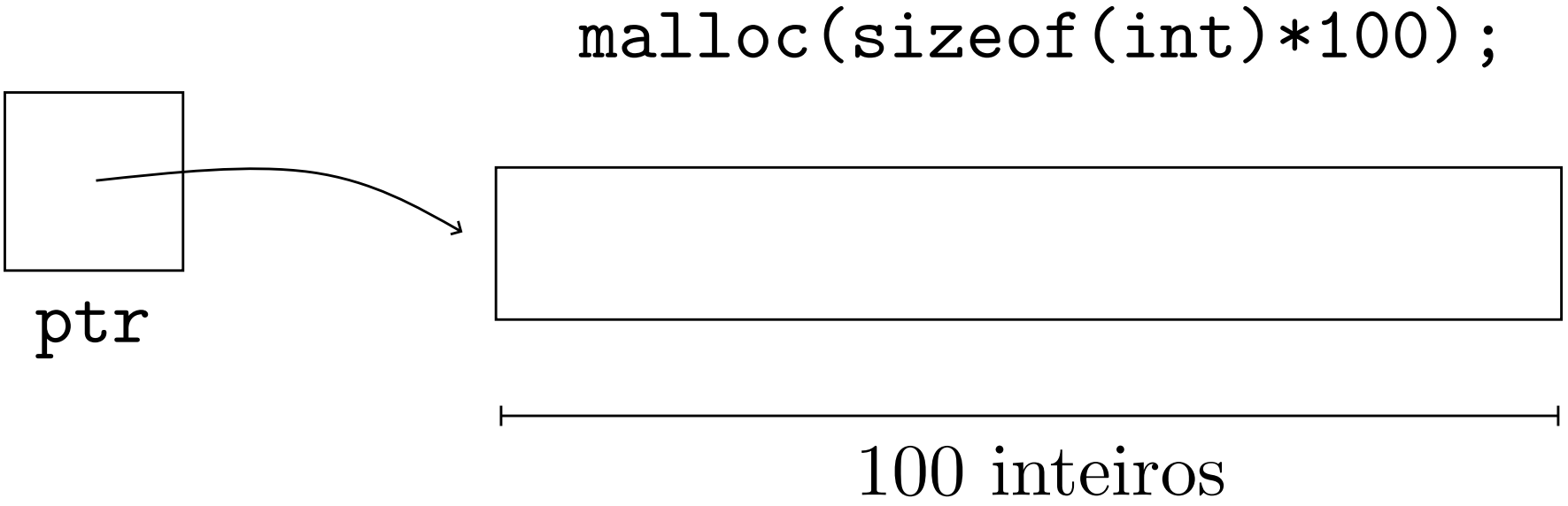
- O exemplo a seguir aloca uma região com n inteiros, em que n é lido do teclado, e aloca um vetor de n elementos.
- Se houver falha na alocação, o programa é encerrado através do comando `exit(EXIT_FAILURE);`.
- Em seguida, o vetor é preenchido com os valores de 0 a $n - 1$.
- Para solicitar a quantidade correta de bytes, multiplicamos n pelo tamanho de um inteiro, o qual pode ser obtido através do operador `sizeof(int);`.
- Ao final, a memória é desalocada com o `free`.

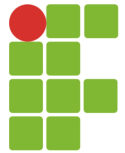


Exemplo

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

int main(void) {
    int n;
    scanf("%d", &n);
    int *ptr = malloc(sizeof(int) * n);
    if (ptr == NULL) {
        printf("Erro de alocação.\n");
        exit(EXIT_FAILURE);
    }
    for (int i = 0; i < n; i++)
        ptr[i] = i;
    for (int i = 0; i < n; i++)
        printf("%d\n", ptr[i]);
    free(ptr);
    return 0;
}
```

Exemplo

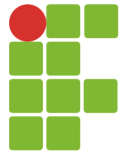




Alocação dinâmica de memória

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

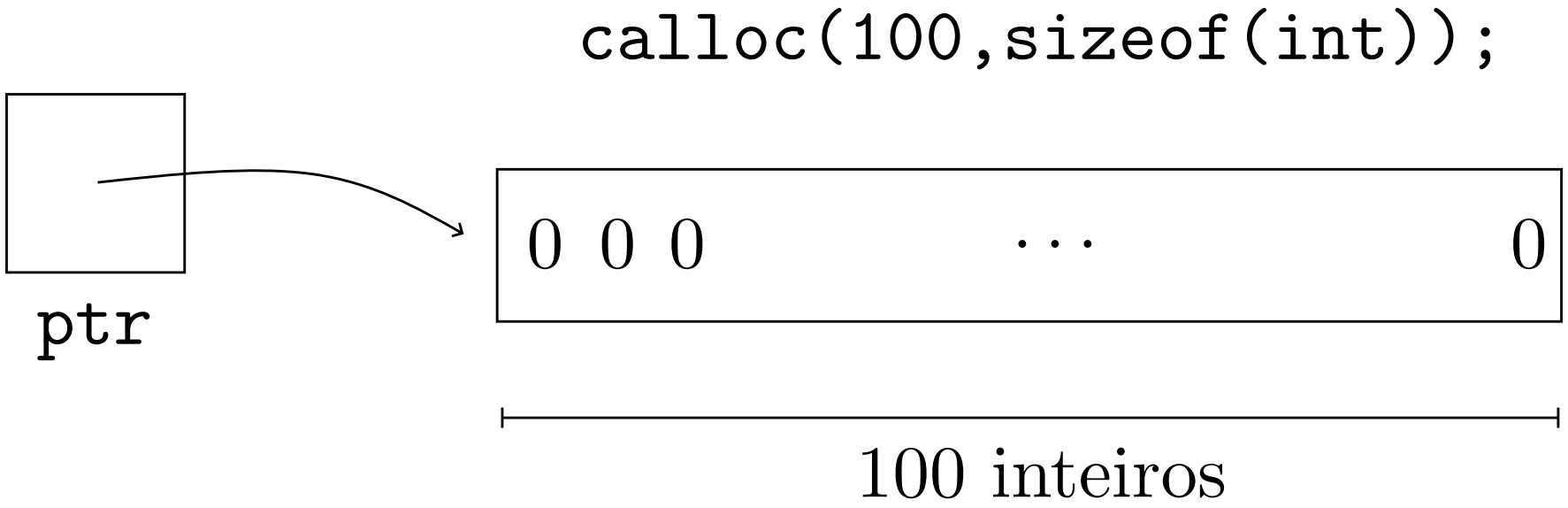
- Parecida com `malloc`, mas inicializa a área alocada com zeros.
- Recebe dois parâmetros, em vez de um só.
- `num`: número de elementos.
- `size`: tamanho em bytes de cada elemento.
- Retorna um ponteiro para a região de memória alocada em caso de sucesso.
- Retorna `NULL` em caso de falha.

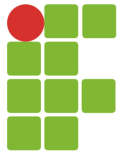


Exemplo

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

int main(void) {
    int n;
    scanf("%d", &n);
    int *ptr = calloc(n, sizeof(int));
    if (ptr == NULL) {
        printf("Erro de alocação.\n");
        exit(EXIT_FAILURE);
    }
    for (int i = 0; i < n; i++)
        ptr[i] = i;
    for (int i = 0; i < n; i++)
        printf("%d\n", ptr[i]);
    free(ptr);
    return 0;
}
```

Exemplo

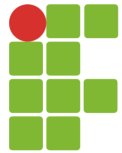




Alocação inâmica de memória

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

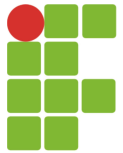
- Redimensiona a área alocada.
- `ptr`: ponteiro para região antiga.
- `size`: quantidade em bytes da região a ser realocada.
- Retorna um ponteiro para a região de memória alocada em caso de sucesso.
- Retorna `NULL` em caso de falha.



Alocação dinâmica de memória

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

- Se `size` for menor que a área antiga, a área é encolhida e o espaço excedente é liberado.
- Se `size` for maior que a área antiga a área é aumentada no número de bytes necessários.
- Se `ptr==NULL`, equivale a uma chamada `malloc`.
- Dependendo, se a área antiga não puder ser expandida devido à falta de espaço contíguo, é alocada uma nova área e o conteúdo antigo é copiado para essa nova área.
- Se `size==0` equivale à liberar a área alocada.

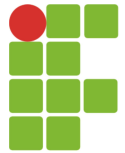


Alocação dinâmica de memória

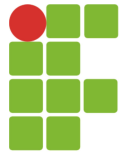
- Toda área alocada deve ser desalocada após o seu uso.
- Boa prática de programação!
- Utiliza-se a chamada `free`.

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

- `ptr` corresponde à uma região de memória alocada dinâmicamente.

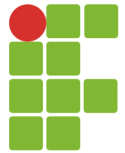


Sumário



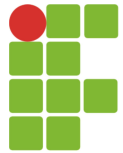
Matrizes dinâmicas

- Para criar uma matriz alocada dinamicamente a estratégia é um pouco diferente.
- Primeiro criamos um vetor de ponteiros.
- Cada ponteiro desse vetor, irá apontar para uma linha da matriz alocada.
- É necessário atribuir a cada ponteiro, o endereço do início de cada linha.
- Como trata-se de um vetor de ponteiros, precisamos declarar um **ponteiro para ponteiro**.



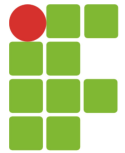
Exemplo

```
1  /**
2   * Autor: Daniel Saad Nogueira Nunes
3   * Comentários: Neste programa realiza-se a
4      alocação dinâmica de memória de uma matriz.
5      Nele são lidas os número de linhas e colunas
6      e a matriz é preenchia aleatóriamente através
7      da função rand();
8  **/
9
10
11 #include <stdio.h>
12 #include <time.h>
13 #include <stdlib.h>
14
```



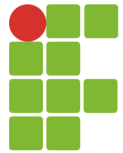
Exemplo

```
15  int main(void){
16      int l,c;
17      int i,j;
18      srand(time(NULL));
19      printf("Digite o número de linhas da matriz: ");
20      scanf("%d",&l);
21      printf("Digite o número de colunas da matriz: ");
22      scanf("%d",&c);
23      /* Alocamos um vetor de ponteiros */
24      int** m = calloc(l,sizeof(int*));
25      if(m==NULL){
26          printf("Erro na alocação.\n");
27          exit(EXIT_FAILURE);
28      }
```



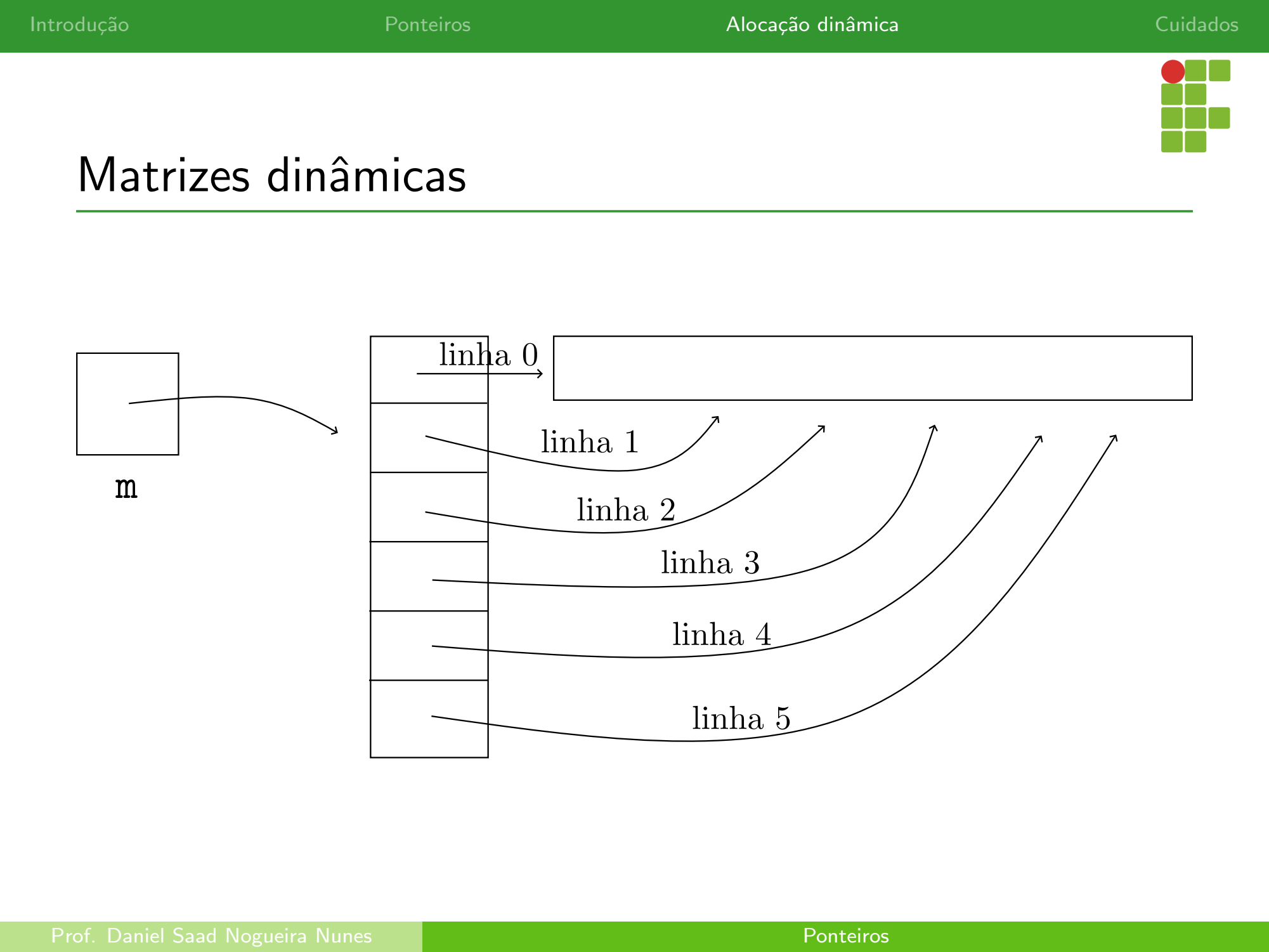
Exemplo

```
29      /* O ponteiro zero recebe o espaço da matriz
30       * isto é, l*c */
31      m[0] = calloc(l*c,sizeof(int));
32      if(m[0]==NULL){
33          printf("Erro na alocação.\n");
34          exit(EXIT_FAILURE);
35      }
36      /* Cada um dos ponteiros recebe o início de uma região
37       * de memória apontada por m[0] */
38      for(j=1;j<l;j++){
39          m[j] = m[0]+j*c;
40      }
41      for(i=0;i<l;i++){
42          for(j=0;j<c;j++){
43              m[i][j] = rand() % 1000; /* Um inteiro aleatório [0,999] é g
44          }
45      }
```

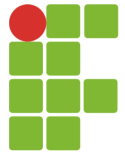


Exemplo

```
46      /* Impressão da matriz */
47      for(i=0;i<l;i++){
48          for(j=0;j<c;j++){
49              printf("%3d ",m[i][j]);
50          }
51          printf("\n");
52      }
53      /* O espaço alocado é liberado */
54      free(m[0]);
55      free(m);
56
57      return 0;
58  }
```

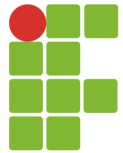


Matrizes dinâmicas



Matrizes dinâmicas

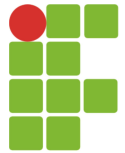
- Repare que para liberar o espaço alocado, primeiramente deletamos a primeira linha da matriz, para depois liberar o vetor de ponteiros.
- Ordem inversa da alocação.



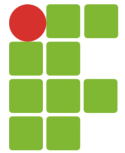
Matrizes dinâmicas

- Uma função que recebesse essa matriz alocada dinamicamente teria uma assinatura como essa:

```
void f(int** m,int l,int c);
```

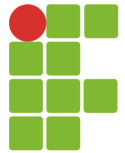


Sumário

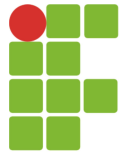


Cuidados

- Apesar de serem ferramentas poderosas nas linguagens de programação. Temos que ter cuidado ao manipular ponteiros.
- Erros que ocorrem frequentemente são:
  - Vazamento de memória (Memory Leak);
  - Ponteiros Selvagens (Wild Pointers).

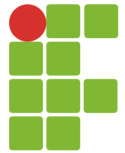


Sumário



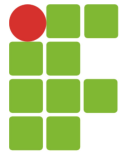
Memory Leak

- Memory leaks ocorrem quando áreas de memória alocadas não são liberadas quando não são mais necessárias.
- Ao perder a referência para esta área, ela se torna um consumo de memória extra que nunca poderá ser acessada novamente.
- Quando isto ocorre, temos um vazamento de Memória.
- A ferramenta `valgrind` pode ajudar na detecção de vazamentos de memória.



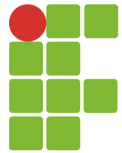
Exemplo

```
1  /**
2   * Autor: Daniel Saad Nogueira Nunes
3   * Comentários: Este problema aborda uma péssima prática
4   * de programação. Os vazamentos de memória (memory leaks).
5   * Estes vazamentos consistem na perda da referência para uma
6   * área alocada, tornando impossível acessar esta área novamente.
7   * O consumo de memória é aumentado desnecessariamente e memory l
8   * são muitas das vezes decorrência de um erro de lógia.
9   * Para detectá-los, podemos usar a ferramenta valgrind.
10  **/
11
12 #include <stdlib.h>
13 int main(void) {
```



Exemplo

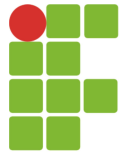
```
14
15      /* Aloca-se um etor de 100000 posições */
16      int *ptr = malloc(sizeof(int) * 100000);
17      /* MEMORY LEAK: atribui um novo endereço de memória par
18       * sem desalocar o bloco de memória alocado */
19      ptr = NULL;
20      return (0);
21  }
```



Valgrind

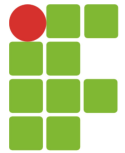
Vejamos a saída do `valgrind`:

```
$ valgrind ./memory_leak_exemplo_1
==122784== Memcheck, a memory error detector
==122784== Copyright (C) 2002-2022, and GNU GPL'd, by Julian Seward et al.
==122784== Using Valgrind-3.19.0 and LibVEX; rerun with -h for copyright info
==122784== Command: ./memory_leak_exemplo_1
==122784==
==122784==
==122784== HEAP SUMMARY:
==122784==     in use at exit: 400,000 bytes in 1 blocks
==122784==   total heap usage: 1 allocs, 0 frees, 400,000 bytes allocated
==122784==
==122784== LEAK SUMMARY:
==122784==    definitely lost: 400,000 bytes in 1 blocks
==122784==    indirectly lost: 0 bytes in 0 blocks
==122784==      possibly lost: 0 bytes in 0 blocks
==122784==    still reachable: 0 bytes in 0 blocks
==122784==         suppressed: 0 bytes in 0 blocks
==122784== Rerun with --leak-check=full to see details of leaked memory
==122784==
==122784== For lists of detected and suppressed errors, rerun with: -s
==122784== ERROR SUMMARY: 0 errors from 0 contexts (suppressed: 0 from 0)
```



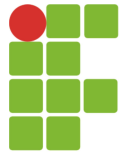
Correção do vazamento

- Para corrigir o vazamento de memória anterior, precisamos desalocar o espaço alocado antes de atribuir outro valor ao ponteiro.
- Assim, o espaço é liberado antes da referência ser perdida.



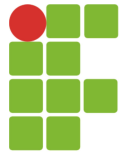
Exemplo

```
1  /**
2   * Autor: Daniel Saad Nogueira Nunes
3   * Comentários: Este programa aborda a correção do exemplo
4   * A memória é liberada antes de trocarmos o valor do ponte
5   * Rode ele com o valgrind e compare a diferença de saída e
6   **/
7
8  #include <stdlib.h>
```

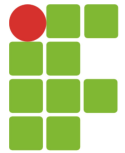


Exemplo

```
9  int main(void) {
10     /* aloca-se um vetor de 100000 posições.*/
11     int *ptr = malloc(sizeof(int) * 100000);
12     /* libera-se a área de memória alocada */
13     free(ptr);
14     /* agora podemos mudar o valor de ptr */
15     ptr = NULL;
16     return 0;
17 }
```

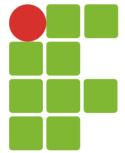


Sumário



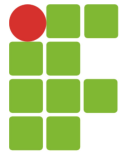
Wild Pointers

- **Wild Pointers**, **Dangling Pointers** ou **Ponteiros Selvagens** são outro erro de lógica comum na manipulação de ponteiros.
- Corresponde a uma violação de memória que não pertence ao seu programa.
- Geralmente acarreta `Segmentation Faults`, ou falhas de segmentação.
- Ocorrem quando o ponteiro está apontando para uma área invalida da memória que não pertence ao seu programa.
- Geralmente causado pela não atribuição correta dos ponteiros ou pela manipulação deles quando eles não apontam para um endereço válido.



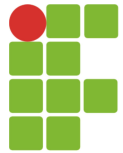
Exemplo

```
1  /**
2   * Autor: Daniel Saad Nogueira Nunes
3   * Comentários: Este programa mostra um exemplo
4   * de um ponteiro selvagem. A variável num só
5   * existe no escopo de func, e portanto, seu endereço
6   * não é mais válido quando a função termina.
7   **/
8
9  #include <stdio.h>
10
11 int *func(void) {
12     int num = 1234;
13     /* ... */
14     return &num;
15 }
```



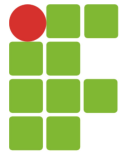
Exemplo

```
17 int main(void) {
18     /* A wild pointer has appeared! */
19     int *ptr = func();
20     printf("O valor do inteiro num = %d.\n", *ptr);
21     return 0;
22 }
```



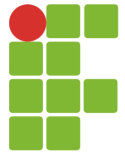
Exemplo

- O programa anterior falha pois o endereço da variável `num` não é mais válido após o término da função, visto que é uma variável local, e portanto alocada na memória de pilha (stack).
- Uma forma de retornar um endereço válido é fazer com que o endereço retornado seja um endereço presente na memória de (heap), reservada para alocações dinâmicas de memória.



Exemplo

```
1  /**
2   * Autor: Daniel Saad Nogueira Nunes
3   * Comentários: Este programa corrige o anterior
4   * ao alocar dinâmicamente a variável num.
5   * Ao alocarmos dinâmicamente, o endereço persiste
6   * até que um free() seja utilizado, logo, o exemplo
7   * abaixo não configura um ponteiro selvagem;
8   **/
9
10 #include <stdio.h>
11 #include <stdlib.h>
12
```



Exemplo

```
13  int *func(void) {
14      int *num = malloc(sizeof(int));
15      if (num == NULL) {
16          printf("Erro de alocação.\n");
17          exit(EXIT_FAILURE);
18      }
19      *num = 1234;
20      return num;
21  }
22
23  int main(void) {
24      int *ptr = func();
25      printf("O valor do inteiro num = %d.\n", *ptr);
26      free(ptr);
27      return 0;
28  }
```