UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ - UFPI
CAMPUS SENADOR HELVÍDIO NUNES DE BARROS - CSHNB
CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO
PICOS - PI

ALOCAÇÃO DINÂMICA

Prof. Ma. Luana Batista da Cruz
luana.b.cruz@nca.ufma.br

Roteiro

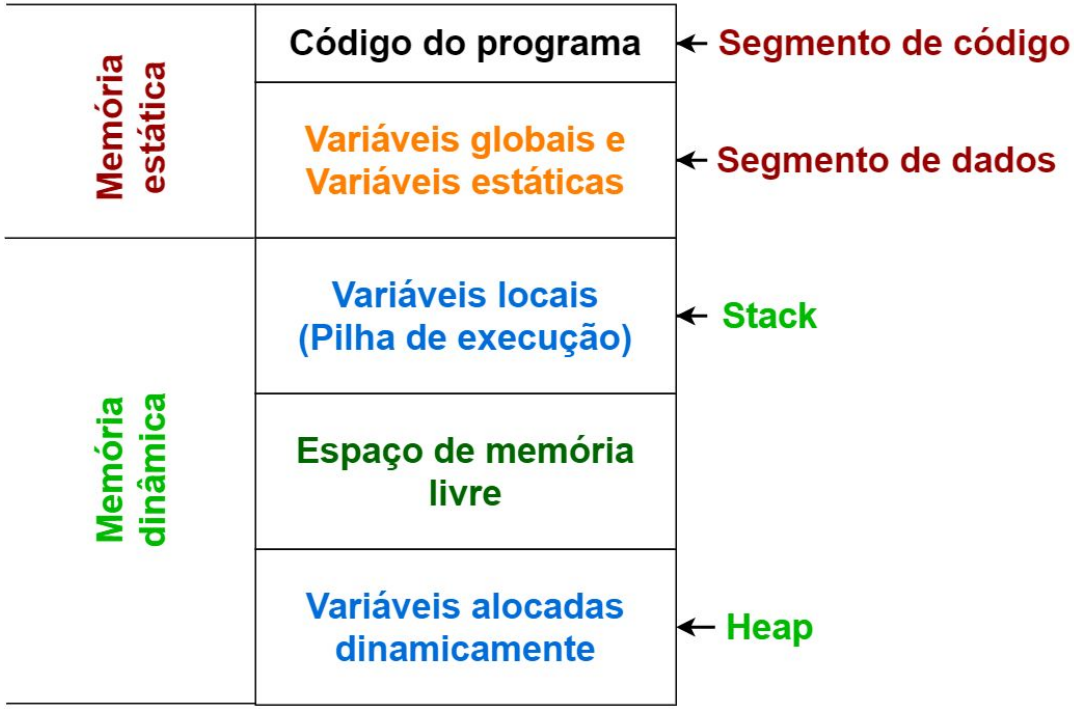
- Gerenciamento de memória
- Alocação de memória (estática e dinâmica)
- Alocação dinâmica de memória
- Alocação dinâmica de vetores
- Alocação dinâmica de matrizes
- Alocação dinâmica de estruturas

Roteiro

- Gerenciamento de memória
- Alocação de memória (estática e dinâmica)
- Alocação dinâmica de memória
- Alocação dinâmica de vetores
- Alocação dinâmica de matrizes
- Alocação dinâmica de estruturas

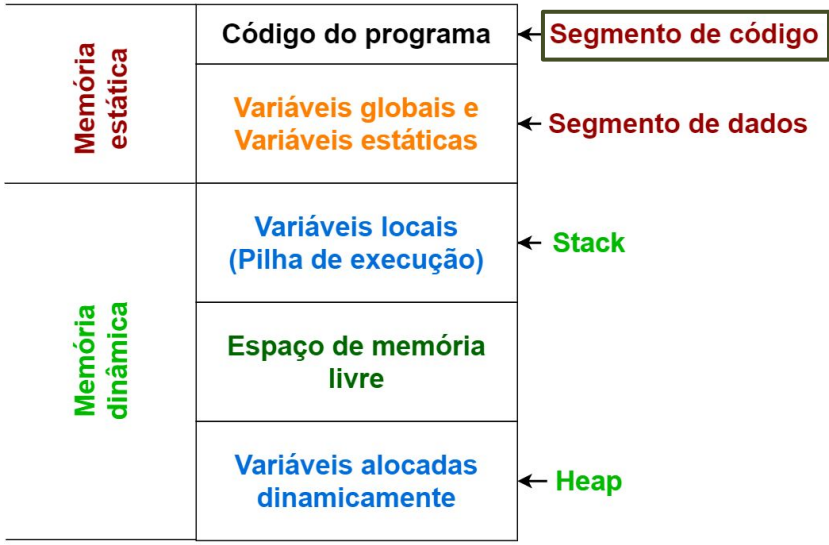
Gerenciamento de memória

- A memória utilizada por um programa de computador é dividida em:



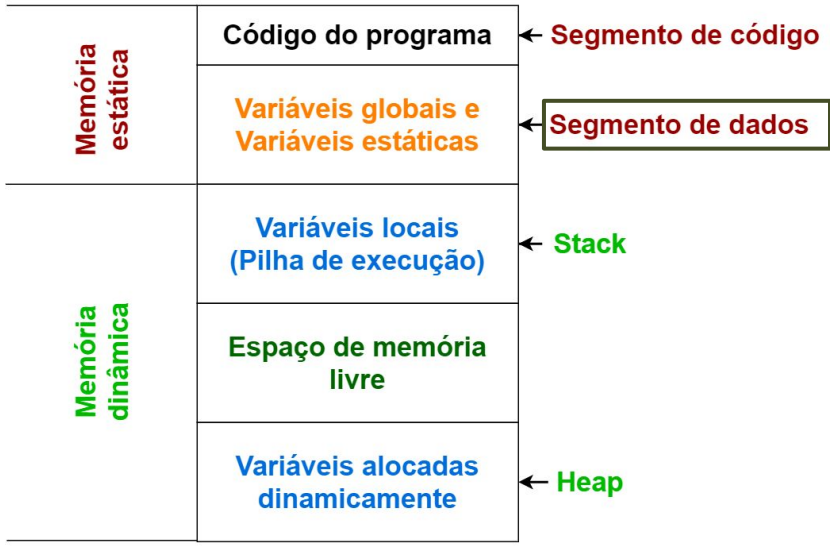
Gerenciamento de memória

- **Segmento de código**
  - É a parte da memória que armazena o "código de programa"
  - É estático em tamanho e conteúdo (de acordo com o executável)
  - Geralmente, o bloco de segmento de código é somente leitura
    - As instruções do programa compilado e em execução não pode ser alterado



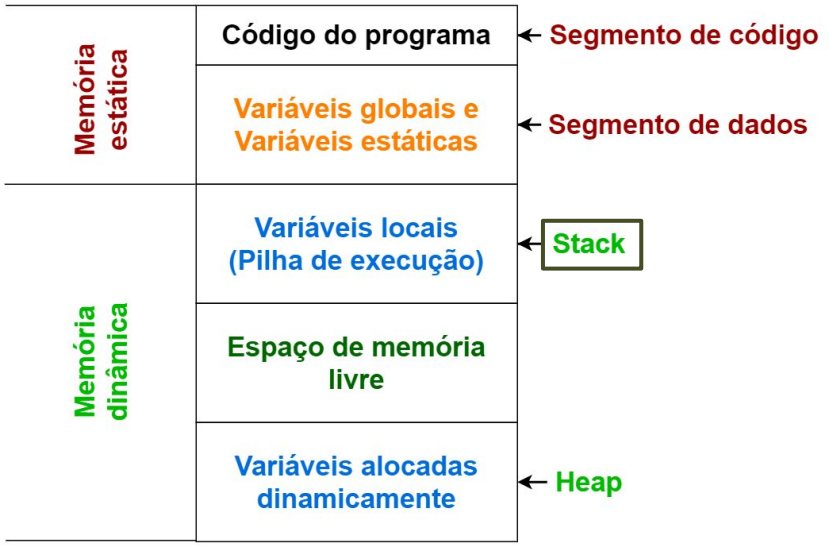
Gerenciamento de memória

- **Segmento de dados**
  - É a parte da memória que armazena as "variáveis globais" e "variáveis estáticas" inicializadas no código do programa
  - O tamanho do segmento é calculado de acordo com os valores das variáveis definidas
  - O acesso é de leitura-escrita
    - Os valores das variáveis neste segmento podem ser alterados durante a execução do programa



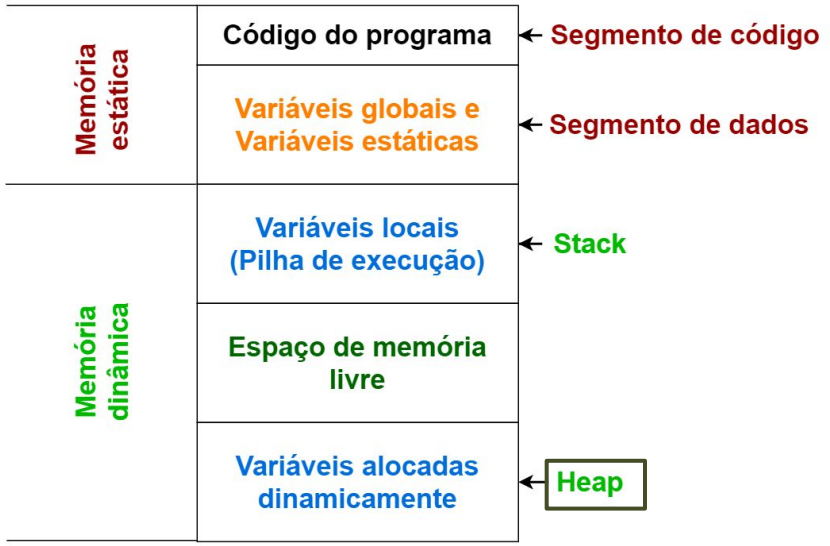
Gerenciamento de memória

- **Stack**
  - É a parte da memória que armazena as "variáveis locais" e chamadas de funções do programa
  - Usa a estratégia LIFO (last-in-first-out) para gerenciar a entrada/saída de dados na memória
  - O tamanho da Stack é variável e depende do sistema operacional e compilador
  - Utilizar mais memória Stack do que disponível provoca um erro de execução:
    - "stack buffer overflow"



Gerenciamento de memória

- **Heap**
  - É um espaço reservado para alocação dinâmica de memória dos programas
  - Memória alocada dinamicamente pode ser usada e liberada a qualquer momento
  - A linguagem C fornece funções próprias para lidar com alocação dinâmica de memória
    - Malloc
    - Calloc
    - Realloc
    - Free



Alocação de memória

- **Estática**
  - Quantidade total de memória utilizada pelos dados é previamente conhecida e definida de modo imutável, no próprio código-fonte do programa
  - Durante toda a execução, a quantidade de memória utilizada pelo programa não varia

Alocação de memória

- **Estática**
  - Implementação simples: vetores (array)
  - **Vantagem**
    - Acesso indexado: todos os elementos da estrutura são igualmente acessíveis
  - **Desvantagens**
    - Tamanho fixo:

```
#define TAM 1000
int v[TAM];
```

    - Alocados em memória de forma estática

Alocação de memória

- **Estática**
  - Ao se determinar o máximo de elementos que o vetor irá conter, pode-se ocorrer um dos seguintes casos:
    - **Subdimensionamento**: haverá mais elementos a serem armazenados do que o vetor é capaz de conter
    - **Superdimensionamento**: na maior parte do tempo, somente uma pequena porção do vetor será realmente utilizada

Alocação de memória

- **Dinâmica**
  - O programa é capaz de criar novas variáveis enquanto está sendo executado
  - Alocação de memória para componentes individuais no instante em que eles começam a existir durante a execução do programa
  - Exemplo: vetor alocado dentro do corpo de uma função pode ser usado fora do corpo da função, enquanto estiver alocado
  - Deve ser utilizada quando não se sabe ao certo quanto de memória será necessário para o armazenamento das informações
    - Dessa forma evita-se o desperdício de memória ou a falta de memória

Alocação de memória

- **Dinâmica**
  - Implementação eficiente: ponteiros ou apontadores
  - **Vantagens**
    - Tamanho variável
    - Alocados em memória de forma dinâmica
  - **Desvantagens, ou restrições:**
    - Capacidade da memória
    - Acesso sequencial

Modeladores (cast)

- Um modelador é aplicado a uma expressão. Ele **força** a mesma a ser de um tipo especificado
- Sua forma geral é:
  - *(tipo) expressão*

Modeladores (cast)

Exemplo


```
#include <stdio.h>
int main () {
        int num;
        float f;
        num=10;
        /* Uso do modelador. Força a transformação de num em um float */
        f= (float) num/7;
        printf ("%f",f);
        return(0);
}
```

Alocação dinâmica de memória

- O padrão C ANSI define apenas 4 funções para o sistema de alocação dinâmica, disponíveis na biblioteca **stdlib.h**:
  - Malloc
  - Calloc
  - Realloc
  - Free

Alocação dinâmica de memória

- **Malloc (Memory Alocation)**
  - Função para requisitar alocação dinâmica de memória
  - Recebe como parâmetro o tamanho em bytes de memória a ser alocada
  - Retorna um ponteiro genérico para o endereço inicial da área de memória alocada, se houver espaço livre
    - Ponteiro genérico é representado por void*
    - Ponteiro é convertido automaticamente para o tipo apropriado
    - Ponteiro pode ser convertido explicitamente (cast)
  - Retorna um endereço nulo, se não houver espaço livre:
    - Representado pelo símbolo NULL

Alocação dinâmica de memória

- **Malloc (exemplo)**
  - Alocação dinâmica de um tipo primitivo inteiro (int)

```
int *p = NULL;
p = (int *) malloc(sizeof(int));
```

Tipo de dados que o ponteiro irá receber

Tamanho em bytes do tipo "int" na linguagem C

Alocação dinâmica de memória

- **Tratamento de erro: malloc (exemplo)**
  - Imprime mensagem de erro
  - Aborta o programa (com a função exit)

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

int main(){
   int *p;
   int a;
   // Determina o valor de a em algum lugar
   p=(int *)malloc(sizeof(int));

   if (p==NULL) {
      printf ("** Erro: Memoria Insuficiente**");
      exit(1); // aborta o programa ao sistema operacional
   }
   return 0;
}
```

Alocação dinâmica de memória

- **Calloc (Cleared Alocation)**
  - A função calloc() também serve para alocar memória
  - Faz alocação de memória em blocos e **inicializa a memória alocada com zero**
    - A memória alocada com malloc não é inicializada (contém lixo). Fica a cargo do programador inicializar a memória alocada

Alocação dinâmica de memória

- **Calloc (exemplo)**
  - Alocação dinâmica de um tipo primitivo inteiro (int)

```
int *p = NULL;
p = (int *) calloc(1, sizeof(int));
```

Tipo de dados que o ponteiro irá receber

Tamanho em bytes do tipo "int" na linguagem C

Alocação dinâmica de memória

- **Realloc**
  - A função realloc() serve para realocar memória
  - 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 não houver memória suficiente para a alocação, um ponteiro nulo é devolvido e o bloco original é deixado inalterado

Alocação dinâmica de memória

- **Realloc (exemplo)**

```
int *p = NULL, n = 30;
p = (int *) malloc(sizeof(int));
p = (int *) realloc(p, n*sizeof(int));
```

Tipo de dados que o ponteiro irá receber

Número de bytes que queremos realocar

Alocação dinâmica de memória

- **Free**
  - A função free recebe como entrada o ponteiro para a memória alocada
  - Toda memória alocada deve ser LIBERADA
    - É uma boa prática de programação

```
// alocando memória
int *p = NULL;
p = (int *) malloc(sizeof(int));

//liberando memória
free(p);
```

Atividade 1

- Escreva um trecho de código que seja capaz de ler uma string do teclado e em seguida escrever a string. O seu código deve perguntar ao usuário o tamanho da string que ele deseja digitar. Faça usando alocação dinâmica.

Atividade 2

- **Considere um cadastro de produtos de um estoque, com as seguintes informações para cada produto:**
  - Código de identificação do produto: representado por um valor inteiro
  - Nome do produto: com até 50 caracteres
  - Quantidade disponível no estoque: representado por um número inteiro
  - Preço de venda: representado por um valor real

a) Defina uma estrutura em C, denominada produto, que tenha os campos apropriados para guardar as informações de um produto, conforme descrito acima

b) Escreva um programa que leia um inteiro a, uma string b de 50 caracteres, um inteiro c, e um float d e atribua esses valores lidos aos componentes de uma variável p que é do tipo struct produto

c) Imprima os valores de p

Atividade 2

- **Considere o mesmo produto do exercício anterior**

a) Declare um vetor de estruturas produto com x produtos alocados dinamicamente

b) Escreva um programa principal que, para i de 0 a 4, leia os campos da estrutura nas variáveis a, b, c e d (como no exercício anterior), chame uma função para armazenar essas variáveis na posição i do vetor de estrutura

c) A função recebe os dados de um produto (código, nome, quantidade e preço) e armazena-os em um endereço de um struct produto recebido como parâmetro. Essa função pode ter o seguinte protótipo: void gravaProd (int cod, char* nome, int quant, float preco, struct produto *p);

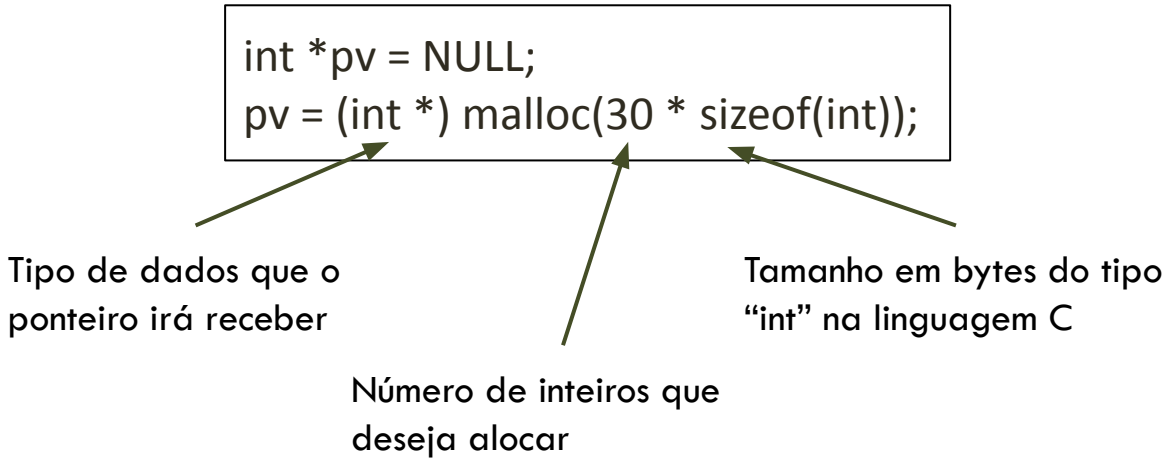
d) Imprima o vetor de produtos, sendo um produto por linha, e no fim o total que o dono da loja receberia se vendesse todos os produtos

Alocação dinâmica de vetores e matrizes

Alocação dinâmica de vetores

- A alocação dinâmica de vetores utiliza os conceitos aprendidos na aula sobre ponteiros e as funções de alocação dinâmica apresentadas

- Alocar dinamicamente um espaço de memória para 30 inteiros (vetor)



Alocação dinâmica de vetores

- **Exemplo**

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

float *alocar_vetor_real (int n) {
      float *v;       /* ponteiro para o vetor */
       /* verifica parametros recebidos */
      if (n < 1) {
        printf ("** Erro: parametro invalido **\n");
         return (NULL);
      }
      /* aloca o vetor */
      v = (float *) calloc(n, sizeof(float));
      if (v == NULL) {
            printf ("** Erro: memoria insuficiente **");
            return (NULL);
      }
  /* retorna o ponteiro para o vetor */
  return (v);
}
```

Alocação dinâmica de vetores

- **Exemplo**

```
void insere_vetor(float *p, int n){
   int i;
   for(i=0; i < n; i++){
      *(p+i) = i*10; // p[i] = i*10;
   }
}

void imprime_vetor(float *p, int n){
   int i;
   for(i=0; i < n; i++){
      printf("%.2f\n", *(p+i));
   }
}
```

Alocação dinâmica de vetores

- **Exemplo**

```
float *liberar_vetor_real (float *v) {
        if (v == NULL)
                return (NULL);
        free(v); /* libera o vetor */
        return (NULL);  /* retorna nulo para um o ponteiro */
}

int main () {
      float *p;
      int a = 10;
      p = alocar_vetor_real (a);
      insere_vetor(p, a);
      imprime_vetor(p, a);
      p = liberar_vetor_real (p);
      return(0);
}
```

Alocação dinâmica de vetores

- **Exemplo**

```
float *liberar_vetor_real (float *v) {
        if (v == NULL)
                return (NULL);
        free(v); /* libera o vetor */
        return (NULL);  /* retorna nulo para um o ponteiro */
}

int main () {
      float *p;
      int a = 10;
      p = alocar_vetor_real (a);
      insere_vetor(p, a);
      imprime_vetor(p, a);
      p = liberar_vetor_real (p);
      return(0);
}
```

Atividade: refaça o aloca vetores e use o realloc

Alocação dinâmica de matrizes

- A alocação dinâmica de memória para matrizes é realizada da mesma forma que para vetores, com a diferença que teremos um ponteiro apontando para outro ponteiro que aponta para o valor final, ou seja, é um ponteiro para ponteiro, o que é denominado indireção múltipla

- A indireção múltipla pode ser levada a qualquer dimensão desejada, mas raramente é necessário mais de um ponteiro para um ponteiro

Alocação dinâmica de matrizes

- Um exemplo de implementação para matriz real bidimensional é fornecido a seguir

- A estrutura de dados utilizada neste exemplo é composta por um vetor de ponteiros (correspondendo ao primeiro índice da matriz), sendo que cada ponteiro aponta para o início de uma linha da matriz

- Em cada linha existe um vetor alocado dinamicamente, como descrito anteriormente (compondo o segundo índice da matriz)

Alocação dinâmica de matrizes

- **Exemplo**

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

float **alocar_matriz_real (int m, int n) {
        float **v;  /* ponteiro para a matriz */
        int   i;
        /* verifica parametros recebidos */
        if (m < 1 || n < 1) {
            printf ("** Erro: parametro invalido **\n");
            return (NULL);
        }
        /* aloca as linhas da matriz */
        v = (float **) calloc(m, sizeof(float *)); // Vetor de m ponteiros para float (linhas)
        if (v == NULL) {
          printf ("** Erro: memoria insuficiente **");
          return (NULL);
        }
        /* aloca as colunas da matriz */
        for ( i = 0; i < m; i++ ) {
          v[i] = (float *)calloc (n, sizeof(float)); // m vetores de n floats (colunas)
          if (v[i] == NULL) {
                    printf ("** Erro: memoria insuficiente **");
                    return (NULL);
          }
        }
        return (v);
}
```

Alocação dinâmica de matrizes

- **Exemplo**

```
float **liberar_matriz_real (int m, int n, float **v) {
      int  i;
      if (v == NULL)
        return (NULL);
      /* verifica parametros recebidos */
      if (m < 1 || n < 1) {
        printf ("** Erro: Parametro invalido **\n");      \
        return (v);
      }
      for (i=0; i<m; i++)
        free (v[i]); /* libera as linhas da matriz (vetor de float) */
      free (v); /* libera a matriz (vetor de ponteiros) */
      return (NULL); /* retorna nulo para um ponteiro */
}
```

Alocação dinâmica de matrizes

- **Exemplo**

```
int main () {
        float **mat;  /* matriz a ser alocada */
        int l=4, c=4;   /* número de linhas e colunas da matriz */
        int i, j;
        mat = alocar_matriz_real (l, c);
        for (i = 0; i < l; i++)
          for (j = 0; j < c; j++)
                    mat[i][j] = i+j;
        mat = liberar_matriz_real (l, c, mat);
        return(0);
}
```

Vetores locais a funções


```
float* prod_vetorial(float* u, float* v){
    float p[3];
    p[0] = u[1]*v[2] - v[1]*u[2];
    p[1] = u[2]*v[0] - v[2]*u[0];
    p[2] = u[0]*v[1] - v[0]*u[1];
    return p; /* ERRO: não podemos retornar endereço de área local (p é vetor) */
}
```

- Variável **p** declarada **localmente**:
  - Área de memória que a variável **p** ocupa deixa de ser válida quando a função **prod_vetorial** termina
  - Função que chama **prod_vetorial** não pode acessar a área apontada pelo valor retornado

Vetores locais a funções


```
float* prod_vetorial(float* u, float* v){
    float *p = (float*) malloc(3*sizeof(float));
    p[0] = u[1]*v[2] - v[1]*u[2];
    p[1] = u[2]*v[0] - v[2]*u[0];
    p[2] = u[0]*v[1] - v[0]*u[1];
    return p;
}
```

- Variável **p** alocada **dinamicamente:**
  - Área de memória que a variável p ocupa permanece válida mesmo após o término da função **prod_vetorial**
- Função que chama **prod_vetorial** pode acessar o ponteiro retornado
- Problema - alocação dinâmica para cada chamada da função
  - Ineficiente do ponto de vista computacional
  - Requer que a função que chama seja responsável pela liberação do espaço

Vetores locais a funções


```
void prod_vetorial(float* u, float* v, float* p){
      p[0] = u[1]*v[2] - v[1]*u[2];
      p[1] = u[2]*v[0] - v[2]*u[0];
      p[2] = u[0]*v[1] - v[0]*u[1];
}
```

- Função **prod_vetorial** recebe três vetores:
  - Dois vetores com dados de entrada
  - Um vetor para armazenar o resultado
- Solução mais adequada pois não envolve alocação dinâmica

Atividade

- Escreva um programa em C que solicita ao usuário a quantidade de notas de uma turma e aloca um vetor de notas (números reais). Depois de ler as notas, imprime a média aritmética. Obs: não deve ocorrer desperdício de memória, e após ser utilizada a memória deve ser devolvida

- A partir dos conceitos vistos nesta aula, aloque uma estrutura equivalente para uma matriz tridimensional
  - float ***mat

Alocação dinâmica de estruturas

Relembrando.. ponteiros para estruturas

- Estruturas grandes são passadas como parâmetro de forma mais eficiente através de ponteiros

```
struct ponto *pp;
```

- Para acessar os campos (variável ponteiro de uma estrutura)

```
(*pp).x = 12.0;
```

- De maneira simplificada

```
pp->x = 12.0;
```

Relembrando: acesso ao campo de uma variável estrutura p é p.x

- Para acessar o endereço de um campo

```
&pp->x
```

Relembrando: acesso o endereço de um campo de uma variável estrutura p é &p.x

Ponteiros para estruturas

- Exemplo

```
struct ponto {
        float x;
        float y;
};
```

```
struct ponto *pp;
struct ponto p1 = {10.0, 20.0};
pp = &p1;
printf("Ponto P1: (%f %f)\n", (*pp).x, (*pp).y);
printf("Ponto P1: (%f %f)\n", pp->x, pp->y);
```

Alocação dinâmica de estruturas

- Tamanho do espaço de memória alocado dinamicamente é dado pelo operador sizeof aplicado sobre o tipo estrutura
- Função malloc retorna o endereço do espaço alocado, que é então convertido para o tipo ponteiro da estrutura

```
struct ponto *p;
p = (struct ponto*) malloc (sizeof(struct ponto));
…
p->x = 12.0;
…
```

Vetores de ponteiros para estruturas

- Exemplo
  - Tabela com dados de alunos, organizada em um vetor
  - Dados de cada aluno:
    - **Matrícula**: número inteiro
    - **Nome**: cadeia com até 80 caracteres
    - **Endereço**: cadeia com até 120 caracteres
    - **Telefone**: cadeia com até 20 caracteres

Vetores de ponteiros para estruturas

Solução 1

- **struct Aluno**
  - Estrutura ocupando pelo menos 1+81+121+21 = 224 Bytes

- **tab**
  - Vetor de Aluno
  - Representa um desperdício significativo de memória, se o número de alunos for bem inferior ao máximo estimado

```
#define MAX 100
struct aluno {
        int mat;
        char nome[81];
        char end[121];
        char tel[21];
};
typedef struct aluno Aluno;
Aluno tab[MAX];
```

Vetores de ponteiros para estruturas

Solução 2

- **tab**
  - Vetor de ponteiros para Aluno
  - Elemento do vetor ocupa espaço de um ponteiro
  - Alocação dos dados de um aluno no vetor:
    - Nova cópia da estrutura Aluno é alocada dinamicamente
    - Endereço da cópia é armazenada no vetor de ponteiros
  - Posição vazia do vetor: valor é o ponteiro nulo

```
#define MAX 100
struct aluno {
        int mat;
        char nome[81];
        char end[121];
        char tel[21];
};
typedef struct aluno Aluno;
Aluno *tab[MAX];
```

Vetores de ponteiros para estruturas

- **Soluções 1 e 2**
  - Estrutura ocupando pelo menos 1+81+121+21 = 224 Bytes

```
#define MAX 100
struct aluno {
        int mat;
        char nome[81];
        char end[121];
        char tel[21];
};
typedef struct aluno Aluno;
Aluno tab[MAX];
```

Se tamanho do vetor é 100, inicialmente vão ser utilizados 22.400 bytes

```
#define MAX 100
struct aluno {
        int mat;
        char nome[81];
        char end[121];
        char tel[21];
};
typedef struct aluno Aluno;
Aluno *tab[MAX];
```

Se tamanho do vetor é 100, inicialmente vão ser utilizados 100 bytes

Vetores de ponteiros para estruturas

Solução 2 - Atividade

- Faça um programa em C contendo as seguintes funções com base na tabela com dados de alunos, organizada em um vetor de ponteiros Aluno
  - Inicializar
  - Preencher
  - Retirar
  - Imprimir
  - Imprimir_todos

Vetores de ponteiros para estruturas

Solução 2 - Atividade

- **Inicializa** - função para inicializar a tabela:
  - Recebe um vetor de ponteiros (parâmetro deve ser do tipo "ponteiro para ponteiro")
  - Atribui NULL a todos os elementos da tabela

Vetores de ponteiros para estruturas

Solução 2 - Atividade

- **Preenche** - função para armazenar novo aluno na tabela:
  - Recebe a posição onde os dados serão armazenados
  - Se a posição da tabela estiver vazia, função aloca nova estrutura

Vetores de ponteiros para estruturas

Solução 2 - Atividade

- **Retira** - função para remover os dados de um aluno da tabela:
  - Recebe a posição da tabela a ser liberada
  - Libera espaço de memória utilizado para os dados do aluno

Vetores de ponteiros para estruturas

Solução 2 - Atividade

- **Imprime** - função para imprimir os dados de um aluno da tabela:
  - Recebe a posição da tabela a ser impressa

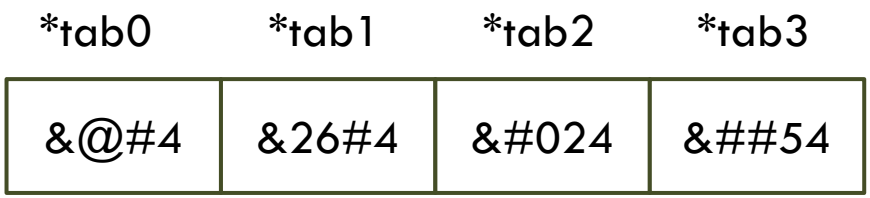
Vetores de ponteiros para estruturas

Solução 2 - Atividade

- **Imprime_tudo** - função para imprimir todos os dados da tabela:
  - Recebe o tamanho da tabela e a própria tabela

Vetores de ponteiros para estruturas

Solução 2 - Atividade

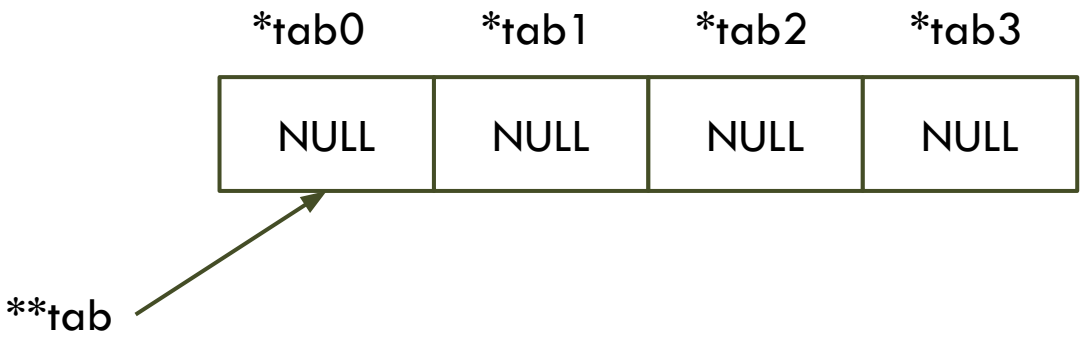


→ Alocação estática

```
Aluno *tab[MAX];
```

Vetores de ponteiros para estruturas

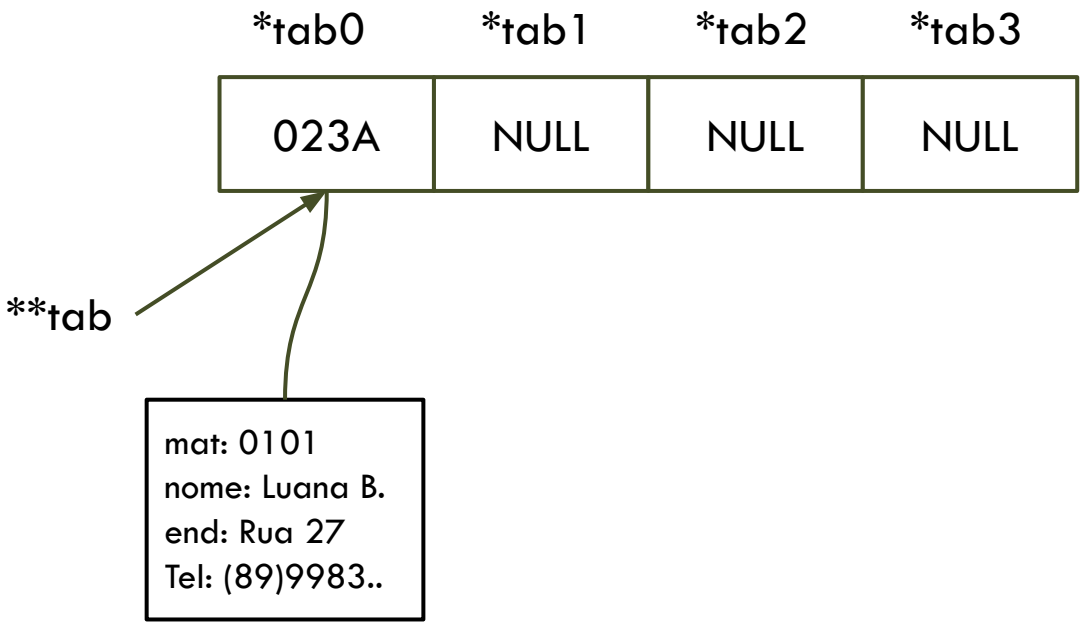
Solução 2 - Atividade



→ Inicializa

Vetores de ponteiros para estruturas

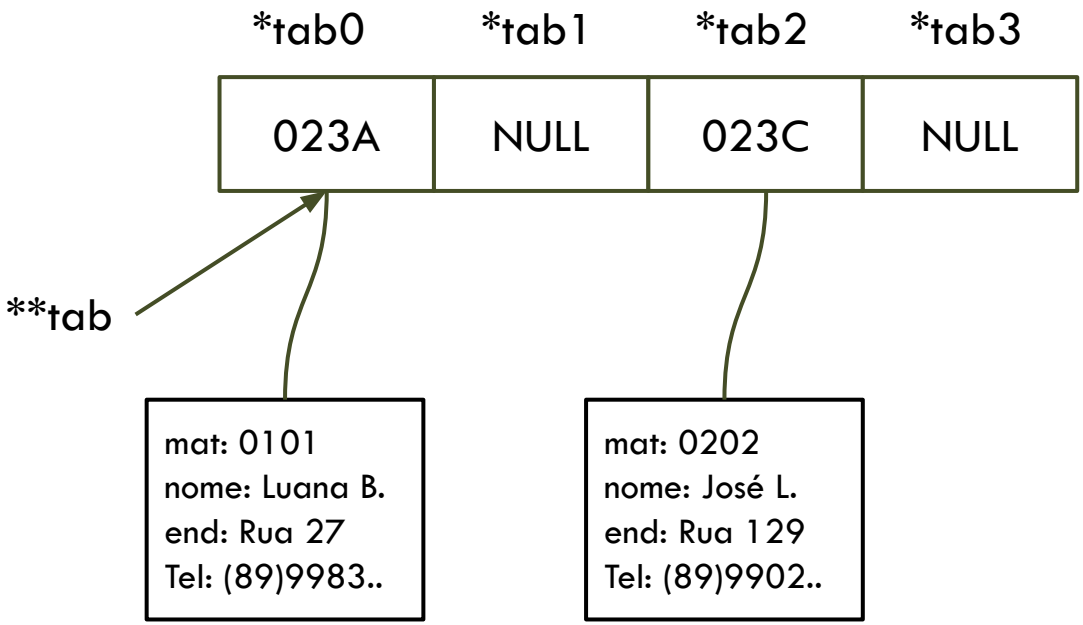
Solução 2 - Atividade



→ Preenche (0)

Vetores de ponteiros para estruturas

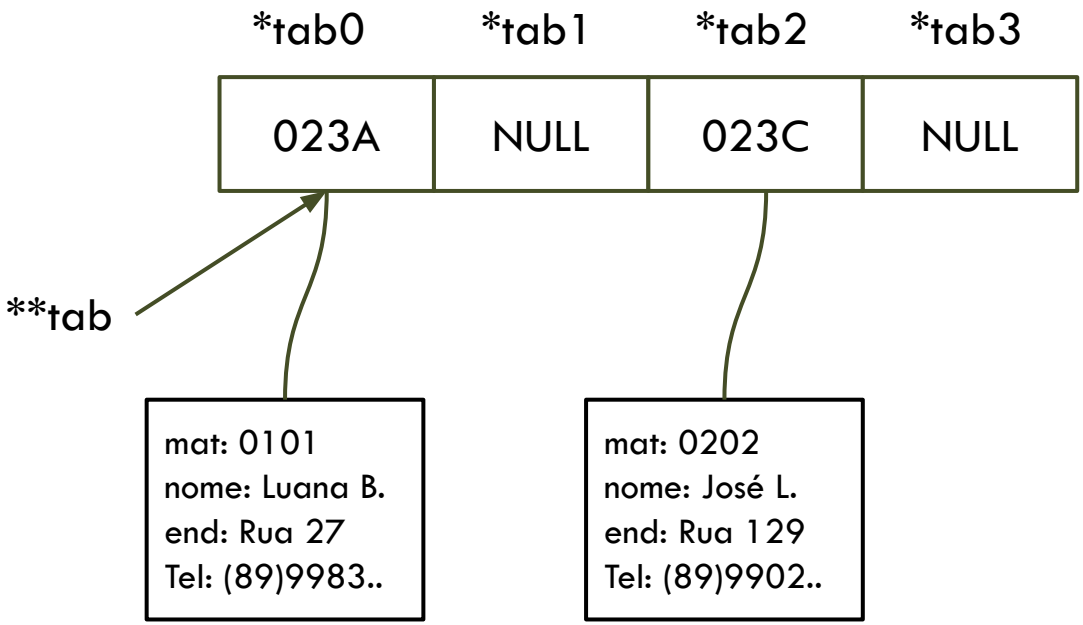
Solução 2 - Atividade



→ Preenche (2)

Vetores de ponteiros para estruturas

Solução 2 - Atividade



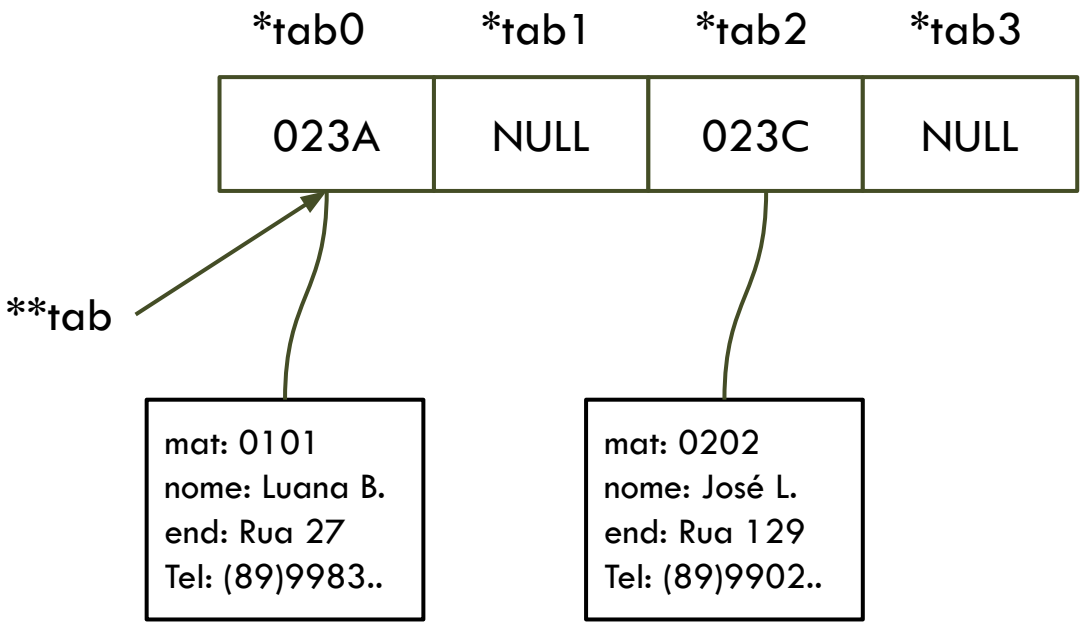
→ Imprime todos

0101
Luana B.
Rua 27
(89)9983..

0202
José L.
Rua 129
(89)9902..

Vetores de ponteiros para estruturas

Solução 2 - Atividade

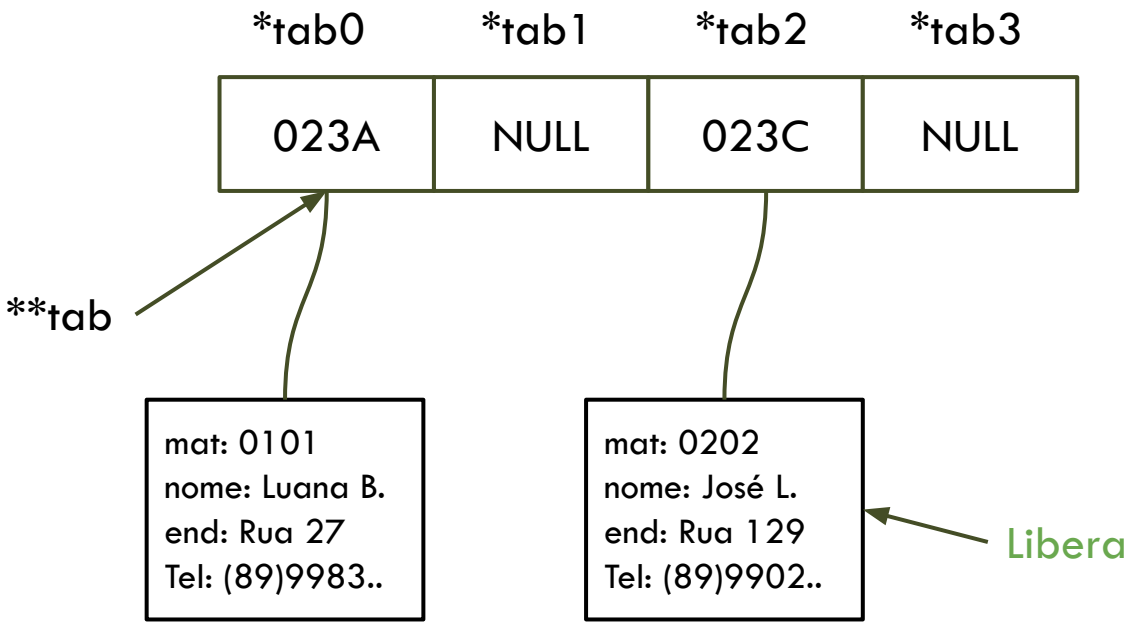


→ Imprime (2)

0202
José L.
Rua 129
(89)9902..

Vetores de ponteiros para estruturas

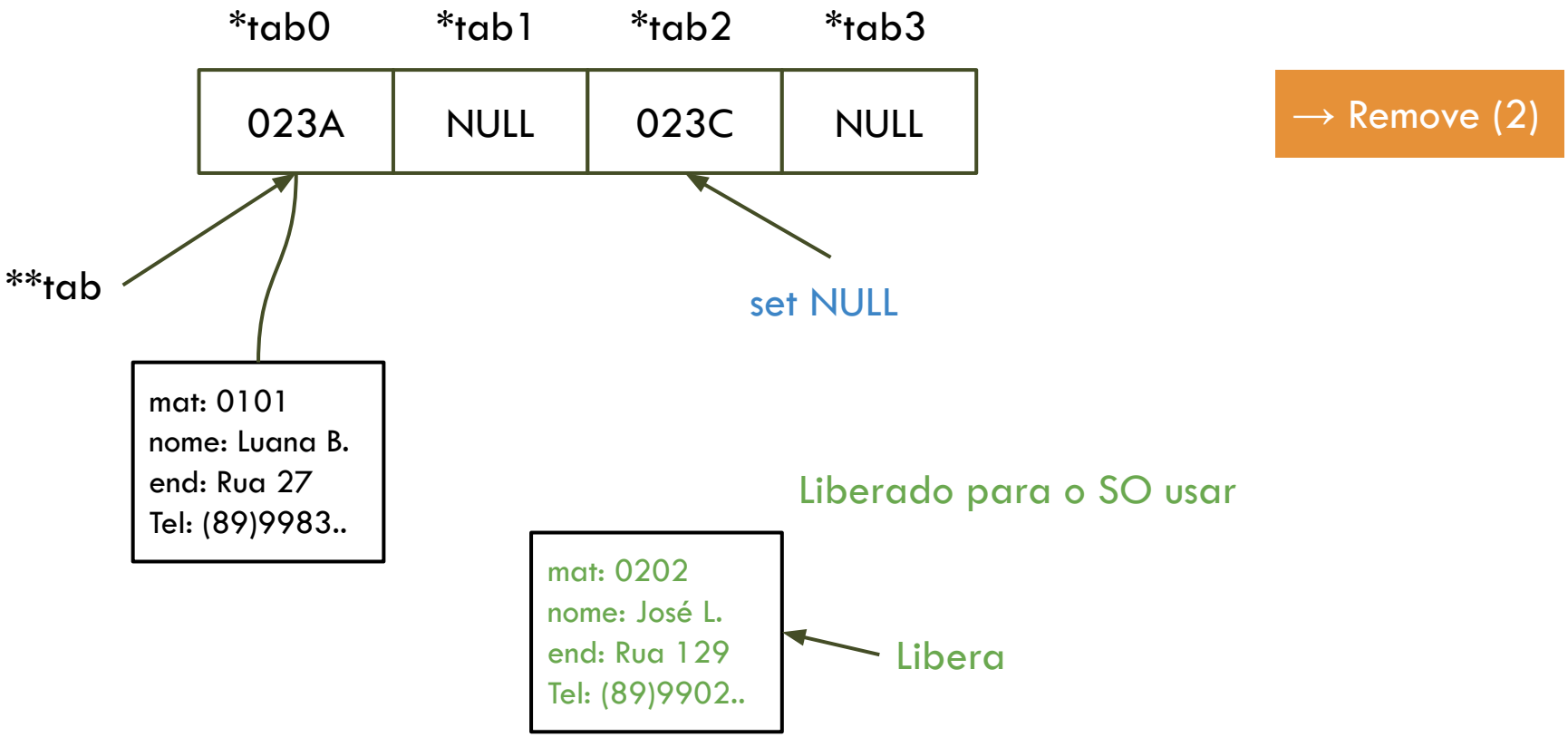
Solução 2 - Atividade



→ Remove (2)

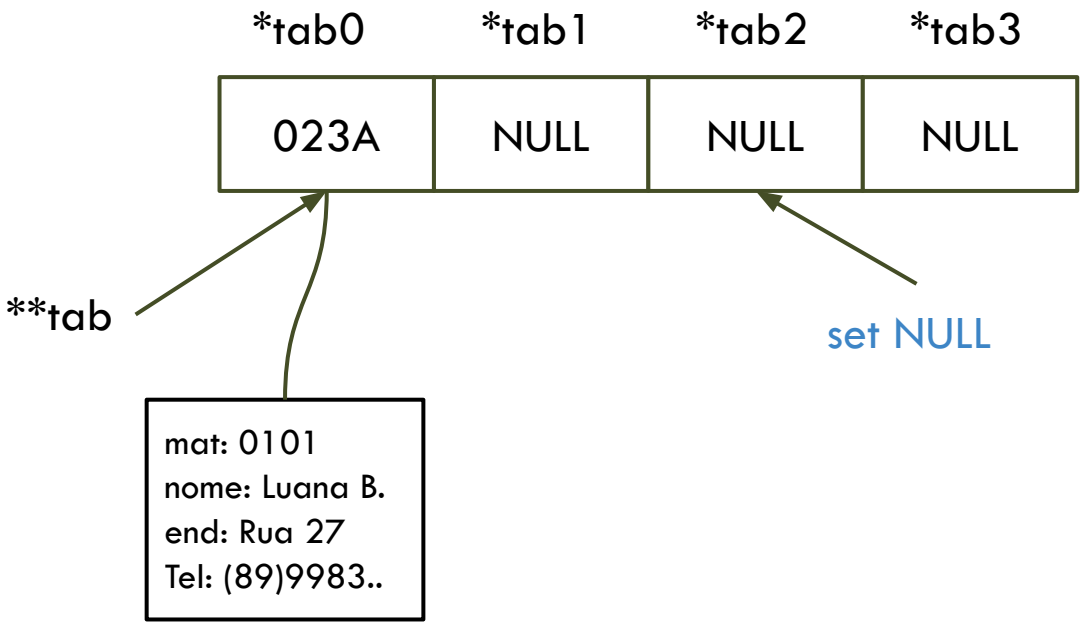
Vetores de ponteiros para estruturas

Solução 2 - Atividade



Vetores de ponteiros para estruturas

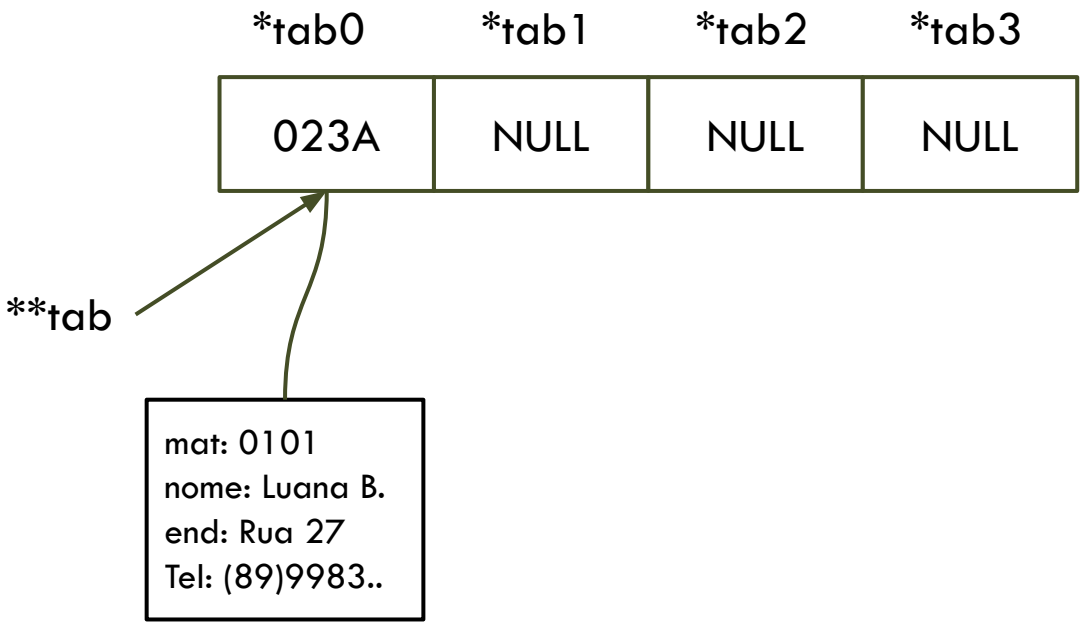
Solução 2 - Atividade



→ Remove (2)

Vetores de ponteiros para estruturas

Solução 2 - Atividade



→ Imprime todos

0101
Luana B.
Rua 27
(89)9983..

Vetores de ponteiros para estruturas

Solução 2 - Atividade

- **Inicializa** - função para inicializar a tabela:
  - Recebe um vetor de ponteiros (parâmetro deve ser do tipo "ponteiro para ponteiro")
  - Atribui NULL a todos os elementos da tabela

```
void inicializa(int n, Aluno** tab){
        int i;
        for(i=0; i<n; i++)
                tab[i] = NULL;
}
```

Vetores de ponteiros para estruturas

Solução 2 - Atividade

- **Preenche** - função para armazenar novo aluno na tabela:
  - Recebe a posição onde os dados serão armazenados
  - Se a posição da tabela estiver vazia, função aloca nova estrutura

```
void preenche(int n, Aluno** tab, int i){
        if(i<0 || i>=n){
                printf("Invalido! Indice fora do limite do vetor\n”);
                exit(1); /* aborta o programa */
        }
        if(tab[i]==NULL){
                tab[i] = (Aluno*)malloc(sizeof(Aluno));
                printf("Entre com a matricula: ");
                scanf("%d", &tab[i]->mat);
                //ler outros valores
        }
}
```

Vetores de ponteiros para estruturas

Solução 2 - Atividade

- **Retira** - função para remover os dados de um aluno da tabela:
  - Recebe a posição da tabela a ser liberada
  - Libera espaço de memória utilizado para os dados do aluno

```
void retira(int n, Aluno** tab, int i){
        if(i<0 || i>=n){
                printf("Invalido! Indice fora do limite do vetor\n”);
                exit(1); /* aborta o programa */
        }
        if(tab[i]!=NULL){
                free(tab[i]);
                tab[i] = NULL; /*indica que na posição não existe dado */
        }
}
```

Vetores de ponteiros para estruturas

Solução 2 - Atividade

- **Imprime** - função para imprimir os dados de um aluno da tabela:
  - Recebe a posição da tabela a ser impressa

```
void imprime(int n, Aluno** tab, int i){
        if(i<0 || i>=n){
                printf("Invalido! Indice fora do limite do vetor\n”);
                exit(1); /* aborta o programa */
        }
        if(tab[i]!=NULL){
                printf("Matricula: %d\n", tab[i]->mat);
                printf("Nome: %s\n", tab[i]->nome);
                printf("Endereco: %d\n", tab[i]->end);
                printf("Telefone: %s\n", tab[i]->tel);
        }
}
```

Vetores de ponteiros para estruturas

Solução 2 - Atividade

- **Imprime_tudo** - função para imprimir todos os dados da tabela:
  - Recebe o tamanho da tabela e a própria tabela

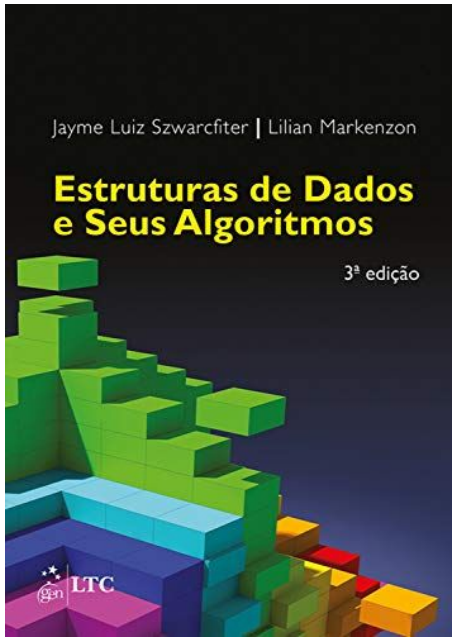
```
void imprime_tudo(int n, Aluno** tab){
        int i;
        for (i=0; i<n; i++)
                imprime(n,tab,i);
}
```

Vetores de ponteiros para estruturas

Solução 2 - Atividade

- Faça um programa em C contendo as seguintes funções com base na tabela com dados de alunos, organizada em um vetor de ponteiros Aluno
  - Inicializar
  - Preencher
  - Retirar
  - Imprimir
  - Imprimir_todos
  - **main (execute o caso de teste exemplificado)**

Referências



SCHILDT, Herbert. **C completo e total**. Makron, 3a edição revista e atualizada, 1997.

SZWARCHFITER, J. **Estruturas de Dados e seus algoritmos**. 3 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.