Alocação Dinâmica de Memória

- A linguagem C ANSI usa apenas quatro funções para a alocação dinâmica, disponíveis na biblioteca stdlib.h:
  - calloc : void *calloc (unsigned int num, unsigned int size)
    - Ex: p = (int *) calloc(5,sizeof(int));
  - malloc : void *malloc (unsigned int num)
    - Ex: p = (int *) malloc(50*sizeof(int));
  - realloc : void *realloc (void *ptr, unsigned int num)
    - Ex: p = realloc(p,10*sizeof(int));
  - free : void free (void *p)
    - Ex: free(p);

Alocação dinâmica de memória: vetores

Um vetor de inteiros com tamanho definido pelo usuário em tempo de execução será declarado como um ponteiro de inteiros.

```
int *x;     // um vetor de inteiros
int n;      // a dimensão do vetor x
int i;

printf("Tamanho do vetor: ");
scanf("%d", &n);
x = (int *) calloc(n, sizeof(int));   // aloca n posições de tamanho int
puts("Informe os elementos do vetor x:");
for (i = 0; i < n; i++)
  scanf("%d", &x[i]);
...
free(x);
```

Importante

A memória alocada dinamicamente deve ser liberada pela função `free()`.

Alocação dinâmica de memória: matrizes

Para matrizes, a alocação (e a desalocação) deve ser feita em duas etapas.

```
float **a;      // uma matriz de reais
int m, n;       // as dimensões da matriz a
int i, j;       // para os índices da matriz
```

- Alocar memória para as linhas:

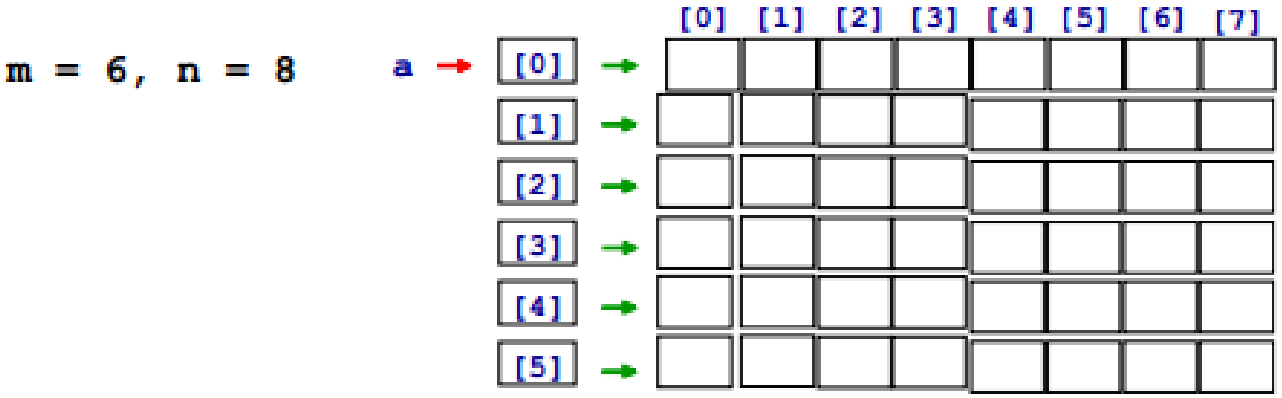
```
printf("Numero de linhas da matriz: ");
scanf("%d", &m);
a = (float **) calloc(m, sizeof(float *));    // aloca m linhas
```

- Para cada linha, alocar memória para as colunas:

```
printf("Numero de colunas da matriz: ");
scanf("%d", &n);
for (i = 0; i < m; i++)
  a[i] = (float *) calloc(n, sizeof(float)); // aloca n colunas
```

Alocação dinâmica de memória: matrizes

Esquematicamente:



- Para desalocar a memória:

```
for (i = 0; i < m; i++)
  free(a[i]);
free(a);
```

Função malloc()

- Serve para alocar memória durante a execução do programa. É ela que faz o pedido de memória ao computador e retorna um ponteiro com o endereço do início do espaço de memória alocado. A função malloc() possui o seguinte protótipo:

void *malloc (unsigned int num);

- A função malloc() recebe um parâmetro de entrada
  - num: o tamanho do espaço de memória a ser alocado.
- e retorna
  - NULL: no caso de erro;
  - retorna o ponteiro para a primeira posição do array alocado: Caso contrário.

malloc() x calloc()

Exemplo: malloc() *versus* calloc()

```
01  #include <stdio.h>
02  #include <stdlib.h>
03  int main(){
04    //alocação com malloc
05    int *p;
06    p = (int *) malloc(50*sizeof(int));
07    if(p == NULL){
08        printf("Erro: Memoria Insuficiente!\n");
09    }
10    //alocação com calloc
11    int *p1;
12    p1 = (int *) calloc(50,sizeof(int));
13    if(p1 == NULL){
14        printf("Erro: Memoria Insuficiente!\n");
15    }
16    system("pause");
17    return 0;
18  }
```

malloc() x calloc()

Existe outra diferença entre a função **calloc()** e a função **malloc()**: ambas servem para alocar memória, mas a função **calloc()** inicializa todos os **BITS** do espaço alocado com 0s.

```
01  #include <stdio.h>
02  #include <stdlib.h>
03
04  int main(){
05    int i;
06    int *p, *p1;
07    p = (int *) malloc(5*sizeof(int));
08    p1 = (int *) calloc(5,sizeof(int));
09    printf("calloc \t\t malloc\n");
10    for (i=0; i<5; i++)
11      printf("p1[%d]=%d \t p[%d] = %d\n",i,p1[i],i,p[i]);
12    system("pause");
13    return 0;
14  }
```

Função realloc()

- Serve para alocar memória ou realocar blocos de memória previamente alocados pelas funções malloc(), calloc() ou realloc(). Essa função tem o seguinte protótipo:

void *realloc (void *ptr, unsigned int num);

- A função realloc() recebe dois parâmetros de entrada:
  - Um ponteiro para um bloco de memória previamente alocado.
  - **num** : o **tamanho em bytes** do espaço de memória a ser alocado.
- e retorna
  - NULL: no caso de erro;
  - O ponteiro para a primeira posição do array alocado/realocado: caso contrário.

Função realloc() (Cont.)

- Basicamente, a função realloc() modifica o tamanho da memória previamente alocada e apontada pelo ponteiro ptr para um novo valor especificado por num, sendo **num** o tamanho em bytes do bloco de memória solicitado (igual à função malloc()).
- A função realloc() retorna um ponteiro (void *) para o novo bloco alocado. Isso é necessário porque a função realloc() pode precisar mover o bloco antigo para aumentar seu tamanho. Se isso ocorrer, o conteúdo do bloco antigo é copiado para o novo bloco e nenhuma informação é perdida.

Constante NULL

- Está definida na biblioteca stdlib.h
- Quando um ponteiro é declarado, ele não possui um endereço associado.
- Qualquer tentativa de uso desse ponteiro causa um comportamento indefinido no programa.
- Um ponteiro pode ter um valor especial NULL, que é o endereço de “nenhum lugar”.
- Trata-se de um valor reservado que indica que aquele ponteiro aponta para uma posição de memória inexistente.

Não confunda um ponteiro apontando para **NULL** com um ponteiro não inicializado. O primeiro possui valor fixo, enquanto um ponteiro não inicializado pode possuir qualquer valor.

Verificando a alocação de memória

Seja p um ponteiro para um tipo qualquer. O seguinte teste:

```
if (p == NULL)
{
  puts("Memoria insuficiente para alocacao de p");
  exit(0);
}
```

poderá ser utilizado para verificar se a alocação de memória para o ponteiro **p** foi bem sucedida. Caso contrário, o programa poderá retornar uma mensagem de erro e terminar a execução.

Operações relacionais com ponteiros

- A linguagem C permite comparar os endereços de memória armazenados por dois ponteiros utilizando uma expressão relacional.
- Por exemplo, os operadores == e != são usados para saber se dois ponteiros são iguais ou diferentes, ou seja, se apontam para um mesmo endereço de memória ou não.
- Já os operadores >, <, >= e <= são usados para saber se um ponteiro aponta para uma posição mais adiante na memória do que outro.
- Ex: Dado que p e p1 são ponteiros.

```
if(p > p1)
 printf(“O ponteiro p aponta para uma posição a frente de p1\n”);
 else
 printf(“O ponteiro p NÃO aponta para uma posição a frente de p1\n”);
```

Ponteiros Genéricos (void)

- Normalmente, um ponteiro aponta para um tipo específico de dado.
- Porém, pode-se criar um ponteiro *genérico*.
- Esse tipo de ponteiro pode apontar para todos os tipos de dados existentes ou que ainda serão criados.
- Em linguagem C, a declaração de um ponteiro genérico segue esta forma geral:

void *nome_do_ponteiro;

- o ponteiro genérico permite guardar o endereço de qualquer tipo de dado. Essa vantagem também carrega uma desvantagem: sempre que tivermos de acessar o conteúdo de um ponteiro genérico, será necessário utilizar o operador de *typecast (conversão explícita)* sobre ele antes de acessar o seu conteúdo.

Ponteiros Genéricos (Ex. *typecast*)

Sempre que se trabalhar com um ponteiro genérico é preciso convertê-lo para o tipo de ponteiro com o qual se deseja trabalhar antes de acessar o seu conteúdo.

```
01  #include <stdio.h>
02  #include <stdlib.h>
03  int main(){
04    void *pp;
05    int p2 = 10;
06    // ponteiro genérico recebe o endereço de um
    //inteiro
07    pp = &p2;
08    //tenta acessar o conteúdo do ponteiro genérico
09    printf("Conteudo: %d\n",*pp); //ERRO
10    //converte o ponteiro genérico pp para (int *)
    //antes de acessar seu conteúdo.
11    printf("Conteudo: %d\n",*(int*)pp); //CORRETO
12    system("pause");
13    return 0;
14  }
```

Ponteiros Genéricos (Cont.)

- Como o compilador não sabe qual o tipo do ponteiro genérico, acessar o seu conteúdo gera um tipo de erro. Somente é possível acessar o seu conteúdo depois de uma operação de *typecast*.
- Ex:

printf(“Conteudo: %d\n”,***(int*)pp**); //CORRETO

- Outro cuidado que devemos ter com ponteiros genéricos: como ele não possui tipo definido, deve-se tomar cuidado ao realizar operações aritméticas.
- Como o compilador não sabe qual o tipo do ponteiro genérico, nas operações de adição e subtração é adicionado/subtraído um total de 1 byte por incremento/decremento, pois esse é o tamanho de uma unidade de memória.

Funções para Alocação Dinâmica de Memória

- A linguagem C ANSI usa apenas quatro funções para o sistema de alocação dinâmica, disponíveis na biblioteca stdlib.h. São elas:
  - free
  - calloc
  - malloc
  - realloc

Exercícios II

1) Escreva um programa que mostre o tamanho em bytes que cada tipo de dados ocupa na memória: char, int, float, double.

2) Crie uma estrutura representando um aluno de uma disciplina. Essa estrutura deve conter o número de matrícula do aluno, seu nome e as notas de três provas. Escreva um programa que mostre o tamanho em bytes dessa estrutura.

3) Crie uma estrutura chamada Cadastro. Essa estrutura deve conter o nome, a idade e o endereço de uma pessoa. Agora, receba um inteiro positivo N e crie um ponteiro para um vetor de tamanho N, alocado dinamicamente, para essa estrutura. Solicite também que o usuário digite os dados desse vetor e depois imprima os dados digitados.

Fim