AED1 - Aula 08
Alocação dinâmica de memória

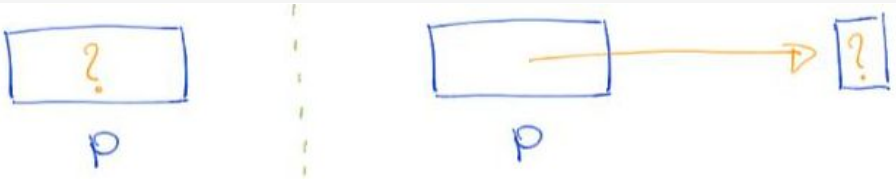
Alocação dinâmica de memória é necessária quando

- a quantidade de memória que o programa necessita não é conhecida a priori,
    - mas apenas durante a execução do mesmo.
- Também pode ser usada para alocar grandes quantidades de memória,
    - pois os limites para alocação estática costumam ser menores.

Para manipular memória dinamicamente é necessária

- a biblioteca stdlib.h que possui as funções:
    - malloc(unsigned int k), que
        - recebe como parâmetro um inteiro não negativo k,
        - aloca um bloco de memória com k bytes e
        - devolve um apontador para o primeiro byte deste bloco.
            - Em geral, este endereço é armazenado num apontador.
    - free(void *p), que
        - recebe como parâmetro um apontador p e
        - libera o bloco de memória apontado por p.
- Adicionar #include <stdlib.h> no início do código para usar a biblioteca

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

int main(int argc, char *argv[])
{
    char *p;
    p = malloc(1);
    scanf("%c", p);
    printf("%c\n", *p);
    return 0;
}
```

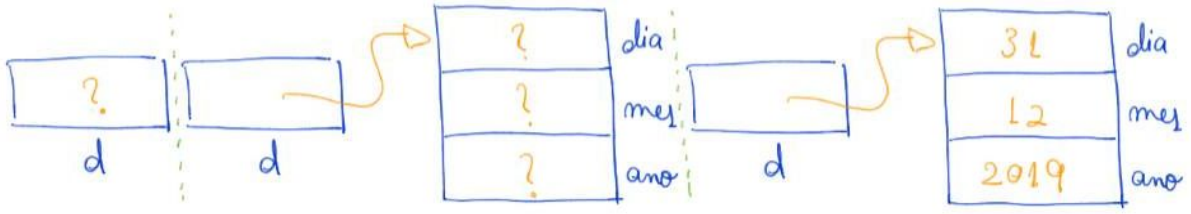


- stdlib.h também possui outras funções úteis como rand e atoi.

Malloc é frequentemente usado com o operador sizeof

- que recebe um tipo,
    - ou variável do tipo desejado,
- e devolve o número de bytes usado por aquele tipo.

```c
typedef struct
{
    int dia, mes, ano;
} Data;


    Data *d;
    // d = malloc(sizeof(Data));
    d = malloc(sizeof(*d));
    d->dia = 31;
    (*d).mes = 12;
    d->ano = 2019;
    printf("dia = %d, mes = %d, ano = %d\n", (*d).dia, d->mes,
(*d).ano);
```



Nem sempre malloc() devolve o que promete,

- pois a memória é finita
    - e o sistema operacional pode impor outros limites.
- Caso a alocação falhe
    - malloc devolve NULL.
- Por isso, convém verificar se o endereço devolvido é igual a NULL,
    - e reportar erro neste caso.

```c
void *mallocSafe(unsigned nbytes)
{
    void *p;
    p = malloc(nbytes);
    if (p == NULL)
    {
        printf("Deu ruim! malloc devolveu NULL!\n");
        exit(EXIT_FAILURE);
```

```
    }
    return p;
}
```

- Note que, esta função recebe um inteiro sem sinal (unsigned)
    - já que alocar um número negativo de bytes não faz sentido.
- Um caso em que mallocSafe pode detectar erro
    - é na tentativa de alocar um vetor muito grande.

```
    unsigned n;
    int *v;
    scanf("%u", &n); // testar n = 1000000000
    v = mallocSafe(n * sizeof(int));
```

    - Por que n = 10^9 deve causar falha?
        - Dica: tem a ver com o número de bytes
            - que conseguimos endereçar com 32 bits.

free(p) libera o bloco de memória apontado por p,

- mas não muda o valor de p.
- Por questão de segurança, convém atribuir NULL para apontadores
    - que apontavam para blocos de memória liberados.

```
    free(d);
    d = NULL;
```

- Caso contrário, a informação pode continuar acessível.

```
    printf("dia = %d, mes = %d, ano = %d\n", (*d).dia, d->mes,
(*d).ano);
```

Vetores alocados dinamicamente

Código:

```
    int *v, i, n;

    n = atoi(argv[1]);
    v = mallocSafe(n * sizeof(int));

    // preenchendo o vetor em ordem crescente
    for (i = 0; i < n; i++)
    {
        v[i] = i;
```

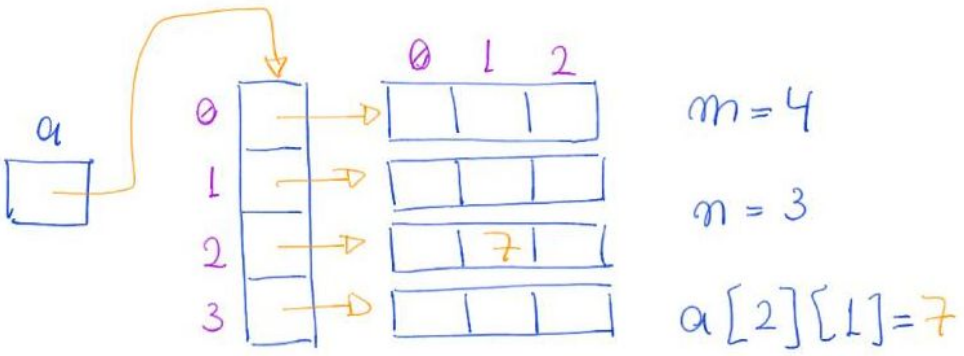
```
        // *(v + i) = i;
    }

    for (i = 0; i < n; i++)
    {
        printf("endereco de v[%d] = %p e conteudo de v[%d] = %d\n",
i, (v + i), i, v[i]);
        // printf("endereco de v[%d] = %p e conteudo de v[%d] =
%d\n", i, &v[i], i, *(v + i));
    }

    free(v);
    v = NULL;
```

Matrizes alocadas dinamicamente

Pensamos em matrizes bidimensionais como um vetor de vetores.

Alocação dinâmica de matrizes:

- Primeiro alocamos um vetor de apontadores.
    - Cada posição deste corresponde a uma linha da matriz.
- Depois alocamos um vetor de elementos para cada linha.




```
int **a; i, j, m, n;

    a = mallocSafe(m * sizeof(int *));
    for (i = 0; i < m; i++)
        a[i] = mallocSafe(n * sizeof(int));
```

Atribuição e acesso:

- O elemento da linha i e coluna j de a está em a[i][j].
- Exemplo:
    - Atribuição do valor -1 para a célula da linha 4 coluna 2.

```
a[4][2] = -1;
```

    - Diferentes maneiras de fazer a leitura deste valor.

```
printf("%d\n", a[4][2]);
printf("%d\n", *(*(a + 4) + 2));
printf("%d\n", (*(a + 4))[2]);
printf("%d\n", *(a[4] + 2));
```

- Preencher a matriz

```
for (i = 0; i < m; i++)
    for (j = 0; j < n; j++)
        a[i][j] = 1000 * i + j;
```

- Imprimir a matriz

```
for (i = 0; i < m; i++)
{
    for (j = 0; j < n; j++)
    {
        printf("%4d ", a[i][j]);
    }
    printf("\n");
}
```

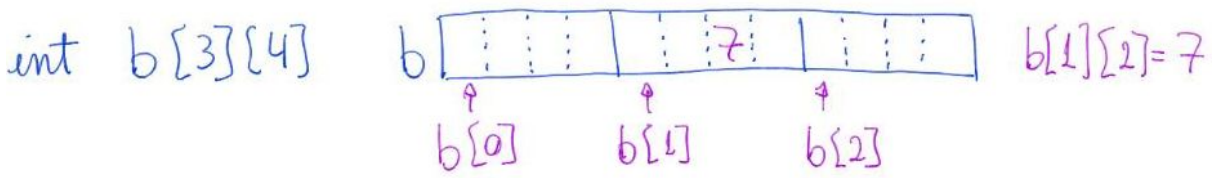
Liberação de matrizes:

- Para liberar a memória alocada é importante ir na ordem inversa da alocação,
    - i.e., primeiro liberamos o vetor de cada linha
        - e depois liberamos o vetor de apontadores.

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

Matrizes alocadas estaticamente

- como um bloco único de memória:



- Exemplo de atribuição:

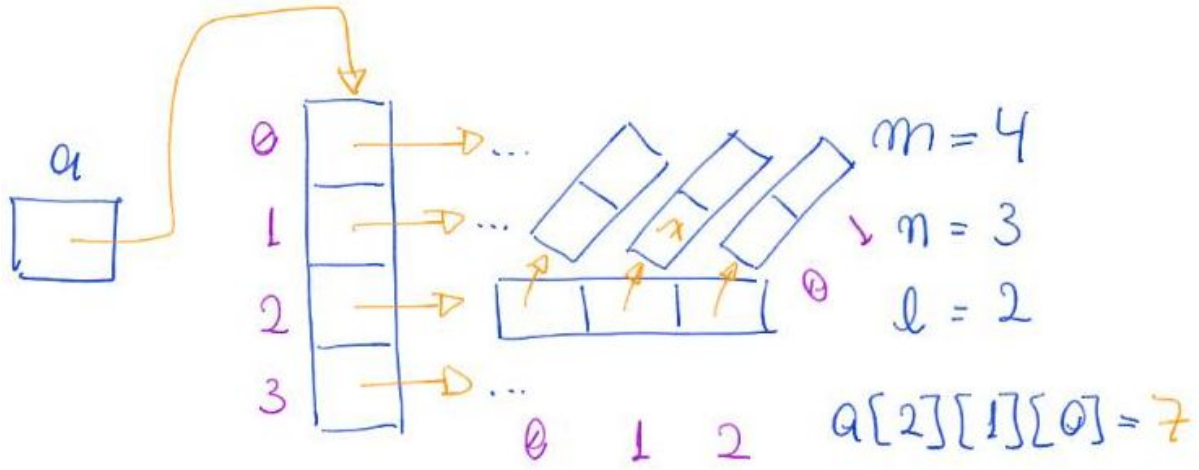
```
int b[3][4];
b[1][2] = 7;
```

- e diferentes maneiras de fazer a leitura.

```
printf("%d\n", b[1][2]);
printf("%d\n", *((int *)b + 4 * 1 + 2));
printf("%d\n", *(int *)((void *)b + 4 * sizeof(int) * 1 + sizeof(int) * 2));
```

Bônus:

- Alocação dinâmica, preenchimento, impressão e liberação de
  - matriz de três dimensões.




```
int ***h;

// alocação dinâmica
h = mallocSafe(m * sizeof(int **));
for (i = 0; i < m; i++)
{
    h[i] = mallocSafe(n * sizeof(int *));
    for (j = 0; j < n; j++)
    {
        h[i][j] = mallocSafe(l * sizeof(int));
    }
```

```
    }

    // preenchimento
    for (i = 0; i < m; i++)
        for (j = 0; j < n; j++)
            for (k = 0; k < l; k++)
                h[i][j][k] = 1000000 * i + 1000 * j + k;

    // impressão por camadas
    for (k = 0; k < l; k++)
    {
        printf("camada %d\n", k);
        for (i = 0; i < m; i++)
        {
            for (j = 0; j < n; j++)
            {
                printf("%7d ", h[i][j][k]);
            }
            printf("\n");
        }
    }

    // liberação
    for (i = 0; i < m; i++)
    {
        for (j = 0; j < n; j++)
        {
            free(h[i][j]);
            h[i][j] = NULL;
        }
        free(h[i]);
        h[i] = NULL;
    }
    free(h);
    h = NULL;
```