CET635 – Linguagem de Programação II
Aula 4. *Modularização de Programas. Funções*

Profa. Susana M Iglesias

Introdução

- **Porque modularizar?**
  - Em geral, problemas complexos exigem algoritmos complexos. Mas sempre é possível dividir um problema grande em problemas menores. Desta forma, cada parte menor tem um algoritmo mais simples, mais fácil de ser elaborado,
  - Paradigma de dividir e conquistar,
  - Esse trecho menor é chamado de módulo ou sub-rotina (ou função, ou procedimento).

Introdução

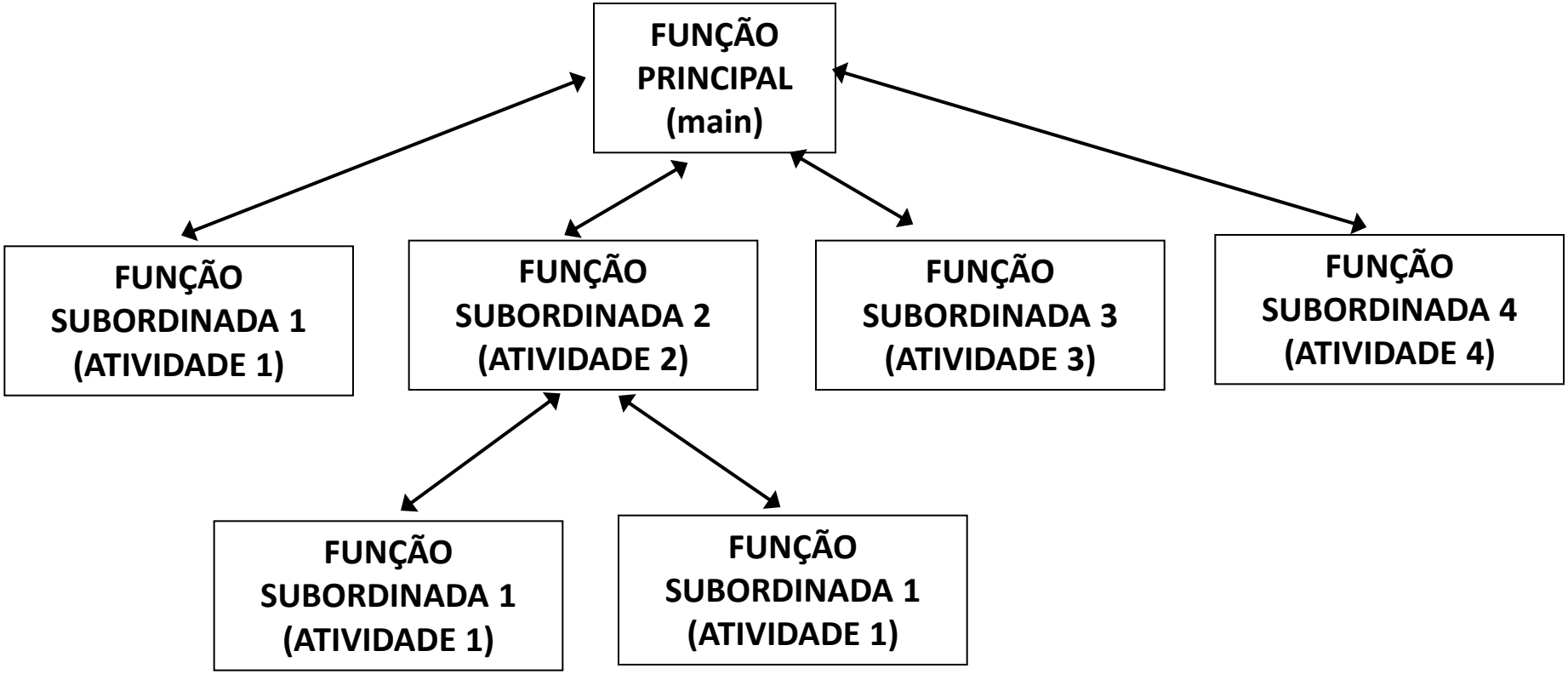
- A maioria dos programas de computador que resolvem problemas do mundo real são MUITO maiores que os programas vistos neste curso,
- O desenvolvimento e manutenção de grandes projetos é praticamente impossível se não usarmos o principio de modularização.
- A melhor maneira de desenvolver e manter um programa é construí-lo a partir de pequenas partes ou módulos.

Introdução

- **Sub-rotinas ou módulos:**
  - Uma sub-rotina é na verdade um mini-programa e sendo um programa poderá efetuar diversas operações computacionais, funcionando no formato:

Introdução

- Programas modularizados apresentam uma estrutura hierárquica



Introdução

- **Exemplo:** Cálculo do contracheque de um funcionário.
  - Quais são os módulos necessários:

– Modulo 1 - Recebe o valor do salário e calcula o imposto de renda
– Modulo 2 - Recebe o valor do salário e calcula o desconto para previdência
– Modulo 3 - Recebe o valor do salário e o número de horas trabalhadas, calcula descontos por faltas.
– etc...

Introdução

- **Exemplo:** Lista 2. Ex. 8, subtração e soma de matrizes

```
int main(){
  float **A, **B, **Som, **Sub;
  int i, j, m, n;

  //Leitura do numero de linhas e colunas
  printf("Digite o numero de linhas da matriz: ");
  scanf("%d", &m);
  printf("Digite o numero de colunas da matriz: ");
  scanf("%d", &n);

  //Alocação dinâmica das matrizes
  A = (float **) malloc (m * sizeof(float *));
  B = (float **) malloc (m * sizeof(float *));
  Som = (float **) malloc (m * sizeof(float *));
  Sub = (float **) malloc (m * sizeof(float *));
  if((A==NULL)||(B==NULL)||(Som==NULL)||(Sub==NULL)){
    printf("Erro de alocaco!!!\n");
    system("PAUSE");
    return -1;
  }
  for(i=0;i<m;i++){
    A[i] = (float *) malloc (n * sizeof(float));
    B[i] = (float *) malloc (n * sizeof(float));
    Som[i] = (float *) malloc (n * sizeof(float));
    Sub[i] = (float *) malloc (n * sizeof(float));
    if((A[i]==NULL)||(B[i]==NULL)||(Som[i]==NULL)||(Sub[i]==NULL)){
      printf("Erro de alocaco!!!\n");
      system("PAUSE");
      return -1;
    }
  }
```

Módulo 1 – aloca uma matriz de floats

Recebe: numero de linhas
numero de colunas

Retorna: ponteiro a memória alocada

```
//Leitura de dados e Calculos
for(i=0;i<m;i++)
  for(j=0;j<n;j++){
    printf("Digite o elemento [%d][%d] de A: ", i+1, j+1);
    scanf("%f", &A[i][j]);
    printf("Digite o elemento [%d][%d] de B: ", i+1
    scanf("%f", &B[i][j]);
    Som[i][j] = A[i][j] + B[i][j];
    Sub[i][j] = A[i][j] - B[i][j];
  }
//Resultados
printf("\nSoma\n");
for(i=0;i<m;i++){
  for(j=0;j<n;j++) printf("%4.2f ", A[i][j]);
  if (i == (m/2)) printf("  +  ");  else printf("     ");
  for(j=0;j<n;j++) printf("%4.2f ", B[i][j]);
  if (i == (m/2)) printf("  =  ");  else printf("     ");
  for(j=0;j<n;j++) printf("%4.2f ", Som[i][j]);
  printf("\n");
}
printf("\nSubtracao\n");
for(i=0;i<m;i++){
  for(j=0;j<n;j++) printf("%4.2f ", A[i][j]);
  if (i == (m/2)) printf("  -  ");  else printf("     ");
  for(j=0;j<n;j++) printf("%4.2f ", B[i][j]);
  if (i == (m/2)) printf("  =  ");  else printf("     ");
  for(j=0;j<n;j++) printf("%4.2f ", Sub[i][j]);
  printf("\n");
}
```

Módulo 2 – imprime uma operação de matrizes

Recebe: Mensagem, três matrizes, operador

Retorna: nada (void)

```
  //liberando memória
  for(i=0;i<m;i++){
    free(A[i]);
    free(B[i]);
    free(Som[i]);
    free(Sub[i]);
  }
  free(A);
  free(B);
  free(Som);
  free(Sub);

  system("PAUSE");
  return 0;
}
```

Módulo 3 – libera memória de uma matriz

Recebe: numero de linhas, ponteiro

Retorna: nada (void)

Introdução

- O conceito de modularização:
  - permite uma melhor reutilização do código,
  - implementa o conceito de abstração de processos (caixa preta),
  - evita a repetição de código,
  - permite utilizar códigos desenvolvidos por outros programadores,
  - implementa o principio de acesso mínimo.

Módulos em C

- A modularização é implementada em C através de funções,
- Existem dois tipos de funções em C:
  1. as funções da biblioteca padrão:
     - Entrada/Saída (I/O) - <stdio.h>,
     - Matemáticas - <math.h>,
     - Manipulação de caracteres - <ctype.h>,
     - Manipulação de strings - <string.h>,
     - Muitas outras.
  2. funções definidas pelo programador.

Módulos em C

- Todas as instruções em C devem estar incluídas em uma função,
- Todo programa deve conter uma função main() que será invocada pelo sistema operacional para começar a execução,
- A função main() poderá chamar outras funções da biblioteca padrão ou definidas pelo programador.

ESCOPO DE VARIÁVEIS

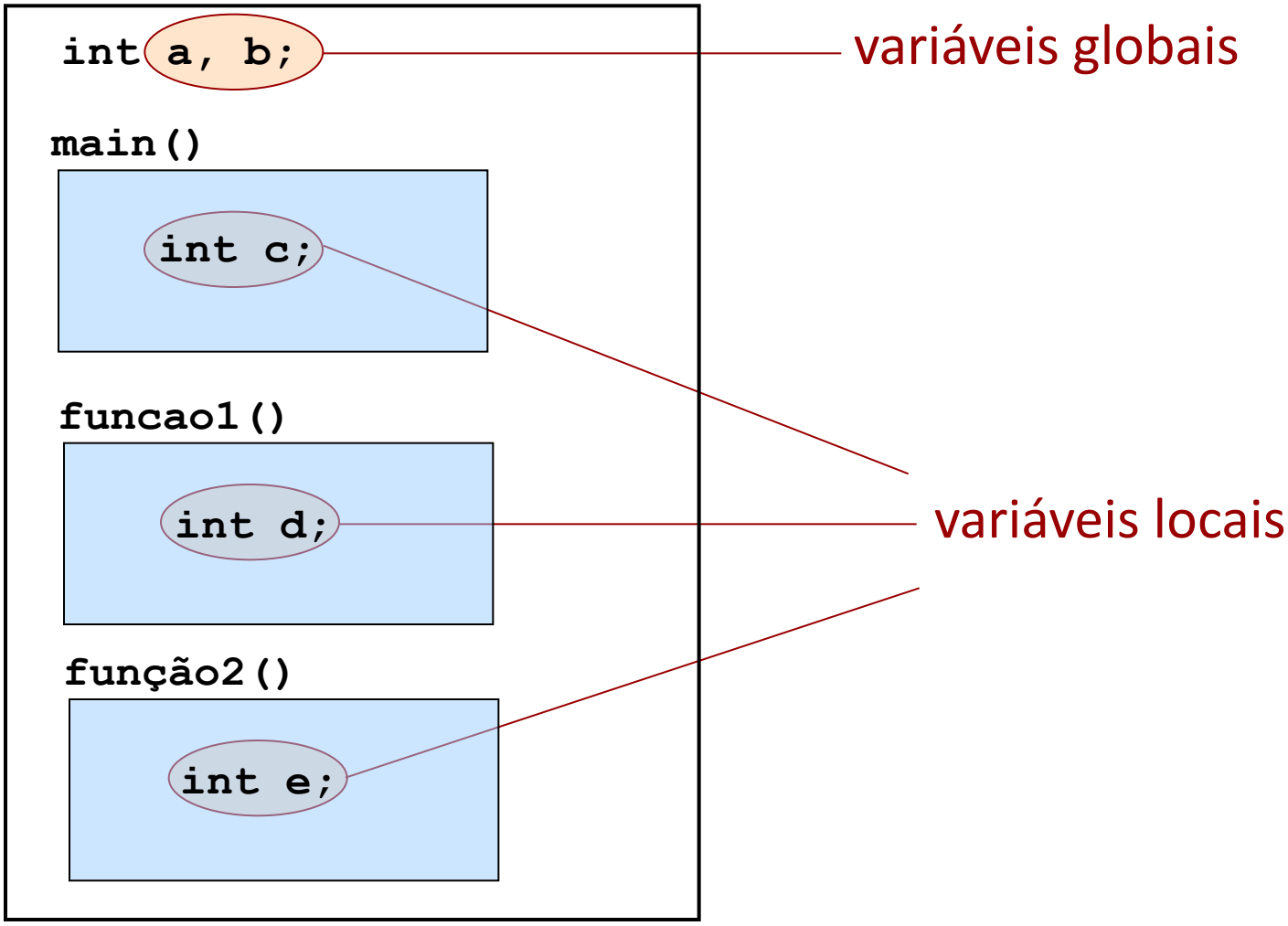
- Escopo = Área de atuação da variável
- As variáveis podem ter escopo local ou escopo global.
- Escopo local:
  - As variáveis são declaradas dentro de um modulo,
  - são criadas no inicio do módulo,
  - são destruídas no final do módulo,
  - apenas são acessíveis dentro do módulo
  - variáveis locais de um módulo não podem ser acessíveis por outro módulo.

ESCOPO DE VARIÁVEIS

Escopo global:

- As variáveis são declaradas fora de qualquer modulo,
- são criadas no inicio do programa,
- são destruídas no final do programa,
- são acessíveis dentro de qualquer módulo,
- podem ser utilizadas (modificadas) em qualquer módulo,
- as variáveis globais violam o princípio de acesso mínimo,
- as praticas de engenharia de software recomendam não utilizar variáveis globais.

ESCOPO DE VARIÁVEIS



FUNÇÕES EM C

- Ao criar nossas próprias funções devemos considerar:

1. o protótipo da função,
2. a definição da função,
3. os parâmetros da função,
4. a chamada a função,
5. o valor de retorno da função.

FUNÇÕES EM C

- Sintaxe do protótipo de função:

```
tipo_de_retorno nome_função(lista_parâmetros);
```

- O protótipo (ou cabeçalho) da função diz ao compilador:
  - o tipo de dado retornado pela função
  - o número de parâmetros que a função espera receber, os tipos dos parâmetros e a ordem na qual os parâmetros são esperados.
- O compilador utiliza os protótipos para validar as chamadas a funções.

FUNÇÕES EM C

- Ao incluirmos uma biblioteca de cabeçalho:

```
#include <biblioteca.h>
```

- Fornecemos ao compilador os protótipos de todas as funções da biblioteca,
- Permitindo verificar se a quantidade de parâmetros, e o tipo de cada um é correto,
- Não incluir a biblioteca de cabeçalho nos leva a erros de sintaxe.

FUNÇÕES EM C

- Definição de função:

```
tipo_de_retorno nome_função(lista_parâmetros){
    declarações
    instruções
    return value;
}
```

- Funções não podem ser definidas dentro do corpo de outras funções.
- Os parâmetros de uma função são utilizados para enviar informação (dados) a função.

FUNÇÕES EM C

- Os parâmetros enviados a uma função são variáveis locais da função.
- A lista de parâmetros de uma função é formada por duplas de tipo e nome de variáveis separadas por virgulas:

```
tipo_retorno nome_função(tipo1 nome1,
                         tipo2 nome2,
                          ...,
                         tipon nomen);
```

FUNÇÕES EM C

- Funções que não recebem nemhum parâmetro devem ter uma lista de parâmetros “vazia”:

```
tipo_retorno nome_função(void);
```

- Uma declaração do tipo:

```
tipo_retorno nome_função();
```

indica ao compilador de C para não verificar a lista de parâmetros desta função, esta pratica não é recomendavel.

FUNÇÕES EM C

- Uma chamada a função tem a seguinte sintaxe:

```
nome_função(lista_parâmetros)
```

- A chamada a função é utilizada para invocar uma função,
- Uma chamada a função transfere o controle do programa a primeira instrução da função,
- A quantidade de parâmetros, o tipo dos parâmetros e a ordem na chamada devem coincidir com o protótipo da função.

FUNÇÕES EM C

- O controle de execução é retornado ao ponto de chamada (função chamadora) ao finalizar a execução da função chamada,
- A execução de uma função finaliza se o comando return é encontrado ou se o bloco da função é finalizado,
- As funções em C podem retornar um valor,
- O tipo do valor de retorno é especificado no protótipo da função:

```
tipo_de_retorno nome_função(lista_parâmetros);
```

FUNÇÕES EM C

- Uma função que não retorna nenhum valor deve ter um tipo de retorno “vazio”:

```
void nome_função(lista_parâmetros);
```

- Em C por defeito todas as funções em C retornam um valor inteiro,
- Como será interpretada a declaração:

```
nome_função(lista_parâmetros);
```

- O valor retornado por uma função pode ser atribuído a uma variável, ou utilizado em qualquer expressão válida.

FUNÇÕES EM C - EXEMPLO

```
int quadrado(int);   /* protótipo da função */

int main()
{
  int i;

  for(i=1; i<=10; i++)
    printf("%d", quadrado(i));  /* chamada a função */
  printf("\n");

  return 0;
}

/* definição da função */
int quadrado(int num){
  return num*num
}
```

FUNÇÕES - EXEMPLOS

- **Exemplo**: *Escreva um programa que receba um número inteiro e imprima o seguinte padrão (n=4)*

```
****
****
****
****

****
*  *
*  *
****

*
**
***
****
```

a) Crie uma função para imprimir o quadrado.

b) Crie uma função para imprimir o quadrado vazado.

c) Crie uma função para imprimir o triangulo.

d) Crie outras funções se forem necessárias.

```
void prn_quadrado(int);
void prn_quadrado_vaz(int);
void prn_triang(int);
void prn_linha(int);
void prn_linha_vaz(int);

int main(){
  int n;
  printf("Digite n:");
  scanf("%d", &n);

  prn_quadrado(n);
  prn_quadrado_vaz(n);
  prn_triang(n);

  system("PAUSE");
  return 0;
}

void prn_linha(int n){
  int j;
  for(j=0;j<n;j++)
    printf("*");
  printf("\n");
}
```

```
void prn_linha_vaz(int n){
  int j;
  printf("*");
  for(j=1;j<n-1;j++)
    printf(" ");
  printf("*\n");
}
void prn_quadrado(int n){
  int i;
  for(i=0;i<n;i++)
    prn_linha(n);
  printf("\n");
}
void prn_quadrado_vaz(int n){
  int i;
  prn_linha(n);
  for(i=1;i<n-1;i++)
    prn_linha_vaz(n);
  prn_linha(n);
  printf("\n");
}
void prn_triang(int n){
  int i;
  for(i=0;i<n;i++)
    prn_linha(i+1);
  printf("\n");
}
```

PASSAGEM DE PARÂMETROS

- Existem duas formas de enviar parâmetros para uma função:
  1. chamada por valor,
  2. chamada por referência.
- Chamada por valor:
  - é feita uma **cópia** do valor da variável original para a variável que representa o parâmetro,
  - a cópia (parâmetro) esta disponível na função chamada,

PASSAGEM DE PARÂMETROS

- Chamada por valor ...
  - as modificações na cópia (parâmetro) não afetam o valor original da variável na função que realizou a chamada,
  - a passagem por valor deve ser usada sempre que a função chamada não precisa modificar o valor da variável original,
  - Em C, todas as chamadas são por valor.
  - Evita efeitos “colaterais”, como modificar acidentalmente o valor de uma variável.

PASSAGEM DE PARÂMETROS

- Chamada por referencia:
  - é enviado a função uma **referência** (endereço) a variável original,
  - é possível modificar a variável original na função chamada,
  - Apropriado quando o “tamanho” do parâmetro é grande, evitando a sobrecarga da chamada por valor,
  - ou quando é necessário modificar o valor de um parâmetro dentro da função.

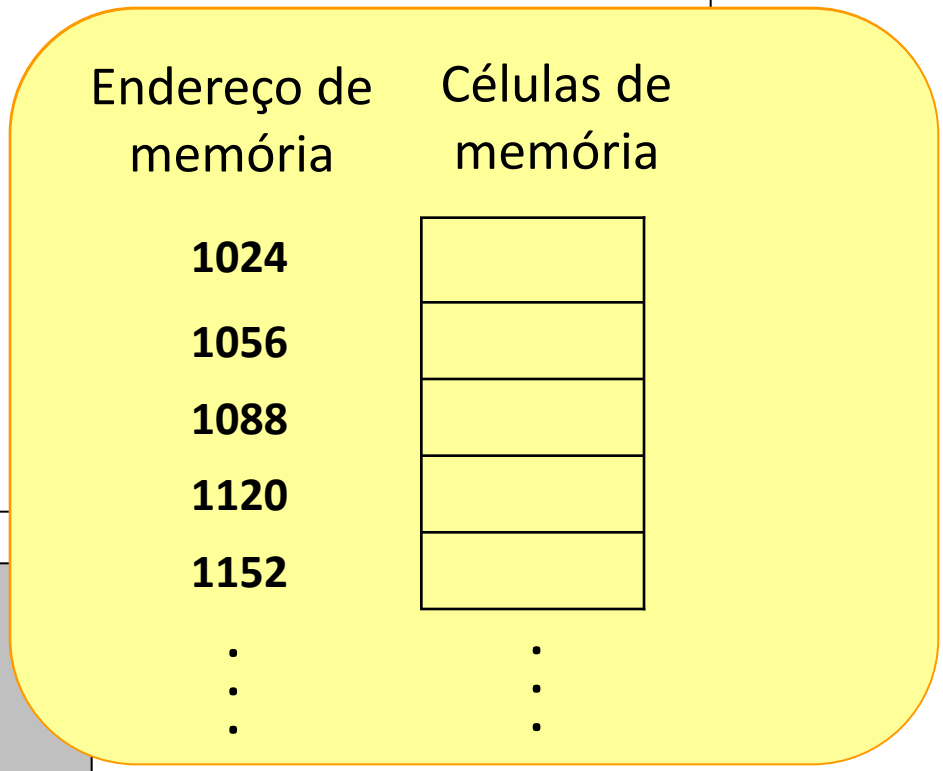
PASSAGEM DE PARÂMETROS

- Chamada por referencia:
  - Em C, o uso de ponteiros nos permite simular chamadas por referência.
  - Ao chamar uma função com argumentos que devem ser modificados, são passados os endereços (&) dos argumentos.

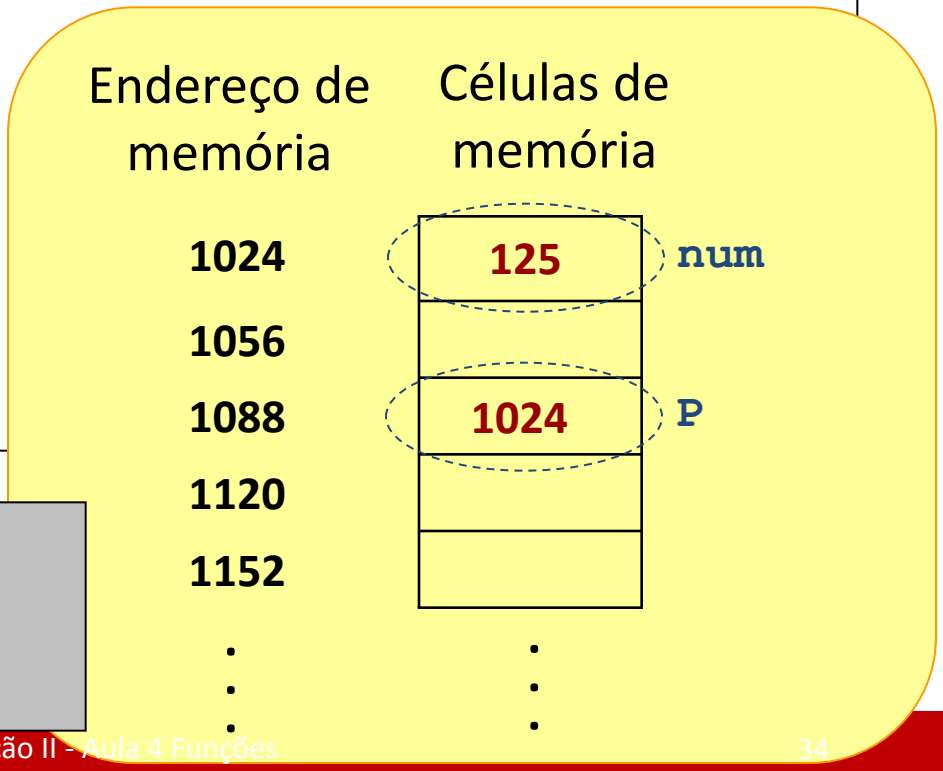
- Ilustramos as diferencias entre chamada por valor e chamada por referência com um exemplo.

```c
/* Eleva uma variável ao cubo usando chamada por valor */
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

int cubPorValor(int);

main(){
    int num = 5;

    printf("Valor original %d\n", num);
    num = cubPorValor(num);
    printf("Novo valor %d\n", num);
    system("PAUSE");
    return 0;
}

int cubPorValor(int n){
    return n * n * n;
}
```

```
Valor original 5
Novo valor 125
Pressione qualquer tecla para continuar. . .
```



```c
/* Eleva uma variável ao cubo usando chamada por referencia */
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

void cubPorReferencia(int *);

main(){
   int num = 5;

   printf("Valor original %d\n", num);
   cubPorReferencia(&num);
   printf("Novo valor %d\n", num);
   system("PAUSE");
   return 0;
}

void cubPorReferencia(int *P){
   *P = *P * *P * *P;
}
```




```
Valor original 5
Novo valor 125
Pressione qualquer tecla para continuar. . .
```

PASSAGEM DE PARÂMETROS

- O qualificador `const` permite ao programador informar ao compilador que uma determinada variável não pode ser modificada.

```
int const a = 1;
```

- O qualificador `const` é usado freqüentemente em passagem de parâmetros para indicar ao compilador que o parâmetro não deve ser modificado no corpo da função.
- Exemplo: Imprimindo um vetor.

```c
/* Qualificador const, funcao para imprimir um vetor */
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

void prn_vet(int *, const int);

main(){
  int vet[5] = {1,2,3,4,5}, n;

  n=5;
  prn_vet(vet, n);

  system("PAUSE");
  return 0;
}

void prn_vet(int *v, const int m){
  int i;

  for(i=0;i<m;i++)
    printf("%d\t", v[i]);
  printf("\n");
}
```

PASSAGEM DE PARÂMETROS

- O qualificador `const` é combinado com chamadas por referências para conseguirmos a eficiência de uma chamada por referência com a segurança de uma chamada por valor.

PONTEIROS COMO PARÂMETROS

- Há quatro maneiras de passar um ponteiro para uma função:
  1. um ponteiro não-constante para um dado não-constante
  2. um ponteiro constante para um dado não constante
  3. um ponteiro não-constante para um dado constante
  4. um ponteiro constante para um dado constante
- cada uma das quatro combinações fornece um nível de acesso diferente.

PONTEIROS COMO PARÂMETROS

- Ponteiro não-constante para um dado não constante:
  - é o maior nível de acesso,
  - o dado pode ser modificado desreferenciando o ponteiro,
  - o ponteiro pode ser modificado para apontar para outro endereço,
  - esta declaração não inclui **`const`**.
  - Ilustramos com um exemplo.

```c
/* Converte letras minusculas para maiusculas */
/* usando um ponteiro não-constante  para um dado não-constante*/
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

void converteParaMaiusculas(char *);

main(){
   char string[] = "caracteres";

   printf("A string antes da conversao: %s\n", string);
   converteParaMaiusculas(string);
   printf("A string depois da conversao: %s\n", string);
   system("PAUSE");
   return 0;
}

void converteParaMaiusculas(char *s){
   while (*s != '\0') {
      if (*s >= 'a' && *s <= 'z')
         *s -= 32;  /* converte para a letra maiuscula ASCII */
      ++s;  /* incrementa s para apontar o proximo caractere */
   }
}
```

PONTEIROS COMO PARÂMETROS

- Ponteiro constante para um dado não-constante:
  - Um ponteiro constante sempre aponta para o mesmo local de memória,
  - Os dados de aquele local podem ser modificados usando o ponteiro,
  - Este é o caso default quando enviamos um vetor para uma função,
  - Apenas os elementos do vetor podem ser modificados.

```c
/* Enviando um vetor para uma função */
/* usando um ponteiro constante  para um dado não-constante*/
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

void inc_vet(int [], int);

main(){
  int vet[5] = {1,2,3,4,5};

  inc_vet(vet, 5);

  system("PAUSE");
  return 0;
}

void inc_vet(int v[], int m){
  int i;

  for(i=0;i<m;i++)
    v[i]++;
}
```

```c
/* Enviando um vetor para uma função */
/* usando um ponteiro constante  para um dado não-constante*/
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

void inc_vet(int * const, int);

main(){
  int vet[5] = {1,2,3,4,5};

  inc_vet(vet, 5);

  system("PAUSE");
  return 0;
}

void inc_vet(int * const v, int m){
  int i;

  for(i=0;i<m;i++)
    v[i]++;
}
```

A declaração é interpretada da esquerda para a direita.

PONTEIROS COMO PARÂMETROS

- Ponteiro não-constante para um dado constante:
  - Um ponteiro não-constante pode ser modificado para apontar qualquer item de dado do tipo apropriado,
  - O dado ao qual ele aponta não pode ser modificado,
  - Neste caso a função não pode modificar os dados,
  - Exemplo: a função imprime string.

```c
/* Imprime uma string, caracter por caracter */
/* usando um ponteiro não-constante para um dado constante */
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

void imprimeCaracteres(const char *);

main(){
  char string[] = "imprime caracteres de uma string";

  printf("A string e:\n");
  imprimeCaracteres(string);
  putchar('\n');
  system("PAUSE");
  return 0;
}

void imprimeCaracteres(const char *s){
   for ( ; *s != '\0'; s++)
      putchar(*s);
}
```

A declaração é interpretada da esquerda para a direita.

PONTEIROS COMO PARÂMETROS

- Ponteiro constante para um dado constante:
  - Garante o princípio de acesso mínimo,
  - O ponteiro sempre aponta para o mesmo local de memória,
  - E os dados nesse local de memória não podem ser modificados,
  - Este caso tem uso pouco freqüente,
  - Exemplo: Imprimir um vetor.

```c
/* imprime um vetor, tamanho do vetor enviado como
   ponteiro constante para dado constante          */
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

void prn_vet(int *, const int * const);

main(){
  int vet[5] = {1,2,3,4,5}, n;

  n=5;
  prn_vet(vet, &n);

  system("PAUSE");
  return 0;
}

void prn_vet(int *v, const int * const m){
  int i;

  for(i=0;i<*m;i++)
    printf("%d\t", v[i]);
  printf("\n");
}
```

ESTRUTURAS COMO PARÂMETROS

- Variáveis de tipo estrutura podem ser utilizadas como parâmetros de funções e como valores de retorno de uma função,
- Ao igual que as outras variáveis por default as estruturas são passadas por valor,
- **Exemplo**: *Crie um programa que lê e imprime os dados de um aluno (nome, idade, sexo, CR). Utilize funções para fazer a leitura e a impressão.*

```c
/* Estruturas como parâmetros de funções,
   passagem por valor
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

typedef struct{
  char nome[50];
  int idade;
  char sexo;
  float CR;
}Taluno;

Taluno le_Aluno(void);
void prn_Aluno(Taluno);

int main(){
  Taluno dado;

  dado = le_Aluno();
  prn_Aluno(dado);

  system("PAUSE");
  return 0;
}
```

```c
Taluno le_Aluno(void){
  Taluno a;

  printf("Digite o nome: ");
  gets(a.nome);
  printf("Digite a idade: ");
  scanf("%d", &a.idade);
  fflush(stdin);
  printf("Digite o sexo (M ou F):");
  scanf("%c", &a.sexo);
  printf("Digite o CR: ");
  scanf("%f", &a.CR);

  return a;
}
```

```c
void prn_Aluno(Taluno b){
  printf("\n--Dados do Aluno--\n");
  printf("Nome: %s\n", b.nome);
  printf("Idade: %d\n", b.idade);
  printf("Sexo: %c\n", b.sexo);
  printf("CR: %.2f\n", b.CR);
}
```

ESTRUTURAS COMO PARÂMETROS

- Variáveis de tipo estrutura ocupam grandes quantidades de memória,
- Ao utilizarmos estruturas como parâmetros de funções é recomendável utilizar passagem por referência,
- a passagem por referência evita a sobrecarga associada à criação das cópias da passagem por valor.
- **Exemplo**: *Modifique o exemplo anterior para utilizar passagem por referência.*

```c
/* Estruturas como parâmetros de funções,
   passagem por referencia
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

typedef struct{
  char nome[50];
  int idade;
  char sexo;
  float CR;
}Taluno;

void le_Aluno(Taluno *);
void prn_Aluno(const Taluno *);

int main(){
  Taluno dado;

  le_Aluno(&dado);
  prn_Aluno(&dado);

  system("PAUSE");
  return 0;
}
```

```c
void le_Aluno(Taluno *Ptr){
  printf("Digite o nome: ");
  gets(Ptr->nome);
  printf("Digite a idade: ");
  scanf("%d", &(Ptr->idade));
  fflush(stdin);
  printf("Digite o sexo (M ou F):");
  scanf("%c", &(Ptr->sexo));
  printf("Digite o CR: ");
  scanf("%f", &(Ptr->CR));
}
```

```c
void prn_Aluno(const Taluno *Ptr){
  printf("\n--Dados do Aluno--\n");
  printf("Nome: %s\n", Ptr->nome);
  printf("Idade: %d\n", Ptr->idade);
  printf("Sexo: %c\n", Ptr->sexo);
  printf("CR: %.2f\n", Ptr->CR);
}
```

EXEMPLOS

- *Funções para alocar dinamicamente um vetor de inteiros.*

alocar memória
- recebe a quantidade de elementos
- retorna um ponteiro ao inicio do vetor

liberar memória
- recebe um ponteiro
- não retorna nada

Protótipos

```
int * aloca_vetor(const int);

void libera_vetor(int *);
```

EXEMPLOS

- *Alocação dinâmica de um vetor . . .*

Definição

```
int * aloca_vetor(const int n){
  int *v;

  v = (int *) malloc(n * sizeof(int));
  if (v==NULL){
    printf("Erro, estouro de memoria!!!\n");
    exit(1);
  }
  return v;
}
```

EXEMPLOS

- *Alocação dinâmica de um vetor . . .*

Definição ...

```
void libera_vetor(int *v){
  free(v);
}
```

Chamadas

```
main(){
  int *vet, n = 5;

  vet = aloca_vetor(n);
    ...
  libera_vetor(vet);

  return 0;
}
```

EXEMPLOS

- *Funções para alocar dinamicamente uma matriz de floats.*

alocar memória
- recebe a quantidade de linhas
- recebe a quantidade de colunas
- retorna um ponteiro

liberar memória
- recebe um ponteiro
- recebe a quantidade de linhas
- não retorna nada

Protótipos

```
float ** aloca_matriz(const int, const int);

void libera_matriz(float **, const int);
```

EXEMPLOS

- *Alocação dinâmica de matriz . . .* Definição

```
float ** aloca_matriz(const int l, const int c){
  float **m;
  int i;

  m = (float **) malloc(l * sizeof(float *));
  if (m==NULL){
    printf("Erro, estouro de memoria!!!\n");
    exit(1);
  }
  for(i=0; i<l; i++){
    m[i] = (float *) malloc(c * sizeof(float));
    if (m[i]==NULL){
      printf("Erro, estouro de memoria!!!\n");
      exit(1);
    }
  }
  return m;
}
```

EXEMPLOS

- *Alocação dinâmica de matriz . . .*

Definição ...

```
void libera_matriz(float **m, const int l){
  int i;
  for(i=0;i<l;i++)
    free(m[i]);
  free(m);
}
```

EXEMPLOS

- *Alocação dinâmica de matriz . . .*

Chamadas

```
main(){
   float **mat;
   int m = 4, n = 5, i, j;

   mat = aloca_matriz(m, n);

     ...

   libera_matriz(mat, m);

   system("PAUSE");
   return 0;
}
```

EXEMPLOS

- *Re-escreva o programa de soma e subtração de matrizes, usando funções.*

- Programa original: uma função, 88 linhas
- Funções identificadas:
  - alocar matriz de floats
  - imprime operação aritmética de matrizes
  - liberar matriz

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

//Prototipos de funções
float ** aloca_matriz(const int, const int);

void prn_oper(float **, float **, float **,
              const int, const int, const char);

void libera_matriz(float **, const int);
```

```c
int main(){
  float **A, **B, **Som, **Sub;
  int i, j, m, n;

  //Leitura do numero de linhas e colunas
  printf("Digite o numero de linhas da matriz: ");
  scanf("%d", &m);
  printf("Digite o numero de colunas da matriz: ");
  scanf("%d", &n);

  //Alocação dinâmica das matrizes
  A = aloca_matriz(m, n);
  B = aloca_matriz(m, n);
  Som = aloca_matriz(m, n);
  Sub = aloca_matriz(m, n);
```

```
//Leitura de dados e Calculos
  for(i=0;i<m;i++)
    for(j=0;j<n;j++){
      printf("Digite o elemento [%d][%d] de A: ", i+1, j+1);
      scanf("%f", &A[i][j]);
      printf("Digite o elemento [%d][%d] de B: ", i+1, j+1);
      scanf("%f", &B[i][j]);
      Som[i][j] = A[i][j] + B[i][j];
      Sub[i][j] = A[i][j] - B[i][j];
    }

  //Resultados
  printf("\nSoma\n");
  prn_oper(A, B, Som, m, n, '+');
  printf("\nSubtracao\n");
  prn_oper(A, B, Sub, m, n, '-');

  //liberando memória
  libera_matriz(A, m);
  libera_matriz(B, m);
  libera_matriz(Som, m);
  libera_matriz(Sub, m);

  system("PAUSE");
  return 0;
}
```

```
float ** aloca_matriz(const int l, const int c){
  float **m;
  int i;

  m = (float **) malloc(l * sizeof(float *));
  if (m==NULL){
    printf("Erro, estouro de memoria!!!\n");
    exit(1);
  }
  for(i=0; i<l; i++){
    m[i] = (float *) malloc(c * sizeof(float));
    if (m[i]==NULL){
      printf("Erro, estouro de memoria!!!\n");
      exit(1);
    }
  }

  return m;
}
```

```
void libera_matriz(float **m, const int l){
  int i;
  for(i=0;i<l;i++)
    free(m[i]);
  free(m);
}
```

```
void prn_oper(float **m1 , float **m2, float **m3,
              const int l, const int c, const char oper){
  int i, j;

  for(i=0;i<l;i++){
    for(j=0;j<c;j++)
      printf("%4.2f ", m1[i][j]);
    if (i == (l/2)) printf("  %c  ", oper);  else printf("     ");
    for(j=0;j<c;j++)
      printf("%4.2f ", m2[i][j]);
    if (i == (l/2)) printf("  =  ");  else printf("     ");
    for(j=0;j<c;j++)
      printf("%4.2f ", m3[i][j]);
    printf("\n");
  }
}
```

- Programa modularizado: quatro funções, 90 linhas

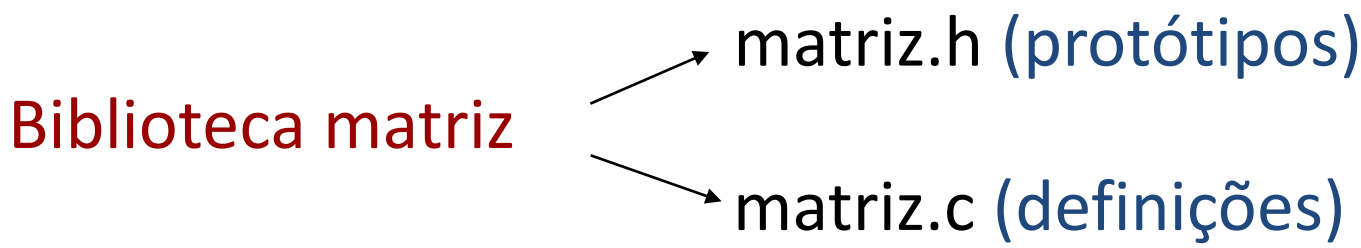
BIBLIOTECAS EM C

- Arquivos-cabeçalhos são aqueles que temos mandado o compilador incluir no início de nossos programas,
- Os arquivos de cabeçalho tem extensão (.h),
- Os arquivos de cabeçalho não possuem o código completo das funções, eles só contêm os protótipos das funções,
- Se você criar funções que deseje aproveitar em vários programas é recomendável criar uma biblioteca com essas funções,

BIBLIOTECAS EM C

- Uma biblioteca é formada por:
  - arquivo de cabeçalho que contêm os protótipos de todas as funções da biblioteca,
  - arquivo de funções que contêm as definições de todas as funções da biblioteca.

- Exemplo:



BIBLIOTECAS EM C

- Para utilizar funções de uma biblioteca em um programa o arquivo de cabeçalho da biblioteca deve ser incluído antes de utilizar a função,
- E recomendável incluir todos os arquivos de cabeçalho no início do programa usando a diretiva de compilação **`#include`**,
- Para funções da biblioteca padrão:

```
#include <nome_arquivo.h>
```

- Para bibliotecas criadas pelo usuário:

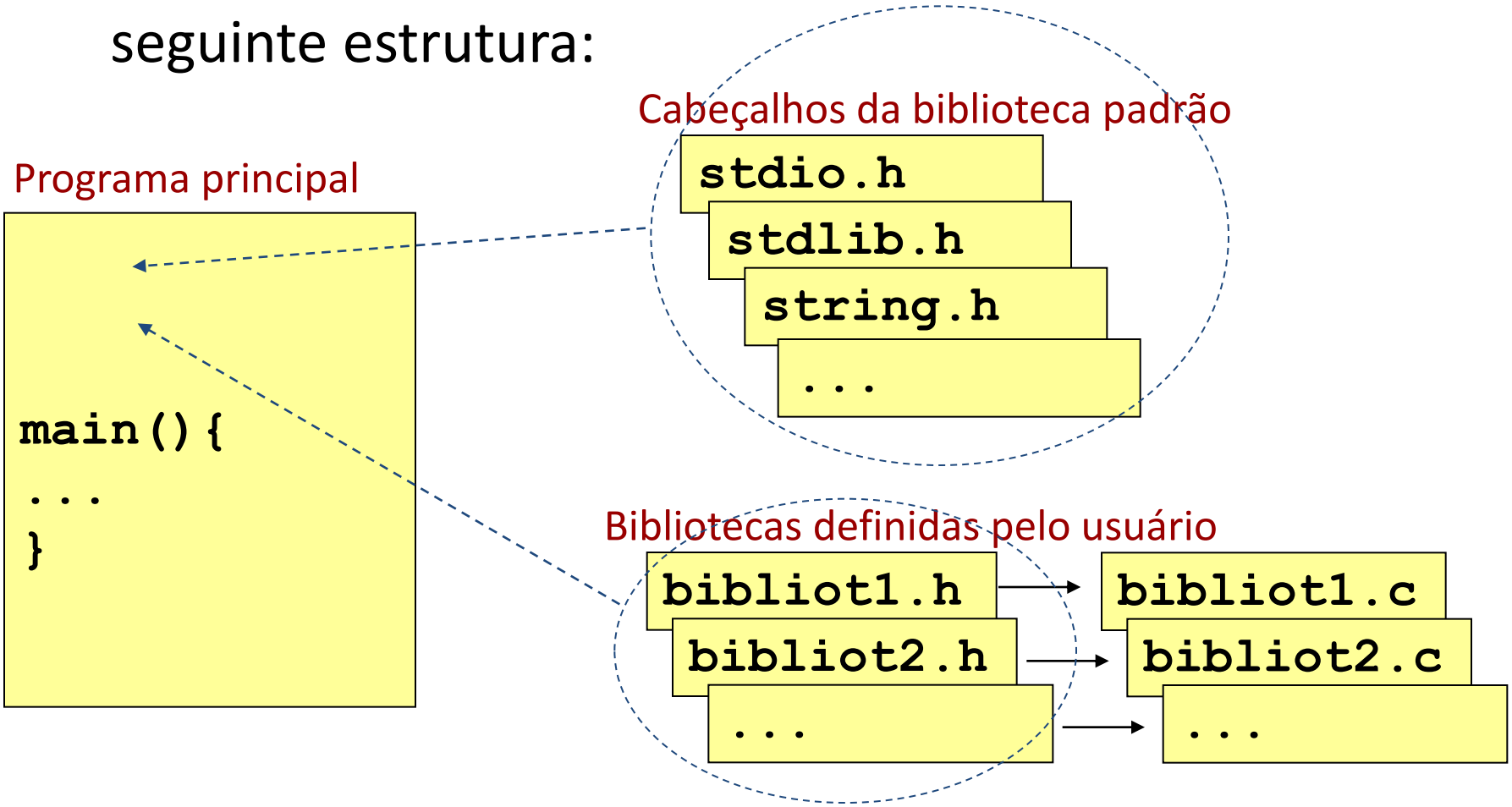
```
#include "nome_arquivo.h"
```

BIBLIOTECAS EM C

- Utilizarmos bibliotecas tem várias vantagens:
  - Permite uma melhor organização e independência em projetos grandes,
  - Possibilita a reutilização e distribuição de código,
  - Vários programadores podem trabalhar simultaneamente em um projeto,
  - Utiliza o modelo de compilação separada do C, para diminuir o tempo de compilação.

BIBLIOTECAS EM C

- Utilizando bibliotecas um programa em C tem a seguinte estrutura:



EXEMPLO

- *Crie uma biblioteca com as funções*

```
float ** aloca_matriz(const int, const int);

void prn_oper(float **, float **, float **,
              const int, const int, const char);

void libera_matriz(float **, const int);
```

do programa de soma e subtração de matrizes. Modifique o programa para um projeto com vários arquivos que utilize a biblioteca.

Programa principal
(prg.c)

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

int main(){
  float **A, **B, **Som, **Sub;
  int i, j, m, n;

  //Leitura do numero de linhas e colunas
  ...

  //Alocação dinâmica das matrizes
  ...

  //Leitura de dados e Calculos
  ...

  //Resultados
  ...

  //liberando memória
  ...

  system("PAUSE");
  return 0;
}
```

Cabeçalho da Biblioteca - prototipos (matriz.h)

```
//Prototipos das funções
float ** aloca_matriz(const int, const int);

void prn_oper(float **, float **, float **,
              const int, const int, const char);

void libera_matriz(float **, const int);
```

Definição da Biblioteca - definições (matriz.c)

```
//Definição de funções
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

float ** aloca_matriz(const int l, const int c){
  float **m;
  int i;

  ...
  return m;
}

void libera_matriz(float **m, const int l){
  int i;

  ...
}

void prn_oper(float **m1 , float **m2, float **m3,
              const int l, const int c, const char oper){
  int i, j;

  ...
}
```

EXEMPLO ...

- Crie um projeto no DevC++
  - Arquivo -> Novo -> Projeto
  - Opções: Aplicação Console, Projeto C
  - Salvar o projeto
- Adicione arquivos ao projeto
  - Click Direito -> Adicionar Arquivos
- Compile e Execute o projeto

NUMEROS ALEATÓRIOS

- Uma aplicação divertida e popular da programação é sua utilização, em criar jogos e simulações.
- Na maioria dos jogos de azar, o *fator sorte* atrai a maioria das pessoas, o mesmo pode ser introduzido em aplicações em C utilizando a função **`rand()`** para gerar números aleatórios.
- **`i = rand()`**
- a função **`rand()`** gera um inteiro entre `0` e **`RAND_MAX`**,

NUMEROS ALEATÓRIOS

- **`RAND_MAX`** é uma constante simbólica definida no arquivo de cabeçalho **`<stdlib.h>`**
- na maioria dos compiladores **`RAND_MAX = 32767`**,
- em muitas aplicações o conjunto de valores gerados com **`rand()`**, é diferente do necessário para uma determinada aplicação
- lançamento de uma moeda (0 ou 1),
- jogo de dados (1 a 6),

NUMEROS ALEATÓRIOS

- em tais casos é necessário fazer um ajuste de escala ou deslocamento da escala,
- para gerar números no intervalo [a, b] utilize a expressão:
- `i = a + rand() % (b-a+1)`
- a primeiro número do intervalo desejado,
- b último número do intervalo

NUMEROS ALEATÓRIOS

- Exemplo: *Crie um programa que simule o lançamento de um dado 20 vezes e imprima o valor de cada lançamento.*

```
int main()
{
  int i;

  for(i=1; i<=20; i++){
    printf("%8d", 1 + (rand() % 6));

    if (i%5==0) printf("\n");

  }

  return 0;
}
```

NUMEROS ALEATÓRIOS

- na realidade a função **`rand()`** gera números pseudo-aleatórios,
- ao chamar **`rand()`** repetidamente produz números aparentemente aleatórios, a mesma seqüência se repete cada vez que o programa for executado.
- para gerar números realmente aleatórios a função **`srand()`** deve ser utilizada,

NUMEROS ALEATÓRIOS

- a função **`srand()`**, utiliza um argumento inteiro sem sinal para ser a *semente* da função **`rand()`**, de forma que seja produzida uma seqüência diferente de números aleatórios cada vez que o programa for executado.
- o protótipo da função **`srand()`** encontrasse em **`<stdlib.h>`**

NUMEROS ALEATÓRIOS

- Exemplo: *Modifique o exemplo anterior para gerar números verdadeiramente aleatórios.*

```
int main()
{
  int i, semente;

  printf("Entre com a semente:");
  scanf("%d", &semente);
  srand(semente);

  for(i=1; i<=20; i++){
    printf("%8d", 1 + (rand() % 6));

    if (i%5==0) printf("\n");
  }
  return 0;
}
```

NUMEROS ALEATÓRIOS

- se desejássemos randomizar sem necessidade de introduzir uma semente cada vez, devemos procurar uma semente dentro do programa.
- Geralmente é utilizado:

```
srand(time(NULL));
```

- a função **`time()`** retorna o valor do relógio do computador em segundos,
- o protótipo da função **`time()`** se encontra em **`<time.h>`**
- **Exercício**: *Modifique o programa do exemplo anterior para randomizar lendo o relógio do sistema.*

EXEMPLOS

- *Crie uma função para gerar números aleatórios num intervalo [a, b]. Use a função para:*

  a)Imprimir três números entre 1 e 3.

  b)Imprimir um número entre 1 e 6.

  c)Imprimir 10 números entre 3 e 10.

```
#Tres numeros entre 1 e 5
4   5   2
#Um numero entre 1 e 6
4
#Dez numeros entre 3 e 10
7   7   9   8    3   6   6    6    4   10
```

```c
int gera_num(const int, const int);

int main(){
  int a, b, i;

  srand(time(NULL));

  printf("#Tres numeros entre 1 e 5\n");
  for(i=0;i<3;i++)
    printf("%d\t", gera_num(1, 5));
  a = 1; b = 10;
  printf("\n#Um numero entre 1 e 6\n");
  printf("%d", gera_num(a, 6));
  a = 3;
  printf("\n#Dez numeros entre 3 e 10\n");
  for(i=0;i<10;i++)
    printf("%d\t", gera_num(a, b));
  return 0;
}

int gera_num(const int ei, const int ed){
  return (ei + rand() % (ed-ei+1));
}
```