

# Modularização

Programação de Computadores 1 - Ciência da Computação



**INSTITUTO  
FEDERAL**  
Brasília

Prof. Daniel Saad Nogueira  
Nunes

IFB – Instituto Federal de Brasília,  
Campus Taguatinga



# Sumário

---

- 1 Introdução
- 2 Modularização
- 3 Compilação
- 4 Bibliotecas
- 5 Considerações Finais



# Sumário

---

## 1 Introdução



# Introdução

---

- Conforme sistemas vão ficando mais complexos e maiores, é interessante dividir este sistema em módulos, sendo cada módulo composto por diversas funções.
- Nesta divisão, cada módulo é responsável por uma determinada tarefa e pode conter diversos arquivos.
- Os módulos devem exportar uma espécie de “contrato” para os demais módulos, de modo que eles possam conversar entre si para prover a funcionalidade do sistema como um todo.



# Introdução

---

- O “contrato” de um módulo define as funcionalidades que são providas por ele.
- Para que outro módulo utilize as funcionalidades deste primeiro módulo, ele não precisa saber como o contrato foi implementado, apenas a interface, isto é, como utilizar as funcionalidades providas.



# Introdução

---

- Essa segmentação do sistema em módulos é conhecida como **modularização** e possui como uma das suas vantagens o aumento da capacidade de desenvolvimento.
- Equipes diferentes podem trabalhar em concomitância em módulos diferentes, desde que o contrato, a interface entre módulos, esteja bem definida.



# Introdução

---

- Esta noção de utilizar um módulo como caixa preta para criar programas já é conhecida por vocês.
- Utilizamos desde o início a biblioteca `stdio.h`, que possibilita leitura e escrita formatada sem conhecer as implementações de fato das funções `scanf` e `printf`.
- Estudaremos agora como modularizar códigos em C.



# Sumário

---

## 2 Modularização





# Modularização

---

- Para iniciar o nosso estudo em modularização, partiremos de um exemplo simples.
- Uma aplicação que envolve vetores.
- Nesta aplicação deverá ser possível:
  - ▶ Leitura de vetores.
  - ▶ Escrita de vetores
  - ▶ Operações sobre vetores: soma, subtração e produto escalar.
- Cada um destes pontos será um módulo em nosso sistema.
- Para simplificar, vamos assumir que os vetores tem o tipo `int`.



# Modularização

---

- Partindo desta divisão, teremos dois tipos de arquivos em cada módulo: os arquivos cabeçalho e os arquivos de implementação.
- Os arquivos cabeçalho (.h) contém as assinaturas de funções e as definições importantes que devem ser exportados aos outros módulos. Eles compõem a interface dos módulos.
- Os arquivos de implementação (.c), como o nome sugere, implementam as funcionalidades dos módulos.



# Sumário

---

- 2 Modularização
  - Arquivos cabeçalho
  - Arquivos de implementação
  - Main



# Arquivos Cabeçalho

---

- Vamos aos arquivos cabeçalhos.
- Eles conterão as funcionalidades exportadas por cada módulo.
- Teremos os arquivos `leitura.h`, `escrita.h` e `operacao.h`.



# Arquivos Cabeçalho: Leitura

---

```
1  #ifndef LEITURA_H
2  #define LEITURA_H
3
4  void le_vetor(int vetor[],int n);
5
6  #endif
```



# Arquivos Cabeçalho: Escrita

---

```
1  #ifndef ESCRITA_H
2  #define ESCRITA_H
3
4  void escreve_vetor(int vetor[],int n);
5
6  #endif
```



## Arquivos Cabeçalho: Operação

---

```
1  #ifndef OPERACAO_H
2  #define OPERACAO_H
3
4
5  void soma_vetores(int vetor_1[],int vetor_2[],int vetor_resultado[], int n);
6  void subtrai_vetores(int vetor_1[],int vetor_2[],int vetor_resultado[], int n);
7  int produto_escalar(int vetor_1[],int vetor_2[], int n);
8
9  #endif
```



## Arquivos Cabeçalho

---

- Caso um módulo deseje utilizar as funcionalidades de outro módulo, basta incluir a interface desse para ter acesso às funcionalidades.
- `#include "nome_do_modulo.h"`
- Para evitar que as mesmas definições sejam incluídas múltiplas vezes por outros módulos, os arquivos cabeçalhos devem incluir uma guarda especial com a seguinte estrutura:

```
#ifndef NOME_DO_MODULO_H
#define NOME_DO_MODULO_H

/** definições e protótipos */

#endif
```





# Arquivos Cabeçalho

---

- Esta guarda define uma macro da primeira vez que o arquivo incluído.
- Como a macro fica definida, a próxima vez que o arquivo for incluído, as definições não serão incluídas novamente, pois o `#ifndef NOME_DA_MACRO` irá avaliar como falso.



# Arquivos Cabeçalho

---

- Como visto, os arquivos cabeçalho possuem as definições exportadas por cada módulo.
- É missão dos arquivos de implementação de cada módulo, implementar estas definições.



# Sumário

---

- 2 Modularização
  - Arquivos cabeçalho
  - Arquivos de implementação
  - Main



## Arquivos de implementação

---

- Os arquivos de implementação será responsáveis por implementar as funcionalidades descritas pela interface.
- Teremos os arquivos `leitura.c`, `escrita.c` e `operacao.c`.
- Eles devem incluir as definições dos arquivos cabeçalhos e implementá-las.



## Arquivos Implementação: Leitura

---

```
1  #include <stdio.h>
2  #include "leitura.h"
3
4  void le_vetor(int vetor[],int n){
5      int i;
6      for(i=0;i<n;i++){
7          printf("vetor[%d] = ",i);
8          scanf("%d",&vetor[i]);
9      }
10 }
```



## Arquivos Implementação: Escrita

---

```
1  #include <stdio.h>
2  #include "escrita.h"
3
4  void escreve_vetor(int vetor[], int n){
5      int i;
6      for(i=0;i<n;i++){
7          printf("V[%d] = %d\n",i,vetor[i]);
8      }
9  }
```



# Arquivos Implementação: Operação

```
1  #include "operacao.h"
2
3  void soma_vetores(int vetor_1[],int vetor_2[],int vetor_resultado[], int n){
4      int i=0;
5      for(i=0;i<n;i++){
6          vetor_resultado[i] = vetor_1[i] + vetor_2[i];
7      }
8  }
9  void subtrai_vetores(int vetor_1[],int vetor_2[],int vetor_resultado[], int n){
10     int i=0;
11     for(i=0;i<n;i++){
12         vetor_resultado[i] = vetor_1[i] - vetor_2[i];
13     }
14 }
15 int produto_escalar(int vetor_1[],int vetor_2[], int n){
16     int i=0;
17     int soma=0;
18     for(i=0;i<n;i++){
19         soma += vetor_1[i] * vetor_2[i];
20     }
21     return soma;
22 }
```



# Sumário

---

- 2 Modularização
  - Arquivos cabeçalho
  - Arquivos de implementação
  - Main





# Função Main

---

- Qualquer sistema em C precisa ter um arquivo com a função `main`, caso contrário, não será possível criar o arquivo executável.



# Função Main

```
1  #include <stdio.h>
2  #include "leitura.h"
3  #include "escrita.h"
4  #include "operacao.h"
5
6  #define MAX 100
7
8  int main(void){
9      int vetor_1[MAX];
10     int vetor_2[MAX];
11     int vetor_soma[MAX];
12     int vetor_subtracao[MAX];
13     int prod_escalar;
14     int n;
15     printf("Digite o tamanho dos vetores (<=100): ");
16     scanf("%d",&n);
17
18     printf("Leitura do vetor 1.\n");
19     le_vetor(vetor_1,n);
20     printf("Leitura do vetor 2.\n");
21     le_vetor(vetor_2,n);
```



## Função Main

---

```
22
23     /* Calcula soma de vetores */
24     soma_vetores(vetor_1, vetor_2, vetor_soma, n);
25
26     /* Calcula subtração de vetores*/
27     subtrai_vetores(vetor_1, vetor_2, vetor_subtracao, n);
28
29     /* Calcula o produto escalar*/
30     prod_escalar = produto_escalar(vetor_1, vetor_2, n);
31
32     printf("Imprimindo resultado da soma dos vetores.\n");
33     escreve_vetor(vetor_soma, n);
34
35     printf("Imprimindo resultado da subtração dos vetores.\n");
36     escreve_vetor(vetor_subtracao, n);
37
38     printf("Produto escalar = %d.\n", prod_escalar);
39
40     return 0;
41
42 }
```



# Sumário

---

## 3 Compilação



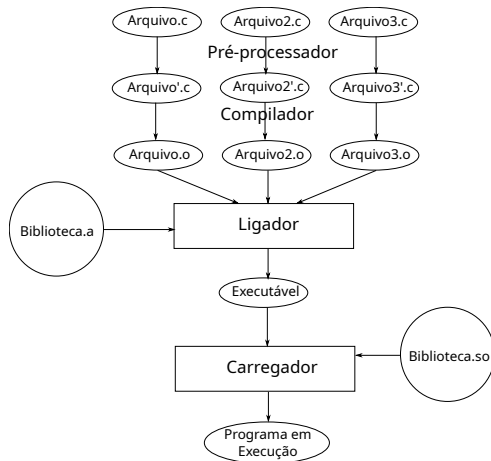
# Compilação

---

- Para entender como combinar todos os arquivos, é necessário entender que existem diversas fases em C.
- Pré-processador: expande as macros e processa as as diretivas de `#include`, `#define`, `#ifdef`...
- Compilador (*compiler*): traduz o código fonte para código objeto.
- Ligador (*linker*): combina diversos arquivos objetos e bibliotecas estáticas para gerar um executável.
- Carregador (*loader*): carrega o programa para memória primária e inicializa os espaços de endereçamento bem como carrega as bibliotecas dinâmicas.



# Compilação





# Compilação

---

- Para compilar um arquivo `.c` em seu respectivo arquivo objetivo, basta realizar: `gcc -c fonte.c`
- Com isso o arquivo `fonte.o` será criado.



# Compilação

---

- Para unir todos os objetos e criar um executável segundo o nosso exemplo, seria necessário apenas os seguintes comandos:  

```
gcc -c leitura.c escrita.c operacao.c main.c  
gcc leitura.o escrita.o operacao.o main.o -o executavel
```





# Sumário

---

## 4 Bibliotecas



# Bibliotecas

---

- Bibliotecas são uma coleção de rotinas, funções e variáveis que fornecem alguma funcionalidade ao sistema.
- Elas facilitam a reutilização de código em outros programas.
- Podem ser:
  - ▶ Estáticas.
  - ▶ Dinâmicas.



# Bibliotecas

---

- Bibliotecas estáticas: são ligadas juntamente com outros arquivos objetos para geração do executável.
  - ▶ No Linux: arquivos com extensão **.a**.
- Bibliotecas dinâmicas (shared): são carregadas em tempo de execução devido ao carregador (loader).
  - ▶ No Linux: arquivos com extensão **.so**.



# Sumário

---

## 4 Bibliotecas

- Bibliotecas Estáticas
- Bibliotecas Dinâmicas
- Reuso de Código



# Bibliotecas Estáticas

---

- Para criar bibliotecas estáticas a partir dos arquivos objetos `.o`, basta usar o utilitário `ar`:  
`ar -crs biblioteca.a escrita.o leitura.o operacao.o.`
- Uma vez criada a biblioteca, podemos ligá-la com o nosso arquivo que contém a função `main`:  
`gcc main.c biblioteca.a -o executavel`



# Sumário

---

## 4 Bibliotecas

- Bibliotecas Estáticas
- Bibliotecas Dinâmicas
- Reuso de Código



## Bibliotecas Dinâmicas

---

- Para gerar biblioteca dinâmica com nome `libdinamica.so` dos objetos `leitura.o` `escrita.o` e `operacao.o`:



```
gcc -shared -o libdinamica.so leitura.o escrita.o operacao.o
```

- Para ligar os objetos e formar o executável propriamente dito, precisamos informar o caminho de onde está a biblioteca e indicar o nome da mesma (abreviado):

```
▶ gcc -L<caminho_da_biblioteca> main.c -o main -ldinamica
```



## Bibliotecas Dinâmicas

---

- Se a biblioteca dinâmica não encontra-se em pastas do sistema, é necessário especificar o caminho de onde se encontra via a variável de ambiente `LD_LIBRARY_PATH` da seguinte forma:

```
LD_LIBRARY_PATH=$LD_LIBRARY_PATH:<CAMINHO DA BIBLIOTECA>  
export LD_LIBRARY_PATH
```





# Sumário

---

## 4 Bibliotecas

- Bibliotecas Estáticas
- Bibliotecas Dinâmicas
- Reuso de Código



- As bibliotecas possuem uma utilidade muito grande na prática.
- Você pode integrar bibliotecas de terceiros sem ter que implementar tudo do zero.
- Só é necessário conhecer a interface da biblioteca (os arquivos `.h`).



# Sumário

---

## 5 Considerações Finais



## Considerações

---

- Verificamos a importância da modularização para aumentar a capacidade de desenvolvimento e legibilidade em projetos grandes.
- É essencial utilizá-la e documentá-la.
- É possível criar bibliotecas para uso posterior em outras aplicações através da modularização ou então utilizar bibliotecas já existentes em seus programas.
- Verificamos mais de perto como é o processo de criação de executáveis no sistema operacional.