

# Lógica de Programação: notas de aula

Prof. Jonatha Costa

2024

# Organização

---

## ① Linguagem C - Introdução

Linguagens e conceitos basilares de programação

Linguagem C

Ambientes de Desenvolvimento Integrado

Funções iniciais

## ② Estruturas de Controle - C

## ③ Vetores e Matrizes - C

# Objetivo da aula

---

- Estudar a sintaxe da linguagem C através da criação de cabeçalho, declaração de comentários e variáveis e tipos de dados.

# Organização

---

## 1 Linguagem C - Introdução

Linguagens e conceitos basilares de programação

Linguagem C

Ambientes de Desenvolvimento Integrado

Funções iniciais

## 2 Estruturas de Controle - C

O comando if

O comando switch

O comando while

O comando do-while

O comando for

## 3 Vetores e Matrizes - C

# Linguagens de Programação

---

- **Linguagem de Programação:** Um conjunto de instruções que permitem a comunicação entre o programador e o computador, permitindo criar rotinas e aplicações.
- Existem diferentes tipos de linguagens de programação, com níveis variados de abstração:
  - **Linguagens de Baixo Nível:**
    - Mais próximas do *hardware*, oferecendo controle direto sobre os componentes físicos do computador.
    - São difíceis de ler e escrever para humanos, mas muito eficientes para o desempenho da máquina.
    - Exemplos incluem **Assembly** e **linguagem de máquina** (código binário).
    - Utilizadas em sistemas embarcados, desenvolvimento de drivers e otimizações de *hardware*.
  - **Linguagens de Alto Nível:**
    - Mais próximas da linguagem humana, com uma sintaxe mais fácil de ler e escrever.
    - Abstraem muitos detalhes do *hardware*, permitindo que o programador foque mais na lógica do problema.
    - Exemplos incluem **C**, **Python**, **Java**, e **JavaScript**.
    - São amplamente utilizadas para desenvolvimento de aplicações, websites, *softwares* corporativos e *scripts* de automação.

# Conceitos Básicos

---

- **Variáveis:** Armazenam valores que podem mudar durante a execução de um programa.
- **Funções:** Blocos de código que executam tarefas específicas e podem ser reutilizados.
- **Condicionais:** Permitem tomar decisões baseadas em condições (`if`, `else`).
- **Laços de Repetição:** Executam um bloco de código várias vezes (`for`, `while`).
- **Compilação/Interpretação:** O código pode ser compilado (C) ou interpretado (Python).

# Organização

---

## ① Linguagem C - Introdução

Linguagens e conceitos basilares de programação

Linguagem C

Ambientes de Desenvolvimento Integrado

Funções iniciais

## ② Estruturas de Controle - C

O comando if

O comando switch

O comando while

O comando do-while

O comando for

## ③ Vetores e Matrizes - C

# Linguagem C

---

## Instruções basilares

- 1 Toda função em C deve ser iniciada por um abre-chaves '{' e encerrada por um fecha-chaves '}';
- 2 O nome, os parênteses e as chaves são os únicos elementos obrigatórios de uma função (main);
- 3 Todas as instruções devem estar dentro das chaves;
- 4 As instruções em C são sempre encerradas por um ponto-e-vírgula;
- 5 As chaves são também utilizadas para separar um bloco de instruções.



# Sintaxe da Linguagem C

---

## Exemplo

```
main( )           // primeira função a ser executada
{                 // início do corpo da função

<comandos>;

}                 // término do corpo da função
```

# Sintaxe da Linguagem C: inserindo um comentário

---

Duas maneiras:

- Uma linha: “ // ”
- Em bloco: “ /\* ” e “ \*/ ”

## Comentários

```
/*
```

Lógica de Programação

Este é um comentário em bloco

```
*/
```

```
int contador; // Este é um comentário de uma linha
```

# Sintaxe da Linguagem C: regras

---

- Um identificador não pode ter símbolos gráficos, com exceção do underline (“ \_ ”);
- Não pode haver acentuação gráfica (acento grave, acento agudo, til, circunflexo ou cedilha);
- Um identificador não pode ser iniciado por número;
- Não pode ser uma palavra reservada;

# Sintaxe da Linguagem C: exemplos

---

Tabela: Estruturas de sintaxe

Correto	Incorreto
contator	lcontator
Teste23	oi!gente
Alto_Paraiso	Alto..Paraíso
__sizeint	_size-int
nota1	lnota

Fonte: Autor,(2020)

# Sintaxe da Linguagem C: expressões dedicadas da linguagem C

---

Tabela: Expressões dedicadas do C

default	return	else	continue
float	switch	if	long
register	while	signed	static
struct	case	const	void
volatile	double	enum	unsigned
break	goto	int	char
do	short	sizeof	for

Autor,(2020)

# Sintaxe da Linguagem C

---

Letras maiúsculas e minúsculas são tratadas diferentes.

Exemplos:

- `int variavel; int Variavel; int VaRiAVel;`
- `int VARIABEL;`
- `int variavel, Variavel, VaRiAVel, VARIABEL;`

# Tipos Básicos de Dados

---

O tipo de uma variável define os valores que ela pode assumir e as operações que podem ser realizadas com ela.

Descreve a natureza da informação.

Exemplo:

- Variáveis do tipo int recebem apenas valores inteiros
- Variáveis do tipo float armazenam apenas valores reais

# Tipos Básicos de Dados

Figura: Tipo de dados

TIPO	TAMANHO EM BITS	Início	Fim
char	8	0	255
int	16	-32.768	32.767
unsigned int	16	0	65.535
short int	16	-32.768	32.767
float	32	$3,4 \times 10^{-38}$	$3,4 \times 10^{38}$
double	64	$1,7 \times 10^{-308}$	$1,7 \times 10^{308}$
void	0	sem valor	sem valor

Fonte: DIAS,(2019)



# Tipos Básicos de Dados

Um modificador é usado para alterar o significado de um tipo básico para adaptá-lo mais precisamente às necessidades de diversas situações.

Figura: Tipo de dados

TIPO	TAMANHO EM BITS
<code>signed</code>	Representa tanto números positivos quanto negativos
<code>unsigned</code>	Representa números sem sinal
<code>short</code>	Determina que a variável tenha um tamanho menor que o tipo modificado
<code>long</code>	Determina que a variável tenha um tamanho maior que o tipo modificado

Fonte: DIAS,(2019)

# Declaração de variáveis

---

- Todas as variáveis em C devem ser declaradas, antes de serem usadas;
- Uma declaração de variável em C consiste no nome de um tipo, seguido do nome da variável, seguido de ponto e vírgula.

## Declaração

Ex: tipo\_da\_variavel lista\_de\_variaveis;

```
int num;
```

# Declaração de variáveis

---

Podemos inicializar variáveis no momento de sua declaração.

```
tipo_da_variável nome_da_variável = valor;
```

## Declaração

```
main( )  
{  
  
    int contador = 0;                //contador de aplicação geral  
    int temp_1, temp_2 = 10;        //variáveis auxiliares  
  
    ...  
  
}
```

# Declaração de variáveis

---

Podemos inicializar variáveis no momento de sua declaração.

## Declaração

```
main( )  
{  
  
float nota_prova_a = 8.0;  
float nota_prova_b = 6.0;  
float nota_laboratorio = 10.0;  
float media;  
  
...  
  
}
```

# Declaração de variáveis

---

Podemos inicializar variáveis no momento de sua declaração.

## Exemplo

```
main( )  
{  
  
char c; char caract = 'a';  
int nota = 6;  
int var_2;  
float f;  
float media;  
  
}
```

# Organização

---

## 1 Linguagem C - Introdução

Linguagens e conceitos basilares de programação

Linguagem C

Ambientes de Desenvolvimento Integrado

Funções iniciais

## 2 Estruturas de Controle - C

O comando if

O comando switch

O comando while

O comando do-while

O comando for

## 3 Vetores e Matrizes - C

# O que é uma IDE?

---

- IDE (*Integrated Development Environment*) é um ambiente de desenvolvimento integrado.
- Facilita o processo de desenvolvimento, oferecendo um conjunto de ferramentas como:
  - Editor de código
  - Compilador
  - Depurador (debugger)
  - Ferramentas de gerenciamento de projeto
- IDEs são projetadas para aumentar a produtividade do programador, integrando funcionalidades em uma interface única.

# IDEs adequadas Programação em C

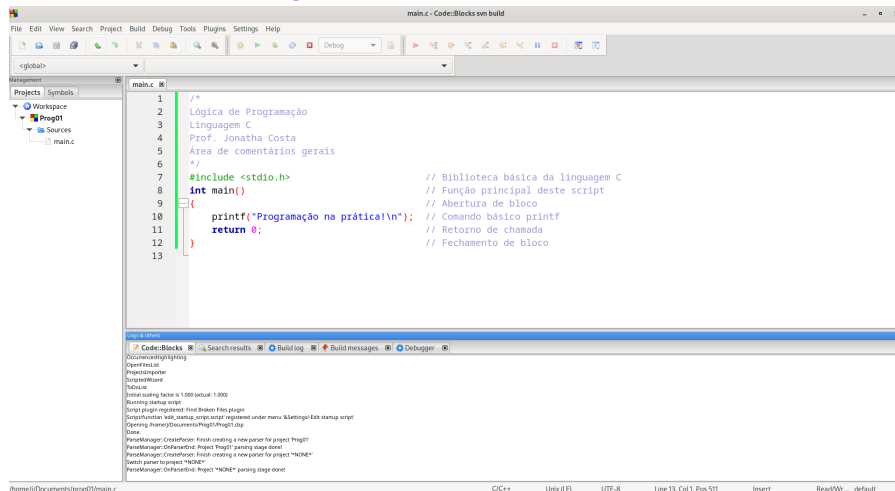
---

- **Code::Blocks**
  - Interface amigável
  - Suporte a múltiplos compiladores
  - Extensível por meio de plugins
- **Eclipse CDT**
  - Ambiente robusto e poderoso
  - Suporte a projetos de grande escala
  - Extensões para diversas linguagens
- **CLion**
  - Ferramentas avançadas de refatoração e análise de código
  - Excelente suporte a CMake
  - Integração com VCS (Controle de Versão)
- **Visual Studio Code**
  - Leve, com suporte a extensões para C/C++
  - Integração com depuradores e Git
- **Dev-C++**
  - IDE clássica, leve e simples
  - Ideal para iniciantes no aprendizado de C



# Exemplo de IDE

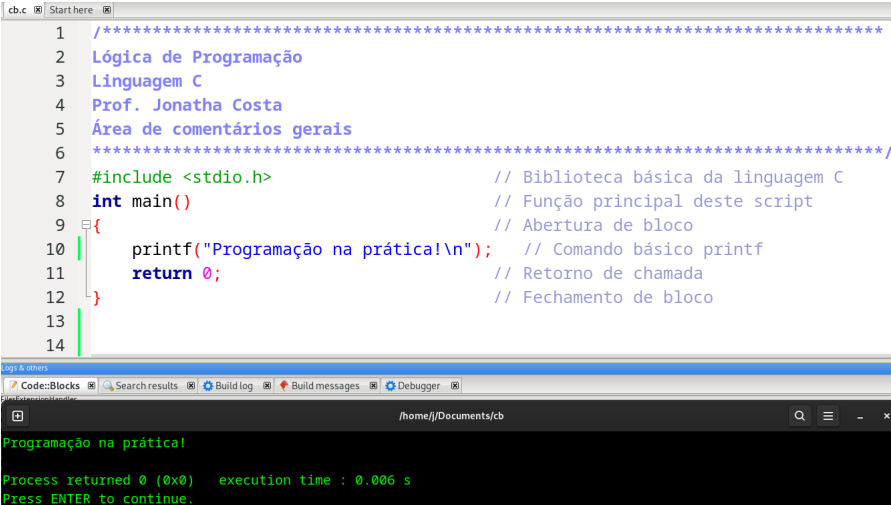
Figura: IDE do Code: Blocks IDE



Fonte: AUTOR (2024)

# Programação no Code: Bocks IDE

Figura: Destaque de um primeiro código em C via Code: Bocks IDE



The screenshot displays the Code: Bocks IDE interface. The top pane shows a C program with the following code:

```
1  /******  
2  Lógica de Programação  
3  Linguagem C  
4  Prof. Jonatha Costa  
5  Área de comentários gerais  
6  *****/  
7  #include <stdio.h>           // Biblioteca básica da linguagem C  
8  int main()                  // Função principal deste script  
9  {                             // Abertura de bloco  
10     printf("Programação na prática!\n"); // Comando básico printf  
11     return 0;                // Retorno de chamada  
12 }                             // Fechamento de bloco  
13  
14
```

The bottom pane shows the execution output:

```
Programação na prática!  
Process returned 0 (0x0)   execution time : 0.006 s  
Press ENTER to continue.
```

Fonte: AUTOR (2024)

## Outras IDEs *on-line*

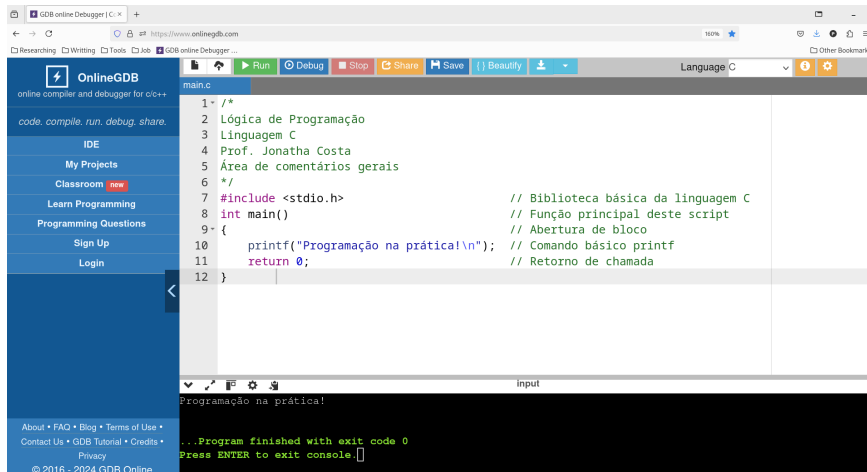
---

### IDEs *on-line*

- **OnlineGDB** - <https://www.onlinegdb.com/>
  - Depurador e compilador online para C
  - Interface simples e funcional
- **Replit** - <https://replit.com/>
  - IDE online colaborativa
  - Suporte a múltiplas linguagens, incluindo C
- **JDoodle** - <https://www.jdoodle.com/c-online-compiler>
  - Compilador online rápido e leve
  - Suporte a diversas linguagens de programação, incluindo C

# IDE do GDB *on-line*

Figura: IDE do GDB *on-line*



Fonte: AUTOR (2024)

# Programação no GDB *on-line*

Figura: Destaque do primeiro código em C via CDB online

```

main.c
1  /*****
2  Lógica de Programação
3  Linguagem C
4  Prof. Jonatha Costa
5  Área de comentários gerais
6  *****/
7  #include <stdio.h>                // Biblioteca básica da linguagem C
8  int main()                        // Função principal deste script
9  {                                // Abertura de bloco
10     printf("Programação na prática!"); // Comando básico printf
11     return 0;                    // Retorno de chamada
12 }                                // Fechamento de bloco
13

```

input

```

Programação na prática!

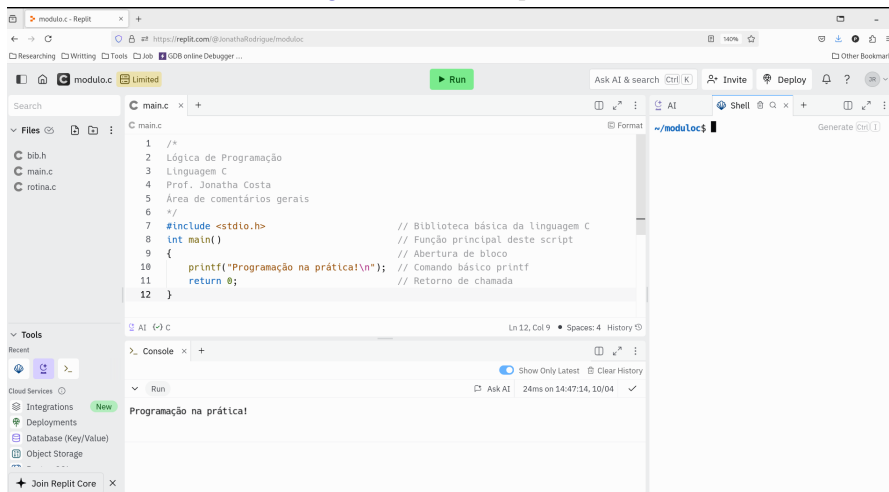
...Program finished with exit code 0
Press ENTER to exit console.

```

Fonte: AUTOR (2024)

# IDE do Replit.com

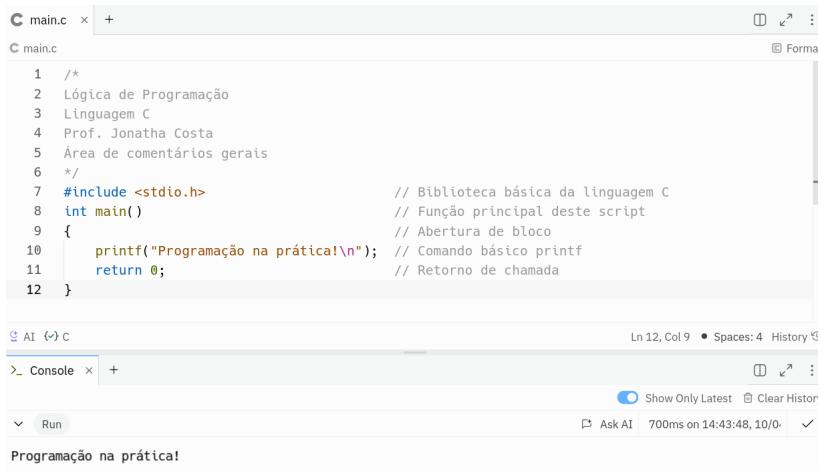
Figura: IDE do Replit.com



Fonte: AUTOR (2024)

# Programação no Replit.com

Figura: Destaque do primeiro código em C via Replit.com



The image shows a Replit.com interface with a C code editor. The code is as follows:

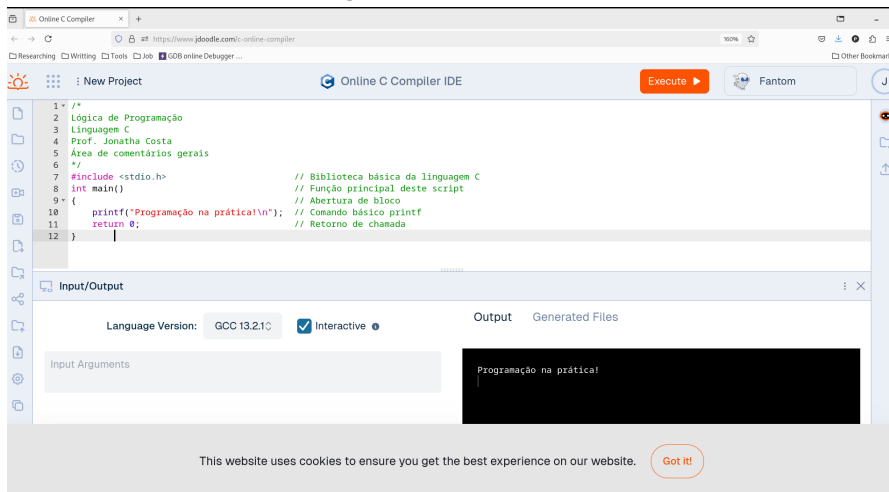
```
1  /*
2  Lógica de Programação
3  Linguagem C
4  Prof. Jonatha Costa
5  Área de comentários gerais
6  */
7  #include <stdio.h>           // Biblioteca básica da linguagem C
8  int main()                  // Função principal deste script
9  {                            // Abertura de bloco
10     printf("Programação na prática!\n"); // Comando básico printf
11     return 0;                // Retorno de chamada
12 }
```

Below the editor, the console output shows "Programação na prática!". The interface includes a file explorer at the top with "main.c", a toolbar with icons for running, undo, redo, and search, and a status bar at the bottom showing "Ln 12, Col 9 • Spaces: 4 History".

Fonte: AUTOR (2024)

# IDE do Jdoodle

Figura: IDE do Jdoodle

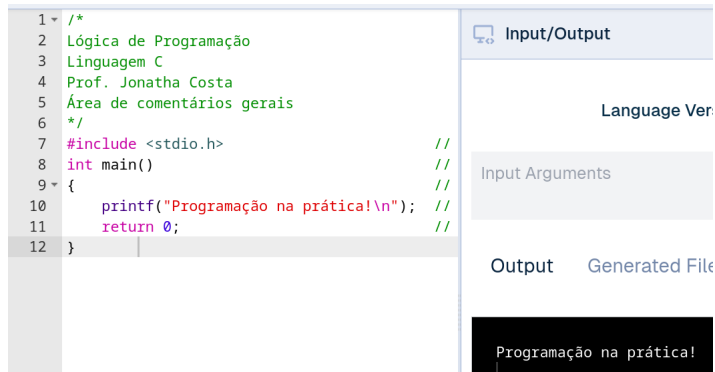


Fonte: AUTOR (2024)



# Programação no Jdoodle

Figura: Destaque do primeiro código em C via Jdoodle



The image shows the Jdoodle IDE interface. On the left, a code editor displays a C program with line numbers 1 through 12. The code is as follows:

```
1 /*
2  Lógica de Programação
3  Linguagem C
4  Prof. Jonatha Costa
5  Área de comentários gerais
6  */
7  #include <stdio.h> //
8  int main() //
9  { //
10     printf("Programação na prática!\n"); //
11     return 0; //
12 }
```

On the right side of the IDE, there is a panel with the title 'Input/Output'. It contains a 'Language Ver:' dropdown menu, an 'Input Arguments' text field, and an 'Output' section. The 'Output' section shows the text 'Programação na prática!' which is the result of the program's execution.

Fonte: AUTOR (2024)

# Organização

---

## ① Linguagem C - Introdução

Linguagens e conceitos basilares de programação

Linguagem C

Ambientes de Desenvolvimento Integrado

Funções iniciais

## ② Estruturas de Controle - C

O comando if

O comando switch

O comando while

O comando do-while

O comando for

## ③ Vetores e Matrizes - C

# Entrada e Saída de Dados

---

## Função **printf**

Usada para saída de dados, informações e comunicação no monitor do computador

- Necessita da biblioteca `stdio.h`.  
Colocar `#include<stdio.h>` no cabeçalho do script
- A mensagem deve estar dentro de aspas duplas “ ”  
Exemplo : `printf (“mensagem”);`
- Quando se deseja pular uma linha deve-se colocar “\ **n**”  
Exemplo: `printf(“mensagem \b”);`

# Entrada e Saída de Dados

---

Função **printf**: forma geral

```
printf(string_de_controle, lista_de_argumentos);
```

- Teremos, na string de controle, uma descrição de tudo que a função vai colocar na tela.
- Isto é feito usando-se os códigos de controle, veja alguns exemplos:

**Tabela:** Indexação código - conteúdo

Código	Significado
%d	inteiro
%f	float
%c	caractere
%s	string
%%	coloca na tela um %

Fonte: Autor,(2020)

# Entrada e Saída de Dados

---

## Exemplo com variável char

```
#include <stdio.h>
/*Exemplo da variável char*/
main()
{
    char Ch;
    Ch = 'D';
    printf("%c \n", Ch);
}
```

# Entrada e Saída de Dados

---

## Exemplo com variável int

```
#include <stdio.h>
/*Exemplo da variável int*/
main()
{
int num;
num= 10;
printf("O valor é %d \n", num);
}
```

# Entrada e Saída de Dados

---

## Exemplo com variável float

```
#include <stdio.h>
/*Exemplo da variável float*/
main()
{
float a = 2.2, b = 3;
printf("a = %f\n b = %f \n", a, b);

}
```

# Entrada e Saída de Dados

---

## Função **scanf**

Usada para entrada de dados no computador.

- Necessita da biblioteca `stdio.h`.  
Colocar `#include<stdio.h>` no cabeçalho do script
- A mensagem deve estar dentro de aspas duplas “ ”  
Exemplo : `scanf(“tipos de dados de entrada”,& variaveis );`
- Exemplo:  
Exemplo : `int a; scanf(“%d”, &a);`  
Resultado:  
Ao digitar um numero no teclado e pressionar enter, a variável `a` assume o valor digitado.

*São usados os mesmos operadores de indexação do `printf` (`%d`, `%f`, `%c` e `%s`), conforme Tabela 3.*



# Entrada e Saída de Dados

---

Função **scanf**: forma geral

```
scanf(string_de_controle,& lista_de_argumentos);
```

Exemplo de **scanf**

```
#include <stdio.h>
/*Exemplo de scanf*/
main()
{
    int num;
    printf("Digite um numero: ");
    scanf("%d", &num);
    printf("%d \n",num);
}
```

# Entrada e Saída de Dados

---

## Exemplo com variável string

```
#include <stdio.h>
/*Exemplo da variável string*/
main()
{

char nome[20];
printf("Digite seu nome: ");
scanf("%s", &nome);
printf("\n\n Seu nome e: %s \n", nome);

}
```

# Entrada e Saída de Dados

---

## Exemplo

```
#include <stdio.h>
/*Exemplo*/
main()
{

printf ("Teste %% %% \n\n");
printf ("%3f \n\n" , 40.345);
printf ("Um caractere %c e um inteiro %d \n\n",'D',120);
printf ("%s e um exemplo \n\n", "Este");
printf ("%s %d %% \n\n", "Juros de ",10);

}
```

# Entrada e Saída de Dados

---

## Exemplo

```
#include <stdio.h>
/*Exemplo*/
main()
{

int dias;                /* Declaracao de Variaveis */
float anos;
printf ("Entre com o numero de dias: ");
scanf ("%d", &dias);      /* Entrada de Dados*/
anos = dias/365.0;         /*Conversao Dias->Anos */
printf ("\n\n%d dias equivalem a %f anos.\n", dias, anos);

}
```

## Exercícios de fixação

---

1) Escreva um código (*script*) que declare 4 variáveis inteiras ao código principal e atribua a essas os valores 10, 20, 30 e 40. Declare 6 variáveis caracteres e atribua a essas as letras 'c','o','e','l','h','a'. Finalmente, o programa deverá imprimir, usando todas as variáveis declaradas.

2) Escreva um código (*script*) que receba os coeficientes de uma função quadrática e retorne:

- $f(x)$
- $df/dx$
- $f(x)$  para  $x=3$
- $df/dx$  para  $x=3$

# Boas práticas

---

- 1 Defina o objetivo;
- 2 Faça um fluxograma detalhado;
- 3 Inclua **comentário com cabeçalho** com descritivo do código, autor, data e versão;
- 4 Converta cada passo do **fluxograma** num trecho do código usando a linguagem de programa desejada (“c”);
- 5 **Comente** cada ação por etapa;
- 6 Verifique o fluxo de dados entre etapas para evitar *deadlocks e livelocks*
- 7 Confirme a inserção da biblioteca necessária para as funções, por exemplo `#include<stdio.h>` para **printf** e **scanf**;
- 8 Execute o código.

# Exercícios de fixação - resolução

---

## Solução proposta

```
#include<stdio.h>
main() {
//Declarando os números
int num1=10, num2=20, num3=30, num4=40;
//Declarando as letras
char letra1='c', letra2='o', letra3='e';
char letra4='l', letra5='h', letra6='a';
//Imprimindo as variáveis inteiras
printf("As variáveis inteiras são: %d %d %d %d\n\n",
num1, num2, num3, num4);
//Imprimindo as letras
printf("O animal contido é: %c%c%c%c%c%c\n\n",
letra1, letra2, letra3, letra4, letra5, letra6);
}
```

- É possível melhorar esse código?
- Como?
- Quais os impactos?

# Operador de atribuição

---

- A forma geral do operador de atribuição é:  
`nome_da_variável = expressão;`
- A expressão pode ser tão simples como uma única constante ou tão complexa quanto você necessite;

## Exemplo

```
nome_da_variável = expressão;  
x = 10;  
y = x;
```



# Operações matemáticas

---

Realizam operações matemáticas em relação a um ou mais dados, os operadores com as seguintes estruturas:

**Tabela:** Operadores matemáticos e funções

Operador	Ação
+	Adição
-	Subtração
*	Multiplicação
/	Divisão
%	Resto de divisão
++	Incremento
--	Decremento

Fonte: Autor,(2020)

# Operações matemáticas

## Exemplos:

```
int x = 10, y = 20, s;  
s = x + y;
```

**Primeiramente,**  
**x** é somado com **y**  
O resultado é guardado em **s**

```
int x = 10, y = 20, s;  
s = x + 2*y;
```

**Primeiramente,**  
**y** é multiplicado por **2**  
O resultado é somado com **x**  
O resultado é guardado em **s**

```
int x = 10, y = 20, s;  
s = 2*(x+y);
```

**Primeiramente,**  
**x** é somado com **y**  
O resultado é multiplicado por **2**  
O resultado é guardado em **s**

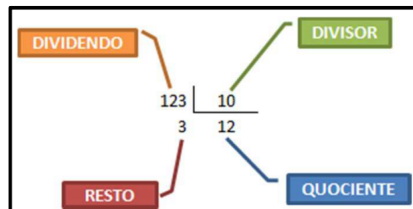
## Operações matemáticas

O operador `/` (divisão) quando aplicado a variáveis inteiras, nos fornece o resultado da divisão inteira, ou seja, o resto é truncado;

```
int x=5, y=2; printf("%d", x%y);
```

O operador `%` (módulo) quando aplicado a variáveis inteiras, nos fornece o resto de uma divisão inteira;

Figura: Semântica de operadores na divisão



Fonte: DIAS, (2019)

# Operações matemáticas

---

O operador / (divisão) quando aplicado a variáveis em ponto flutuante nos fornece o resultado da divisão “real”.

```
float x=5, y=2;  
printf(“%f ”, x/y);
```

"Exibe na tela o número 2.500000"

# Operações matemáticas

---

## Exemplo

```
#include <stdio.h>
main()
{ int a = 17, b = 3;
  int x, y, w;
  float z = 17.0 , z1, z2;
  x = a / b;
  y = a % b;
  w = z / b;
  z1 = z / b;
  z2 = a / b;
  printf(" x=%d\n y=%d\n w=%d\n z1=%f\n z2=%f\n\n", x,y,w,z1,z2);
  system("pause"); }
```

## Recursividade de variáveis

---

- Processo aplicável quando uma variável é usada para alterar ela mesma;
- Primeiro, as operações à direita da igualdade (“=”) são executadas;
- Em seguida, a variável recebe o seu novo valor.

### Recursividade

```
int x = 1100;    // x é declarado como int e recebe valor 1100  
x = x + 2;      // x recebe o seu valor anterior somado a 2;
```

# Incremento e Decremento

- Incremento: `++`
- Decremento: `--`

Operador `++` soma 1 ao seu operando, e `--` subtrai 1.

Tabela: Equivalência de Operadores

Operador	Ação
<code>x++;</code>	<code>x=x+1;</code>
<code>x--;</code>	<code>x=x-1;</code>

Fonte: Autor,(2020)

## Implicações

`y = x++;` //salva x em y, depois incrementa x.  
`y = ++x;` //incrementa x, depois salva x em y .

# Incremento e Decremento

Qual o resultado das variáveis x, y e z depois da seguinte sequência de operações:

Figura: Operações de incremento e decremento

(a) Script

```

1  #include<stdio.h>
2  int main()
3  {
4  int x,y,z;
5  x=y=10;    printf("x=%d y=%d z=%d\n",x,y,z);
6  z=x++;     printf("x=%d y=%d z=%d\n",x,y,z);
7  x=-x;      printf("x=%d y=%d z=%d\n",x,y,z);
8  y++;       printf("x=%d y=%d z=%d\n",x,y,z);
9  x=x+y-z--; printf("x=%d y=%d z=%d\n",x,y,z);
10 }
```

(b) Resultados

```

x= 10 y=10 z= 0
x= 11 y=10 z=10
x=-11 y=10 z=10
x=-11 y=11 z=10
x=-10 y=11 z= 9
```

Fonte: Autor

(\*)  $z=x++$  é o mesmo que programar  $z=x$ ;  $x=x+1$ .

Portanto, z recebe o valor atual de x, e x recebe o novo valor  $x+1$ .



# Incremento e Decremento

## Exemplo

```
#include <stdio.h>
main() {
int x, y, z;
x=y=10;
printf("x=%d\n y=%d\n\n", x, y);
z=x++;
printf("z=%d\n x=%d\n\n", z, x);
z=++x;
printf("z=%d\n x=%d\n\n", z, x); x =
-x;
printf("x=%d\n\n", x);
y++; printf("y=%d\n\n", y);
system("pause");
}
```

Tabela: Resultados

Variável	Atribuição
x =	10
y =	10
z =	10
x =	11
z =	12
x =	12
x =	-12
y =	11

Fonte: Autor,(2020)

# Operadores relacionais

Os operadores relacionais do C realizam comparações entre variáveis.

Tabela: Operadores relacionais e função

Operador	Ação
>	Maior que
>=	Maior ou igual a
<	Menor que
<=	Menor ou igual a
==	Igual a
!=	diferente de

Fonte: DIAS,(2019)

*Os operadores acima retornam verdadeiro(1) ou falso(0).*

# Operadores relacionais

---

## Exemplo

```
#include <stdio.h>
main() {
    int i, j;
    printf("\nEntre com dois números inteiros: \n");
    scanf("%d%d", &i, &j);
    printf("\n\nnum1 = %d e num2 %d\n", i, j);
    printf("\n%d == %d e %d\n", i, j, i==j);
    printf("\n%d != %d e %d\n", i, j, i!=j);
    printf("\n%d <= %d e %d\n", i, j, i<=j);
    printf("\n%d >= %d e %d\n", i, j, i>=j);
    printf("\n%d < %d e %d\n", i, j, i<j);
    printf("\n%d > %d e %d\n\n", i, j, i>j);
    system("pause");
}
```

## Exercício

---

Escreva um programa que declare três variáveis inteiras  $x$ ,  $y$  e  $z$ . Seu programa deve solicitar ao usuário os 3 números e armazene estes números nas variáveis  $x$ ,  $y$  e  $z$ .

Realize as operações abaixo e imprima na tela o resultado de  $X$ ,  $Y$  e  $Z$  em cada operação:

$$y = x + +$$

$$z = + + y$$

$$x = x - y + z$$

$$y = x - z - -$$

# Estruturas de controle

---

jonatha.costa@ifce.edu.br

# Organização

---

## ① Linguagem C - Introdução

## ② Estruturas de Controle - C

- O comando if

- O comando switch

- O comando while

- O comando for

## ③ Vetores e Matrizes - C

# Objetivo da aula

---

- Estudar as principais estruturas de controle utilizadas em lógica de programação através do uso da Linguagem C.
- São elas:
  - Estrutura sequencial;
  - Estrutura condicional;
  - Estrutura de repetição;
  - Estrutura de Iteração.

# Estruturas de controle

---

- Qual a diferença entre uma estrutura de controle **sequencial e condicional**?
- Qual a diferença entre uma estrutura de controle de **repetição e de iteração**?

Apresente exemplos do dia-a-dia!



# Estrutura de Controle Condicional

---

- Muitos comandos em C contam com um teste condicional que determina o curso da ação;
- Uma expressão condicional chega a um valor verdadeiro ou falso;
- Em C, um valor verdadeiro é qualquer valor diferente de zero, incluindo números negativos;
- O valor falso é 0.

# Organização

---

## ① Linguagem C - Introdução

Linguagens e conceitos basilares de programação

Linguagem C

Ambientes de Desenvolvimento Integrado

Funções iniciais

## ② Estruturas de Controle - C

O comando if

O comando switch

O comando while

O comando do-while

O comando for

## ③ Vetores e Matrizes - C

## Estrutura de Controle Condicional: comando if

---

Sua forma geral é:

if (condição)

```
{  
<comandos se condição verdade>;  
}
```

### Exemplo

```
int idade = 19;
```

```
if (idade > 18)
```

```
{  
    printf("Pode tirar carteira de motorista");  
}
```

# Estrutura de Controle Condicional

---

```
#include <stdio.h>
main() {
int num;
printf("Digite um número: "); scanf("%d",&num);
if (num>10) {
printf("\n\n O número é maior que 10! \n");
}
    if (num==10) {
printf("\n\n O número é igual que 10! \n");
}
    if (num<10) {
printf("\n\n O número é menor que 10! \n");
}
}
```

Perceba que cada **if** é independente!

# Estrutura de Controle Condicional

---

## Exemplo de *if com else*

```
#include <stdio.h>
main() {
    int num;
    printf("Digite um número: "); scanf("%d",&num);
    if (num>10) {
        printf("\n\n O número é maior que 10! \n");
    }
    else {
        printf("\n\n O número não é maior que 10!! \n");
    }
}
```

Perceba que o **if** está junto ao **else**!

# Estrutura de Controle Condicional

---

## Exemplo de *if independente*

```
#include <stdio.h>
main() {
    int num;
    printf("Digite um número: "); scanf("%d",&num);
    if (num>10) {
        printf("\n\n O número é maior que 10! \n");
    }
    else if (num==10) {
        printf("\n\n O número é igual que 10! \n");
    }
    else{
        printf("\n\n O número é menor que 10! \n");
    }
}
```

Perceba que cada **if** está junto ao **else if** e ao **else** !

## Exercícios de Estruturas de controle de fluxo - **if**

---

- 1 Escreva um programa que leia uma nota e verifique se aprovado ou reprovado, considerando a nota de aprovação (7,0);
- 2 Escreva um programa que leia duas notas, calcule a média e verifique se o aluno está aprovado ou reprovado (7,0);
- 3 Escreva um programa que leia duas notas, calcule a média ponderada e verifique se o aluno foi aprovado ou reprovado (7,0). (*Utilize como peso:  $nota_1 = 2$  e  $nota_2 = 3$* );
- 4 Escreva um programa que leia 5 valores, encontre o maior, o menor e a média utilizando números inteiros;
- 5 Escreva um programa que leia 5 valores, encontre o maior, menor e média utilizando números reais (float).

# Organização

---

## ① Linguagem C - Introdução

Linguagens e conceitos basilares de programação

Linguagem C

Ambientes de Desenvolvimento Integrado

Funções iniciais

## ② Estruturas de Controle - C

O comando if

**O comando switch**

O comando while

O comando do-while

O comando for

## ③ Vetores e Matrizes - C



## Estrutura de Controle Condicional: comando switch

---

- O comando *switch* testa sucessivamente o valor de uma variável contra uma lista de constantes **inteiras** ou de caracteres;
- É próprio para testar uma variável em relação a diversos valores pré-estabelecidos.
- O comando *break*, faz com que o *switch* seja interrompido assim que uma das declarações seja executada.

### Sintaxe do *switch*

```
switch (variavel)
{
  case constante_1:
    declaracao_1;
  break;
  .
  .
  .
  case constante_n:
    delaracao_n;
  break; default:
    declaracao_default;
}
```

## Estrutura de Controle Condicional: comando switch

---

### Exemplo

```
#include <stdio.h>
main () {
int num;
printf ("Digite um numero inteiro: "); scanf ("%d", &num);
switch (num)
{
case 9: printf ("\n O numero é igual a 9.\n");
break;
case 10: printf ("\n O numero é igual a 10.\n");
break;
default: printf ("\n O numero nao é nem 9 nem 10.\n");
}
}
```

# Estrutura de Controle Condicional: comando switch

---

## Comando switch - Observações

Há duas observações importantes a saber sobre o comando switch:

- switch **só pode testar igualdade**, enquanto que o if pode avaliar uma expressão lógica e/ou relacional;
- Duas constantes **case** no mesmo switch **não podem ter valores idênticos**;

# Estrutura de Controle Condicional

---

## Exemplo

```
#include <stdio.h>

main() {
float op1, op2;
char operacao;

printf("Programa solicita dois números e a operação desejada entre eles!\n \n ");
printf("\nDigite o primeiro número: ");
scanf("%f", &op1);
printf("\nDigite o segundo número: ");
scanf("%f", &op2);
printf("\nDigite o operador: (+, -, *, /)");
scanf(" %c", &operacao);
```

*parte 1/2*

## Estrutura de Controle Condicional: comando switch

---

### Exemplo - continuação

```
switch (operacao)
{
case '+': printf("Soma\n%.2f + %.2f é igual a: %.2f\n\n", op1, op2, op1+op2); break;
case '-': printf("Sub.\n%.2f - %.2f é igual a: %.2f\n\n", op1, op2, op1-op2); break;
case '*': printf("Mult.\n%.2f * %.2f é igual a: %.2f\n\n", op1, op2, op1*op2); break;
case '/': printf("Divisao\n%.2f / %.2f é igual a: %.2f\n\n", op1, op2, op1/op2);
break;
default: printf("%c\nOperacao Desconhecida\n\n", operacao);
}
}
```

*parte 2/2*

## Exercícios de Estruturas de Controle Condicional

---

- 1 Escreva um programa em C para ler uma letra e verificar se é uma vogal ou não;
- 2 Escreva um programa em C que imprima um mês de acordo com o número digitado pelo usuário e informe se o número não tem mês correspondente ou não. (Use o calendário gregoriano);
- 3 Escreva um programa em C que leia um número entre 0 e 10 e escreva este número por extenso. Utilize o comando *switch*.
- 4 Escreva um programa em C que receba um dígito e informe se é uma pontuação identificando o ( . : ; ! ? ).
- 5 Escreva um programa em C que receba o preço de um produto e o tipo de pagamento. Apresente o preço líquido com desconto de 10% para pagamento à **vista**, 5% para pagamento no **cartão em 1 vez** e acréscimo de 10% se **parcelado**.

# Estruturas de Controle de Repetição

---

## Algoritmo com estrutura de repetição

Em alguns casos faz se necessário verificar uma condição dentro do algoritmo; por isso, enquanto o objetivo final não for atingido, o algoritmo repetirá o processo.

- Na linguagem C, comando de iteração (também chamados laços) permitem que um conjunto de instruções seja executado **até que** ocorra uma certa condição;
- As estruturas de repetição em C apresentam-se em 3 formas distintas:
  - while
  - do-while
  - for

# Organização

---

## ① Linguagem C - Introdução

Linguagens e conceitos basilares de programação

Linguagem C

Ambientes de Desenvolvimento Integrado

Funções iniciais

## ② Estruturas de Controle - C

O comando if

O comando switch

**O comando while**

O comando do-while

O comando for

## ③ Vetores e Matrizes - C



# Estruturas de Controle de Repetição

---

## Forma geral do **while**

```
while(condição) {  
    <instruções>;  
}
```

- As **instruções** podem conter comandos simples ou um bloco de funções que se deseja repetir;
- A condição pode ser qualquer expressão;
- O laço se repete quando a condição for verdadeira. Quando a condição é falsa, o controle do programa passa para a linha após o código do laço e, portanto, fora das chaves de fechamento do **while**.

# Estruturas de Controle de Repetição while

---

## Comando while - Exemplo

```
#include <stdio.h>
main ()
{
    int num = 0;
    while (num < 100)
    {
        printf ("%d ", num); num++;
    }
}
```

# Estruturas de Controle de Repetição while

---

## Comando while - Exemplo

```
#include <stdio.h>
main()
{
    int num1, num2;
    char ch = 's';
    while (ch != 'N' && ch != 'n')
    {
        system("clear");
        printf("\n\nDigite o primeiro número inteiro:"); scanf("%d", &num1);
        printf("\nDigite o segundo número inteiro:"); scanf("%d", &num2);
        printf("\nA soma %d + %d eh: %d", num1, num2, num1+num2);
        printf("\nDeseja realizar uma nova soma? (S/N): ");
        scanf("%c", &ch);
    }
}
```

# Estruturas de Controle de Repetição while

---

## Comando while - Exemplo

```
#include <stdio.h>
main() {
int num, count = 1;
printf("Digite um numero: "); scanf("%d", &num);
printf("IMPARES \tPARES\n");
while(count <= num)      {
    if(count%2 == 1)
printf("%d \t", count);
else
printf("\t %d\n",count);
count++;
}
```

# Estruturas de Controle de Repetição

---

## Forma geral do comando **do - while**

```
do {  
  comando;  
} while(condição);
```

- O laço do-while verifica a condição ao final do laço;
- Portanto, o laço do-while será executado ao menos uma vez;
- O laço do-while repete até que a condição torne-se falsa.

# Estruturas de Controle de Repetição

---

## Diferença entre comando “while” e “do - while”

O comando **do** executa o laço ao menos uma vez, enquanto o comando while somente o faz se a condição inicial da variável de teste for satisfeita!

```
int num = 101;  
do {  
    scanf("%d", &num);  
} while (num<100);
```

```
int num = 101;  
while (num<100) {  
    scanf("%d", &num);  
}
```

## Estruturas de Controle de Repetição - while e do-while

---

- 1 Escreva um programa que mostre todos os números ímpares de 1 até 100;
- 2 Escreva um programa que leia um número e verifica se é um número primo;
- 3 Escreva um programa que solicite um número ao usuário, e mostre sua tabuada completa (de 1 até 10);
- 4 Escreva um programa que solicite 10 números ao usuário, através de um laço while, e ao final mostre qual destes números é o maior;
- 5 Escreva um programa que leia 10 números e escreva a diferença entre o maior e o menor valor lido;
- 6 Escreva um programa que imprima todos os divisores de um número inteiro positivo.

# Organização

---

## ① Linguagem C - Introdução

Linguagens e conceitos basilares de programação

Linguagem C

Ambientes de Desenvolvimento Integrado

Funções iniciais

## ② Estruturas de Controle - C

O comando if

O comando switch

O comando while

O comando do-while

O comando for

## ③ Vetores e Matrizes - C



## Estrutura de Iteração: comando "for"

---

### Forma geral do comando "for"

```
for (inicialização; teste; atualização)
{
    sentença(s);
}
```

- Inicialização é, geralmente, um comando de atribuição que é usado para colocar um valor na variável de controle do laço;
- A condição é uma expressão relacional que determina quando o laço acaba;
- O incremento define como a variável de controle do laço varia cada vez que o laço é repetido.

## Estrutura de Iteração: comparativo entre os comandos “for” e “while”

---

### Laço “for”

```
main()
{
:   for(inicialização; teste; atualização)
{
sentença(s);
}
:
:
```

### Laço “while”

```
main()
{
:   inicialização;
   while(teste)
{
sentença(s);
atualização;
}
:
:
```

## Estrutura de Iteração: comparativo entre os comandos “for” e “while”

---

Imprimir de 0 a 10 com “for”

```
main()
{
int num;
for (num = 0; num <=10; num++)
{
printf(“%d\n”, num);
}
printf(“\n%d\nSaiu do laço
for.\n”,num);
}
```

Imprimir de 0 a 10 com  
“while”

```
main()
{
int num;
num=0;
while(num<=10)
{
printf(“%d\n”, num);
num++;
}
printf(“\n%d\nSaiu do
laço while.\n”,num);
}
```

## Estrutura de Iteração: laços iteração

---

### Exemplo adicional:

Imprimir de 1 a 100

```
main()
{
int x;
for (x = 1; x <=100; x++)
{
printf("%d\n", x);
}
printf("%d\nSaiu do laço
for.\n",x);
}
```

Imprimir ímpares de 1 a 100

```
main()
{ int i;
for (i = 1; i <=100; i++)
{
if (i%2 == 1)
{
printf("%d\n", i);
}
}
printf("%d\nSaiu do laço for.\n",i);
}
```

## Estrutura de Iteração: laços“for” aninhados

---

- Quando um laço for faz parte de outro laço for, dizemos que o laço interno está aninhado.

### Imprimir soma x,y de 0 a 2

```
main()
{
int i, j;
for (i = 0; i <3; i++)
{
for (j = 0; j <3; j++)
{ printf("%d\n", i + j);

}
}
}
```

### Imprimir de 0 a 99

```
main()
{
int i, j;
for (i = 0; i <= 9; i++)
{
for (j = 0; j <=9; j++)
{ printf("%d%d\n", i,j);

}
}
}
```

## Estruturas de Controle de iteração - for

---

- 1 Escreva um programa que faça uma contagem regressiva de 10 até 1.
- 2 Escreva um programa que leia a idade de 10 pessoas e imprima quantas são maiores de idade;
- 3 Escreva um programa que leia a idade e o peso de 8 pessoas. Calcule e imprima as médias de peso das pessoas da mesma faixa etária e quantas são de cada faixa etária. As faixas são de 1 a 10 anos, de 11-20, de 21-30 e maiores de 30;
- 4 Escreva um programa que calcule o fatorial de um número;
- 5 Escreva um programa que imprima todos os divisores de um número, usando o laço for;
- 6 Escreva um programa que calcule a soma de todos os números pares dos números entre 1 e 100.

# Estruturas de Controle de iteração

---

jonatha.costa@ifce.edu.br

# Organização

---

- 1 Linguagem C - Introdução
- 2 Estruturas de Controle - C
- 3 Vetores e Matrizes - C**



# Objetivo da aula

---

- Estudar a forma como é feita a construção de vetores e matrizes, como também, como é feita a atribuição de valores em cada posição.

# Vetores

---

- Um vetor é uma sequência de vários valores do mesmo tipo, armazenados sequencialmente na memória, e fazendo uso de um mesmo nome de variável para acessar esses valores;
- Cada elemento desta sequência pode ser acessado individualmente através de um índice dado por um número inteiro;
- Os elementos são indexados de 0 até  $(n-1)$ , onde  $n$  é a quantidade de elementos do vetor;
- O vetor tem tamanho fixo durante a execução do programa, definido na declaração.

# Vetores

- Durante a execução do *script* não é possível aumentar ou diminuir o tamanho do vetor;
- A tabela a seguir ilustra um vetor com 10 elementos, denominados  $v_0, v_1, \dots, v_9$  todos eles do tipo **int**.

Tabela: Vetor de inteiros com 10 posições

int v[10]	v0	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9
-----------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Fonte: Autor,(2020)

# Vetores

## Forma geral

```
tipo_da_variável  nome_da_variável
[tamanho];
```

## Exemplo

```
int v[10];
float exemplo[20];
```

```
int tamanho=10;
int vetor[tamanho]*2; //Errado!
```

Tabela: Vetores

int v[10]
v0(int)
v1(int)
v2(int)
v3(int)
v4(int)
v5(int)
v6(int)
v7(int)
v8(int)
v9(int)

Fonte: Autor,(2020)

# Vetores

## Acesso ao conteúdo de um vetor

### Elementos do vetor

vetor[0], vetor[1], vetor[2], ...

### Atribuição:

vetor [índice] = valor;

### Exemplo

```
int v[10];
v[5] = 3;
v[0] = v[1] + v[2];
```

Tabela: Vetores

int v[10]
v0(int)
v1(int)
v2(int)
v3(int)
v4(int)
v5(int)
v6(int)
v7(int)
v8(int)
v9(int)

Fonte: Autor,(2020)

# Vetores

## Exemplo de programação com vetor

### Exemplo

```

1  #include <stdio.h>
2  main()
3  {
4  int v[10]={10,9,8,7,6,5,4,3,2,1};
5  int indice;
6      ...
7      for (indice=0; indice<10; indice++)
8      {
9          printf(" %d ", v[indice]);
10         }
11     }

```

Tabela: Vetores

int v[10]
v0(int)
v1(int)
v2(int)
v3(int)
v4(int)
v5(int)
v6(int)
v7(int)
v8(int)
v9(int)

Fonte: Autor,(2020)

# Vetores

## Exemplo de programação com vetor

### Exemplo

```
1  #include <stdio.h>
2  main() {
3      int valores[10]; int indice;
4      printf("Escreva 10 números inteiros: \n");
5      for(indice=0; indice<10; indice++)
6          {
7              scanf("%d", &valores[indice]);
8          }
9      printf("Valores em ordem Reversa: \n");
10     for(indice=9; indice>=0; indice - -)
11         {
12             printf("%d \n", valores[indice]);
13         }
14 }
```

# Vetores

## Declaração de um vetor com conteúdo inicial

### Forma geral

tipo vetor[**n**] = {  
*elem*<sub>0</sub>, *elem*<sub>1</sub>, ..., *elem*<sub>*n*-1</sub> }

### Exemplo

int impares[5] = { 1, 3, 5, 7, 9 };

Tabela: Vetores

int v[10]
v0(int)
v1(int)
v2(int)
v3(int)
v4(int)
v5(int)
v6(int)
v7(int)
v8(int)
v9(int)

Fonte: Autor,(2020)



# Vetor de Tamanho Variável

---

Vetor de tamanho de alocação maior (reserva de espaço)

## Exemplo

```
⋮  
int valores[100];           // Tamanho alocado  
int numero_elementos = 10;  // Tamanho usado  
  
int i;  
for (i = 0; i < numero_elementos; i++)  
{  
    printf("%d", valores[i]);  
}  
⋮
```

# Vetor de Tamanho Variável

---

## Exemplo

```
1  #include <stdio.h>
2  main()
3  {
4      int valores[100];
5      int numero_valores, i;
6      printf("Quantos valores? (maximo 100)");
7      scanf("%d", &numero_valores);
8      printf("Escreva os numeros: \n");
9      for (i = 0; i < numero_valores; i++)
10     {        scanf("%d", &valores[i]);
11     }
12     printf("Valores em ordem Reversa: \n");
13     for (i = numero_valores-1; i >= 0; i-- )
14         {printf("%d \n", valores[i]);
15         }
16 }
```

# Exercícios de Vetores

---

- 1 Escreva um código em C que preencha um vetor com 10 números e indique o maior número ao varrer o vetor preenchido.
- 2 Escreva um código em C que preencha um vetor com 10 números e indique o maior, o menor número e a diferença entre eles.
- 3 Escreva um código em C que preencha um vetor com 10 números e retorne quais são os números ímpares deste vetor.
- 4 Escreva um código em C que preencha um vetor com 10 números e retorne quais são os números primos deste vetor.

# Matrizes

---

## MATRIZES

# Matrizes

---

- Uma matriz é uma tabela de valores do mesmo tipo, armazenados sequencialmente e fazendo uso de um mesmo nome de variável para acessar esses valores;
- Cada elemento da tabela pode ser acessado individualmente através de dois índices com valores inteiros. Estes índices poderiam ser interpretados como a linha( $i$ ) e a coluna( $j$ ) da matriz;
- Os elementos são indexados de 0 até  $n-1$ , onde  $n$  é a quantidade de elementos do vetor;
- A matriz tem tamanho fixo durante a execução do programa, definido na declaração, assim como um vetor.

# Matrizes

- A tabela a seguir ilustra uma matriz com 4 linhas e 10 colunas, denominados  $a_{00}$ ,  $a_{01}$ ,  $\dots$ ,  $a_{39}$ , todos eles do tipo `int`.

Tabela: Matriz de inteiros `int a[4][10]`

$a_{00}$	$a_{01}$	$a_{02}$	$a_{03}$	$a_{04}$	$a_{05}$	$a_{06}$	$a_{07}$	$a_{08}$	$a_{09}$
$a_{10}$	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{13}$	$a_{14}$	$a_{15}$	$a_{16}$	$a_{17}$	$a_{18}$	$a_{19}$
$a_{20}$	$a_{21}$	$a_{22}$	$a_{23}$	$a_{24}$	$a_{25}$	$a_{26}$	$a_{27}$	$a_{28}$	$a_{29}$
$a_{30}$	$a_{31}$	$a_{32}$	$a_{33}$	$a_{34}$	$a_{35}$	$a_{36}$	$a_{37}$	$a_{38}$	$a_{39}$

Fonte: Autor,(2020)

# Matrizes

## Declaração de uma matriz

### Forma geral

tipo\_da\_variável nome\_da\_variável [linhas][colunas];

**Exemplo:** int a[4][10];

Tabela: Matriz de inteiros int a[4][10]

$a_{00}$	$a_{01}$	$a_{02}$	$a_{03}$	$a_{04}$	$a_{05}$	$a_{06}$	$a_{07}$	$a_{08}$	$a_{09}$
$a_{10}$	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{13}$	$a_{14} = 3$	$a_{15}$	$a_{16}$	$a_{17}$	$a_{18}$	$a_{19}$
$a_{20}$	$a_{21}$	$a_{22}$	$a_{23}$	$a_{24}$	$a_{25}$	$a_{26}$	$a_{27}$	$a_{28}$	$a_{29}$
$a_{30}$	$a_{31}$	$a_{32}$	$a_{33}$	$a_{34}$	$a_{35}$	$a_{36}$	$a_{37}$	$a_{38}$	$a_{39}$

Fonte: Autor,(2020)

Para atribuir o valor 3 na linha 2, coluna 5, escrevemos:  $\text{matriz}[1][4] = 3$ , pois elemento inicial é **zero**!

# Matrizes

---

## Acesso o conteúdo de uma matriz

### Elementos da Matriz

`matriz[0][0], matriz[0][1],matriz[0][2] ...`

### Atribuição:

`matriz[linha][coluna] = valor;`

### Exemplo

```
int matriz [6][10];  
matriz [5][1] = 3;  
matriz [0][2] = matriz [1][0] + matriz [2][3];
```



# Matrizes

---

## Exemplo de programação com matrizes

```
1  #include <stdio.h>
2  main()
3  {
4  int lin, col;
5  int matriz[4][10];
6  ...
7  for(lin=0;lin<4;lin++)
8      {
9          for(col=0;col<10;col++)
10             { printf(" %d ",matriz[lin][col]);
11             }
12         }
13     }
14     printf("\n");
14 }
```

# Exercícios de matrizes

---

- 1 Escreva um código em C que preencha uma matriz 3 x 3 e imprima-a.
- 2 Escreva um código em C que crie um algoritmo que leia os elementos de uma matriz inteira de 3 x 3 e imprima outra matriz multiplicando cada elemento da primeira matriz por 2.
- 3 Escreva um código em C que receba 6 valores numéricos inteiros numa matriz 2 x 3 e mostre a soma destes 6 números.
- 4 Escreva um código em C que receba os elementos de uma matriz inteira de 4 x 4 e imprima os elementos da diagonal principal.
- 5 Escreva um código em C que receba os elementos de uma matriz inteira de 3 x 3 e imprima todos os elementos, exceto os elementos da diagonal principal.

# Vetores e Matrizes

---

jonatha.costa@ifce.edu.br

# Exercícios

---

- Veja material auxiliar e lista de códigos em:  
<https://github.com/jonathacosta/PL>