


# Conteúdo

- **Ponteiros:** The good, the bad and the ugly
- **Mini Projetos:** Apoio
- **Teste:** Coderunner e Pandora (preparação para projeto final)

## O que são apontadores?

- São variáveis que guardam **endereços de memória**.



```
int x = 14;  
int *x_ptr = &x;
```

-  `x_ptr` guarda o endereço de `x`, não o seu valor. Por isso diz-se que `x_ptr` aponta para `x`.

Endereço	Conteúdo	Identificador
1024	14	x
...		
2036	1024	x_ptr

-  Qualquer que seja o tipo do apontador, ocupa sempre 8 bytes

## Apontadores para que servem?

-  A partir do apontador, podemos aceder ao valor da variável original
-  Para isso usa-se o operador **desreferência**: `*`

```
int x = 14;  
int *x_ptr = &x;
```

Endereço	Conteúdo	Identificador
1024	14	x
...		
2036	1024	x_ptr

```
// ler o conteúdo que está no endereço dado por x_ptr  
printf("Valor de x = %d\n", *x_ptr);  
  
// alterar o conteúdo que está no endereço dado por x_ptr  
*x_ptr = 84;
```

## Operador `&` (referência)

-  Obtemos o endereço de uma variável com `&`:

```
int x = 14;  
int *x_ptr = &x;  
  
printf("Endereço de x: %p\n", (void*)x_ptr);
```

Endereço	Conteúdo	Identificador
1024	14	x
2028	1024	x_ptr

 `&x` retorna o endereço da variável `x` !

## Operador `*` (des-referência)

Permite aceder ao **valor armazenado no endereço** apontado:

```
int x = 14;  
int *ptr = &x;  
  
int k = *ptr; // k recebe o valor de x
```

Endereço	Conteúdo	Identificador
1024	14	x
2028	1024	ptr
2036	14	k

 `*ptr` **accede ao valor guardado no endereço armazenado em** `ptr` .

# Passagem de Argumentos por Referência

```
void troca(int *x, int *y) {
    int aux = *x;
    *x = *y;
    *y = aux;
}

int main(void) {
    int x = 14, y = 28;
    troca(&x, &y);
    printf("x = %d, y = %d\n", x, y);
    return 0;
}
```


End.	Conteúdo	Id	
100	500	x	stack frame troca()
108	504	y	stack frame troca()
104	14	aux	stack frame troca()
...	<lixo>		<vazio>
500	14	x	stack frame main()
504	28	y	stack frame main()

-  Agora **x** e **y** são alterados corretamente! 

## Passagem por Valor vs Referência

Passagem por Valor	Passagem por Referência
Copia os valores	Passa os endereços
Não altera as variáveis originais	Pode alterar as variáveis originais

```
troca(x, y);    // Passagem por valor  
troca(&x, &y);  // Passagem por referência
```

-  Há situações em que é mais eficiente fazer passagem por referência, mas nem sempre.



# Aritmética de Apontadores

```
int a = 5;
int b = 10;

int *aptr = &a;
```

- Qual o valor de `aptr` se fizermos:

```
aptr++;
```

- Uma vez que `aptr` é do tipo apontador para inteiro...
- O operador `++` avança 4 bytes → aponta para o próximo inteiro

Endereço	Conteúdo	Identificador
256	5	a
260	10	b
264	256	aptr

Endereço	Conteúdo	Identificador
256	5	a
260	10	b
264	260	aptr



## ? Qual o novo valor de `aptr`?

- Intuitivamente:  $256 + 1 = 257$  ❌
- Mas 257 é um byte do meio de uma variável 🤯
- Com `aptr++`, o ponteiro vai para 260
- 🧠 Porque `int` ocupa 4 bytes!

## **12** **34** Aritmética e Tipo de Dados

- O número de bytes depende do tipo:
  - `char` ➡ 1 byte
  - `int` ➡ 4 bytes
  - `float` ➡ 4 bytes
  - `double` ➡ 8 bytes

## + Incremento, — Decremento

```
int *ptr = &x[0];  
ptr += 10; // aponta para x[10]  
  
ptr = &x[10];  
ptr -= 10; // volta a x[0]
```

- `ptr += 10` ➡ avança `10 * sizeof(int)` bytes
- `ptr -= 10` ➡ recua `10 * sizeof(int)` bytes
- porque `ptr` é um ponteiro para inteiro. Se fosse um ponteiro para `char` avançaria/recuaria `10 * sizeof(char)`

# — Diferença entre Apontadores

```
int strlen(char s[]) {  
    char *ptr = &s[0];  
  
    while (*ptr != '\0')  
        ptr++;  
  
    return (int)(ptr - &s[0]);  
}
```

- Permite saber quantos elementos existem entre dois endereços 📊
- Apenas válido entre apontadores do mesmo tipo ✅

- 🔍 Exemplo: `strlen`
- `ptr = &s[0]`
- `ptr` vai andando até `\0`
- A diferença é o comprimento da string



Se `ptr` chegou a 259 e `&s[0]` era 256:



$$259 - 256 = 3$$

## Comparar Apontadores

- Pode-se comparar apontadores do mesmo tipo:

- `==`, `!=`, `>`, `<`, `>=`, `<=`

```
while (ptr >= ptr2)
```

```
if (ptr1 != ptr2)
```

```
if (ptr1 != NULL)
```

# Operações com apontadores

Operação	Exemplo	Observações
Atribuição	<code>ptr = &amp;x</code>	podemos atribuir um valor (endereço) a um apontador. Se quisermos que aponte para nada podemos atribuir-lhe o valor da constante <code>NULL</code>
Incremento	<code>ptr = ptr + 2</code>	Incremento de <code>2*sizeof(tipo)</code>
Decremento	<code>ptr = ptr - 10</code>	Decremento de <code>10*sizeof(tipo)</code>
Apontado por	<code>*ptr</code>	O operador desreferência permite obter o valor existente na posição cujo endereço está armazenado em ptr

# Operações com apontadores

Operação	Exemplo	Observações
Endereço de	<code>&amp;ptr</code>	Tal como qualquer outra variável, um apontador ocupa espaço em memória. Desta forma podemos saber qual o seu endereço.
Diferença	<code>ptr1 - ptr2</code>	Permite-nos saber qual o número de elementos entre <code>ptr1</code> e <code>ptr2</code>
Comparação	<code>ptr1 &gt; ptr2</code>	Premite-nos verificar, por exemplo, qual a ordem de dois elementos num vector através dos seus endereços.

# Comentando Código em C

## Como, Quando e Por Quê

- Comentários ajudam na **manutenção, documentação e compreensão** do código.
- Boas práticas de comentário facilitam o trabalho em equipe e o uso de ferramentas como o CLion.



# Quando Comentar Código

✓ Use comentários quando:

- O propósito do código **não for óbvio**.
- A lógica for **complexa ou não trivial**.
- Para **explicar decisões** de design.

⊘ Evite comentários redundantes:

```
// Incrementa i  
i++; // Desnecessário se for óbvio
```

# Tipos de Comentários

## Comentário em linha:

```
x = x + 1; // Incrementa x
```

## Comentário em bloco:

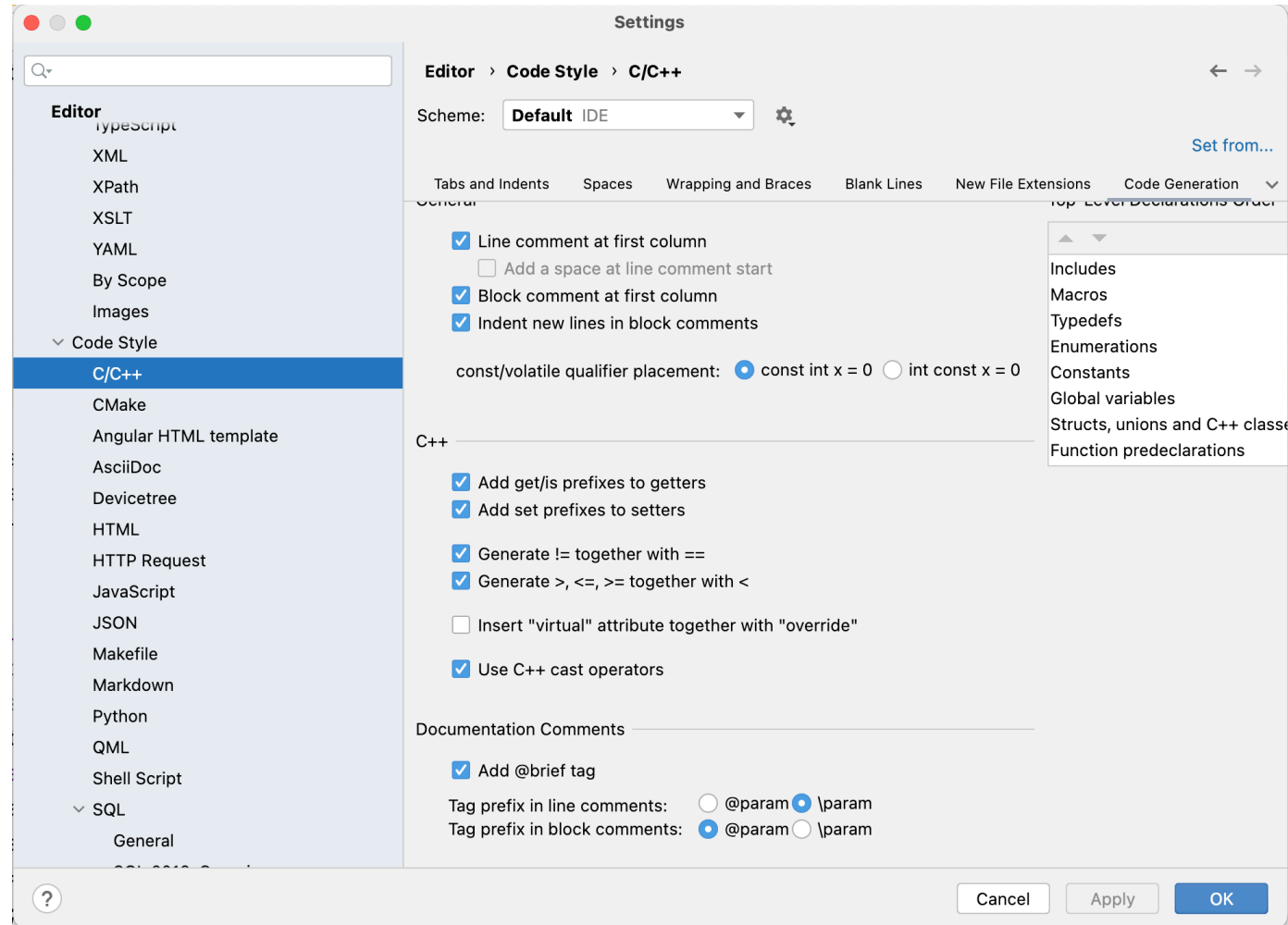
```
/*  
 * Esse bloco faz a inicialização  
 * do sistema e configura o timer  
 */
```

## Comentário de Função (Estilo JavaDoc)

Use `/** */` acima das funções para gerar documentação automática (no CLion):

```
/* Soma dois inteiros.
 *
 * @param a Primeiro inteiro
 * @param b Segundo inteiro
 * @return Resultado da soma
 */
int soma(int a, int b) {
    return a + b;
}
```

# CLion (dica)



# O que é o estilo JavaDoc?

- Originalmente criado para **Java**.
- Usa comentários `/** ... */` acima de funções, structs, etc.
- Ferramentas como **CLion** e **Doxygen** reconhecem esse estilo.
- Gera documentação automática em HTML, LaTeX, etc.

## Por que usar JavaDoc em C?

### ✓ Benefícios:

- Documentação clara para funções e estruturas.
- Compatibilidade com IDEs como CLion.
- Geração automática de manuais e referências do código.
- Facilita onboarding de novos programadores.

## Exemplo de Documentação com JavaDoc

```
/**
 * @brief Calcula a potência de um número.
 *
 * @param base A base da potência.
 * @param expoente 0 expoente.
 * @return 0 valor de base elevado ao expoente.
 */
int potencia(int base, int expoente) {
    int resultado = 1;
    for (int i = 0; i < expoente; i++) {
        resultado *= base;
    }
    return resultado;
}
```

## Marcadores Comuns (Tags)

- `@param` : Descreve um parâmetro da função.
- `@return` : Descreve o valor de retorno da função.
- `@author` : Nome do autor do código.
- `@version` : Versão do código.
- `@see` : Referência a outra parte do código.
- `@note` , `@warning` : Para notas e avisos



# Example: Doxygen em C

`doxygen_c.h`

`doxygen_c_preview`

## Boas Práticas

- Comente o "porquê", não apenas o "o quê".
- Atualize os comentários ao alterar o código.
- Mantenha o comentário claro, conciso e relevante.
- A lingua das comentatios e deviam estar em linha com os do codigo (se o codigo tem variaveis/funções em Ingles, os comentarios tambem devem ser em ingles).

# Obrigatoriedade

Podemos concordar num *minimo* de comentarios com o estilo JavaDoc para:

- Todos os ficheiros:
  - `@brief, @author, @version`
  - `@author` : [student-id]
- Todos os funções:
  - `@brief` : Breve descrição da função
  - `@param` : Descrição de cada parâmetro
  - `@return` : Descrição do valor de retorno

# Obrigatoriedade

E colocamos comentarios "normais":

- O propósito do código **não for óbvio**.
- A lógica for **complexa ou não trivial**.
- Para **explicar decisões** de design.

# Resumo

- Use `/** */` para documentar funções no estilo JavaDoc.
- Comente para esclarecer, não para repetir o código.
- Bons comentários ajudam hoje e no futuro do projeto.

💡 Talvez é a parte mais difícil do código. Muitas vezes, depois de escrever os comentários percebemos o algoritmo melhor e o código pode ser melhorado.

? Q&A

💬 Dúvidas?