

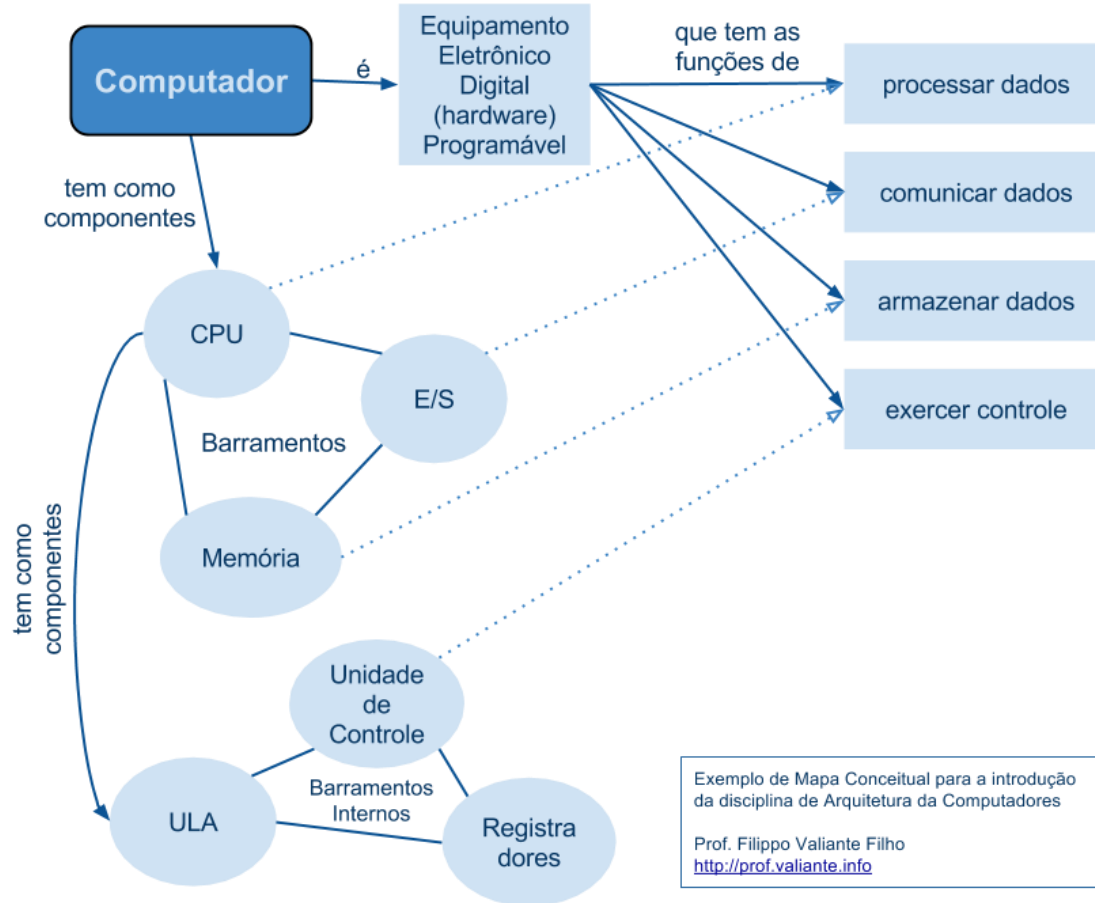
# ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO DO COMPUTADOR

---

PARA SISTEMAS OPERACIONAIS

Prof. Filippo Valiante Filho

<http://prof.valiante.info>

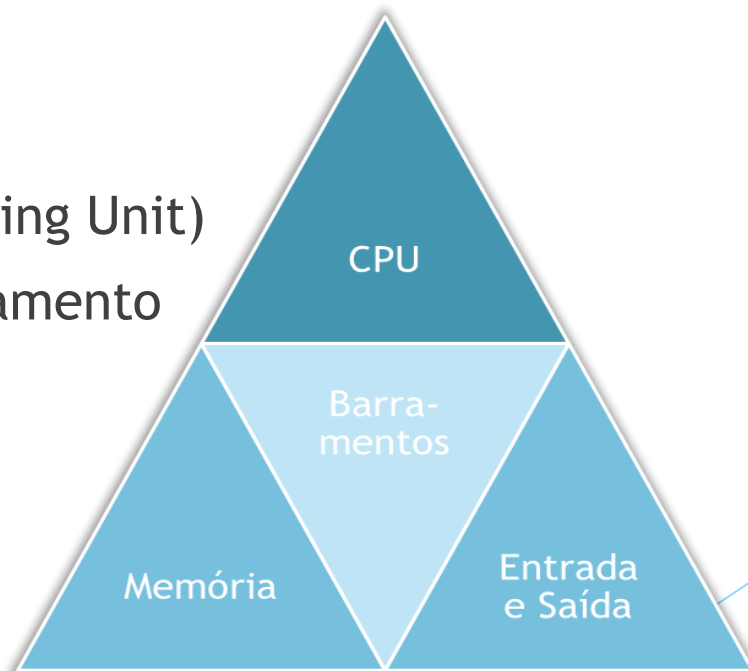


Exemplo de Mapa Conceitual para a introdução da disciplina de Arquitetura da Computadores

Prof. Filippo Valiante Filho  
<http://prof.valiante.info>

# Estrutura do Computador

- ▶ Computador
  - ▶ CPU (Central Processing Unit)
  - ▶ Sistema de Armazenamento (Memórias)
  - ▶ Sistema de E/S
  - ▶ Barramentos



# Estrutura do Computador (ii)

## ▶ CPU

- ▶ ULA - Unidade Lógica e Aritmética

- ▶ Registradores

  - ▶ Unidade de armazenamento mais básica.

- ▶ Unidade de Controle

  - ▶ Controla a perfeita execução das sequências de instruções (programas), garantindo o sincronismo (tempo) e a ordenação correta de cada passo; bem como, interpretando e gerando os sinais de controle externos à CPU.

# Estrutura do Computador (iii)

## ▶ Sistema de Armazenamento (Memórias)

Além dos registradores...

### ▶ Memória Principal (“RAM”)

- ▶ Programas em execução e seus dados.

### ▶ Memória Secundária

- ▶ Armazenamento permanente de dados e programas.
  - ▶ P.Ex.: HD, memória flash, etc.

# Estrutura do Computador (iv)

## ▶ Sistema de Armazenamento (Memórias)

Além dos registradores...

### ▶ Memória Principal (“RAM”)

- ▶ Programas em execução e seus dados.

### ▶ Memória Secundária

- ▶ Armazenamento permanente de dados e programas.
  - ▶ P.Ex.: HD, memória flash, etc.

# Estrutura do Computador (v)

## ▶ Sistema de Armazenamento (Memórias)

Em computadores de propósito geral...

- ▶ Cache visa melhorar o desempenho da memória principal que é lenta
- ▶ Backup = cópia de segurança
  - ▶ Migrando principalmente para a nuvem.
  - ▶ Servidores de armazenamento (Storage) na nuvem, ou locais.

# Hierarquia de Memória

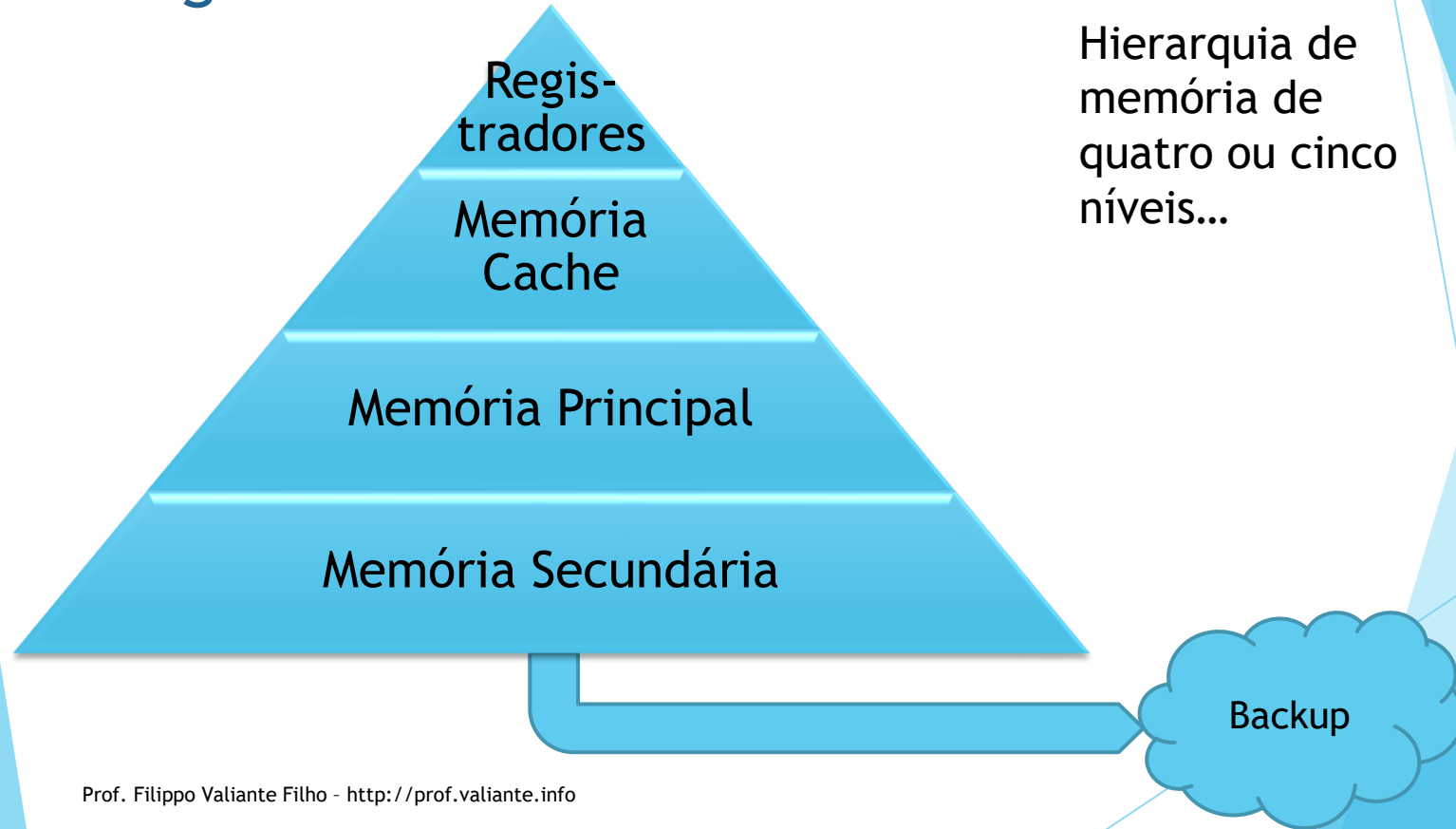
## Diagrama ilustrado





# Hierarquia de Memória

## Diagrama formal



# Estrutura do Computador (vi)

## ▶ Sistema de Entrada e Saída (E/S)

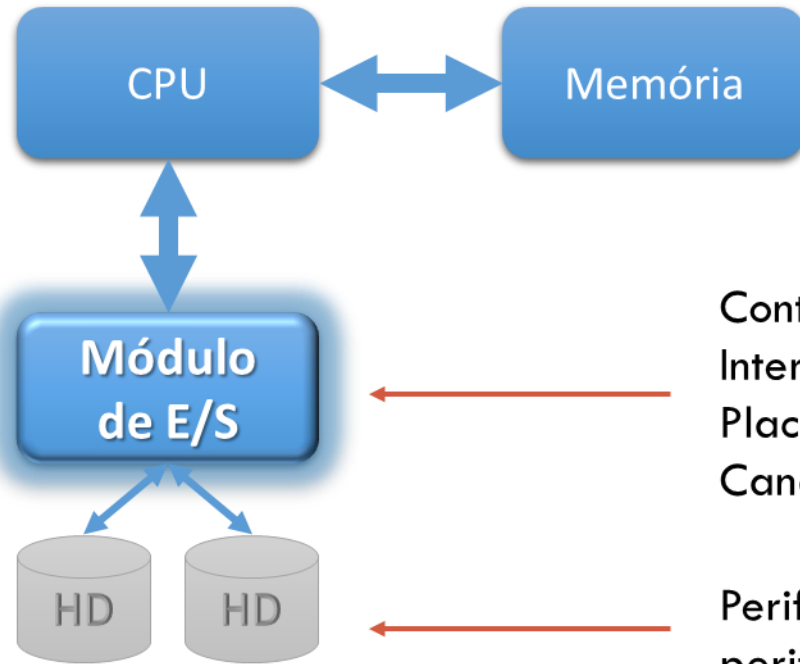
### ▶ Módulo de E/S

- ▶ Controle dos periféricos.

### ▶ Periféricos

- ▶ Comunicação com o usuário;
- ▶ Comunicação com outros computadores;
- ▶ Armazenamento de dados;
- ▶ Interação com o ambiente.

# Sistema de E/S



Controlador  
Interface  
Placa de...  
Canal de Dados (mainframes)

Periféricos (nesta figura, apenas  
periféricos de armazenamento)

# Estrutura do Computador (vii)

## ▶ Barramento (Bus)

- ▶ Meios de comunicação compartilhados entre os diversos componentes de um computador.
- ▶ Especificação lógica, elétrica e mecânica.
- ▶ Ex: USB (Universal Serial Bus).

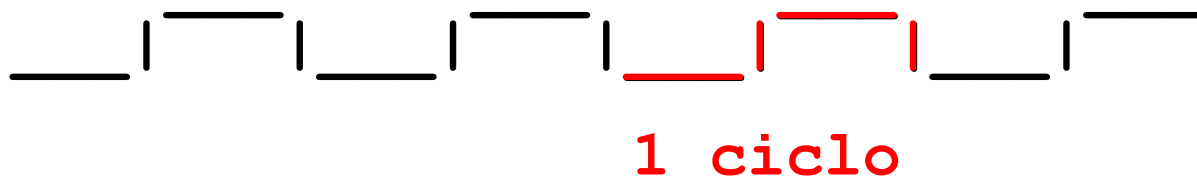
# Barramentos

## ▶ O que é comunicado nos barramentos? “Tipos de Barramentos”

- ▶ Dados
- ▶ Endereço
- ▶ Controle
  - ▶ Leitura / Escrita
  - ▶ Clock (Relógio)
  - ▶ Reset
  - ▶ INTerrupção

# Clock

## ▶ Clock (Relógio)



## ▶ Frequência ( $f$ ) = ciclos por segundo [Hz]

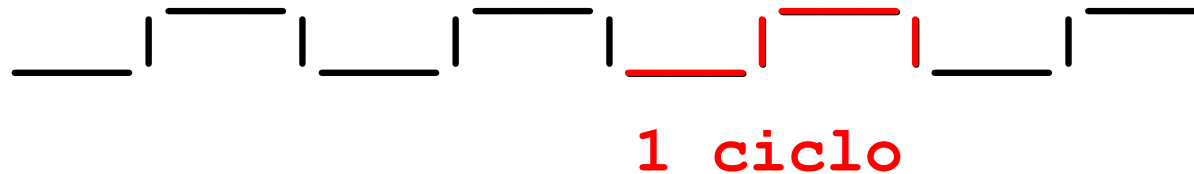
▶ 1 Hertz = 1 ciclo por segundo

## ▶ Período ( $T$ ) = tempo de um ciclo [s]

▶  $f = 1 / T$

# Clock (ii)

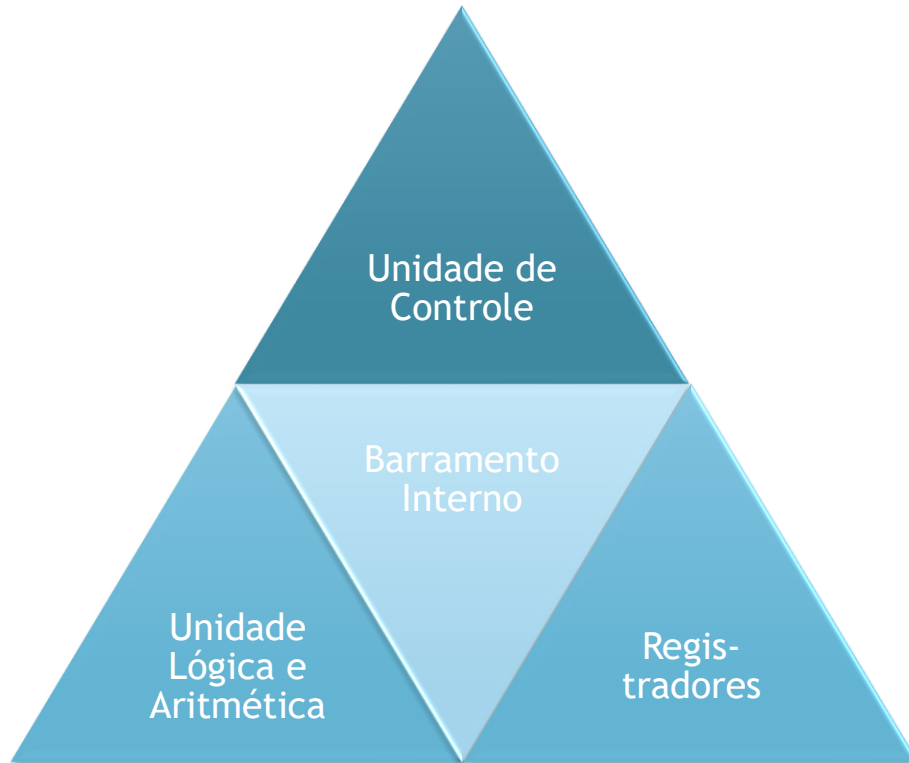
## ► Clock (Relógio)



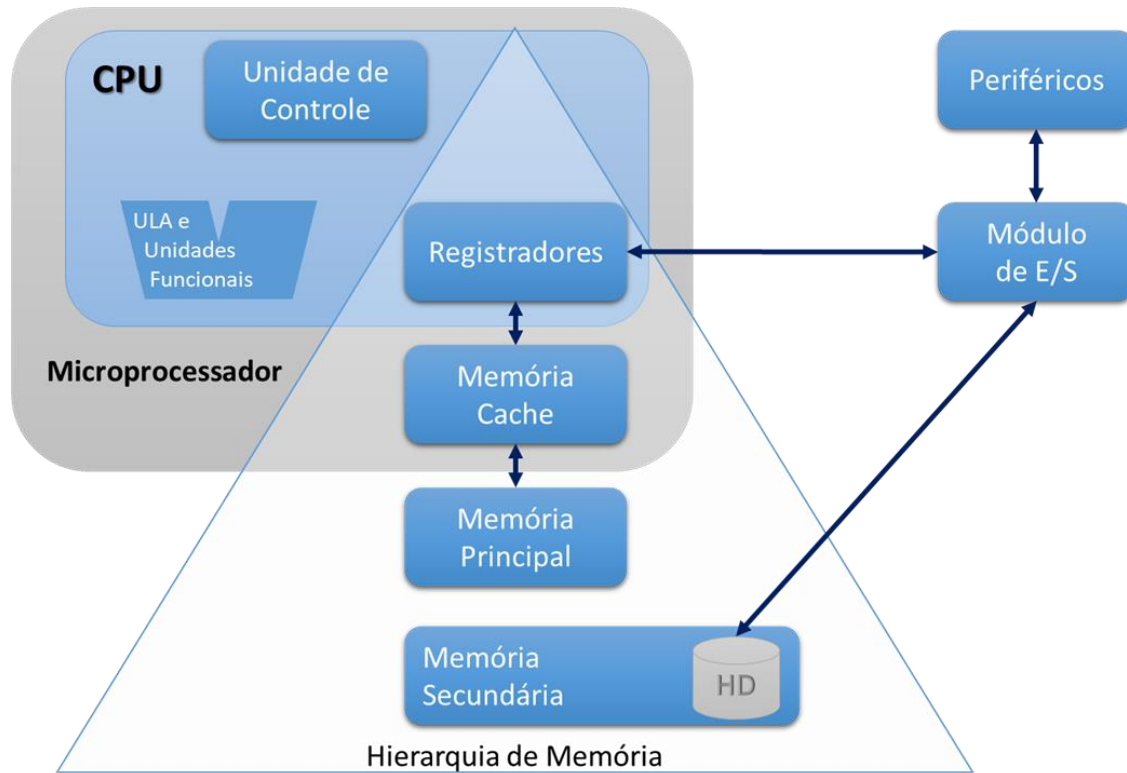
## ► P.ex. para $f = 2,0 \text{ GHz}$

►  $T = 1 / f \quad \therefore \quad T = 0,5 \text{ ns} = 0,5 \times 10^{-9} \text{ s} = 0,0000000005 \text{ s}$

# Estrutura da CPU







# Estrutura do Computador

## Visão Funcional

# Estrutura da CPU (ii)

## ▶ Unidade de Controle Recapitulando...

- ▶ Controla a perfeita execução das sequências de instruções (programas), garantindo o sincronismo (tempo) e a ordenação correta de cada passo; bem como, interpretando e gerando os sinais de controle externos à CPU.

## ▶ ULA - Unidade Lógica e Aritmética

- ▶ Com este nome somente em CPUs bastante simples
- ▶ Unidades Funcionais
  - ▶ Inteiros, ponto flutuante (FPU), vetores, carga e armazenamento, criptografia, etc.

# Estrutura da CPU (iii)

São 3 pares básicos de registradores.  
O 3º par precisa de mais um agregado...

- ▶ Registradores para controle da execução do programa
  - ▶ Contador de Programa - Program Counter (PC) ou Instruction Pointer (IP)
    - ▶ Armazena o endereço da próxima instrução.
  - ▶ Registrador de Instrução - Instruction Register (IR)
    - ▶ Armazena a instrução em execução.

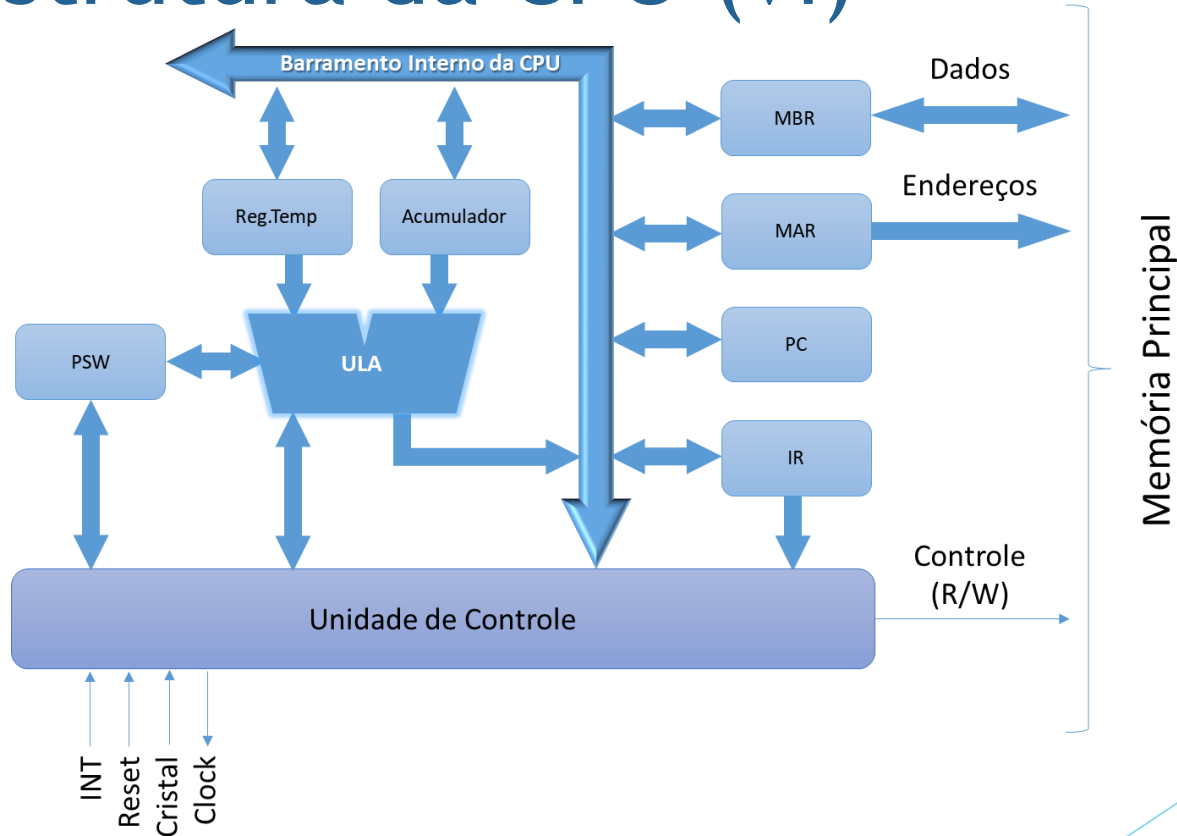
# Estrutura da CPU (iv)

- ▶ Registradores para comunicação com a memória
  - ▶ MAR (Memory Address Register) / Latch de Endereços
    - ▶ Fornece o endereço a ser acessado na memória.
  - ▶ MBR (Memory Buffer Register) / Latch de Dados
    - ▶ Dado lido ou dado a ser escrito.

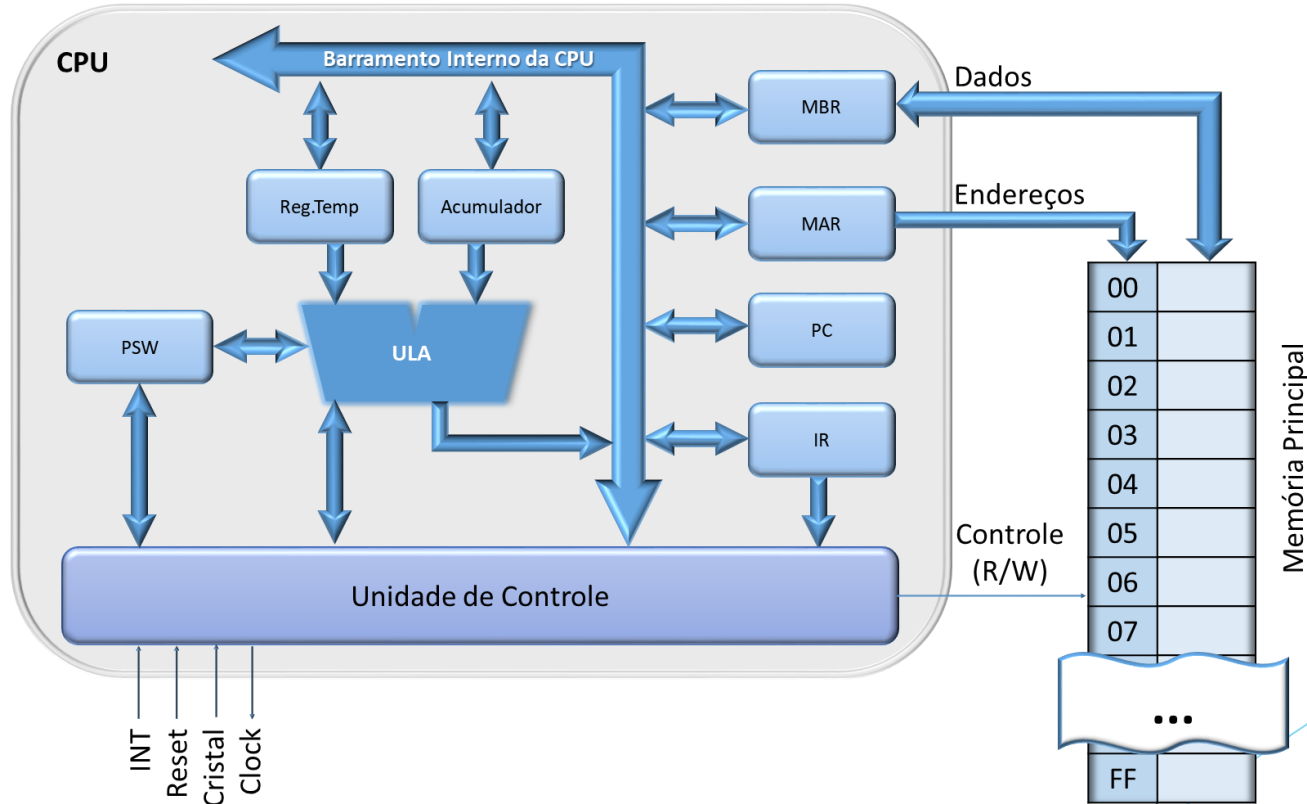
# Estrutura da CPU (v)

- ▶ Registradores para execução das instruções (processamento dos dados)
  - ▶ Acumulador (AC);
  - ▶ Registrador Temporário / Auxiliar;
    - ▶ Normalmente são vários!
  - ▶ PSW (Program Status Word) / Registrador de Status
    - ▶ Contém as Flags (indicadores binários) referentes ao que aconteceu na ULA, tais como overflow, carry, zero, etc.

# Estrutura da CPU (vi)



# Estrutura da CPU (vii)

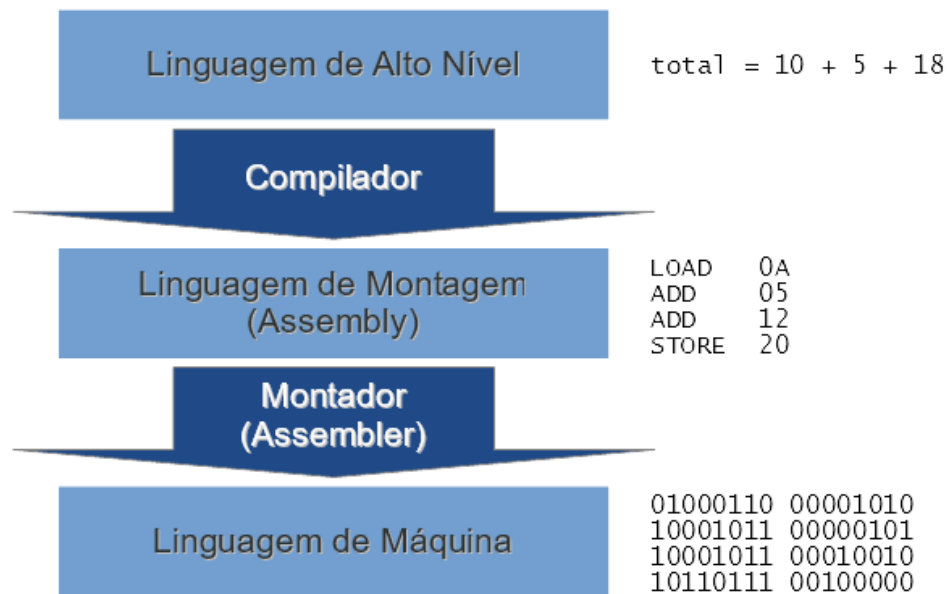


# Funcionamento do Computador

- ▶ Computador executa instruções
  - ▶ Um programa é uma sequência de instruções.
- ▶ Instrução:
  - ▶ Código de operação (op code)
    - ▶ O que deve ser feito com os...
  - ▶ Operandos (dados)
    - ▶ Dados podem ser números, caracteres, endereços ou bits.



# Funcionamento do Computador (ii)



▶ **Atenção!**  
Estamos falando de instruções de máquina.  
Instruções de baixo nível, muito elementares.

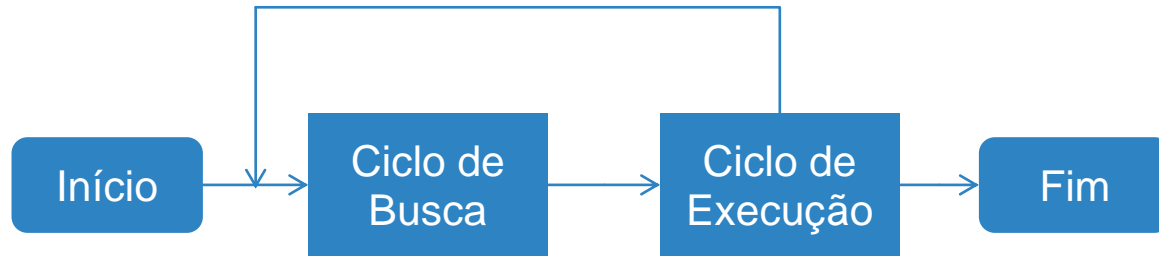
# Funcionamento do Computador (iii)

## ▶ Ciclo de Instrução

### ▶ “Algoritmo de funcionamento do computador”

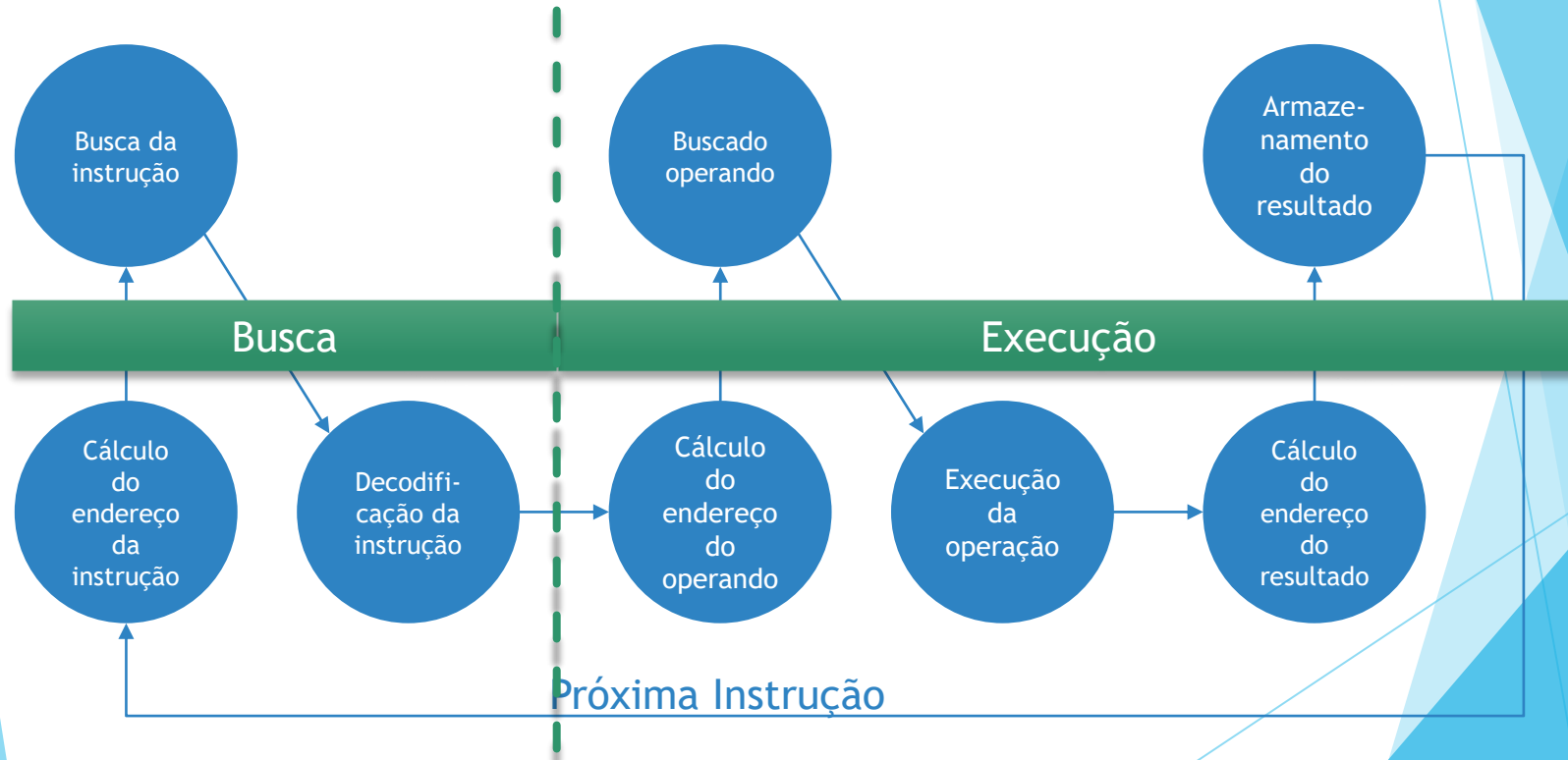
- ▶ Obter a instrução;
- ▶ Executá-la
- ▶ Repetir, repetir, repetir, repetir, repetir, repetir, repetir...

# Ciclo de Instrução

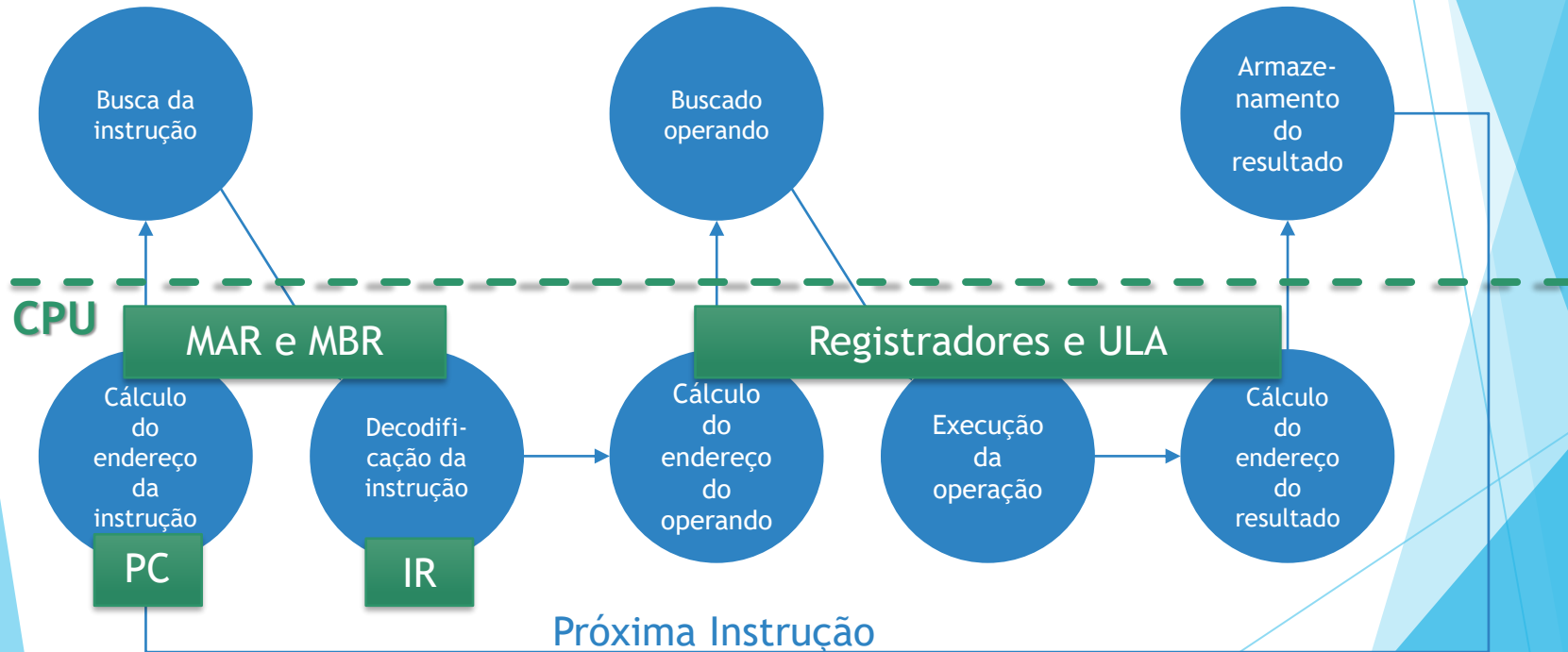


Stallings (2010)

# Ciclo de Instrução (ii)

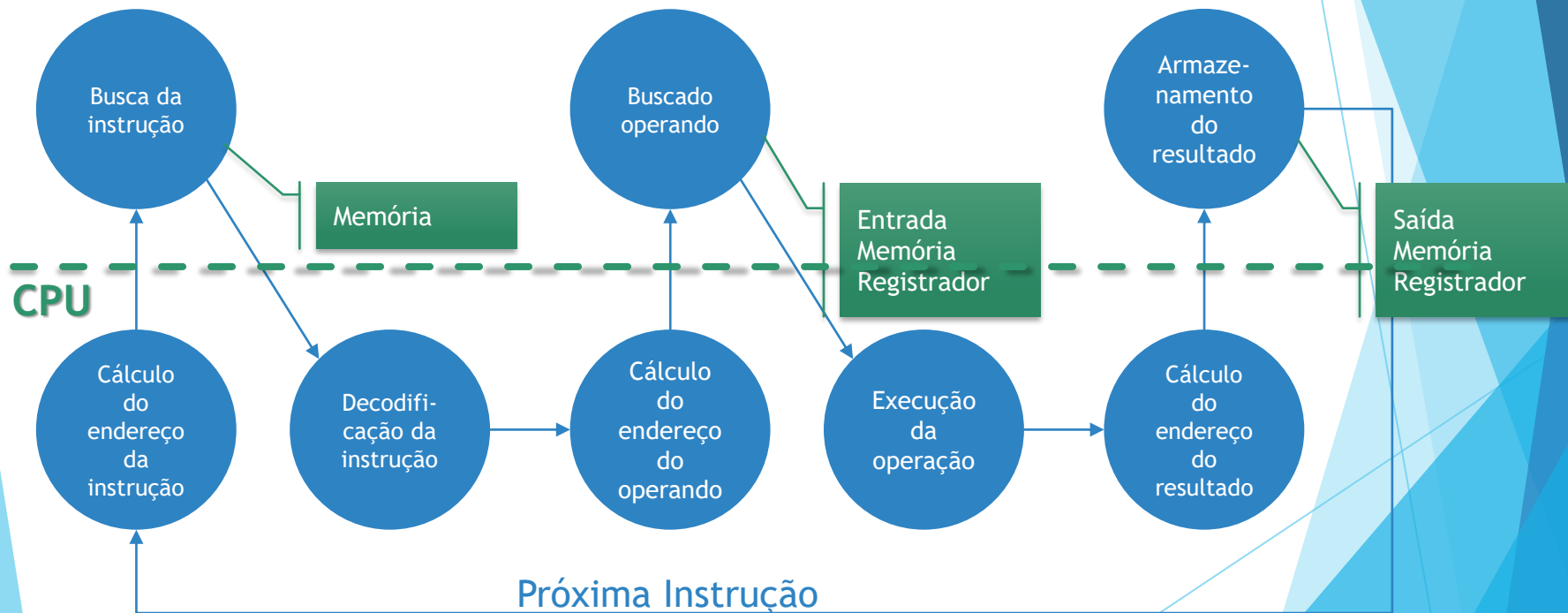


# Ciclo de Instrução (iii)

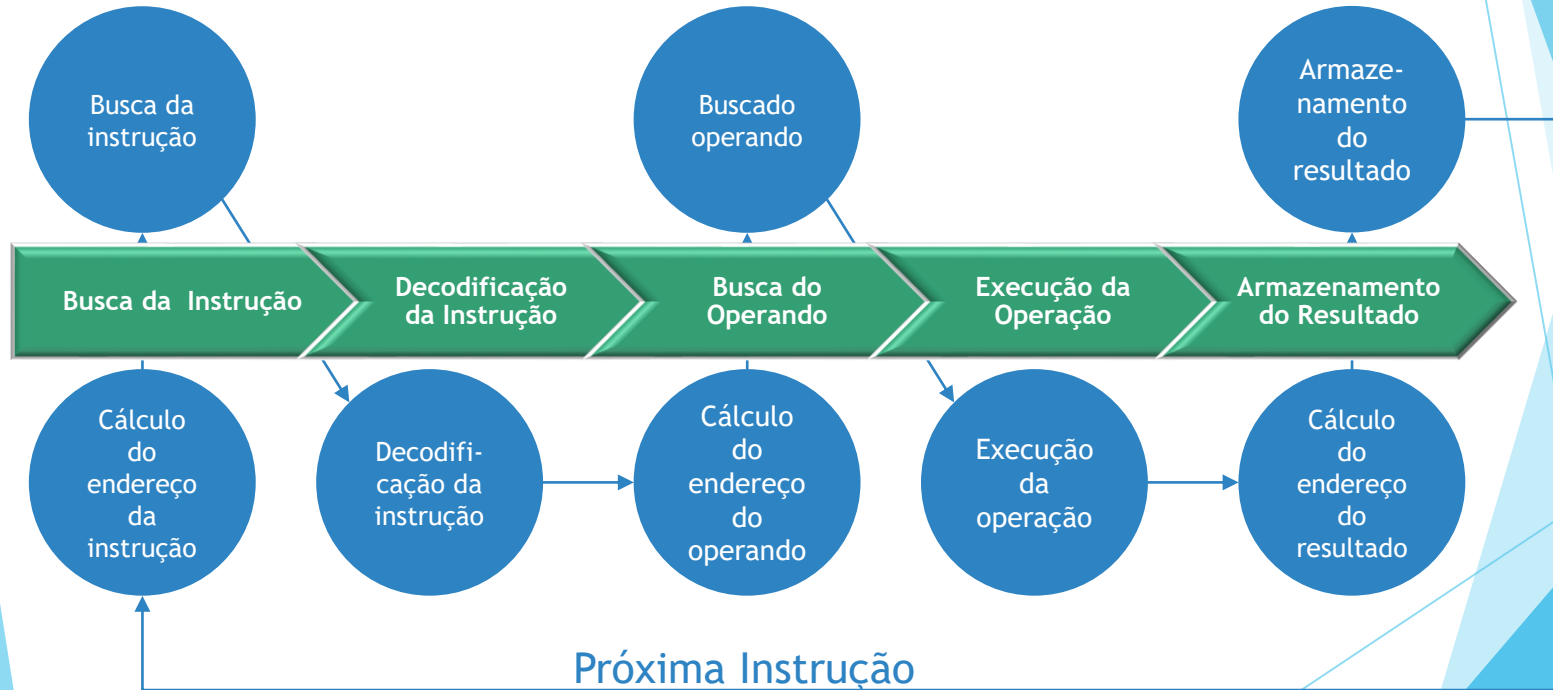


# Ciclo de Instrução (iv)

## CPU ou acesso externo



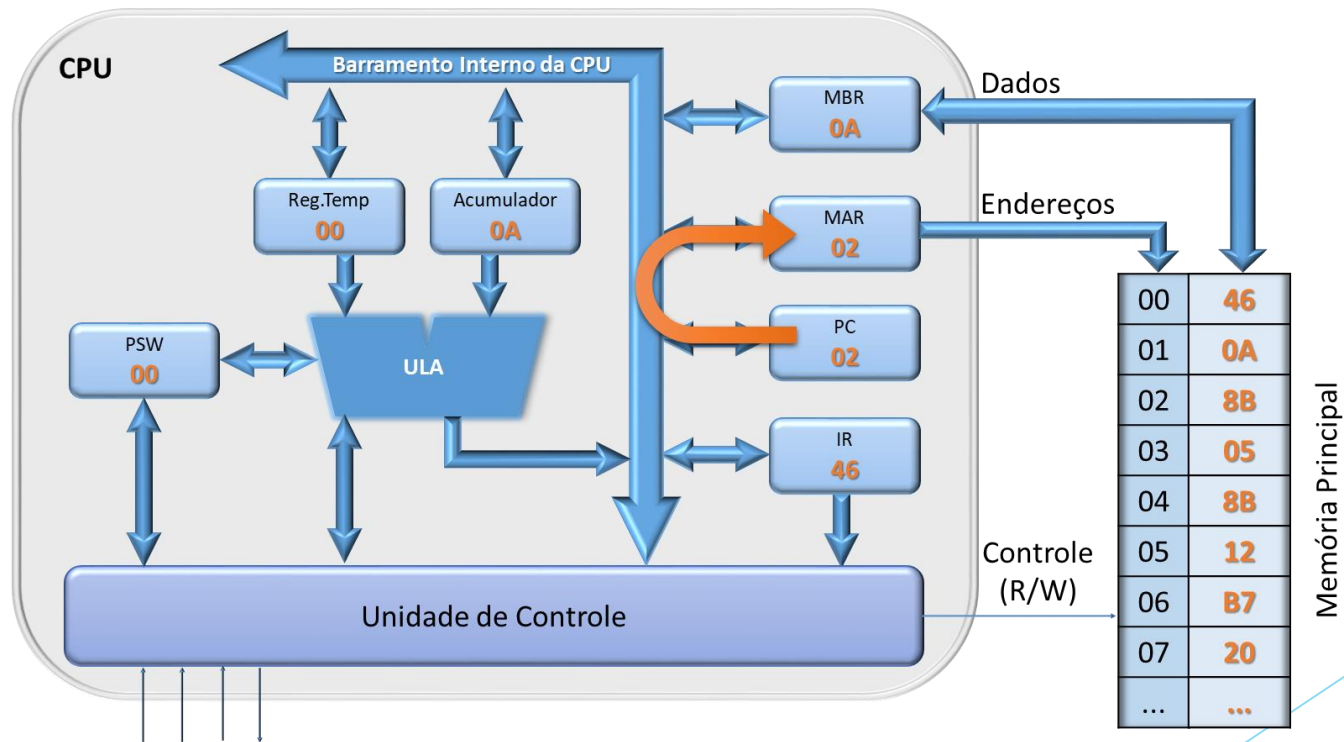
# Ciclo de Instrução (v)

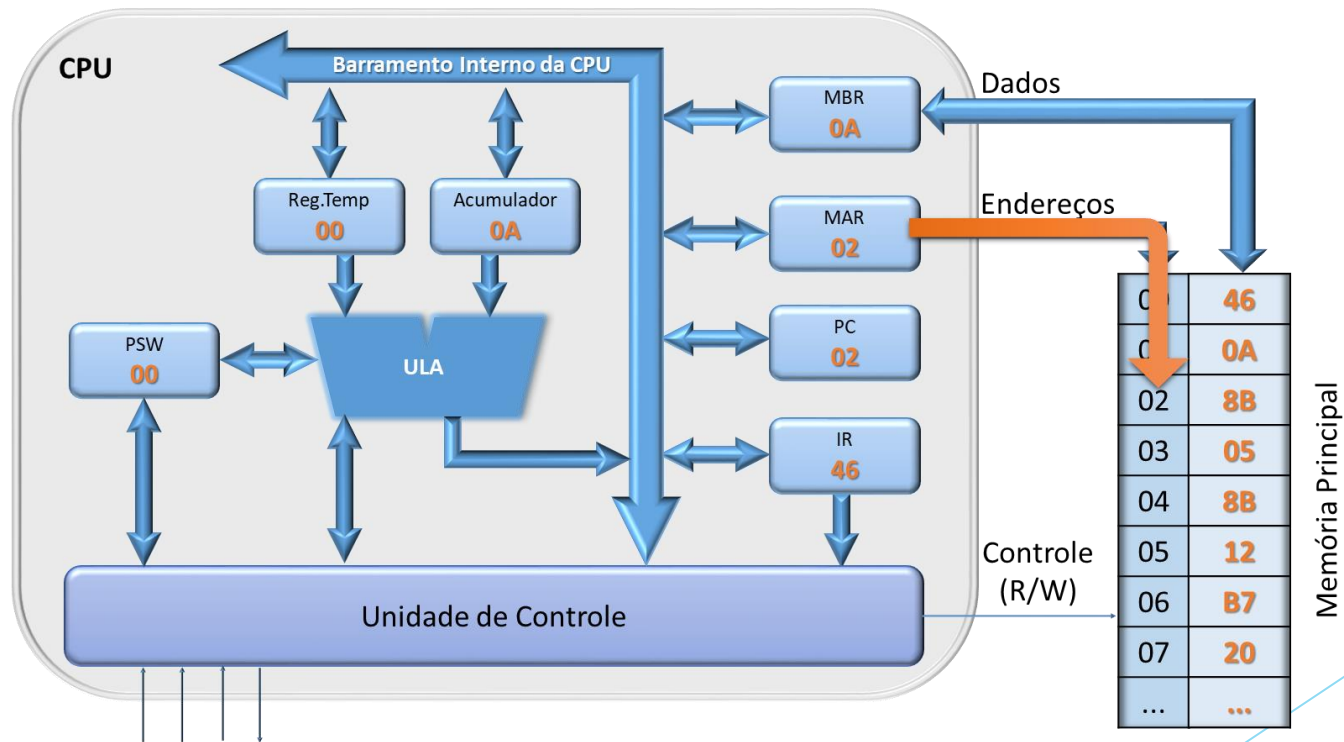


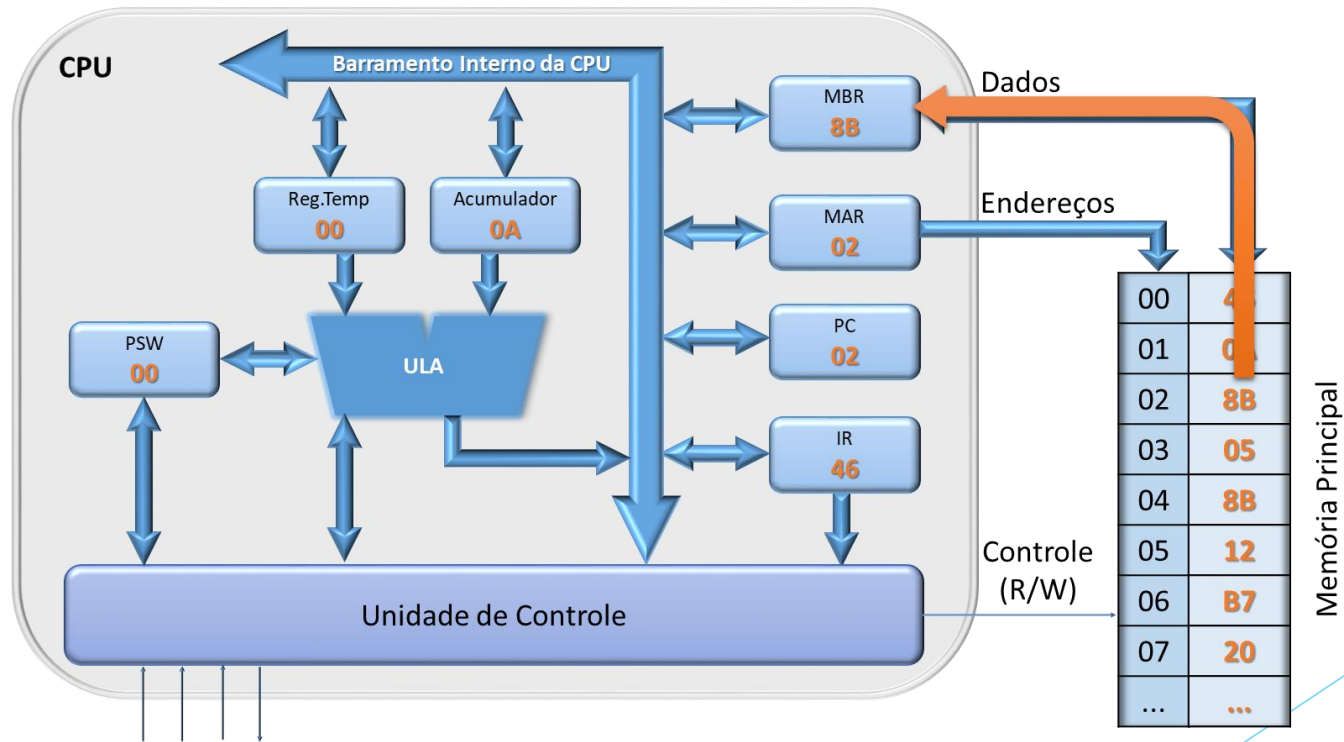
# O computador funcionando

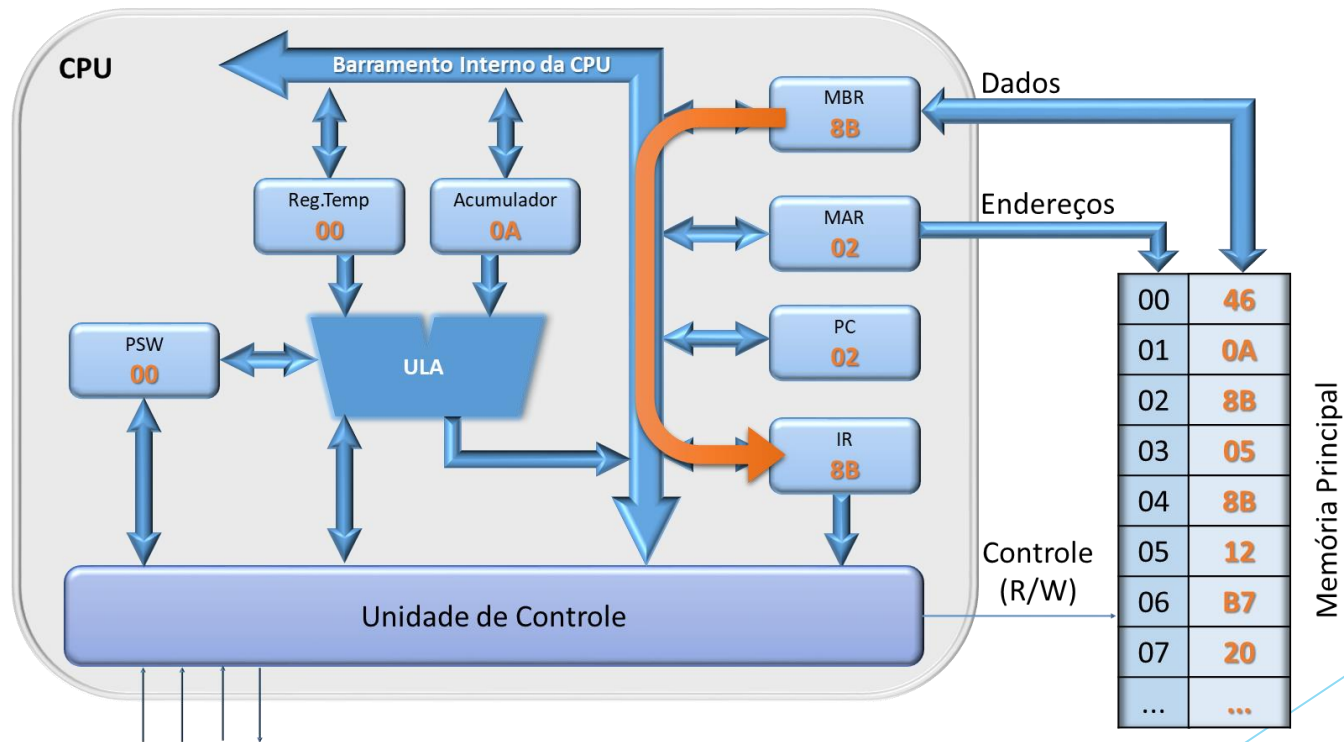
- ▶ Quando o computador é ligado ele passa a executar o ciclo de instrução.
- ▶ Vejamos a execução de uma simples instrução aritmética.
  - ▶ Os conteúdos dos registradores e da memória estão escritos em hexadecimal para facilitar a leitura.
  - ▶ Ao iniciar, os registradores e o conteúdos da memória são “zerados”, ou seja, recebem um valor padrão.
    - ▶ Mas o computador do exemplo já está com um programa carregado e em execução...

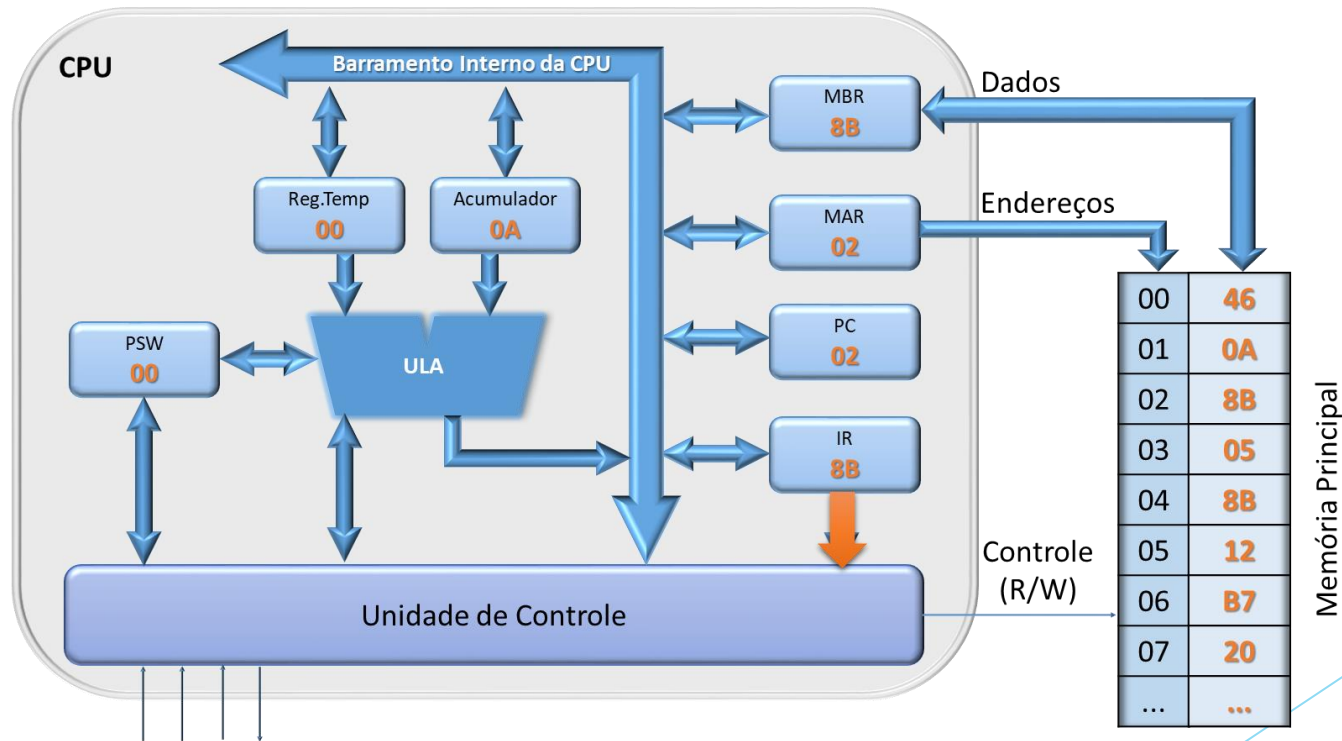


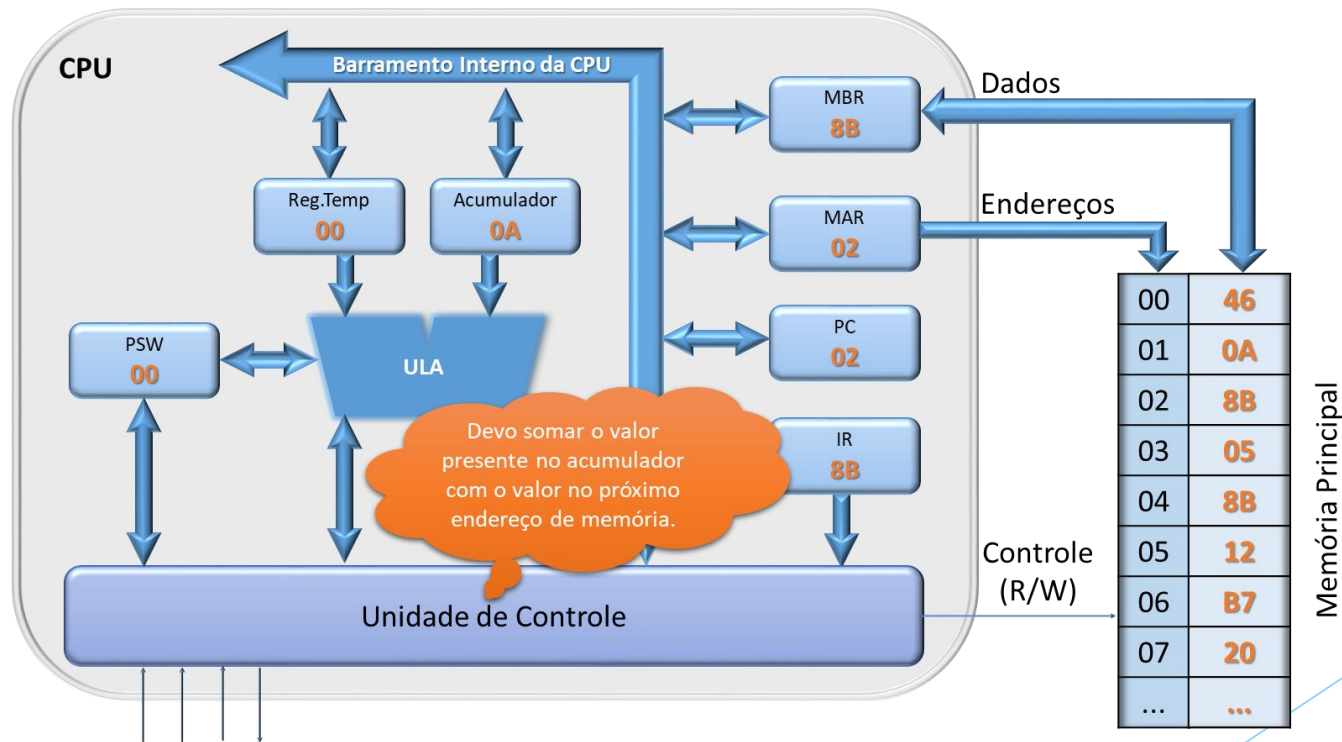


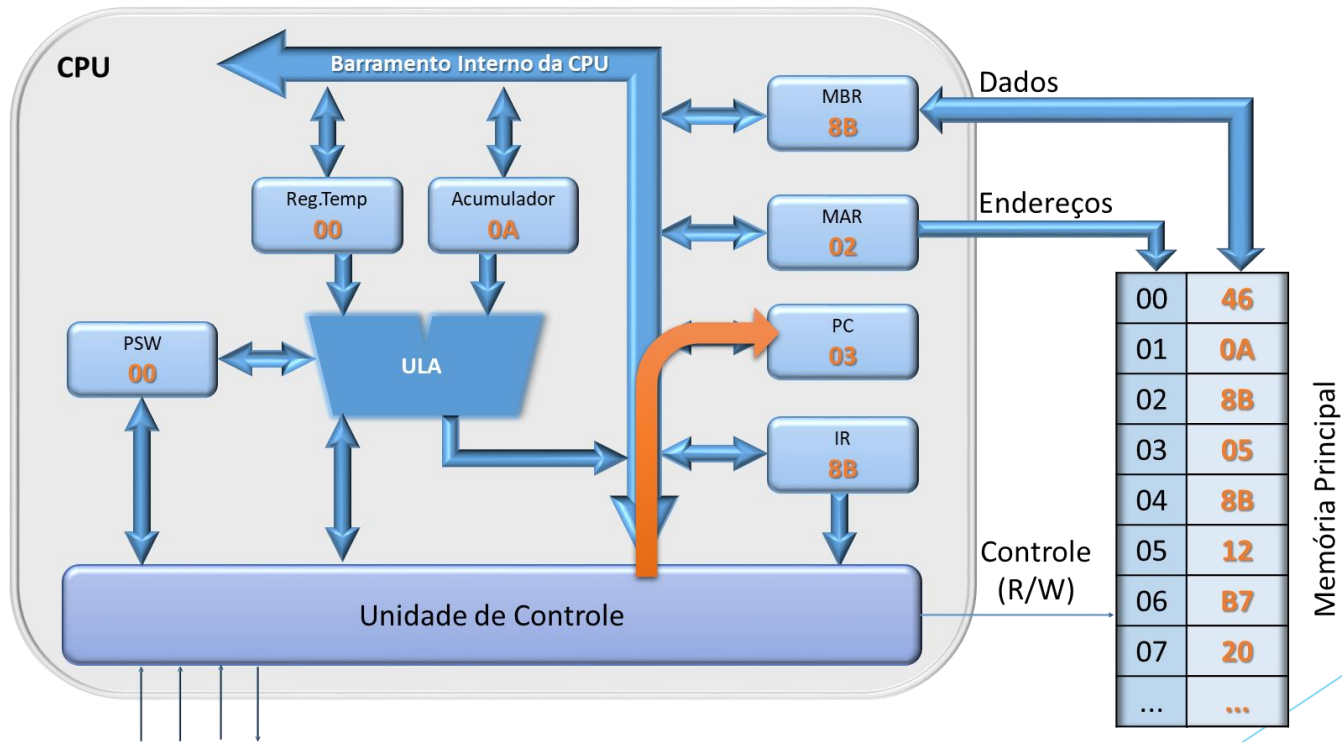


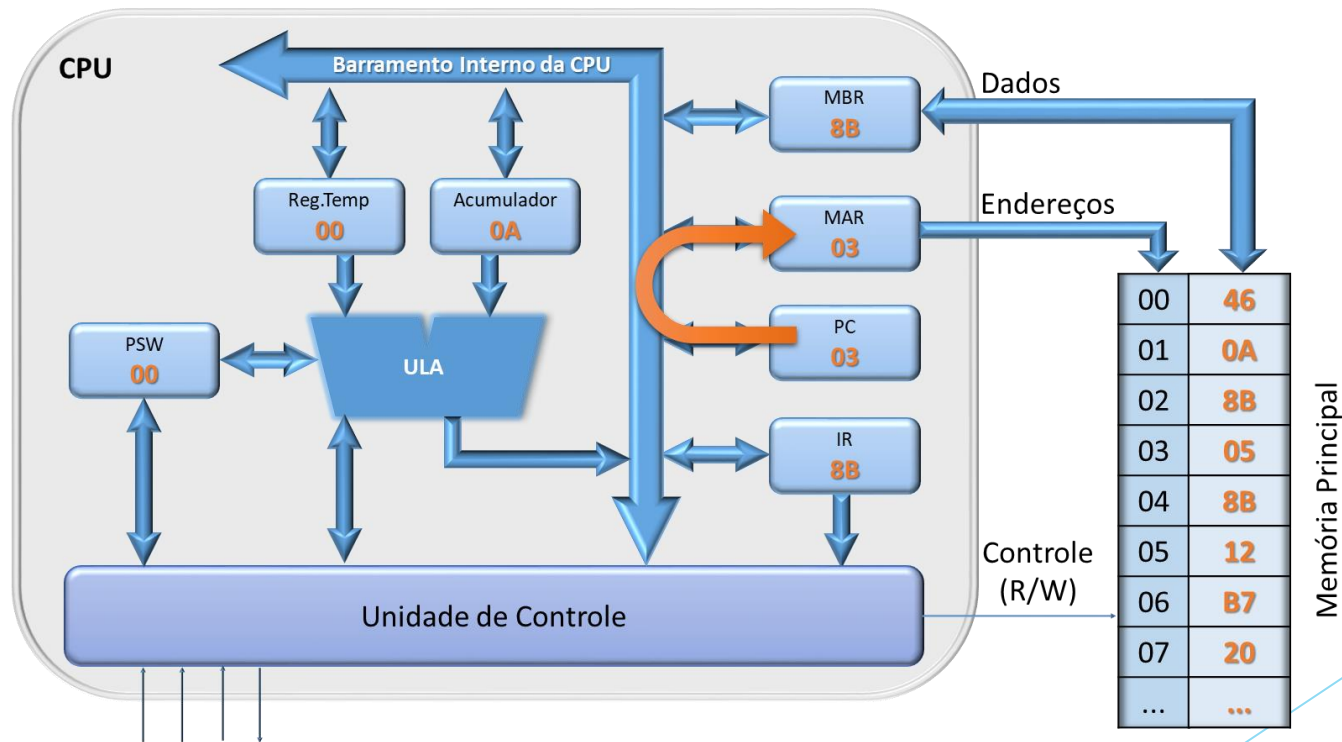




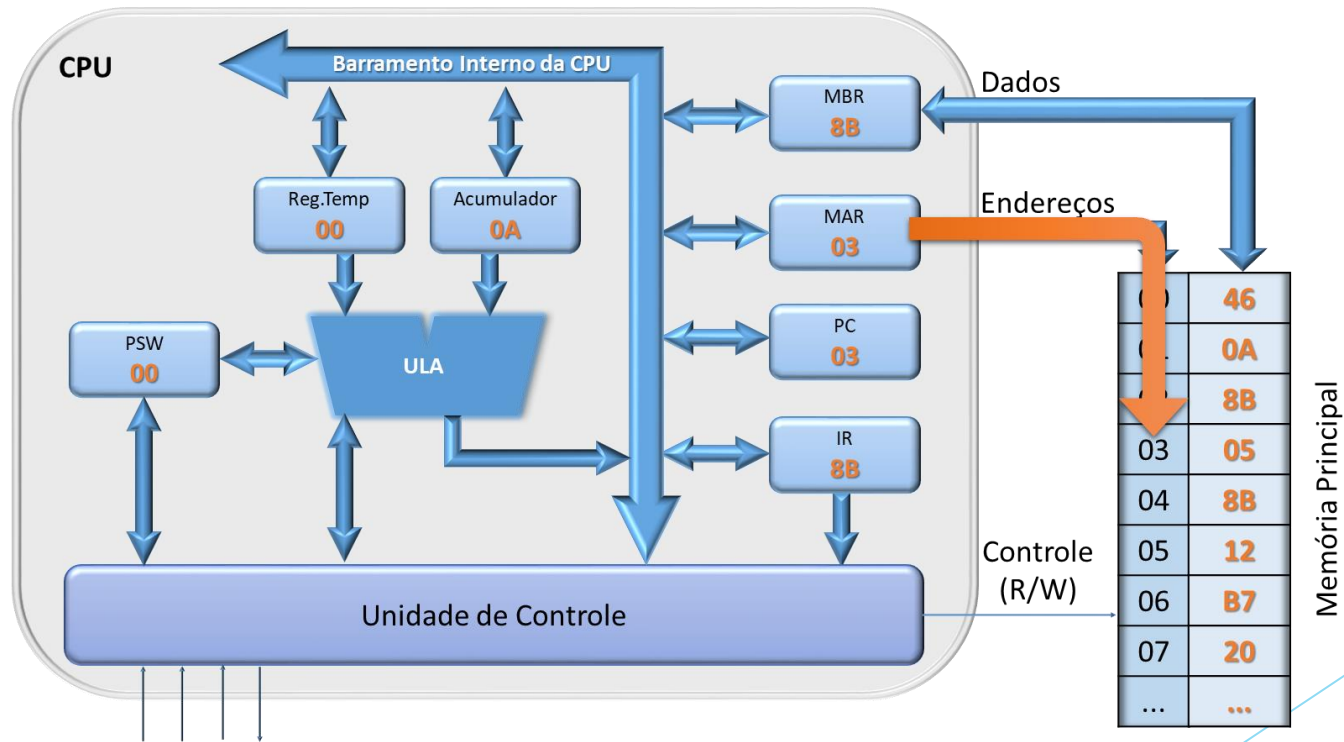


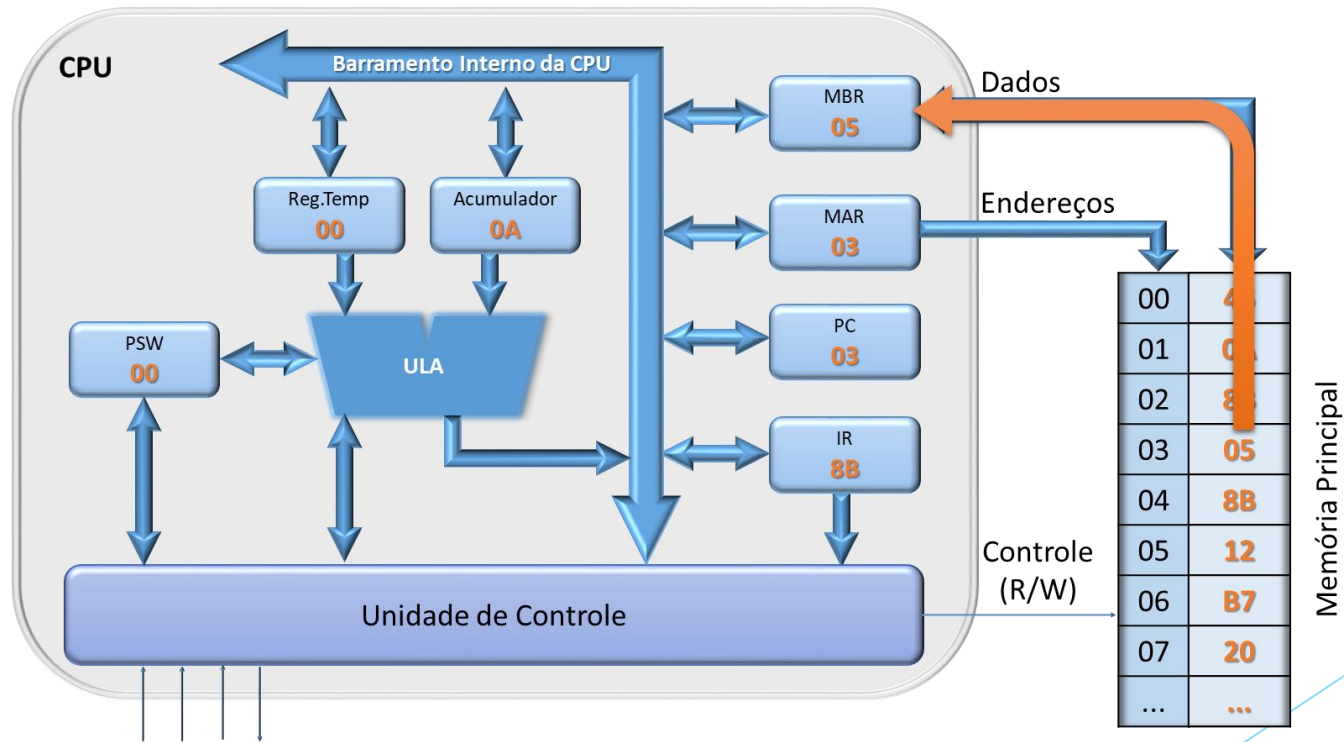


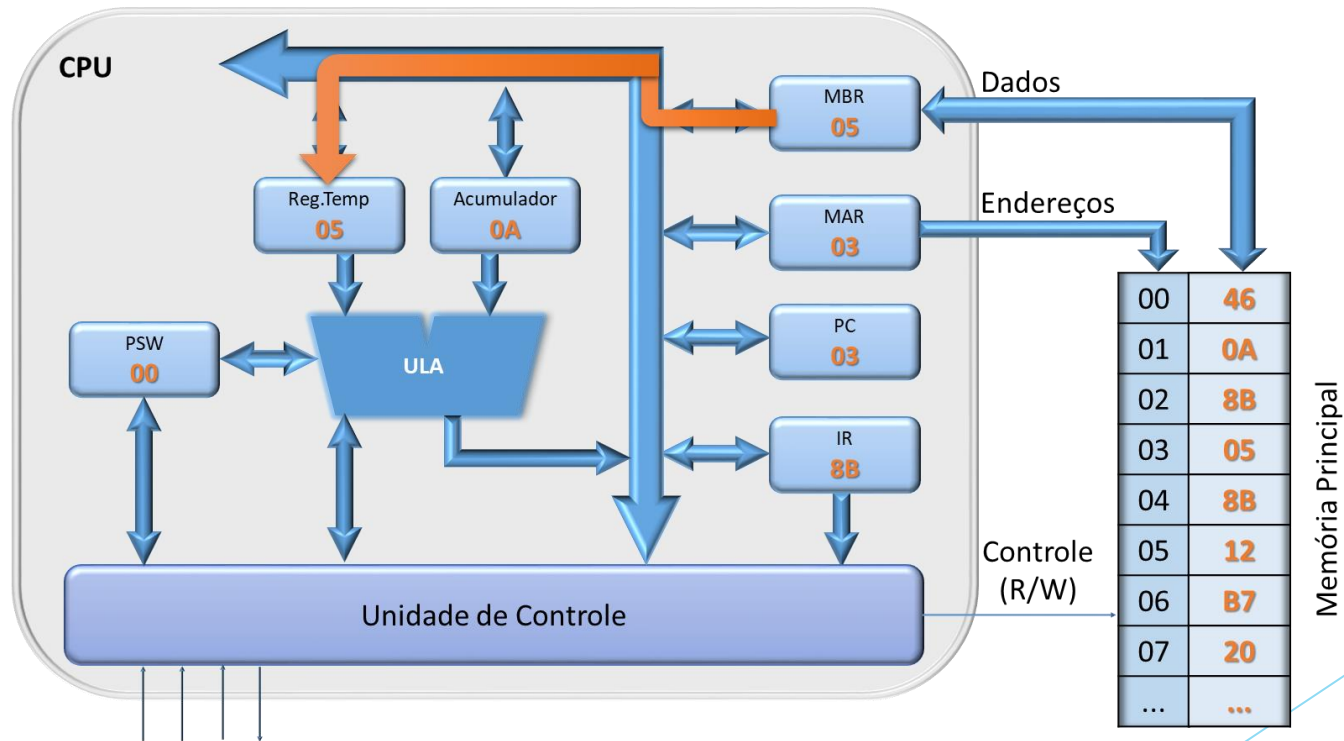


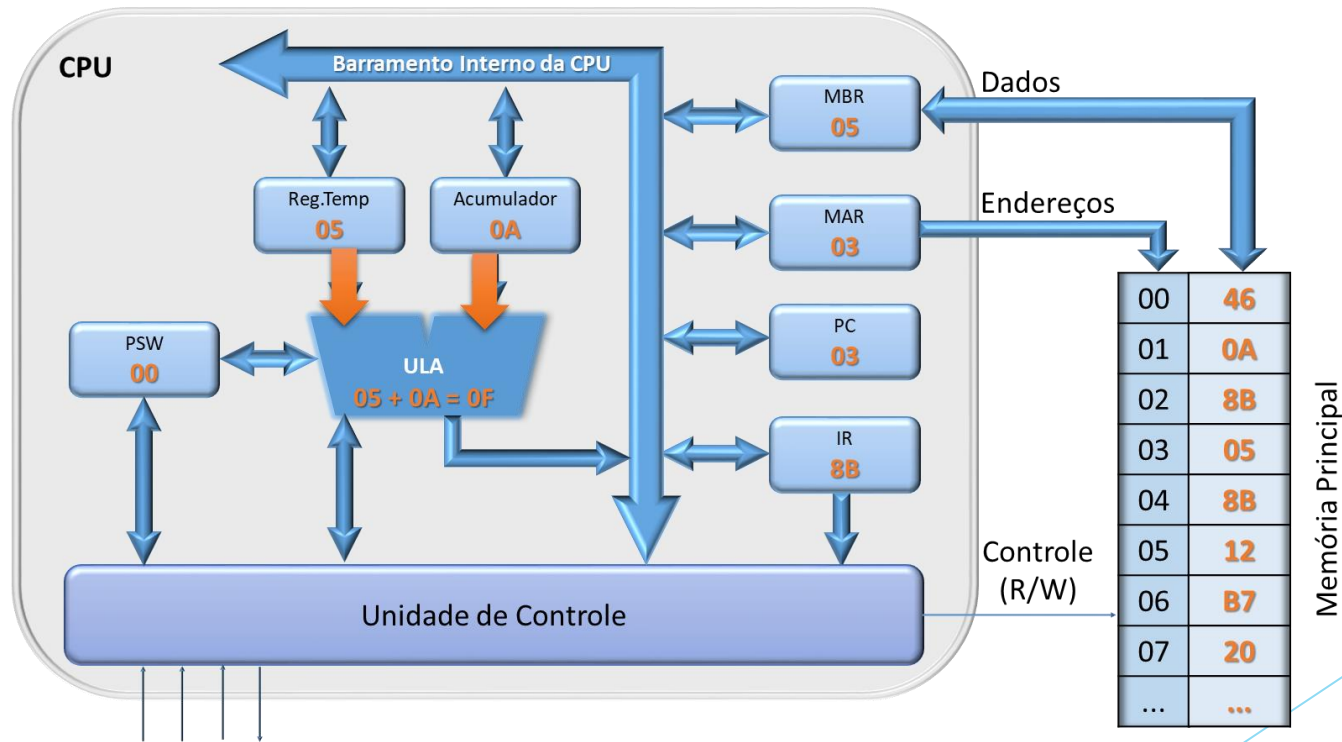


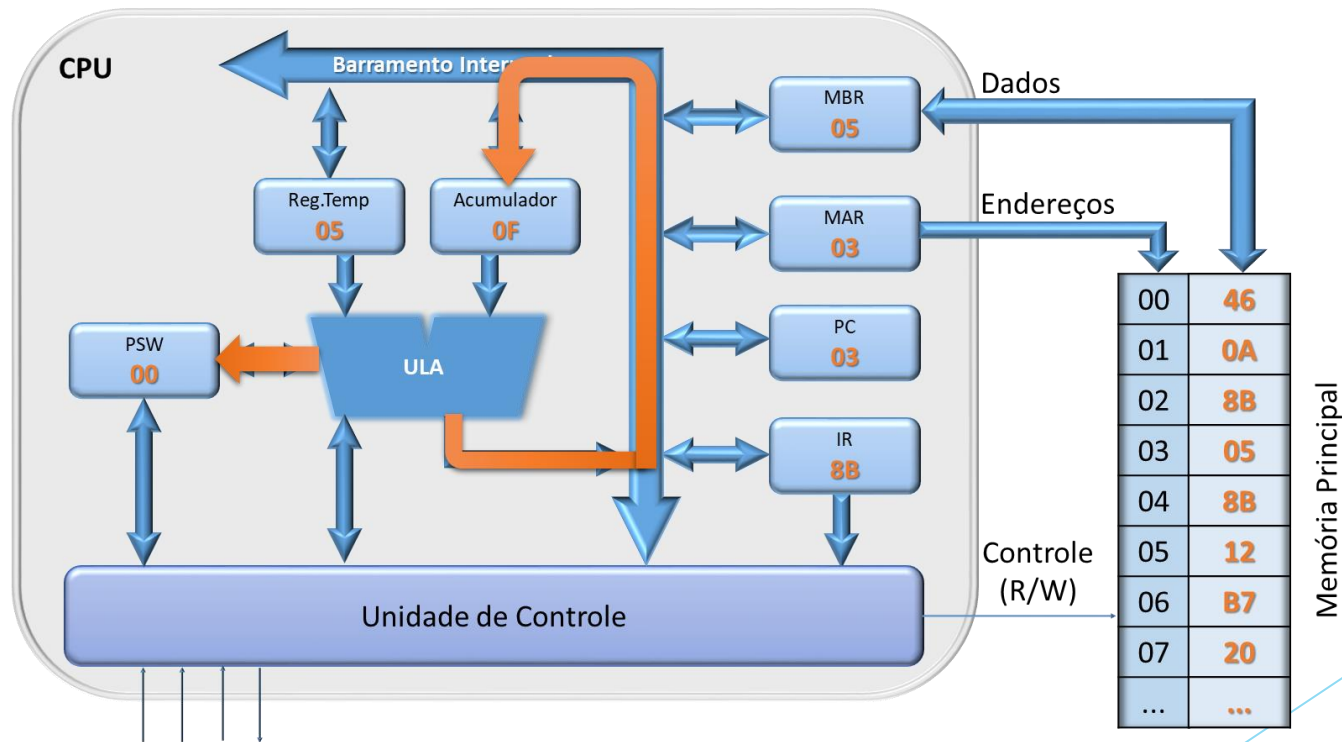


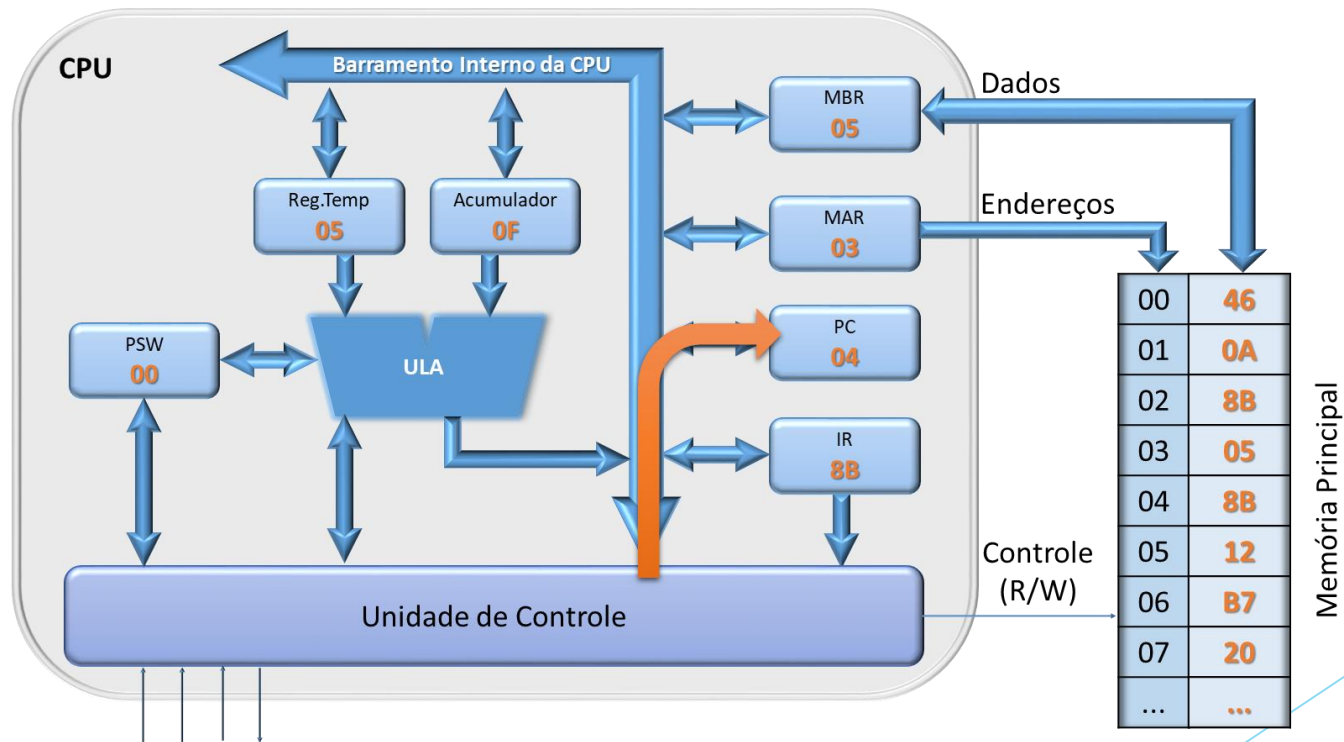












# Indo além...

- ▶ Para aprofundar estes assuntos introdutórios consulte a apostila “Princípio de Funcionamento de um Microprocessador” e o respectivo material suplementar. Link nas referências logo adiante.
- ▶ Em computadores e processadores modernos há uma série de “evoluções” como pipeline, despacho múltiplo, multicore, heterogeneidade, caches, etc. Estas são as bases, mas ainda há um longo caminho a percorrer!

# Referências Bibliográficas

- ▶ STALLINGS, William. Arquitetura e Organização de Computadores. 8ª edição. Pearson Education. 2010.
- ▶ TANENBAUM, Andrew S. Organização Estruturada de Computadores. 4ª edição. LTC Editora. 2001.
- ▶ VALIANTE FILHO, F. Desenvolvimento de Projetos Utilizando Microcontroladores. Revista Eletrônica Total, São Paulo, v. 108, p. 8-11, 01 jun. 2005.
- ▶ VALIANTE FILHO, F. Princípio de Funcionamento de um Microprocessador - Versão 5. São Paulo, set. 2013. Disponível em: <http://prof.valiante.info/disciplinas/hardware/principio-de-funcionamento-de-um-microprocessador>. Acessado em 30.03.2015.