



UNIVASSOURAS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO
DE SAQUAREMA



UNIVASSOURAS

Curso de Graduação em Engenharia de Software



Infraestrutura de TI para Engenharia de Software

Aula 4

Prof. Dr. André Saraiva

Doutor em Ciência da Computação

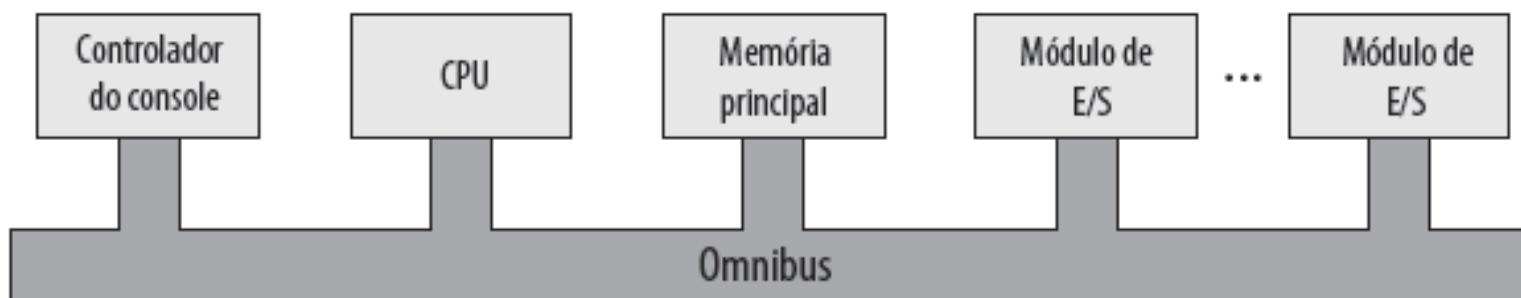
Mestre em sistemas Computacionais

Especialista em Arquitetura e Projeto de Cloud Computing



UNIVASSOURAS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO
DE SAQUAREMA

Organização de um Computador



📍 Análise dos Componentes e funcionalidades

Organização do Computador

- Um computador consiste em CPU (unidade de processamento central), memória e componentes de E/S, com um ou mais módulos de cada tipo.
- Esses componentes são interconectados de alguma forma para conseguir a função básica do computador, que é executar programas.
- Ter conhecimento da estrutura e função de alto nível gera compreensão dos gargalos do sistema, caminhos alternativos, da magnitude de falhas do sistema caso um componente falhe e da facilidade de acrescentar melhorias de desempenho.



Análise dos Componentes e funcionalidades

Organização do Computador

- Praticamente todos os projetos de computadores modernos são baseados em conceitos desenvolvidos por John von Neumann no Institute for Advanced Studies, em Princeton.

Análise dos Componentes e funcionalidades

Organização do Computador

- Um projeto como esse é conhecido como arquitetura de von Neumann e é baseado em três conceitos principais:
- Dados e instruções são armazenados em uma única memória de leitura e escrita.
- O conteúdo dessa memória é endereçável pela localização, sem considerar o tipo de dados contido ali.
- A execução ocorre em um padrão sequencial (a menos que modificado explicitamente) de uma instrução para a seguinte.



Análise dos Componentes e funcionalidades

Unidade Central de Processamento - CPU

- Responsável por computar, calcular e processar
- Processadores atuais são fabricados em um único invólucro, denominado chip, contendo todos os elementos necessários à realização de suas funções

📍 Análise dos Componentes e funcionalidades

Características - CPU

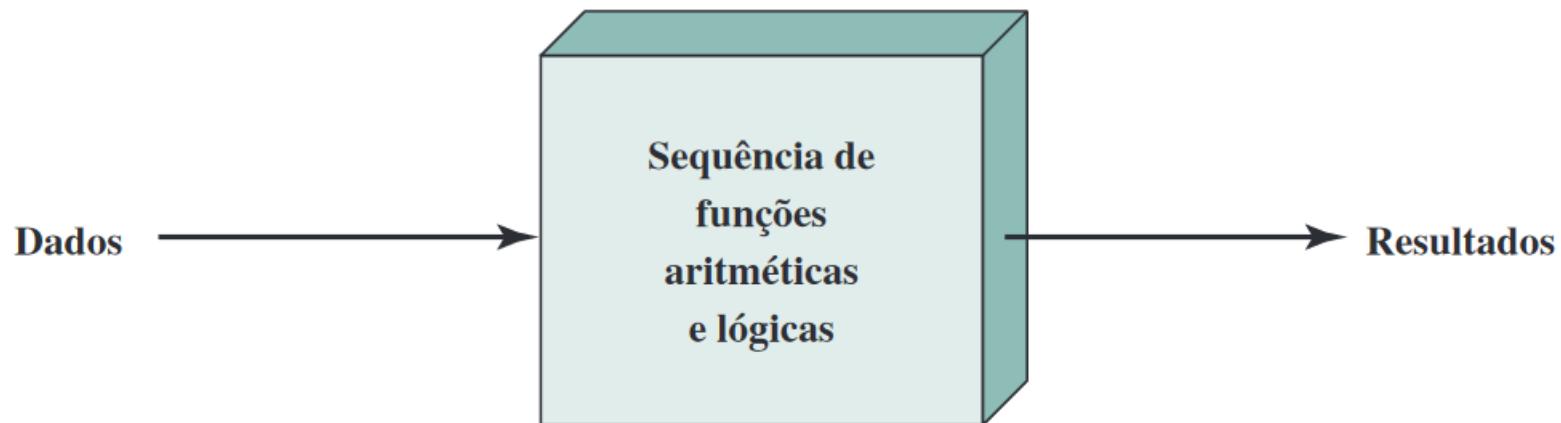
- Fabricante (Intel, AMD, Cyrix)
- Velocidade do processador (MHz)
- Tecnologia de fabricação
- Quantidade de transistores
- Largura do barramento de dados e endereço
- Capacidade máxima de memória principal

📍 Análise dos Componentes e funcionalidades

Funções Básicas - CPU

- Suponha que queremos construir uma configuração de propósito geral das funções aritméticas e lógicas.
- Esse conjunto de hardware realizará diversas funções sobre os dados, dependendo dos sinais de controle aplicados ao hardware.
- No caso original do hardware customizado, o sistema aceita dados e produz resultados.

Análise dos Componentes e funcionalidades



(a) Programação no hardware

📌 Análise dos Componentes e funcionalidades

Funções Básicas - CPU

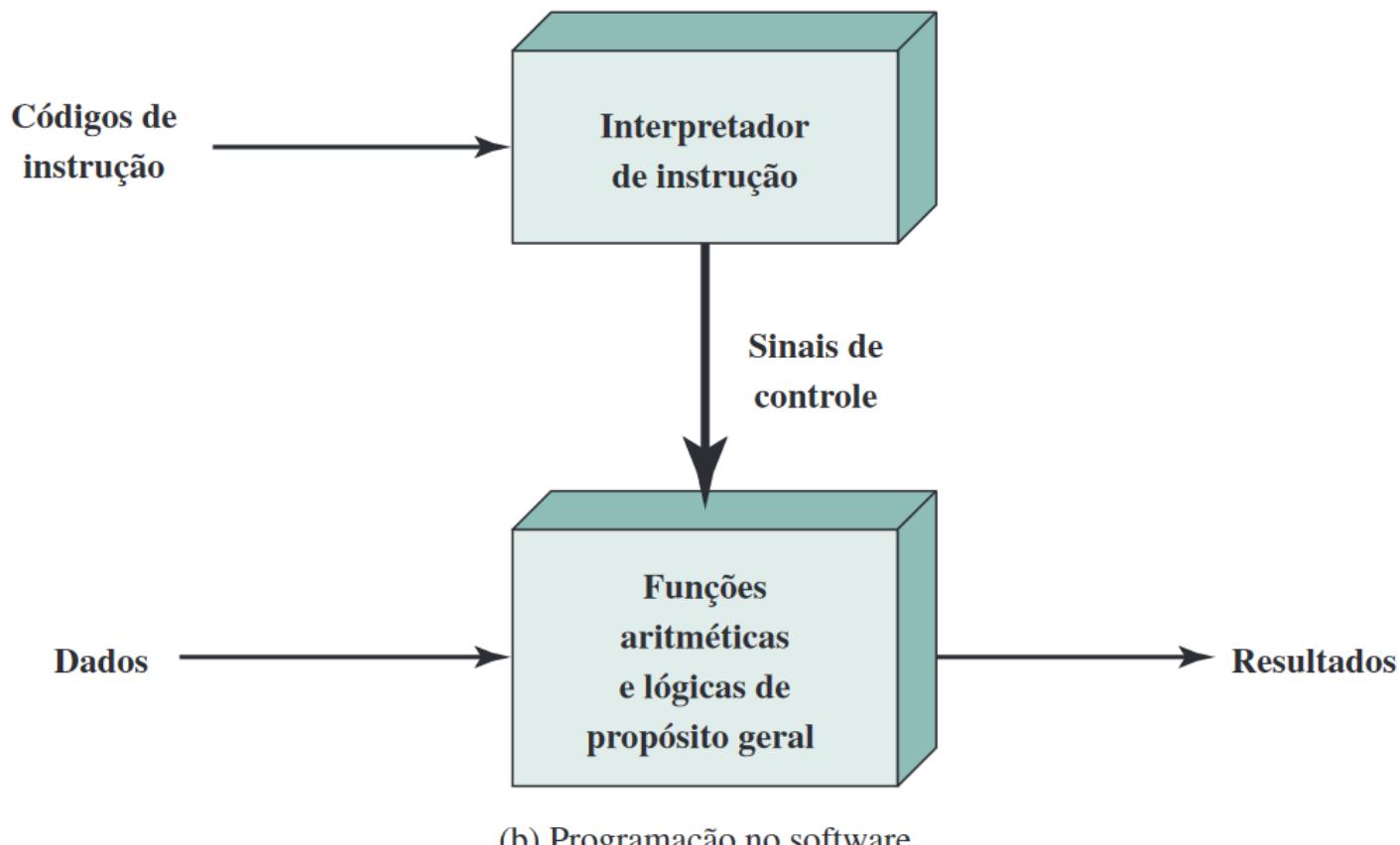
- Com o hardware de propósito geral, o sistema aceita dados e sinais de controle e produz resultados.
- Assim, em vez de religar o hardware para cada novo programa, o programador simplesmente precisa fornecer um novo conjunto de sinais de controle.

Análise dos Componentes e funcionalidades

Funções Básicas - CPU

- Como os sinais de controle devem ser fornecidos?
- Vamos oferecer um código exclusivo para cada conjunto possível de sinais de controle, e vamos acrescentar ao hardware de uso geral um segmento que pode aceitar um código e gerar sinais de controle.
- A programação agora é muito mais fácil. Em vez de religar o hardware para cada novo programa, tudo o que precisamos fazer é oferecer uma nova sequência de códigos.
- Para distinguir esse novo método de programação, uma sequência de códigos ou instruções é chamada de software.

Análise dos Componentes e funcionalidades





Análise dos Componentes e funcionalidades

Funções Básicas - CPU

- A Figura indica dois componentes importantes do sistema:
- Um interpretador de instrução e;
- Um módulo para funções aritméticas e lógicas de propósito geral (UAL). Esses dois módulos constituem a CPU.

📌 Análise dos Componentes e funcionalidades

Entrada e Saída (E/S)

- Dados e instruções precisam ser colocados no sistema.
- Para isso, precisamos de algum tipo de módulo de entrada.
- Esse módulo contém componentes básicos para aceitar dados e instruções em alguma forma e convertê-los para uma forma interna de sinais que possam ser usados pelo sistema.

>Análise dos Componentes e funcionalidades

Entrada e Saída (E/S)

- Também é necessário um meio de informar resultados, e este tem a forma de um módulo de saída.
- Juntos, estes são chamados de componentes de E/S.
- Entrada: Mouse, Teclado, Scanner.
- Saída: Impressora, Monitor.
- Armazenamento Externo Não volátil: HD, SSD, Pen Drive(USB)

Análise dos Componentes e funcionalidades

Memória

- Um programa não é invariavelmente executado de forma sequencial; ele pode saltar (por exemplo, a instrução jump).
- As operações sobre dados podem exigir acesso mais do que apenas um elemento de cada vez em uma sequência predeterminada.
- Assim, deverá haver um lugar para armazenar instruções e dados temporariamente.

📍 Análise dos Componentes e funcionalidades

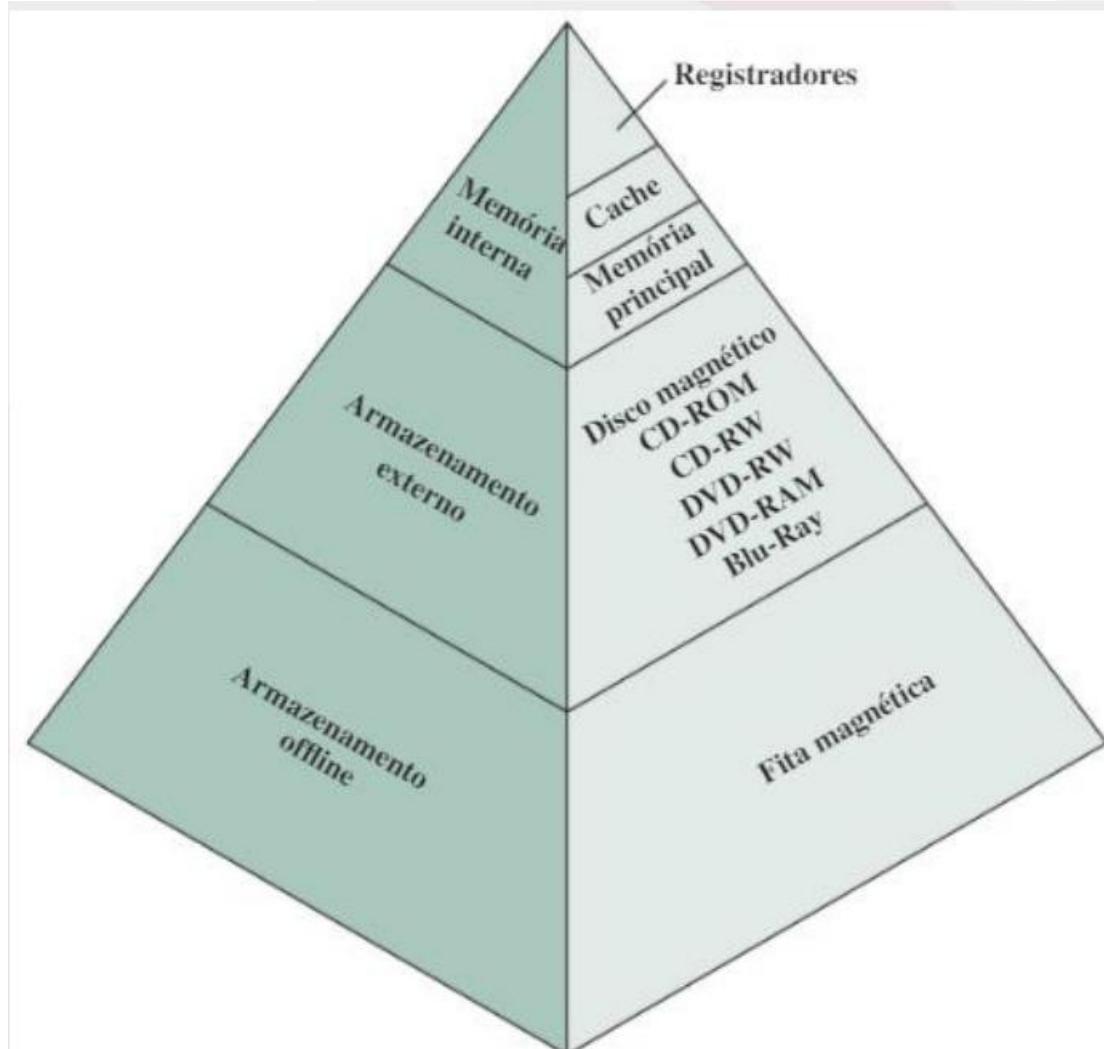
Memória

- Deve ser rápida (de modo que a CPU não seja atrasada pela memória), grande e barata.
- Memória principal: acesso mais rápido, mas de capacidade mais restrita. Armazena informações temporárias.
- Memória secundária: acesso mais lento, mas de capacidade bem maior. Armazena grande conjunto de dados.

Análise dos Componentes e funcionalidades



Memória



Análise dos Componentes e funcionalidades

Memória

- Esse módulo é chamado de memória, ou memória principal, para distingui-la do armazenamento externo, ou dispositivos periféricos.
- Von Neumann indicou que a mesma memória poderia ser usada para armazenar tanto instruções quanto dados.
- A CPU troca dados com a memória.

>Análise dos Componentes e funcionalidades

Memória

- Para essa finalidade, ela normalmente utiliza dois registradores internos (à CPU):
- Um registrador de endereço de memória (MAR) que especifica o endereço na memória para a próxima leitura ou escrita;
- Um registrador de buffer de memória (MBR) que contém os dados a serem escritos na memória ou recebe os dados lidos da memória.

 Análise dos Componentes e funcionalidades

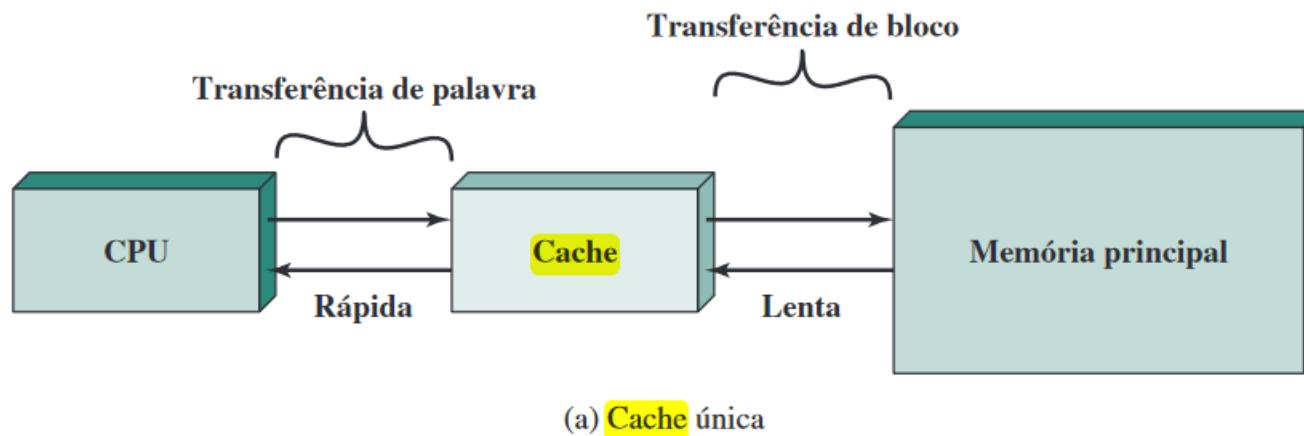
Memória

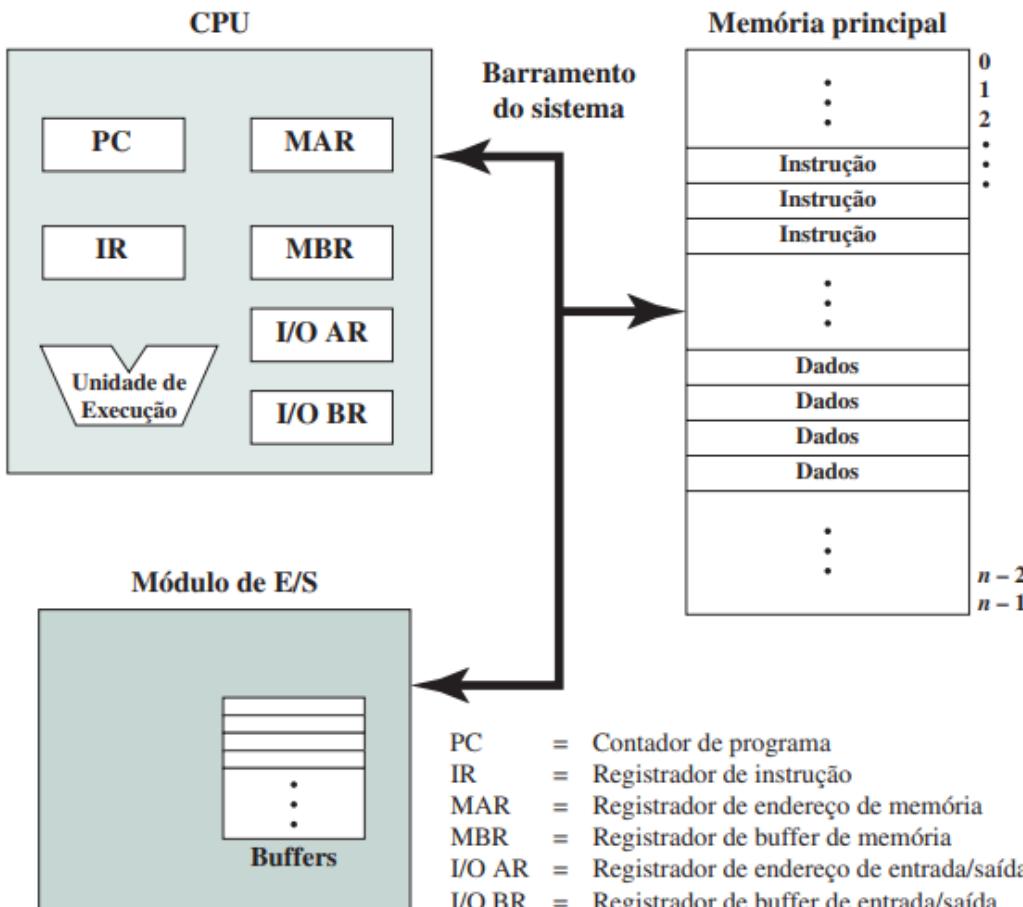
- A **memória cache** é desenvolvida para combinar o tempo de acesso de memórias de alto custo e alta velocidade com as memórias de menor velocidade, maior tamanho e mais baixo custo.
- A cache contém uma cópia de partes da memória principal. Quando o processador tenta ler uma palavra da memória, é feita uma verificação para determinar se a palavra está na cache. Se estiver, ela é entregue ao processador.
- Se não, um bloco da memória principal, consistindo em algum número fixo de palavras, é transferido para a cache, e depois a palavra é fornecida ao processador.

 Análise dos Componentes e funcionalidades

Memória

- A **memória cache** armazena dados e instruções durante a execução.



 Análise dos Componentes e funcionalidades

Análise dos Componentes e funcionalidades

Função do Computador

- A função básica realizada por um computador é a execução de um programa, que consiste em um conjunto de instruções armazenadas na memória.
- Em sua forma mais simples, o processamento de instrução consiste em duas etapas:
 - O processador lê (busca) instruções da memória, uma de cada vez, e executa cada instrução.
 - A execução do programa consiste em repetir o processo de busca e execução de instrução.



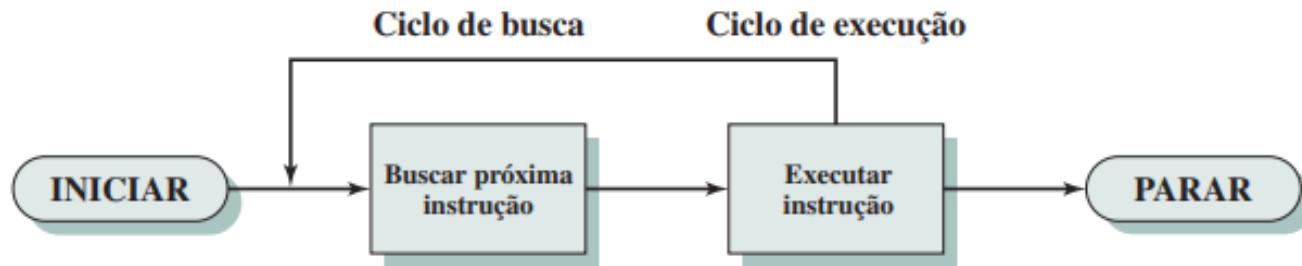
Análise dos Componentes e funcionalidades

Função do Computador

- O processamento exigido para uma única instrução é chamado de **ciclo de instrução**.
- As duas etapas são conhecidas como **ciclo de busca** (fetch) e **ciclo de execução**.

📍 Análise dos Componentes e funcionalidades

Ciclo de instrução básico



 Análise dos Componentes e funcionalidades

Função do Computador

- A execução do programa só termina se **a máquina for desligada**, se houver algum tipo de **erro irrecuperável** ou se for encontrada uma **instrução do programa que interrompa o computador**.
- No início de cada ciclo de instrução, o processador busca uma instrução da memória.
- Em um processador típico, um registrador chamado contador de programa (PC) mantém o endereço da instrução a ser buscada em seguida.
- A menos que seja solicitado de outra maneira, o processador **sempre incrementa o PC após cada busca de instrução**, de modo que buscará a próxima instrução em sequência (ou seja, a instrução localizada no próximo endereço de memória mais alto).



Análise dos Componentes e funcionalidades

Função do Computador

- Suponha que o contador de programa esteja definido no local de memória 300.
- O processador em seguida buscará a instrução no local 300.
- Nos ciclos de instrução seguintes, ele buscará instruções dos locais 301, 302, 303 e assim por diante.
- Essa sequência pode ser alterada, como explicamos logo a seguir.

📌 Análise dos Componentes e funcionalidades

Função do Computador

- Por exemplo, o processador pode buscar uma instrução do local 149, que especifica que a próxima instrução seja do local 182.
- O processador se lembrará desse fato definindo o contador de programa como 182.
- Assim, no próximo ciclo de busca, a instrução será lida do local 182, em vez de 150.

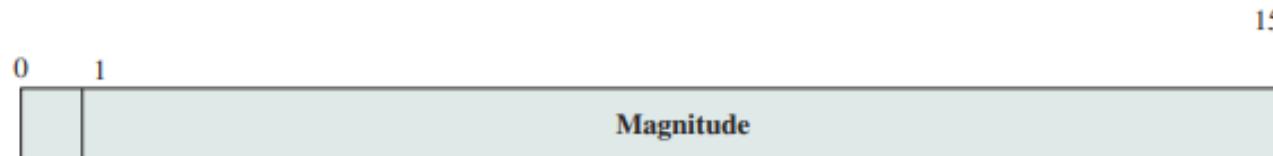
📍 Análise dos Componentes e funcionalidades

Função do Computador

- A instrução lida é carregada em um registrador no processador, conhecido como registrador de instrução (IR).
- A instrução contém bits que especificam a ação que o processador deve tomar.
- O processador interpreta a instrução e realiza a ação solicitada.

 Análise dos Componentes e funcionalidades

(a) Formato de instrução



(b) Formato inteiro

Contador de programa (PC) = endereço de instrução
Registrador de instrução (IR) = instrução sendo executada
Acumulador (AC) = armazenamento temporário

(c) Registradores internos da CPU

 Análise dos Componentes e funcionalidades

Função do Computador

- Em geral, essas ações estão em uma destas quatro categorias:
 - **Processador-memória:** os dados podem ser transferidos do processador para a memória ou da memória para o processador.
 - **Processador-E/S:** os dados podem ser transferidos de ou para um dispositivo periférico, transferindo entre o processador e um módulo de E/S.
 - **Processamento de dados:** o processador pode realizar alguma operação aritmética ou lógica sobre os dados.
 - **Controle:** uma instrução pode especificar que a sequência de execução seja alterada.

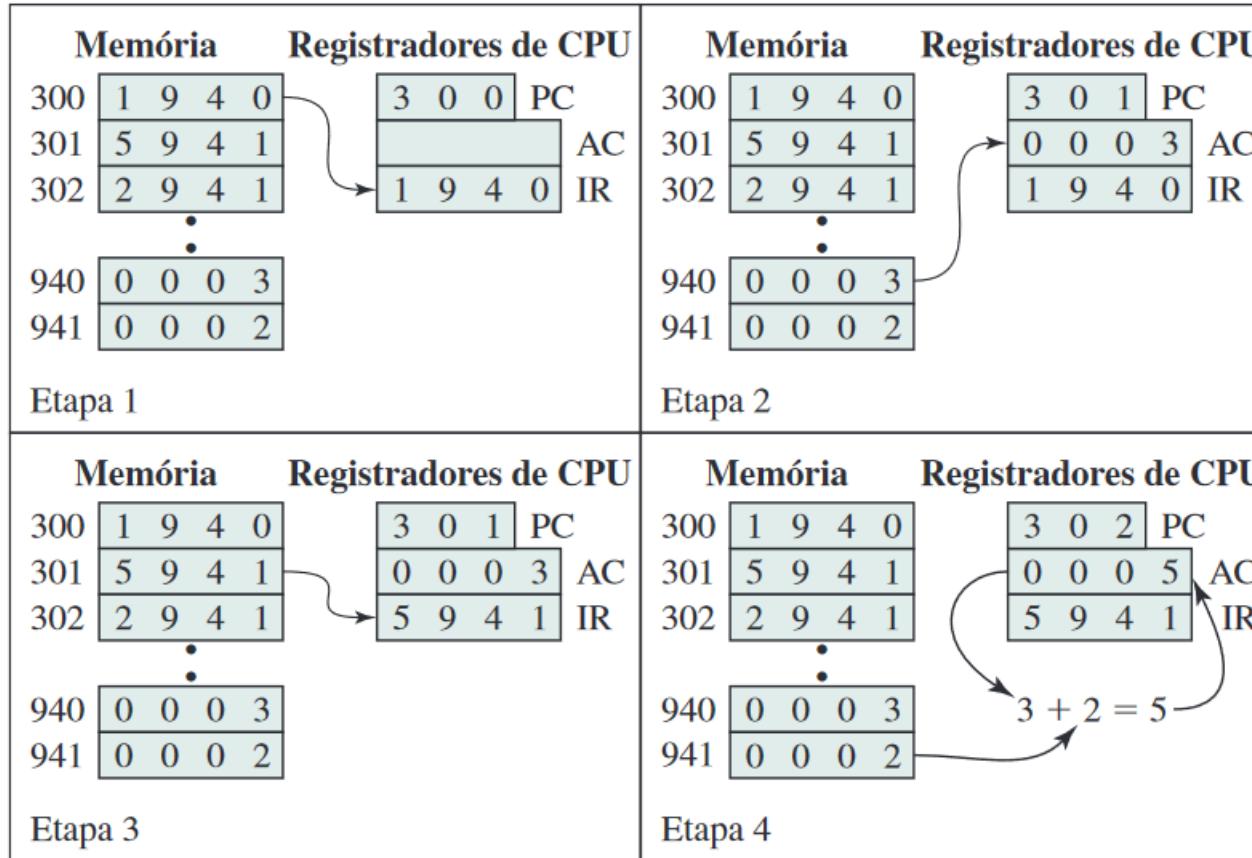
📍 Análise dos Componentes e funcionalidades

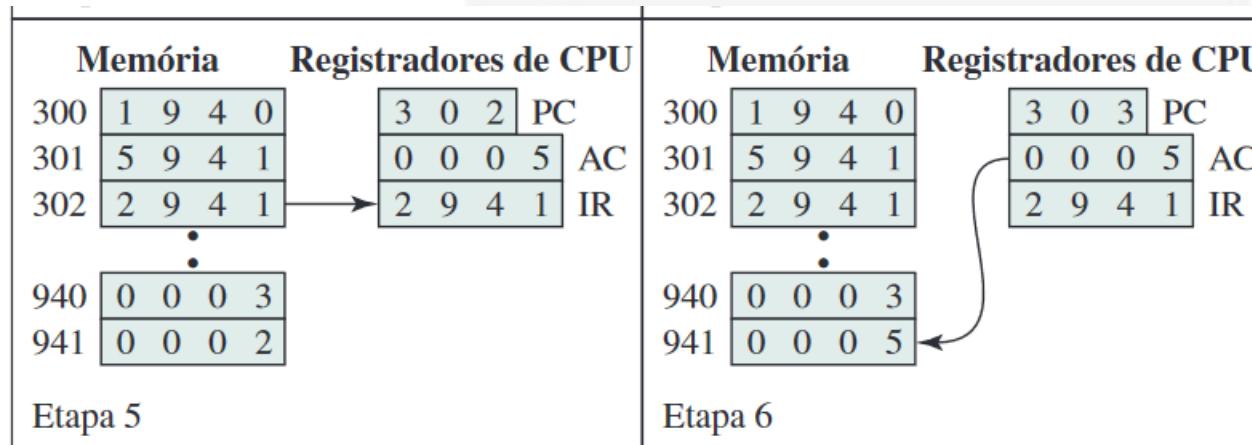
Função do Computador

- A Figura a seguir ilustra uma execução parcial de programa, mostrando as partes relevantes dos registradores de memória e processador.
- O fragmento de programa mostrado soma o conteúdo da palavra de memória no endereço 940 ao conteúdo da palavra de memória no endereço 941 e armazena o resultado no segundo local.



Análise dos Componentes e funcionalidades



 Análise dos Componentes e funcionalidades

📍 Análise dos Componentes e funcionalidades

Função do Computador

- O PC contém 300, o endereço da primeira instrução.
- Essa instrução (o valor 1940 em hexadecimal) é carregada no registrador de instrução IR, e o PC é incrementado.
- Observe que esse processo envolve o uso do registrador de endereço de memória (MAR) e o registrador de buffer de memória (MBR).
- Os 4 primeiros bits (primeiro dígito hexadecimal) no IR indicam que o AC deve ser carregado.
- Os 12 bits restantes (três dígitos hexadecimais) especificam o endereço (940) de onde os dados devem ser carregados.



Análise dos Componentes e funcionalidades

Função do Computador

- A próxima instrução (5941) é buscada do local 301, e o PC é incrementado.
- O conteúdo antigo do AC e o conteúdo do local 941 são somados, e o resultado é armazenado no AC.
- A próxima instrução (2941) é buscada do local 302, e o PC é incrementado.
- O conteúdo do AC é armazenado no local 941.

📍 Análise dos Componentes e funcionalidades

Funções básicas - CPU

- Tamanho da palavra
- Número de bits manipulados de uma vez pela UAL.
- Capacidade de armazenamento dos registradores
- Barramentos de dados possuem tamanho mínimo igual ao tamanho da palavra
- Tamanho da palavra pode influenciar desempenho do Processador

📍 Análise dos Componentes e funcionalidades

Funções básicas - CPU

- Exemplo de influência do tamanho da palavra
 - Somar dois valores A=3A25 e B=172C
 - Sistema 1 possui memória principal com 64K células com 8 bits em cada uma e palavra de 8 bits
 - Tempo para efetuar a operação igual a T1

Pin Análise dos Componentes e funcionalidades

Funções básicas - CPU

- Exemplo de influência do tamanho da palavra
 - Somar dois valores A=3A25 e B=172C
 - Sistema 2 possui memória principal com 1M células com 8 bits em cada uma e palavra de 16 bits
 - Tempo para efetuar a operação igual a T2

📍 Análise dos Componentes e funcionalidades

Funções básicas - CPU

- Exemplo de influência do tamanho da palavra
 - $T_2 \approx T_1/2$
- Influência do tamanho da palavra:
 - Tempo de execução das instruções
 - Barramento de dados deve ter tamanho mínimo igual ao tamanho da palavra
 - Implementação física da memória
 - Possibilidade de acessar mais de uma célula em um único Ciclo de memória (células de 8 bits, palavra de 32 bits, 4 células devem ser acessadas)

📌 Análise dos Componentes e funcionalidades

Interconexão - Barramento

- Um computador consiste em um conjunto de componentes ou módulos de três tipos básicos (processador, memória e E/S) que se comunicam entre si.
- O conjunto de caminhos conectando os diversos módulos é chamado de estrutura de interconexão.
- O projeto dessa estrutura depende das trocas que precisam ser feitas entre os módulos.

📍 Análise dos Componentes e funcionalidades

Interconexão - Barramento

- A Figura a seguir sugere os tipos de trocas que são necessárias, indicando as principais formas de entrada e saída para cada tipo de módulo:
- Memória: normalmente, um módulo de memória consiste em N palavras de mesmo tamanho. Cada palavra recebe um endereço numérico exclusivo ($0, 1, \dots, N - 1$). Uma palavra de dados pode ser lida ou escrita na memória. A natureza da operação é indicada por sinais de controle de leitura e escrita. O local para a operação é especificado por um endereço.

📍 Análise dos Componentes e funcionalidades

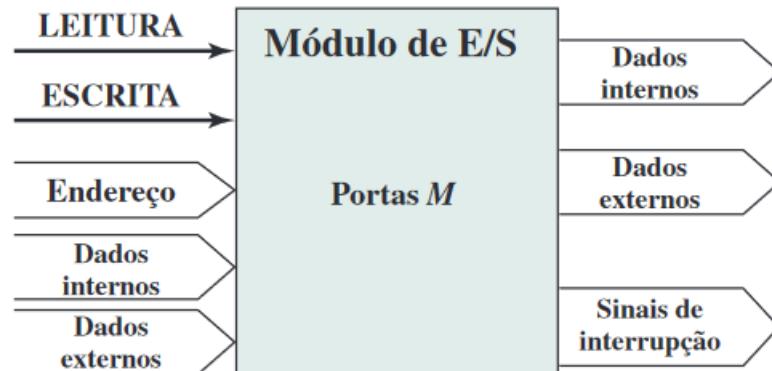
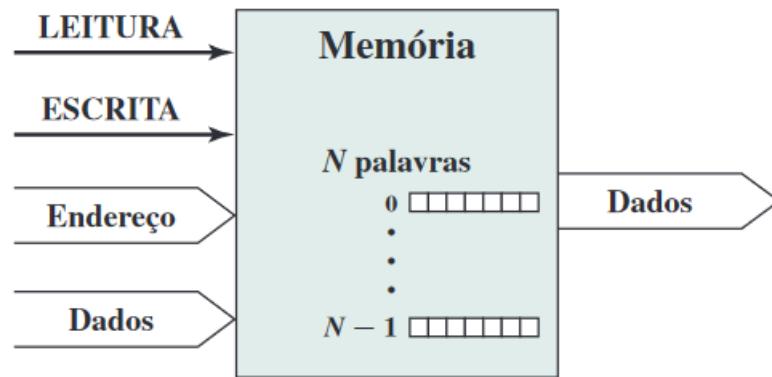
Interconexão - Barramento

- Módulo de E/S: partindo de um ponto de vista interno (ao sistema de computação), a E/S é funcionalmente semelhante à memória. Existem duas operações, leitura e escrita. Além disso, um módulo de E/S pode controlar mais de um dispositivo externo. Podemos nos referir a cada uma das interfaces para um dispositivo externo como uma porta dando a cada uma um endereço exclusivo (por exemplo, 0, 1, ..., M - 1).

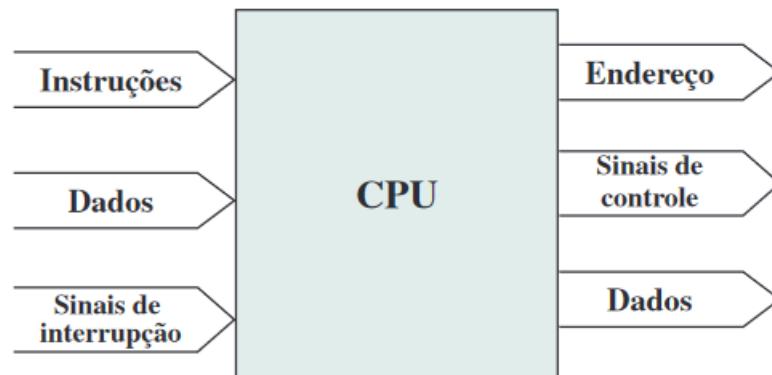
📍 Análise dos Componentes e funcionalidades

Interconexão - Barramento

- Além disso, existem caminhos de dados externos para entrada e saída de dados com um dispositivo externo. Por fim, um módulo de E/S pode ser capaz de enviar sinais de interrupção ao processador.
- Processador: o processador lê instruções e dados, escreve dados após o processamento e usa sinais de controle para controlar a operação geral do sistema. Ele também recebe sinais de interrupção.

 Análise dos Componentes e funcionalidades

Análise dos Componentes e funcionalidades



📍 Análise dos Componentes e funcionalidades

Interconexão - Barramento

- Com o passar dos anos, diversas estruturas de interconexão foram experimentadas. De longe, a mais comum é (1) o barramento e diversas estruturas de barramento múltiplo, e (2) as estruturas de interconexão ponto a ponto com transferência de dados em pacotes.
- O barramento foi o meio dominante da interconexão de componentes de sistema computacional por décadas.

📌 Análise dos Componentes e funcionalidades

Interconexão - Barramento

- Para computadores de propósito geral, ele deu lugar gradualmente a várias estruturas de interconexão ponto a ponto, que agora dominam o desenvolvimento do sistema computacional.
- Contudo, as estruturas de barramento ainda são comumente usadas para os sistemas embarcados, sobretudo os microcontroladores.
- Um barramento é um caminho de comunicação que conecta dois ou mais dispositivos.
- Uma característica-chave de um barramento é que ele é um meio de transmissão compartilhado.

Análise dos Componentes e funcionalidades

Interconexão - Barramento

- Diversos dispositivos conectam-se ao barramento, e um sinal transmitido por qualquer um dos dispositivos está disponível para recepção por todos os outros dispositivos conectados ao barramento.
- Se dois dispositivos transmitem durante o mesmo período de tempo, seus sinais serão sobrepostos e ficarão distorcidos.
- Assim, somente um dispositivo de cada vez pode transmitir com sucesso.

Análise dos Componentes e funcionalidades

Interconexão - Barramento

- Diversos dispositivos conectam-se ao barramento, e um sinal transmitido por qualquer um dos dispositivos está disponível para recepção por todos os outros dispositivos conectados ao barramento.
- Se dois dispositivos transmitem durante o mesmo período de tempo, seus sinais serão sobrepostos e ficarão distorcidos.
- Assim, somente um dispositivo de cada vez pode transmitir com sucesso.

📍 Análise dos Componentes e funcionalidades

Interconexão - Barramento

- Tipicamente, um barramento consiste em múltiplos caminhos de comunicação, ou linhas.
- Cada linha é capaz de transmitir sinais representando o binário 1 e o binário 0.
- Com o tempo, uma sequência de dígitos binários pode ser transmitida por uma única linha.

📍 Análise dos Componentes e funcionalidades

Interconexão - Barramento

- Juntas, várias linhas de um barramento podem ser usadas para transmitir dígitos binários simultaneamente.
- Por exemplo, uma unidade de dados de 8 bits pode ser transmitida por oito linhas de barramento.
- Um barramento que conecta os principais componentes do computador (processador, memória, E/S) é chamado de barramento do sistema.

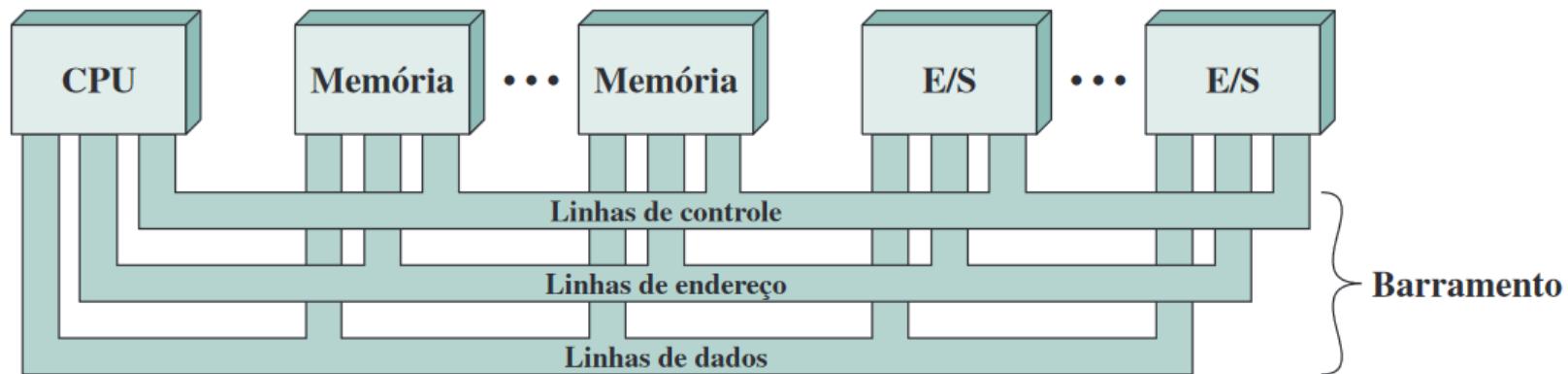
Análise dos Componentes e funcionalidades

Interconexão - Barramento

- Um barramento do sistema consiste, normalmente, em cerca de 50 a centenas de linhas separadas.
- Cada linha recebe um significado ou função em particular.
- Embora existam muitos projetos de barramento diferentes, em qualquer barramento as linhas podem ser classificadas em três grupos funcionais: linhas de dados, endereços e controle.

Análise dos Componentes e funcionalidades

Esquema de interconexão de barramento.



📍 Análise dos Componentes e funcionalidades

Interconexão – Barramento de Dados

- As linhas de dados oferecem um caminho para movimentação de dados entre os módulos do sistema.
- Essas linhas, coletivamente, são chamadas de barramento de dados. O barramento de dados pode consistir em 32, 64, 128 ou ainda mais linhas separadas, sendo que o número de linhas é conhecido como a largura do barramento de dados.

Análise dos Componentes e funcionalidades

Interconexão – Barramento de Dados

- Como cada linha só pode transportar 1 bit de cada vez, o número de linhas determina quantos bits podem ser transferidos de uma só vez.
- A largura do barramento de dados é um fator-chave para determinar o desempenho geral do sistema. Por exemplo, se o barramento de dados tiver 32 bits de largura e cada instrução tiver um tamanho de 64 bits, então o processador precisará acessar o módulo de memória duas vezes durante cada ciclo de instrução.

📍 Análise dos Componentes e funcionalidades

Interconexão – Barramento de Endereços

- As linhas de endereço são usadas para designar a origem ou o destino dos dados no barramento de dados.
- Por exemplo, se o processador deseja ler uma palavra (8, 16 ou 32 bits) de dado da memória, ele coloca o endereço da palavra desejada nas linhas de endereço.
- Claramente, a largura do barramento de endereços determina a capacidade de memória máxima possível do sistema.
- Além do mais, as linhas de endereço também costumam ser usadas para endereçar portas de E/S.

📍 Análise dos Componentes e funcionalidades

Interconexão – Barramento de Controle

- As linhas de controle são usadas para controlar o acesso e o uso das linhas de dados e endereço.
- Como as linhas de dados e endereço são compartilhadas por todos os componentes, é preciso haver um meio de controlar seu uso.
- Os sinais de controle transmitem informações de comando e temporização entre os módulos do sistema.

✓ **Atividades**

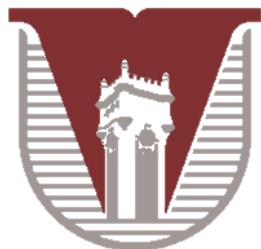
✓ Ler o capítulo 3 da bibliografia a seguir:

STALLINGS, W. Arquitetura e Organização de Computadores. 10^a edição. São Paulo: Pearson, 2010.

Motivação: Cai na prova. ☺

Contato

Infraestrutura de TI



Professor:
André Saraiva, DSc

E-mail:
andre.saraiva@univassouras.edu.br

