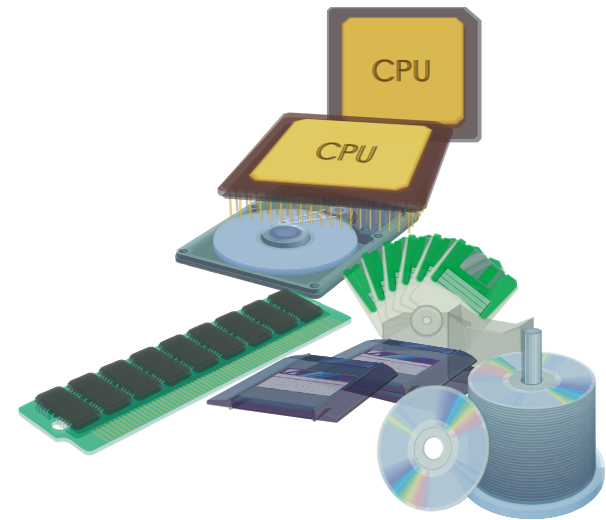


# Arquitetura de Computadores

Profa: *Lucilena de Lima*

*luma.delima@gmail.com*



# Memória Introdução

---

***A memória é o componente de um sistema de computação cuja função é armazenar as informações que são, foram ou serão manipuladas pelo sistema, podendo ser realizadas, sobre as informações armazenadas duas únicas ações:***

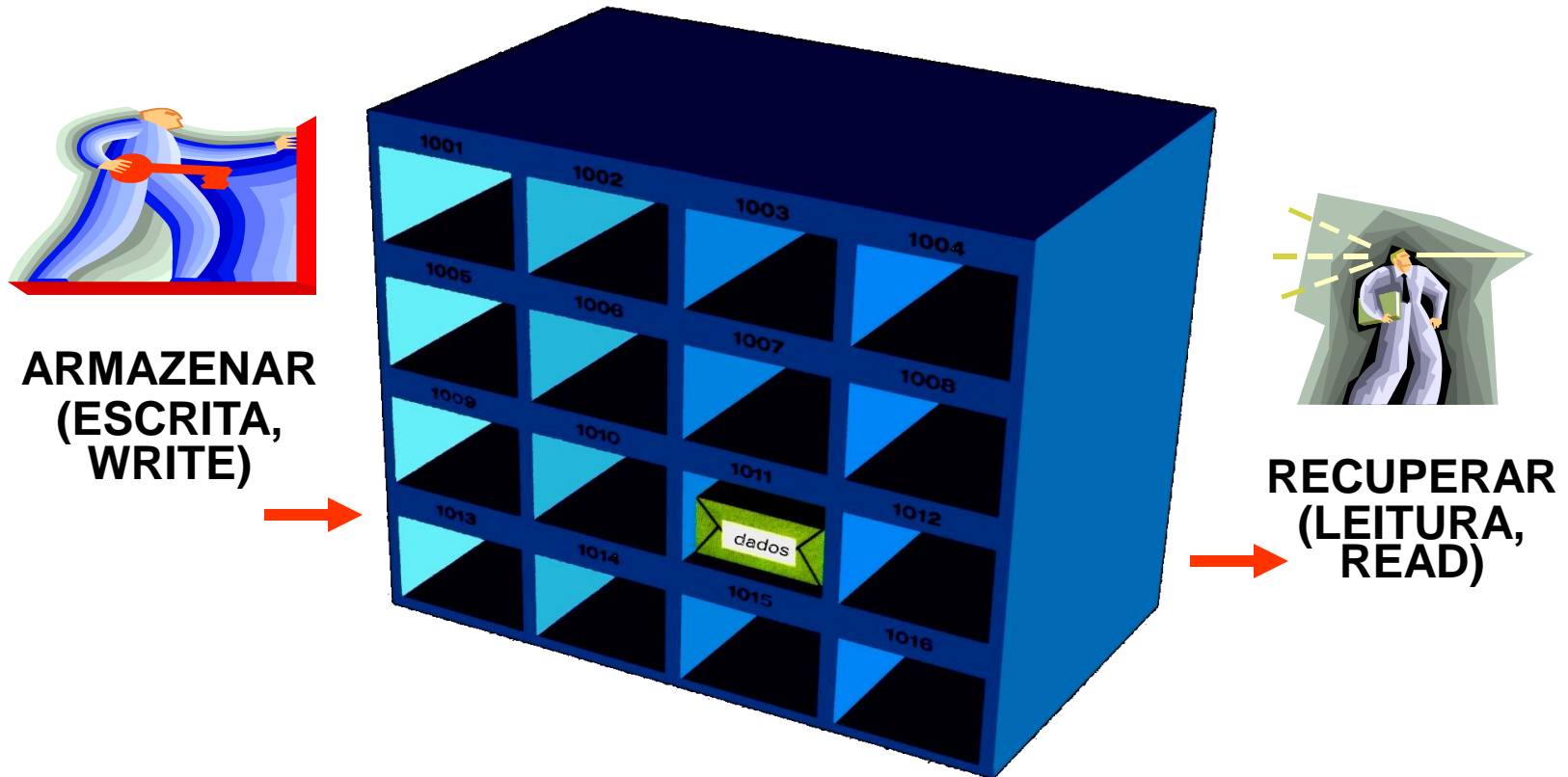
# Memória Introdução

---

**Escrita (write)** : operação realizada para **armazenar (store)** um **elemento** em uma dada **localização**; e

**Leitura ( read)**: operação realizada para **recuperar (retrieve)** um **elemento** em uma dada **localização**.

# Memória – Read - Write



A memória de um computador quando energizada, conterá sinais elétricos, mesmo que não seja uma informação útil.

# Memória

---

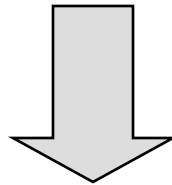
- Elemento a ser manipulado : **bit** (armazena a informação na forma de bits)
- Unidade de informação a ser armazenada, recuperada ou transferida (**célula**) - Grupo de n bits ( $n = 8$ )  $\Rightarrow$  **1 Byte**
- **ENDEREÇO**: é o código de identificação da localização das células (informações).

## Operações:

- **ESCRITA**: transferência de informações de outro componente do sistema de computação para a memória (CPU  $\rightarrow$  memória)
- **LEITURA**: transferência de bits da memória para a CPU, disco. (memória  $\rightarrow$  CPU, disco.)

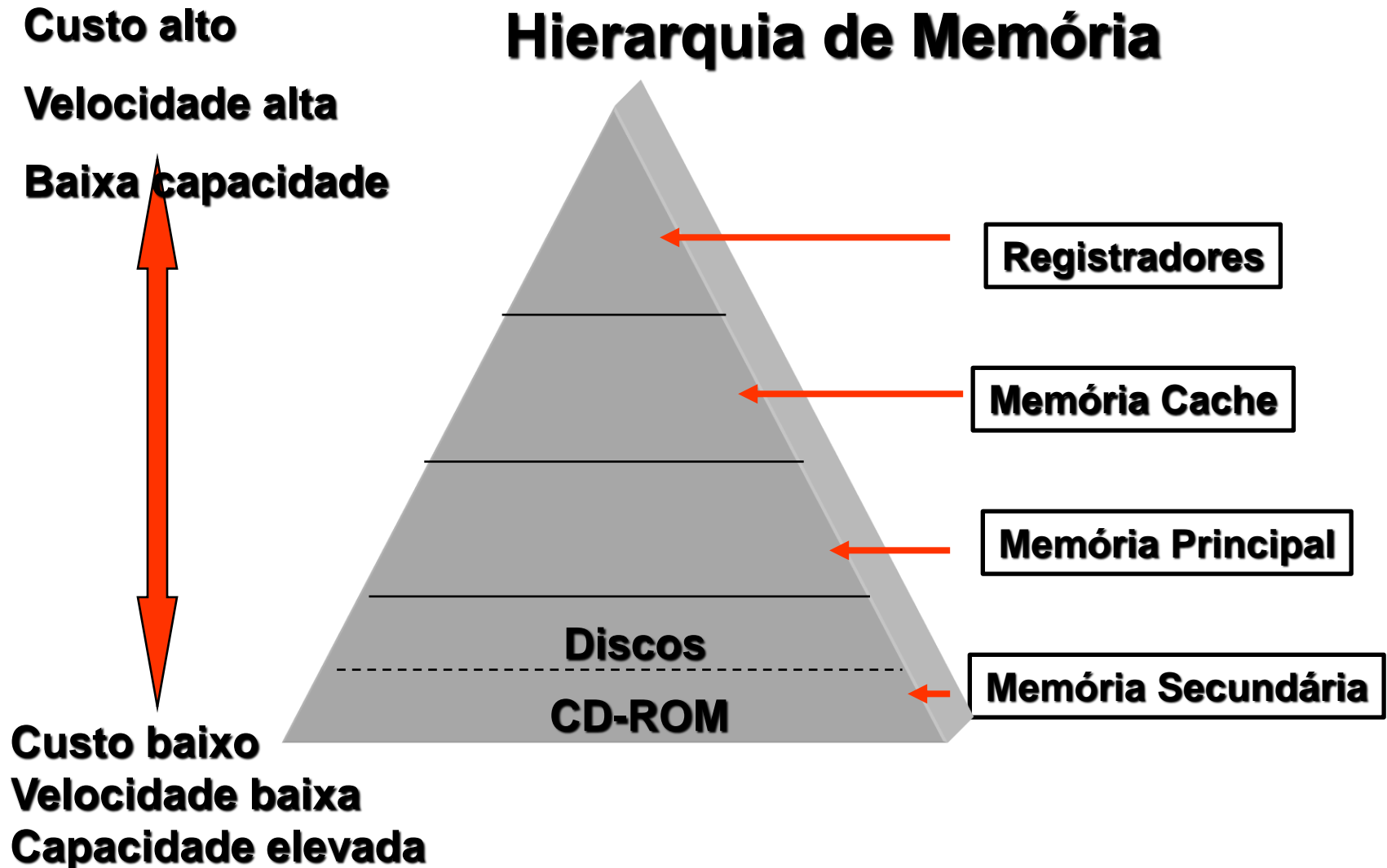
- 
- Em um sistema de computação não é possível construir e utilizar apenas um tipo de memória.
  - Para certas atividades, por exemplo, é fundamental que a transferência de informações seja a mais rápida possível.
  - **Memória de um computador**  $\Rightarrow$  subsistema - construída de vários componentes (vários tipos diferentes de memória) interligados e integrados, com o objetivo de armazenar e recuperar informações.

- 
- Necessidade de construção de vários tipos de memória:
    - Velocidade das UCP (  $>$  tempo de acesso da memória)
    - Capacidade de armazenamento.



## **Hierarquia de Memória**

# Hierarquia de Memória





---

## **Hierarquia de Memória – Conceitos Importantes**

- Tempo de acesso
- Capacidade
- Volatilidade
- Tecnologia de fabricação
- Temporariedade
- Custo

---

## Tempo de acesso

- Indica quanto tempo a memória gasta para colocar uma informação no barramento de dados após uma determinada posição ter sido endereçada.
- É um dos parâmetros que pode medir o desempenho da memória.
- **Denominação:** tempo de acesso para leitura (ou tempo de leitura).

---

## Tempo de acesso

- Dependente do modo como o sistema de memória é construído e da velocidade dos seus circuitos.
- **Memórias eletrônicas** - igual, independentemente da distância física entre o local de um acesso e o local do próximo acesso - **acesso aleatório (direto)**.
- **Dispositivos eletromecânicos** (discos, fitas, ..) - tempo de acesso varia conforme a distância física entre dois acessos consecutivos - **acesso sequencial**.

---

## Capacidade

- Quantidade de informação que pode ser armazenada em uma memória;
- **Unidade de medida mais comum - byte**, podem ser usadas outras unidades como células (no caso de memória principal ou cache), **setores** (no caso de discos) e **bits** (no caso de registradores).
- Dependendo do tamanho da memória, isto é, de sua capacidade, indica-se o valor numérico total de elementos de forma simplificada, através da inclusão de K (kilo), M (mega), G (giga) ou T (tera).

---

## Volatilidade

- Memórias podem ser do tipo **volátil** ou **não volátil**.
- **Memória não volátil** - retém a informação armazenada quando a energia elétrica é desligada. **Ex.:** Discos, Fitas.
- **Memória volátil** - perde a informação armazenada na ausência de energia elétrica. **Ex.:** Registradores, Memória Principal.
- É possível manter a energia em uma memória originalmente não volátil - uso de baterias.

---

# **Tecnologias de fabricação**

- ◆ **Memórias de semicondutores**

- ◆ **Memórias de meio magnético**

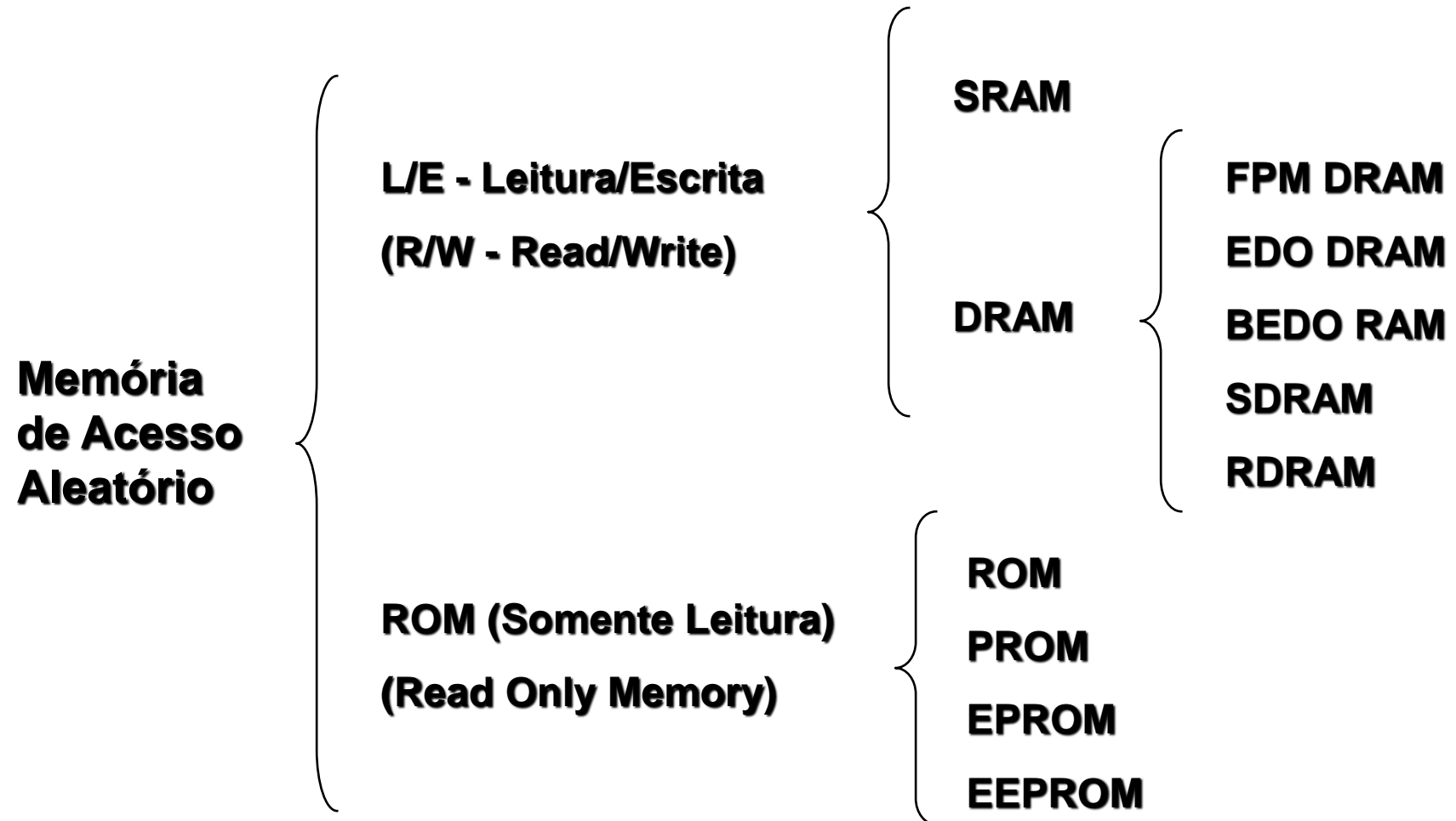
- ◆ **Memórias de meio óptico**

---

# **Memórias de semicondutores**

- ♦ **Dispositivos fabricados com circuitos eletrônicos e baseados em semicondutores.**
- ♦ **Rápidas e relativamente caras, se comparadas com outros tipos.**
- ♦ **Há várias tecnologias específicas, cada uma com suas vantagens, desvantagens, velocidade, custo etc..**
- ♦ **Exemplos: Registradores, Memória Principal e Memória Cache.**

## » Classificação de Memórias Semicondutoras





---

## Memória R/W - *Read and Write*

- Memória de leitura e escrita, de acesso aleatório e volátil.
- Pode ser **estática (SRAM)** ou **dinâmica (DRAM)**.
  - **SRAM** - uso de circuitos transistorizados (flip-flops) mantém a informação enquanto estiver energizada, muito rápidas (~ns), usadas tipicamente como memórias cache.
  - **DRAM** - uso de capacitores (1 transistor e 1 capacitor por bit, não usa flip-flops), necessita de **refresh**, alta capacidade de armazenamento (> densidade), mais lentas, usadas tipicamente como memória principal. Evolução: FPM DRAM (Fast Page Mode) assíncrona e mais antiga, EDO DRAM (Extended Data Output), também assíncrona, SDRAM (memórias Síncronas) etc.

---

## ROM - *Read Only Memory*

- Memória apenas de leitura. Uma vez gravada não pode mais ser alterada. De acesso aleatório, não é volátil.
- Mais lenta que a R/W e mais barata.
- Pode ser programada por máscara ("*mask programmed*"-MROM) em fábrica. Devido ao alto custo da máscara somente se torna econômica em grandes quantidades.

---

## ROM - *Read Only Memory*

- Utilizada geralmente para gravar programas que não se deseja permitir que o usuário possa alterar ou apagar (Ex.: o **BIOS** - *Basic Input Output System* e **Microprogramas de Memórias de Controle**).
- **Outros tipos:** PROM, EPROM, EEPROM e Flash.

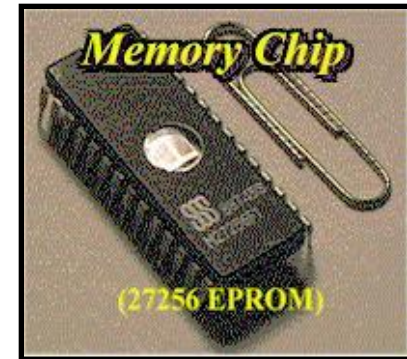
---

## PROM - *Programmable Read Only Memory*

- Memória apenas de leitura, programável.
- ROM programável com máquinas adequadas (chamadas queimadores de PROM).
- Geralmente é comprada "virgem" (sem nada gravado), sendo muito utilizada no processo de testar programas no lugar da ROM, ou sempre que se queira produzir ROM em quantidades pequenas.
- Uma vez programada (em fábrica ou não), não pode mais ser alterada.

---

## **EPROM - Erasable Programmable Read Only Memory**



- Memória apenas de leitura, programável (com queimadores de PROM) e apagável (com máquinas adequadas, à base de raios ultra-violeta).
- Tem utilização semelhante à da PROM, para testar programas no lugar da ROM, ou sempre que se queira produzir ROM em quantidades pequenas, com a vantagem de poder ser apagada e reutilizada.

---

## EEPROM (ou E2PROM) - *Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*

- Memória apenas de leitura, programável e eletronicamente alterável. Também chamada EAROM (*Electrically Alterable ROM*).
- EPROM apagável - processo eletrônico, sob controle da UCP (equipamento e programas adequados), menor e mais rápida que a EPROM.
- Mais cara, geralmente utilizada em dispositivos aos quais se deseja permitir a alteração, via modem (carga de novas versões de programas à distância ou possibilitar a reprogramação dinâmica de funções específicas de um programa, geralmente relativas ao *hardware*, p.ex., reconfiguração de teclado, programação de terminal etc).

---

## ROM Flash

- Funcionamento similar ao da EEPROM – conteúdo total ou parcial da memória pode ser apagado normalmente por um processo de escrita.
- Apagadas e regravadas por blocos (o apagamento não pode ser efetuado ao nível de byte como na EEPROM), alta capacidade de armazenamento
- O termo flash foi imaginado devido a elevada velocidade de apagamento dessas memórias em comparação com as antigas EPROM e EEPROM.
- Ideal para aplicações portáteis (câmeras digitais, palmtop, assistentes digitais portáteis, aparelhos de música digital ou telefones celulares).

---

## **Memória CMOS - (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*)**

- Tipo especial de memória para armazenamento das opções essenciais de configuração de inicialização  $\Rightarrow$  quantidade de memória instalada, data, hora.
- Alimentação via bateria.
- Máquinas Macintosh  $\Rightarrow$  RAM de parâmetros.



---

## **Memórias de meio magnético**

- ♦ **Fabricadas de modo a armazenar informações sob a forma de campos magnéticos.**
- ♦ **Devido a natureza eletromecânica de seus componentes e a tecnologia de construção em comparação com memórias de semicondutores, esse tipo é mais barato, permitindo armazenamento de grande quantidade de informação.**
- ♦ **Método de acesso às informações - sequencial.**
- ♦ **Exemplos:** disquetes, discos rígidos e fitas magnéticas (de carretel ou de cartucho).

---

## **Memórias de meio óptico**

- ♦ **Dispositivos que utilizam um feixe de luz para “marcar” o valor (0 ou 1) de cada dado em sua superfície.**
- ♦ **Exemplos:**
  - ♦ **CD-ROM (leitura)**
  - ♦ **CD-RW (leitura e escrita)**

---

# Temporalidade

- ♦ Indica o conceito de tempo de permanência da informação em um dado tipo de memória.
- ♦ Classificação:
  - Armazenamento “**permanente**”. Ex.: Discos, disquetes.
  - Armazenamento **transitório** (temporário). Ex.: registradores, memória cache, memória principal.

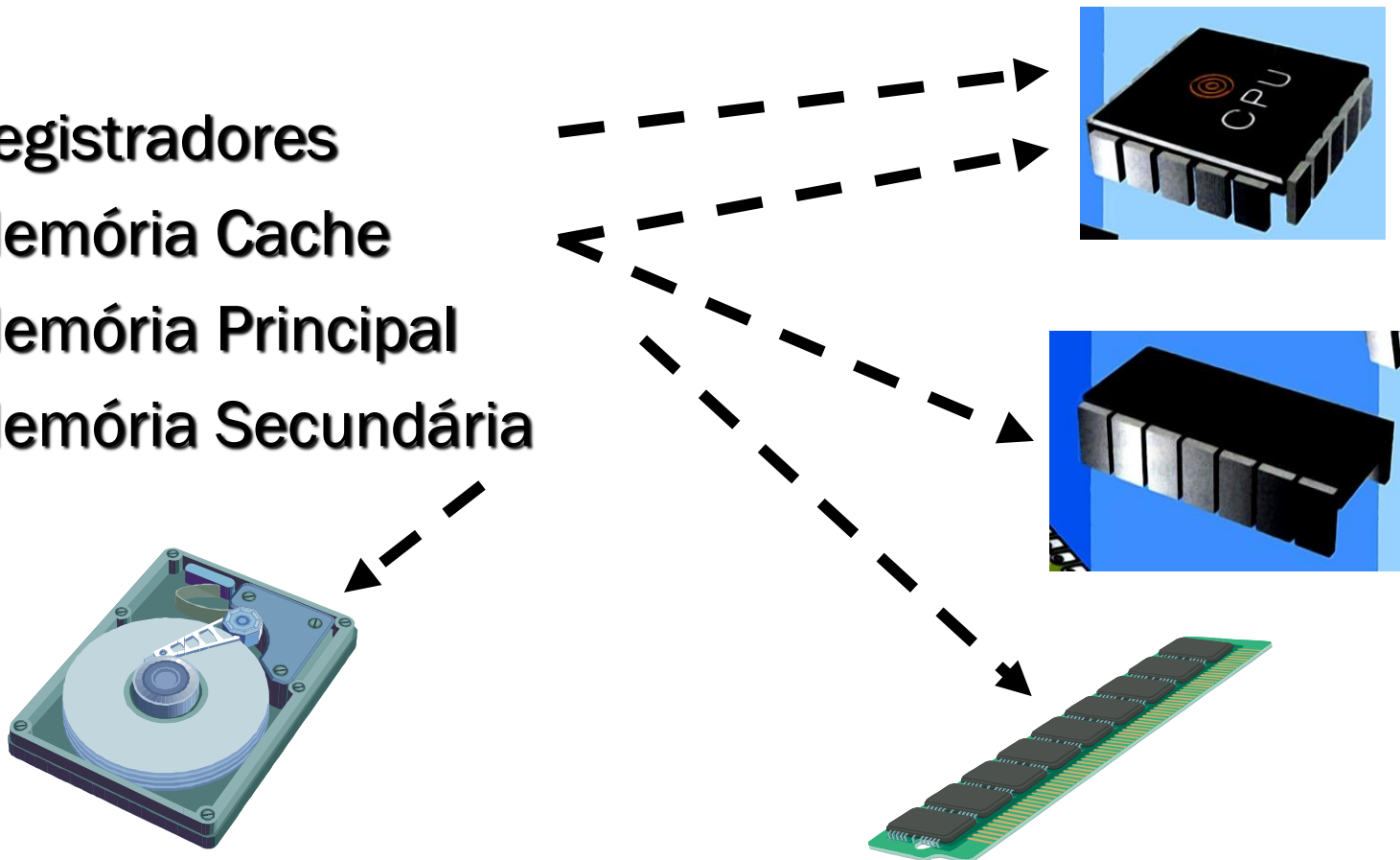
---

# **Custo**

- ♦ **Bastante variado em função de diversos fatores:**
  - **tecnologia de fabricação**
  - **ciclo de memória**
  - **quantidade de bits em um certo espaço físico etc.**

## Hierarquia de Memória - Elementos

- Registradores
- Memória Cache
- Memória Principal
- Memória Secundária



---

## Registradores

- Elementos superiores da pirâmide de memória, por possuírem a maior velocidade de transferência dentro do sistema (menor tempo de acesso), menor capacidade de armazenamento e maior custo.

---

## Registradores - Parâmetros

- **Tempo de acesso/ciclo de memória** (Ex.: 1 a 5 ns)
- **Capacidade** - baixa (Ex.: 8 a 64 bits)
- **Volatilidade** - dispositivos voláteis.
- **Tecnologia** - memória de semicondutores
- **Temporariedade** - armazenamento temporário.
- **Custo** - mais elevado.

Citar 1 a 5 ns neste instante pode significar um valor já (ou em breve) desatualizado.

---

## Problemas (Processador – Memória)

- Acesso à memória, leitura e escrita, é um dos motivos para menor velocidade de processamento.
- Processador é muito mais rápido do que a transferência de dados.

## Soluções

- Processador deve executar outras instruções enquanto aguarda acesso à memória. Porém isto nem sempre é possível e é difícil de implementar.
- Colocar memória principal no Chip do processador. Isto tornaria o chip maior e mais caro.
- Uso de uma *memória menor e mais rápida* (em relação a memória principal) chamada Memória Cache.



---

## Memória Cache

- Dispositivo de memória entre a CPU e a MP
- Função: acelerar a velocidade de transferência das informações entre CPU e MP, aumentando o desempenho dos sistemas.
- Usada para armazenamento de instruções e dados mais frequentemente acessados do programa em execução.
- As palavras de memória mais usadas pelo processador devem permanecer armazenadas na cache. Somente no caso de ela não estar armazenada na cache é que a busca se dará na memória principal.

---

## Memória Cache

- Fabricada com tecnologia semelhante a da CPU (possui tempos de acesso compatíveis, resultando numa considerável redução da espera da CPU para receber dados e instruções da cache, ao contrário do que acontece em sistemas sem cache).
- Atualmente há diversos tipos de memória cache, utilizados em sistemas de computação modernos: **Cache para a Memória Principal (RAM cache)**, Cache para Disco.
- Podem existir cache só para instruções e só para dados.
- Podem existir caches primárias (dentro do processador) e outra secundária (fora do chip do processador) e até uma terceira cache mais externa.

---

## Memória Cache

- Podem ser inseridas em dois (ou três) níveis: Cache L1 (Level 1) - nível 1), Cache L2 e Cache L3.
- **Cache L1** (primária) - interna ao processador.
- **Cache L2** (externa ou secundária) - instalada, em geral, na placa-mãe do computador. Atualmente: localizada no interior da pastilha do processador, separada deste (cache *backside*).
- **Cache L3** – Existente em alguns processadores, localizada externamente ao processador.
- Quanto mais próxima do processador, melhor será o desempenho do mesmo.

---

## Memória Cache - Parâmetros

- **Tempo de acesso/ciclo de memória** (Ex.: 5 a 7 ns).
- **Capacidade** - deve-se conciliar o compromisso de uma apreciável capacidade com a não-elevação demasiada de seu preço. Ex.: 16K a 2 MB.
- **Volatilidade** - dispositivos voláteis.
- **Tecnologia** - circuitos eletrônicos de alta velocidade. Em geral, são memórias RAM estáticas (**SRAM**).
- **Temporariedade** - armazenamento temporário.
- **Custo** - o custo de fabricação das memórias cache é alto. Memórias cache internas à CPU ainda são mais caras do que as externas.

---

## Memória Principal

- A memória básica de um sistema de computação desde seus primórdios.
- É o dispositivo no qual o programa (e seus dados) que vai ser executado é armazenado para que a CPU "busque" instrução por instrução.

Uma das principais características definidas no projeto de arquitetura do sistema de Von Neumann, do qual se constitui a grande inovação à geração dos computadores, consistia no fato de ser uma máquina "de programa armazenado". O fato de as instruções, uma após a outra, poderem ser imediatamente acessadas pela CPU é que garante o automatismo do sistema e aumenta a velocidade de execução dos programas.

---

## Memória Principal - Parâmetros

- **Tempo de acesso/ciclo de memória** (Ex.: 7 a 15 ns).
- **Capacidade** - na ordem de Gbytes e aumentando...
- **Volatilidade** - volátil.
- **Tecnologia** - em sistemas atuais esta tecnologia produz memória com elementos dinâmicos (**DRAM**).

---

## Memória Principal - Parâmetros

- **Temporariiedade** - variável, depende de várias circunstâncias (p. ex.: tamanho do programa e sua duração, a quantidade de programas que estão sendo processados juntos etc.). A transitoriedade com que as informações permanecem armazenadas na MP é, em geral, mais duradoura que na memória cache ou nos registradores.
- **Custo** - DRAM têm um custo mais baixo que o das memórias cache - são vendidos computadores com quantidade apreciável de MP, quanto maior ela for, mais informação poderá guardar. Ou seja, quanto mais bytes a memória tiver, mais caracteres poderá conter e, conseqüentemente, maior o número de informação que guardará.
- A memória é geralmente apresentada em múltiplos de K, M(mega), G(giga) ou T(tera).
  - 1K equivale a  $2^{10}$
  - 1M equivale a  $2^{20}$
  - 1G equivale a  $2^{30}$
  - 1T equivale a  $2^{40}$

---

## Memória Principal

- ✦ Quanto maior a capacidade de armazenamento (em Bytes), maior a capacidade de processamento
- ✦ Uso de memória virtual  $\Rightarrow$  Uso do HD como extensão da Memória Principal



---

## Memória Principal - Ordenação dos Bytes

- Existem, basicamente, 2 formas de organização dos bytes em uma palavra de memória
  - Ordenação *Big endian*
  - Ordenação *Little endian*

**Os termos big endian (maior valor (big) em primeiro lugar) e little endian (menor valor (little) em primeiro lugar) foram inseridos no jargão da computação por um artigo publicado em 1981, citando o problema e relacionando-o a um episódio mencionado no livro As Viagens de Gulliver – povo que foi à guerra para decidir qual a melhor maneira de quebrar ovos, se pelo maior (big) lado ou se pelo menor (little) lado.**

---

## Memória Principal - Ordenação dos Bytes

### Ordenação Big endian

- Bytes são numerados da esquerda para a direita (0, 1, 2,..., n-1)
- Usada por sistemas Unix (arquiteturas SPARC, IBM Mainframe)
- Exemplo numérico com 2 bytes:

**0305H = 00000011 00000101**

---

## Memória Principal - Ordenação dos Bytes

### Ordenação Little endian

- Bytes são numerados da direita para esquerda (n-1, ..., 2, 1, 0)
- Usada por IBM PCs (arquiteturas INTEL)
- Exemplo numérico com 2 bytes:

**0305H = 00000101 00000011**

## Memória Principal - Ordenação dos Bytes

- Exemplo:

<b>40</b>	<b>61</b>
<b>41</b>	<b>51</b>
<b>42</b>	<b>CE</b>
<b>43</b>	<b>94</b>

(a) Big endian

<b>40</b>	<b>94</b>
<b>41</b>	<b>CE</b>
<b>42</b>	<b>51</b>
<b>43</b>	<b>61</b>

(b) Little endian

**Valor em hexadecimal: 6151CE94**

