

Arquitetura de Computadores

**Aula 7 – Unidade 3 – Organização Funcional dos
Sistemas de Computação – tópico 3.1 – Subsistema de
Memória**

Prof. Dr. Eng. Fred Sauer

<http://www.fredsauer.com.br>

fsauer@gmail.com

SUMÁRIO

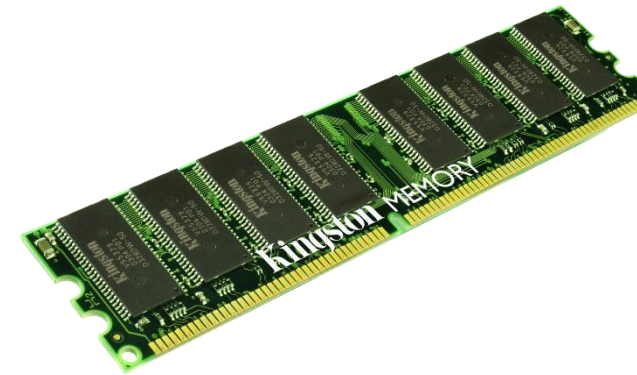
PRINCÍPIO DA LOCALIDADE

- Conceito : gap entre processador/memória
- Tipos de localidade

MEMÓRIA PRINCIPAL (RAM)

HIERARQUIA DE MEMÓRIA

- Tipos de memórias
- Características



POR QUE MUITAS MEMÓRIAS E NÃO APENAS UMA?

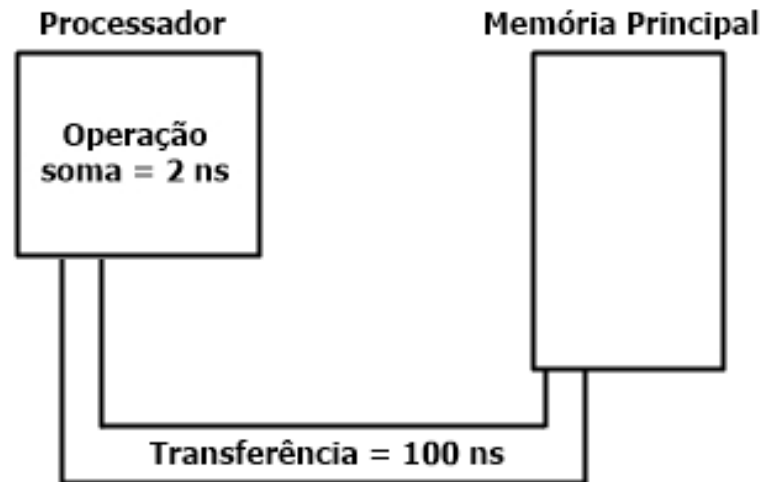
Processador

Memória Principal

O IDEAL SERIA HAVER APENAS UMA MEMÓRIA NOS COMPUTADORES, COM OS SEGUINTE REQUISITOS:

- **Tempo de acesso muito curto (semelhante ao do processador)**
- **Grande capacidade de armazenamento**
- **Armazenamento permanente (não volátil)**
- **Baixo custo**

Comparação de velocidades do Processador e MP (apenas processador e MP)



Há uma grande diferença de tempo entre a transferência da MP para o processador e este usar os dados. No exemplo, o processador gasta 2 nseg para somar e espera 100 nseg para receber novos dados.

Princípio da Localidade

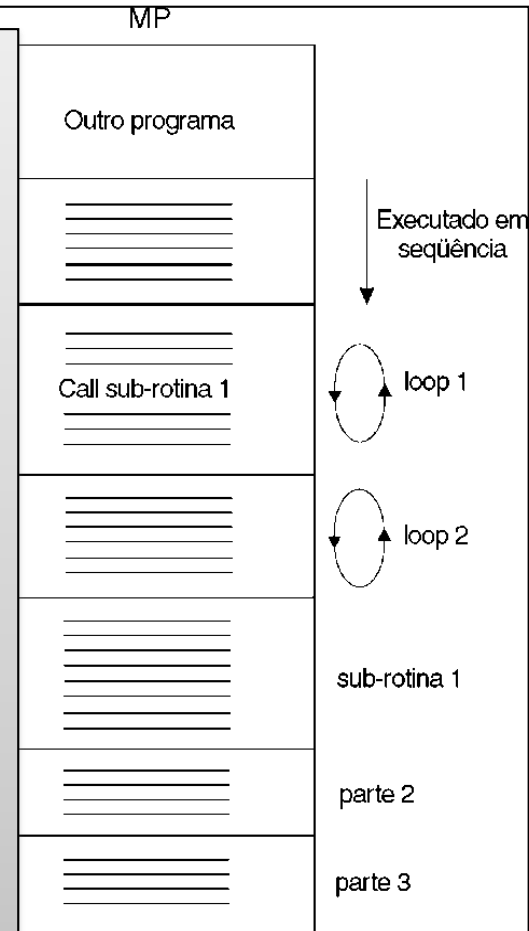
SUB-SISTEMA DE MEMÓRIA

Há um princípio de programação que define o modo como as instruções são executadas (em sequência, durante um certo tempo)

Os programas são organizados de modo que as linhas de código costumam ser executadas em sequência. Apenas em alguns momentos a sequência é interrompida e o processo desvia da sequência, sendo esta sequência retomada em seguida.

Este princípio de programação é denominado: **PRINCÍPIO DA LOCALIDADE**, sendo a base da estratégia de emprego de hierarquia de memórias.

Mais especificamente, da criação e uso das memórias **CACHE**.



Princípio da Localidade

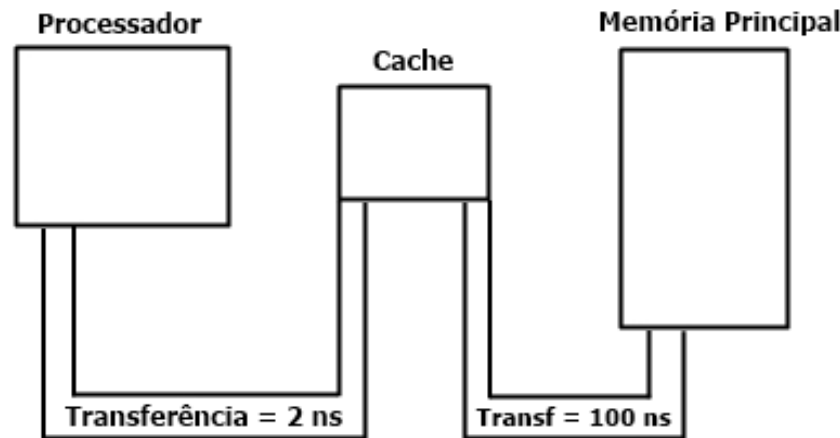
Localidade Espacial

Sempre que o processador realiza um acesso a um endereço de memória, é muito provável que o próximo acesso seja ao endereço contíguo seguinte.

Localidade Temporal

Sempre que o processador realiza um acesso a um endereço de memória, é muito provável que em curto tempo ele acesse novamente o mesmo endereço.

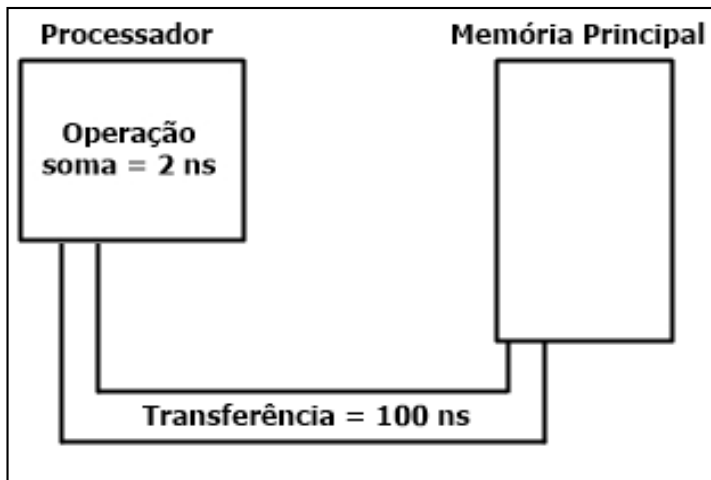
CONSEQUÊNCIA DO PRINCÍPIO DA LOCALIDADE



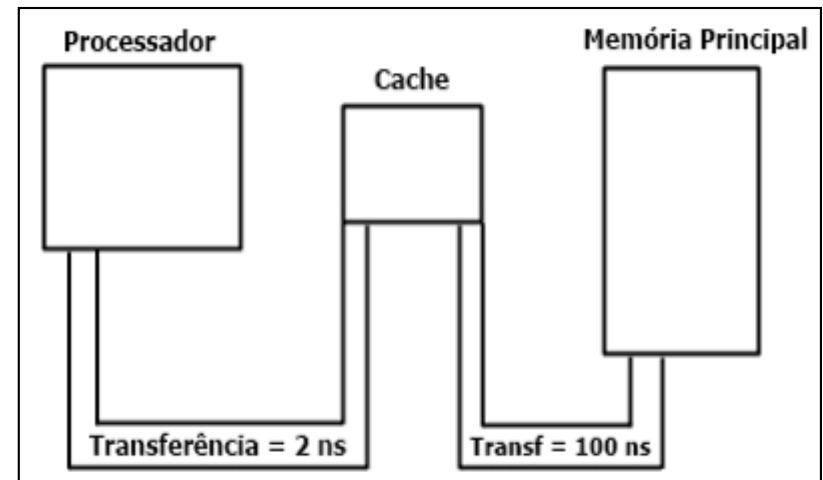
DEVIDO AO PRINCÍPIO DA LOCALIDADE (ESPACIAL), É POSSÍVEL INCLUIR UMA MEMÓRIA DE PEQUENA CAPACIDADE (CACHE) ENTRE A MEMÓRIA PRINCIPAL E O PROCESSADOR.

ESTA MEMÓRIA ARMAZENA UMA CERTA QUANTIDADE DOS DADOS QUE ESTÃO SENDO USADOS NO MOMENTO, E QUE SÃO TRANSFERIDOS PARA O PROCESSADOR EM ALTA VELOCIDADE.

Comparação de velocidades do Processador e MP (utilizando memória cache intermediária)



Há uma grande diferença de tempo entre a transferência da MP para o processador e este usar os dados. No exemplo, o proc. Gasta 2 nseg para somar e espera 100 nseg para receber novos dados.



Caso seja usada uma memória intermediária de alta velocidade entre a MP e o processador (que armazena uma cópia dos dados sendo imediatamente usados). Este espera 2 nseg pelos dados, em vez de 100 nseg. Esta memória intermediária é a CACHE.

SUB-SISTEMA DE MEMÓRIA

EXEMPLO DO FUNCIONAMENTO DO PROCESSO DE ACESSO À MEMÓRIA, QUANDO HÁ MAIS DE UMA MEMÓRIA, E CONSIDERANDO-SE O PRINCÍPIO DA LOCALIDADE.

**O sistema é constituído de
Processador-Cache – MP**

**Sempre que o processador quer
buscar um dado ,ele coloca seu
endereço (da MP) no BE.**

**O controle da memória cache
intercepta o endereço e verifica se há
uma cópia do dado na cache.**

**Se houver a cópia, chama-se de
ACERTO (A) ou HIT (H).**

**Se não houver cópia do dado na
cache, chama-se de FALTA (F) ou
MISS (M).**

SUB-SISTEMA DE MEMÓRIA

FUNCIONAMENTO DO PROCESSO DE ACESSO À MEMÓRIA, QUANDO HÁ MAIS DE UMA MEMÓRIA, E CONSIDERANDO-SE O PRINCÍPIO DA LOCALIDADE.

- Nesse caso, o sistema busca um bloco de dados contíguos na MP (que contém o dado desejado mais os dados que deverão ser buscados nos próximos acessos, devido ao princípio da localidade) e traz para a memória cache . E leva o dado desejado para o processador.
- A Falta (Miss) acarreta uma perda de tempo, mas espera-se que seja pouco frequente.
- A Eficiência do sistema (E) é medida pela relação entre Acertos (A) e Total de Acessos (T).

$$E = (A / T) * 100$$

EXEMPLO DO FUNCIONAMENTO DO PROCESSO DE ACESSO À MEMÓRIA.

- Tempos de Acesso :
 - Processador - Cache = 2 nseg
 - Cache - MP = 60 nseg
- Período de Acessos considerado no exemplo: 100 acessos
- Eficiência (**E**) do sistema: 95 %

Qual deverá ser o tempo médio de acesso do sistema?

Se **E** = 95 %, então, em 95 acessos há A-acertos (tempo de 2 ns – $T_A=2\text{ns}$) e em 5 acessos há F – faltas (tempo de $60 + 2 = 62$ ns $\rightarrow T_F=62\text{ns}$)

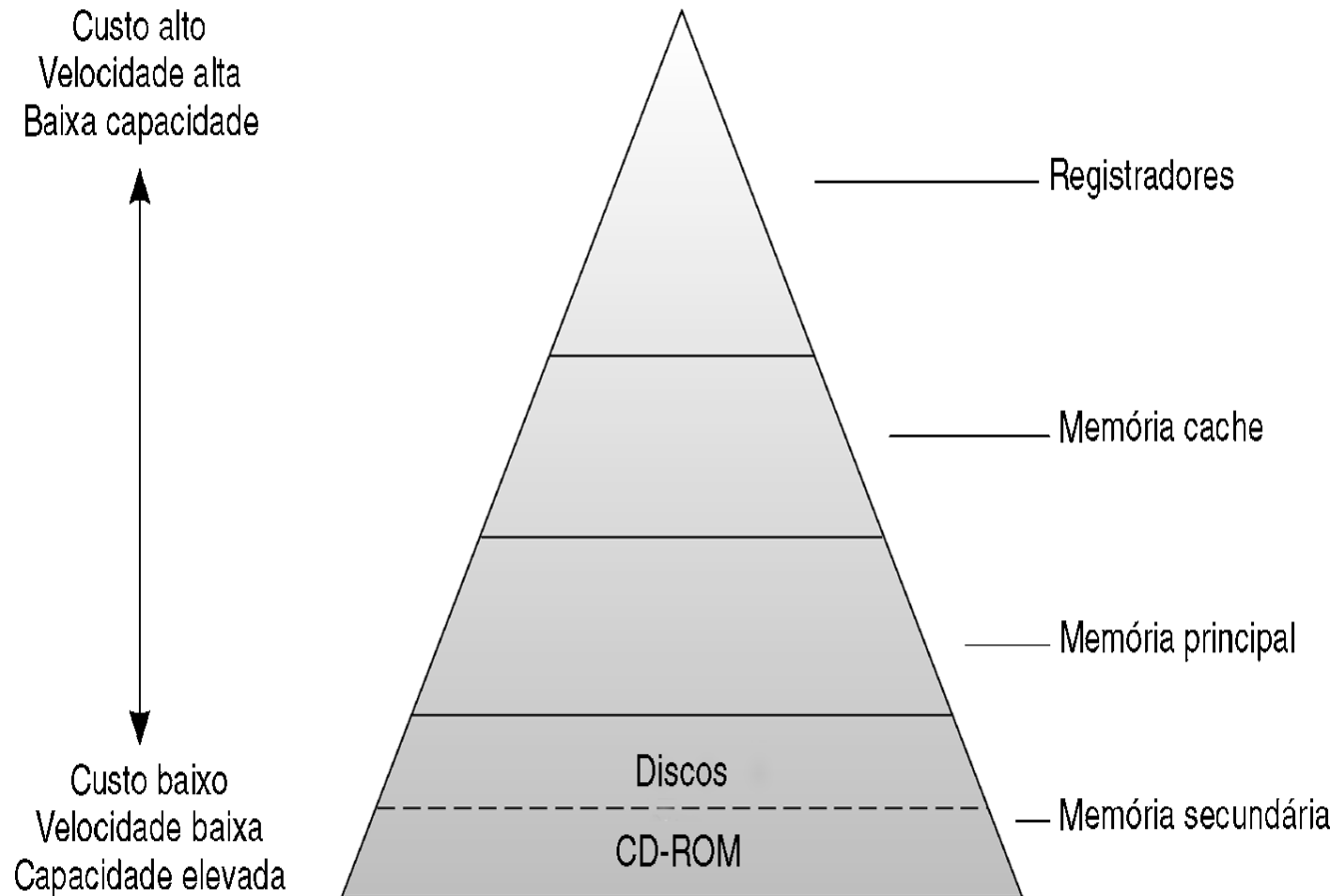
$$T_{\text{MED}} = ((A \cdot T_A) + (F \cdot T_F)) / (A + F)$$

$$T. \text{ Médio} = (95 \cdot 2) + (5 \cdot 62) / 100 = (190 + 310) / 100 = 500 / 100 = 5 \text{ ns}$$

HIERARQUIA DE MEMÓRIAS

- **Registradores**
- **Memória Cache**
- **Memória Principal (RAM)**
- **Memória Secundária (HDs, CDs, DVDs...)**
- **Memória Virtual**

HIERARQUIA DE MEMÓRIAS



TIPOS E CARACTERÍSTICAS DE MEMÓRIAS

➤ TECNOLOGIA

**Refere-se ao tipo de componentes usados na fabricação da memória.
Pode ser: eletrônica ou eletromecânica.**

➤ VOLATILIDADE

**Propriedade da memória reter ou não informação quando está sem
energia de alimentação.**

TIPOS E CARACTERÍSTICAS DE MEMÓRIAS

➤ TEMPO DE ACESSO/CICLO DE MEMÓRIA

- Período de tempo gasto para realização de um acesso (seja para leitura ou para escrita). Usualmente medido em nseg, microseg ou mseg.
- Ciclo de memória (ou de máquina) – intervalo de tempo entre dois acessos consecutivos

➤ CAPACIDADE

- Quantidade máxima de informação armazenável na memória. Usualmente medida em Bytes.

TIPOS E CARACTERÍSTICAS DE MEMÓRIAS

Internamente no processador

- **Registrador(es)** – *Tecnologia eletrônica: Volátil;*
Tempo de acesso : 1 – 2 ns;
Capacidade : 1 palavra (32 ou 64 bits – dobro para dados representados em ponto flutuante);

- **Cache L1** – *Tecnologia eletrônica: Volátil;*
Tempo de acesso: 2 – 6 ns;
Capacidade: 8KB a 256KB;

- **Cache L2** – *Tecnologia eletrônica: Volátil;*
Tempo de acesso: 5 – 10 ns;
Capacidade: até 8MB;

TIPOS E CARACTERÍSTICAS DE MEMÓRIAS

Na placa mãe

- **Memória Principal (RAM)** – *Tecnologia eletrônica : Volátil (parte é não volátil - ROM);*
Tempo de acesso: 40 – 60 ns;
Capacidade: 4GB (end=32bits) até 16EB (end=64bits);

Externa

- **Memória Secundária**
(CDs, DVDs, Fitás, etc) – *Tecnologia eletromecânica : Não volátil;*
Tempo de acesso: 8ms até alguns segundos;
Capacidade : Depende da mídia;
Exceção: Memórias Flash- São eletrônicas, mas não são voláteis.

Prova: SUGEP - UFRPE - 2018 - UFRPE - Analista de Tecnologia da Informação - Suporte e Rede

“Quando um programa precisa de uma palavra da memória, _____ verifica se a linha necessária está presente. Se a linha requisitada estiver presente _____, a requisição será atendida e nenhuma requisição adicional é enviada à memória principal por meio do barramento. Essa busca, quando a linha solicitada está presente, dura normalmente em torno de dois ciclos de CPU.” Assinale a alternativa que apresenta termos/expressões que preenchem corretamente as lacunas do texto acima.

- ☐ o controlador de acesso randômico – durante
- ☐ o hardware de memória cache – (cache hit)
- ☐ a unidade aritmética e lógica – e disponível
- ☐ o processo – então
- ☐ a Unidade Central de Processamento (CPU) – na RAM