

MEMÓRIA

Aula.06

**Curso Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de
Sistemas**

Prof. Mauro

26/11/2024



Introdução

- A memória é um componente essencial em sistemas computacionais, responsável por armazenar dados temporários ou permanentes, além de fornecer acesso rápido a informações durante a execução de programas.
 - Na arquitetura de computadores, a memória pode ser dividida em diferentes tipos, cada um com características específicas em termos de velocidade, capacidade e persistência.

Duas categorias de memória:

- Memória primária (ou memória volátil): É a memória usada para armazenar dados temporários enquanto o computador está em funcionamento. Ela inclui a RAM (Memória de Acesso Aleatório), que armazena dados e instruções ativas em uso pelo processador, e a cache, que armazena dados frequentemente acessados para acelerar a performance do sistema.
- Memória secundária (ou memória não volátil): Refere-se ao armazenamento de longo prazo, como discos rígidos (HD), unidades de estado sólido (SSD) e unidades de armazenamento removível (como pen drives).
 - Ao contrário da memória primária, ela mantém os dados mesmo quando o computador é desligado.

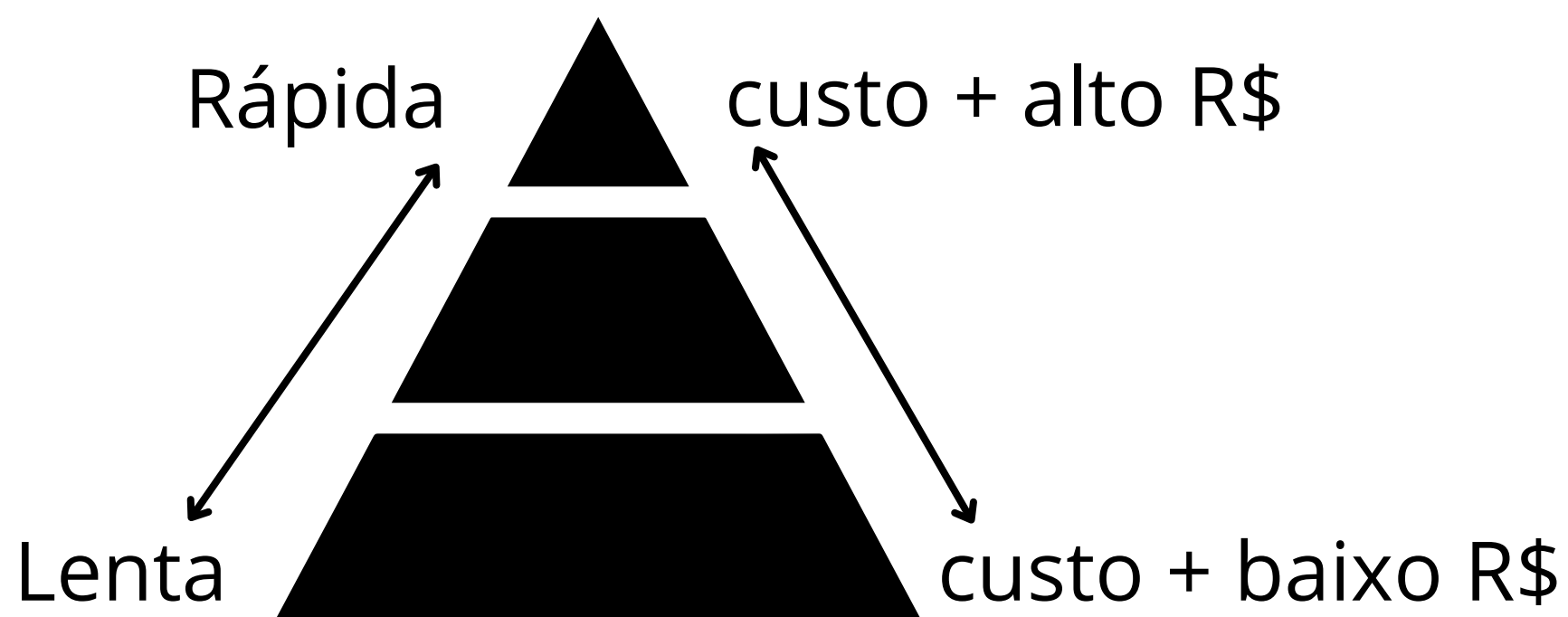
- A memória é fundamental para o desempenho de um sistema, já que ela permite ao processador acessar e manipular rapidamente grandes volumes de dados necessários para a execução de tarefas complexas, como a execução de programas e o processamento de informações.

Hierarquia de Memória em Computadores

- Introdução à organização e funcionamento da memória em sistemas computacionais.
- Importância da hierarquia para desempenho e eficiência.

O Que é Hierarquia de Memória?

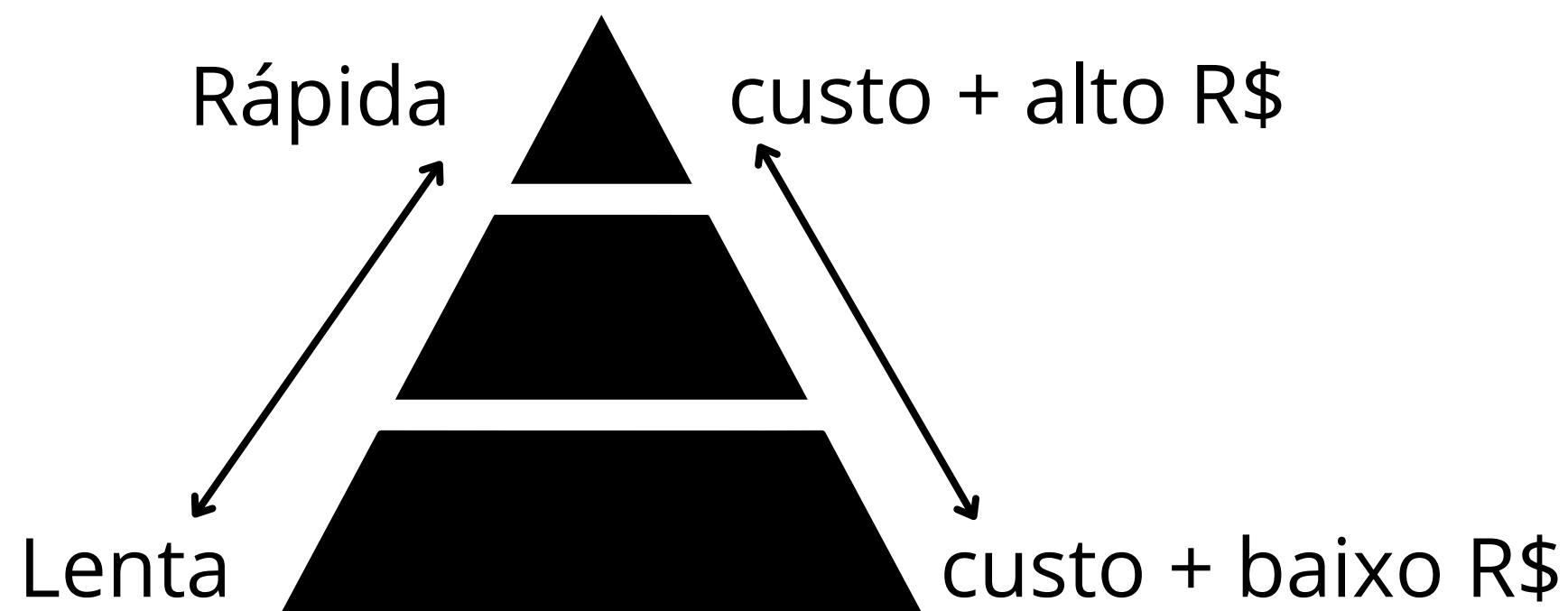
- A hierarquia de memória é uma organização de diferentes tipos de memória em um sistema, dispostos de acordo com a velocidade e o custo.
 - **Objetivo:** balancear entre capacidade de armazenamento e velocidade de acesso.



A Estrutura da Hierarquia de Memória

- Memória Cache (L1, L2, L3)
- Memória Principal (RAM)
- Memória Secundária (HD, SSD)
- Memória Terciária (CDs, DVDs, etc.)

Comparando-as, onde posicionar cada uma em relação a pirâmide?



Níveis da Hierarquia de Memória

- **Registradores (no processador)**
 - Velocidade muito alta
 - Capacidade muito limitada
 - Armazenam dados temporários para operações imediatas.

Cache (L1, L2, L3)

- **Acessibilidade rápida para dados frequentemente usados**
 - L1: mais rápida, mas menor em capacidade.
 - L2: maior, mas um pouco mais lenta que L1.
 - L3: maior e mais lenta, serve como um buffer para o processador.

Memória Principal (RAM)

- ***RAM (Random Access Memory)***: Memória volátil que armazena dados temporários enquanto o computador está ligado.
- Maior capacidade que a cache, mas com acessos mais lentos.
- Armazena dados e instruções que o processador está executando ativamente.

Memória Secundária

- Memória Secundária (Ex: HDDs, SSDs, DVDs, etc.)
- Armazenamento permanente de dados.
- Capacidade muito maior que RAM, mas com acesso mais lento.
- Necessária para armazenar o sistema operacional, programas e arquivos.

Como Funciona a Hierarquia?

- **Cache** armazena dados usados com mais frequência e é o mais rápido.
- Quando o processador precisa de dados e eles não estão no cache, ele vai para a RAM.
- Se os dados não estão na RAM, o sistema recorre à memória secundária.
- O desempenho depende da eficiência da hierarquia e do tempo de acesso a cada nível.

Exemplo de Acesso à Memória

- O processador tenta acessar a cache L1.
- Se o dado não estiver na L1 (cache miss), verifica-se a L2.
- Caso não seja encontrado na L2, o dado é buscado na RAM.
- Se o dado não está na RAM, o processador faz uma busca no HD/SSD.

A Importância da Hierarquia de Memória

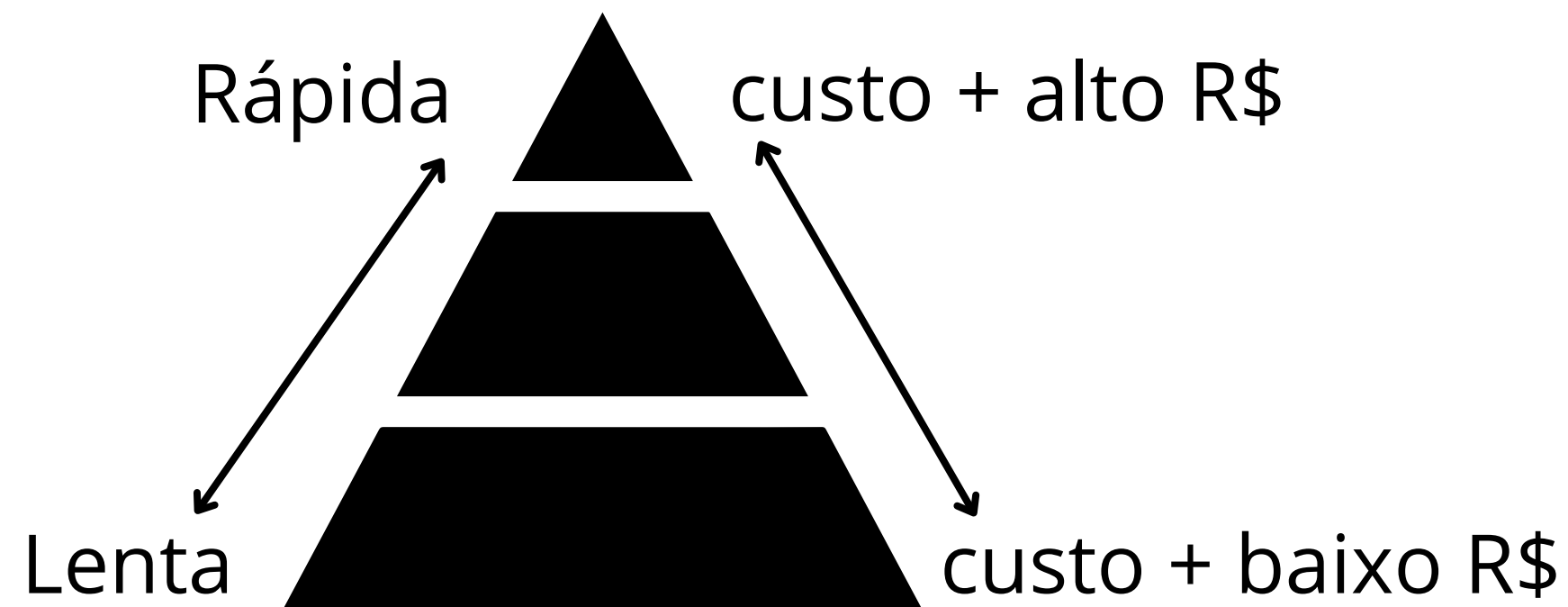
- Reduzir o tempo de acesso aos dados.
- Maximizar o desempenho do sistema.
- Economizar recursos, já que a memória mais rápida e menor é cara e limitada.

Custos e Desempenho

- Memória rápida e pequena (ex. cache, registradores) tem alto custo por bit.
- Memória lenta e grande (ex. HDDs, SSDs) tem menor custo por bit, mas também acesso mais lento.
- A hierarquia permite otimizar o custo-benefício.

Diagrama da Hierarquia de Memória

- Se pensarmos na pirâmide, podemos observar os níveis de memória:
 - Registradores (no topo)
 - Cache (L1, L2, L3)
 - RAM
 - Memória Secundária (HD/SSD)



Desafios na Hierarquia de Memória

- **Localidade temporal:** A tendência de acessar os mesmos dados repetidamente.
- **Localidade espacial:** Dados próximos em memória tendem a ser acessados juntos.
 - Otimizar o uso da memória de acordo com esses padrões melhora a performance.

Impacto da Hierarquia de Memória no Desempenho

- **Cache miss** pode impactar significativamente o desempenho.
- Latência de acesso varia muito de um nível para outro, afetando a velocidade do sistema.
- A gestão eficiente da **cache** e a organização da memória são cruciais para otimizar a performance.

Registradores e como eles funcionam

- Introdução aos registradores no contexto da arquitetura de computadores.
- A importância dos registradores para o desempenho do processador.

O Que São Registradores?

- **Definição:** Registradores são pequenas áreas de memória de acesso ultrarrápido dentro do processador, usadas para armazenar dados temporários durante a execução de programas.
 - Eles são fundamentais para o funcionamento do processador e são usados para armazenar valores temporários, endereços e resultados de operações.

A Função dos Registradores

- **Armazenamento temporário:** Armazenam dados e instruções temporárias enquanto o processador está operando.
- **Facilitam operações rápidas:** Permitem que o processador execute operações (como soma ou comparação) de forma eficiente, sem a necessidade de acessar a memória RAM.
- **Intermediários:** Usados para armazenar resultados de operações que são usadas em cálculos subsequentes.

Tipos de Registradores

- **Registradores de propósito geral (GPRs):**
 - Usados para armazenar dados temporários, como resultados de cálculos ou valores intermediários.
 - Exemplo (em MIPS): \$t0 a \$t9, \$a0 a \$a3.

Tipos de Registradores

- **Registradores de controle:**
 - **PC (Program Counter):** Armazena o endereço da próxima instrução a ser executada.
 - **Status Register:** Armazena informações sobre o estado do processador, como flags de operação.

Tipos de Registradores

- **Registradores especiais:**
 - **\$zero:** Registrador que sempre contém o valor zero.
 - **\$sp (Stack Pointer):** Aponta para o topo da pilha.
 - **\$ra (Return Address):** Usado para armazenar o endereço de retorno de funções.

Registradores em MIPS (Exemplo)

- **\$zero**: Sempre contém o valor 0.
- **\$t0 a \$t9**: Registradores temporários usados para cálculos e armazenamento temporário de dados.
- **\$a0 a \$a3**: Registradores de argumentos para funções.
- **\$v0, \$v1**: Registradores de retorno de valores de funções

A Importância dos Registradores no Desempenho

- **Velocidade:** Registradores são extremamente rápidos em comparação com a memória RAM.
- **Evitar acesso lento à memória:** Como o processador tem acesso imediato aos registradores, ele pode executar operações mais rápidas sem precisar acessar dados na RAM.
- **Otimização de código:** O uso eficiente dos registradores pode melhorar significativamente a performance do programa.

Exemplos de Uso de Registradores

1. Operação simples de soma (MIPS):

add \$t0, \$t1, \$t2 **# \$t0 = \$t1 + \$t2**

- \$t1 e \$t2 são registradores de propósito geral, e o resultado é armazenado em \$t0.

2. Passagem de parâmetros em funções (MIPS):

move \$a0, \$t0 **# Passa o valor de \$t0 para \$a0**

- \$a0 é usado para passar o primeiro parâmetro de uma função.

Como os Registradores afetam o desempenho

- **Menor latência:** O processador pode acessar registradores em ciclos de clock, enquanto o acesso à memória RAM é muito mais lento.
- **Execução paralela:** Em processadores modernos, registradores são utilizados para operar em múltiplos dados ao mesmo tempo, promovendo maior desempenho.

Como os Registradores afetam o desempenho

- **Menor latência:** O processador pode acessar registradores em ciclos de clock, enquanto o acesso à memória RAM é muito mais lento.
- **Execução paralela:** Em processadores modernos, registradores são utilizados para operar em múltiplos dados ao mesmo tempo, promovendo maior desempenho.

Cache

Cache: Acelerando o Acesso à Memória

- Introdução ao conceito de cache em computadores e como ele melhora a performance do sistema.

O Que é Cache?

- **Cache** é uma memória de alta velocidade, menor que a RAM, projetada para armazenar dados e instruções frequentemente acessados.
 - **Objetivo:** Acelerar o acesso a dados que o processador usa repetidamente, evitando o acesso lento à memória principal (RAM).

Como Funciona o Cache?

- **Armazenamento Temporário:** A cache armazena dados que foram recentemente acessados ou que são acessados com frequência.
- **Busca no Cache:** Quando o processador precisa de dados, ele primeiro verifica a cache.
 - Se os dados estiverem lá, é um **cache hit**; caso contrário, é um **cache miss**, e os dados são buscados na RAM.

Tipos de Cache

1. Cache L1 (Level 1):

- Localizado dentro do processador.
- Muito rápido, mas com capacidade limitada.
- Armazena dados e instruções mais frequentemente usados.

Tipos de Cache

2. Cache L2 (Level 2):

- Menor que a RAM, mas maior que a L1.
- Pode estar dentro ou fora do processador.
- Mais lenta que a L1, mas ainda muito rápida em comparação com a RAM.

Tipos de Cache

3. Cache L3 (Level 3):

- Usada por múltiplos núcleos do processador.
- Maior e mais lenta que L1 e L2, mas ainda muito mais rápida que a memória RAM.

Cache Hit vs. Cache Miss

- **Cache Hit:** Quando os dados estão na cache, o processador acessa rapidamente.
- **Cache Miss:** Quando os dados não estão na cache, o processador precisa buscar na memória principal (RAM), o que leva mais tempo.
 - **Impacto no desempenho:** *Cache hits* aceleram o processo, enquanto *cache misses* podem desacelerar a execução de programas.

Importância do Cache para o Desempenho

- **Velocidade:** A cache é muito mais rápida que a RAM, permitindo que o processador acesse dados rapidamente, sem esperar pela memória principal.
- **Redução de Latência:** Diminui o tempo de espera do processador, melhorando o desempenho geral.
- **Otimização de Programas:** O uso eficiente da cache pode aumentar a velocidade de execução, especialmente em tarefas que exigem acesso frequente a dados.

RAM

Memória RAM: A Memória Volátil do Computador

- Introdução ao conceito de memória RAM e sua importância para o desempenho do sistema.

O Que é Memória RAM?

- **RAM (Random Access Memory)** é uma memória volátil usada para armazenar dados temporários enquanto o computador está em uso.
- Características principais:
 - **Acessada aleatoriamente:** qualquer byte pode ser acessado diretamente.
 - **Volátil:** os dados são perdidos quando o sistema é desligado.

Como Funciona a Memória RAM?

- **Armazenamento Temporário:** A RAM armazena dados e programas que estão em execução.
- **Acesso Rápido:** Quando o processador precisa de dados, ele os busca rapidamente na RAM, evitando o uso mais lento do disco rígido ou SSD.
- **Leitura e Gravação:** O processador lê dados da RAM e grava novos dados durante a execução de programas.

Tipos de Memória RAM

1. DRAM (Dynamic RAM):

- Mais comum e econômica.
- Requer atualização constante (refresh) para manter os dados.
- Lenta, mas de baixo custo e com maior capacidade.

2. SRAM (Static RAM):

- Mais rápida que a DRAM.
- Não precisa de atualização constante.
- Usada em cache devido à sua velocidade, mas mais cara e com menor capacidade.

Memória RAM e Desempenho

1. **Capacidade:** Quanto maior a capacidade de RAM, mais dados e programas podem ser armazenados para acesso rápido.
2. **Velocidade:** A velocidade de acesso à RAM afeta diretamente o desempenho do processador, especialmente em tarefas que exigem grande quantidade de dados (como edição de vídeo ou jogos).
3. **Troca de Dados (Swap):** Se a RAM estiver cheia, o sistema começa a usar o disco rígido/SSD como memória virtual, o que é muito mais lento.

O Papel da RAM no Sistema Operacional

1. **Armazenamento de Programas em Execução:** O sistema operacional usa a RAM para armazenar e gerenciar os programas e dados que estão sendo usados ativamente.
2. **Multitarefa:** Quanto mais RAM disponível, melhor o sistema pode gerenciar múltiplos programas em execução ao mesmo tempo.

RAM e Aceleração de Tarefas

1. **Jogos e Aplicativos de Alto Desempenho:** Para rodar jogos ou softwares pesados, como editores de vídeo, é necessária uma quantidade significativa de RAM para garantir que os dados possam ser acessados rapidamente.
2. **Navegação e Multitarefa:** Ter mais RAM permite ao usuário manter várias abas abertas no navegador e alternar entre diferentes programas sem causar lentidão.

Como Melhorar o Desempenho com RAM?

1. Aumentar a Capacidade de RAM:

- Permite ao sistema armazenar mais dados temporários e evitar o uso excessivo de memória virtual.
- Ideal para jogos, softwares gráficos e multitarefa pesada.

2. Ajustar Configurações de Memória Virtual:

- Em sistemas com RAM limitada, aumentar o tamanho da memória virtual pode melhorar a performance, embora seja mais lento que a RAM física.

Fatores a Considerar ao Comprar RAM

1. **Capacidade:** Depende do tipo de uso (ex: 8GB pode ser suficiente para navegação e aplicativos básicos, mas 16GB ou mais pode ser necessário para jogos ou edição de vídeos).
2. **Velocidade:** A velocidade da RAM (medida em MHz) também influencia o desempenho, especialmente em tarefas intensivas.
3. **Tipo de RAM:** DDR4 é atualmente o tipo mais comum, mas versões mais novas como DDR5 oferecem maior velocidade.

EXERCÍCIO

1. Explique como a hierarquia de memória (incluindo registradores, cache, memória RAM, e armazenamento secundário) pode impactar o desempenho de um software. Quais cuidados você deve tomar ao desenvolver um software para otimizar o uso dessa hierarquia e evitar problemas como gargalos de desempenho ou uso excessivo de recursos?