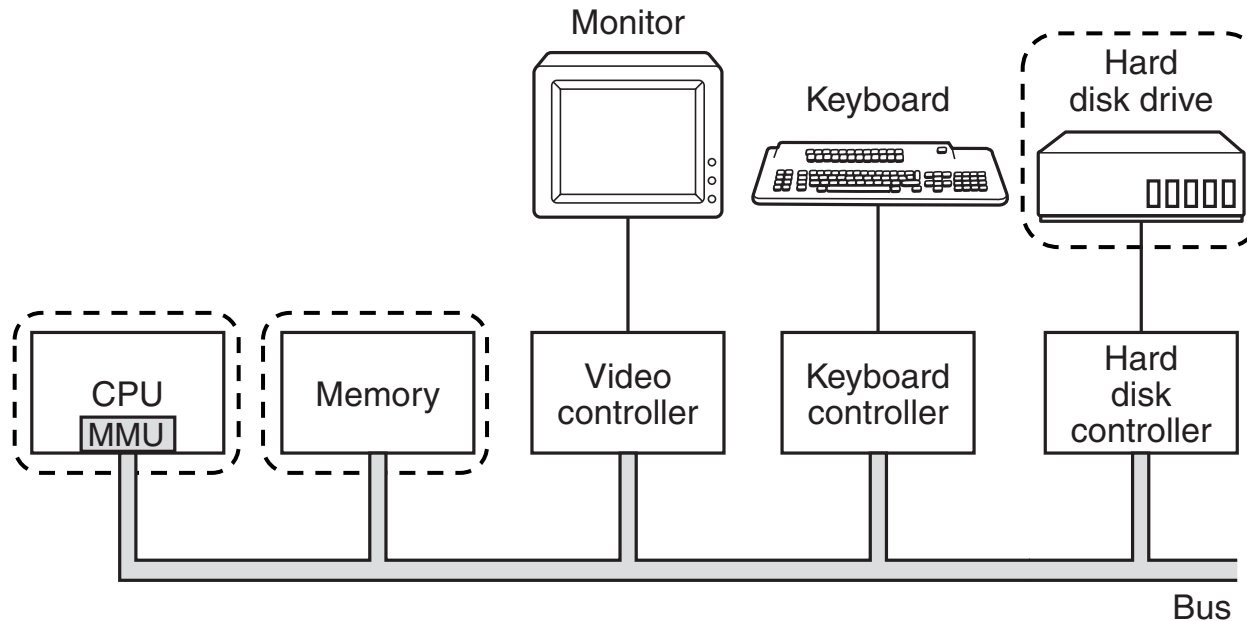


Organização de Sistemas Computacionais

Prof. Dr. Márcio Castro
marcio.castro@ufsc.br



Introdução



- **Componentes básicos de um sistema computacional**
 - CPU, memória, dispositivos de E/S, ...
 - **Conexão entre componentes: barramento**

Processador

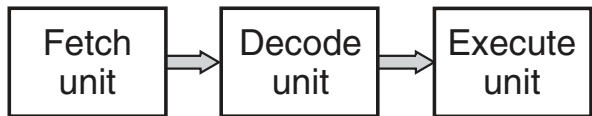
- Busca instruções da memória principal e as executa
- Possui memórias internas (registradores)
- Possui um conjunto de instruções específico (ISA)
- **Exemplos de instruções**
 - Carregamento de palavras da memória para registradores e salvamento de dados de registradores na memória
 - Operações aritméticas e lógicas em registradores

Processador

- **Registradores**

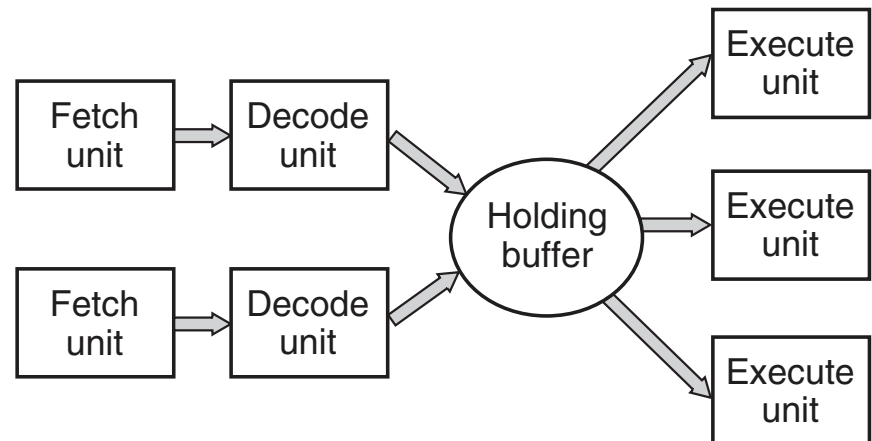
- De propósito geral
- Especiais: PC, SP, ...

- ***Pipeline***



- **Otimizações:**

- Superescalar
- Execução fora de ordem



Processador

- ***Multicores***

- Replicação de componentes da CPU
- Registradores, *caches*, *pipeline*, ...

- **Impacto em diversos níveis do SO**

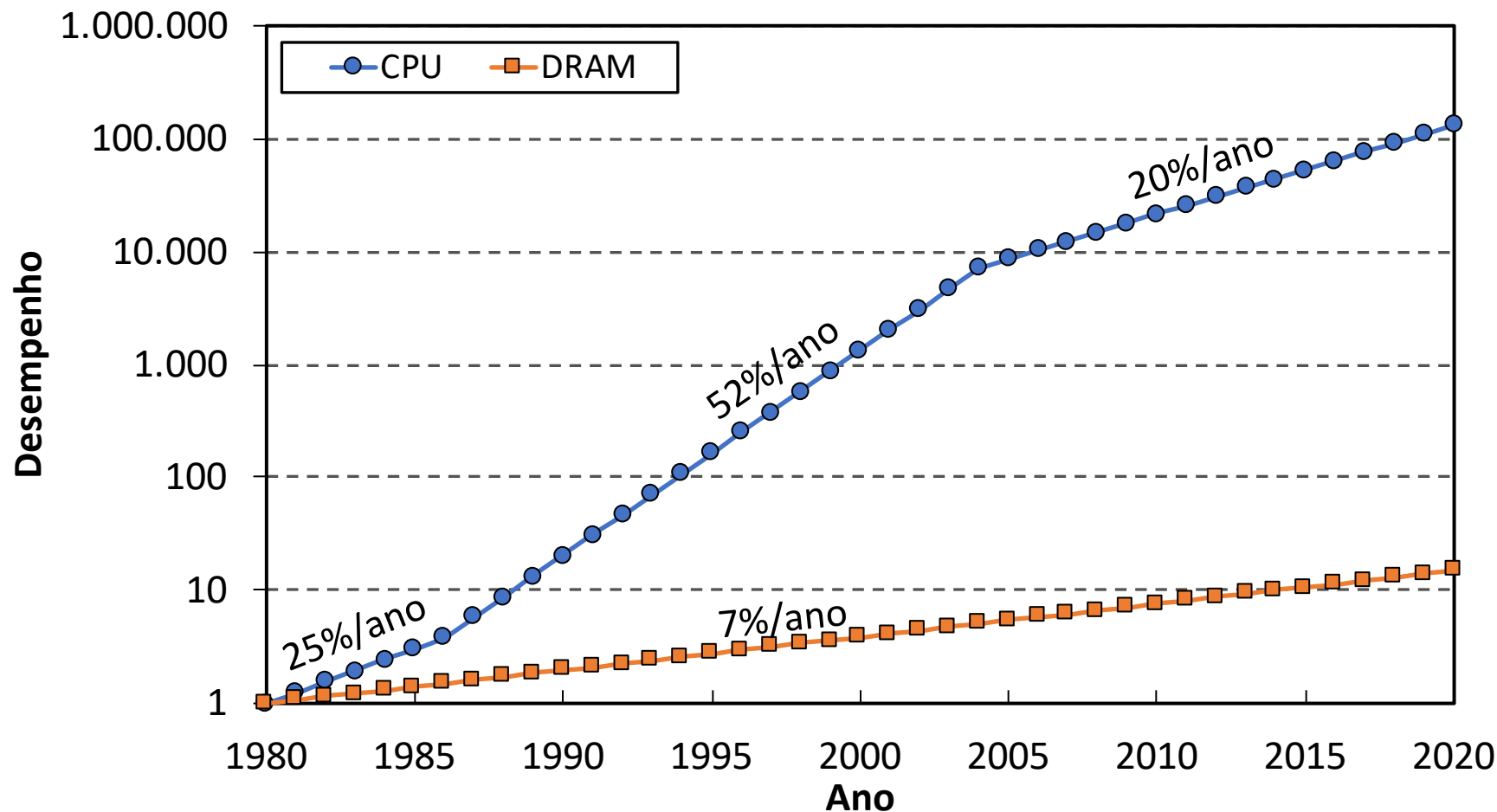
- Gerenciamento de memória
- Escalonamento
- E/S

Memória

- Segundo maior componente de um computador
- **Idealmente precisa ser:**
 1. **Mais rápida** do que executar uma instrução (evitar subutilização do processador)
 2. **Grande** (para guardar muitos dados)
 3. **Baixo custo**
- **Problema:** nenhuma tecnologia de memória satisfaz todos esses objetivos

Memória

Desempenho: Processador vs. DRAM



Estimativas baseadas em David A. Patterson and John L. Hennessy. 1990. *Computer architecture: a quantitative approach*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., USA.

■ Exemplo

- Processador de 2 GHz executa uma instrução por ciclo
- Cada acesso à memória leva 100 ciclos
- Se 20% das instruções acessam a memória, qual o tempo médio das instruções por ciclo?

■ Exemplo

- Processador de 2 GHz executa uma instrução por ciclo
 - $2 \text{ GHz} = 2 \times 10^9$ ciclos por segundo = 0,5 ns/ciclo
 - Tempo de cada instrução: 0,5 ns
- Cada acesso à memória leva 100 ciclos
 - Acesso à memória: $100 * 0,5 \text{ ns} = 50 \text{ ns}$
- Se 20% das instruções acessam a memória, qual o tempo médio de **instruções por ciclo**?
 - Cálculo: $0,8 * 0,5 + 0,2 * 50$
 - **Resultado:** 10,4 ns/ciclo (96 MHz)

■ Como melhorar o desempenho?

- E se nós tivéssemos uma **memória intermediária** que reduzisse o tempo de acesso?
- **Exemplo:** se 95% dos acessos levassem 5 ciclos na memória intermediária

$$= 0,8 * 0,5 + 0,2 * (0,95 * 2,5 + 0,05 * 50)$$

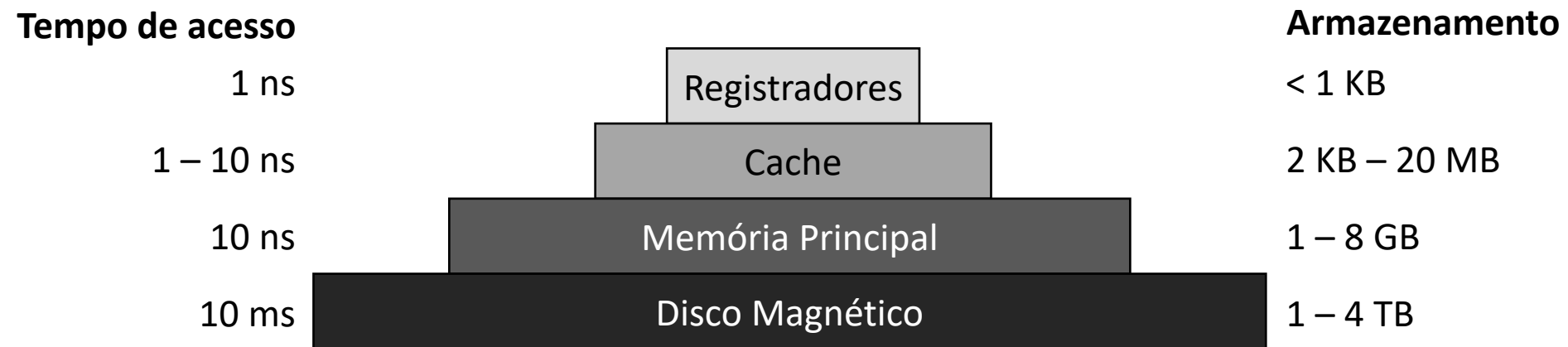
$$= 0,4 + 0,2 * (2,375 + 2,5)$$

$$= 0,4 + 0,975 = 1,375 \text{ ns/ciclo}$$

Resultado: 727 MHz ou **7,5x** melhor do que antes

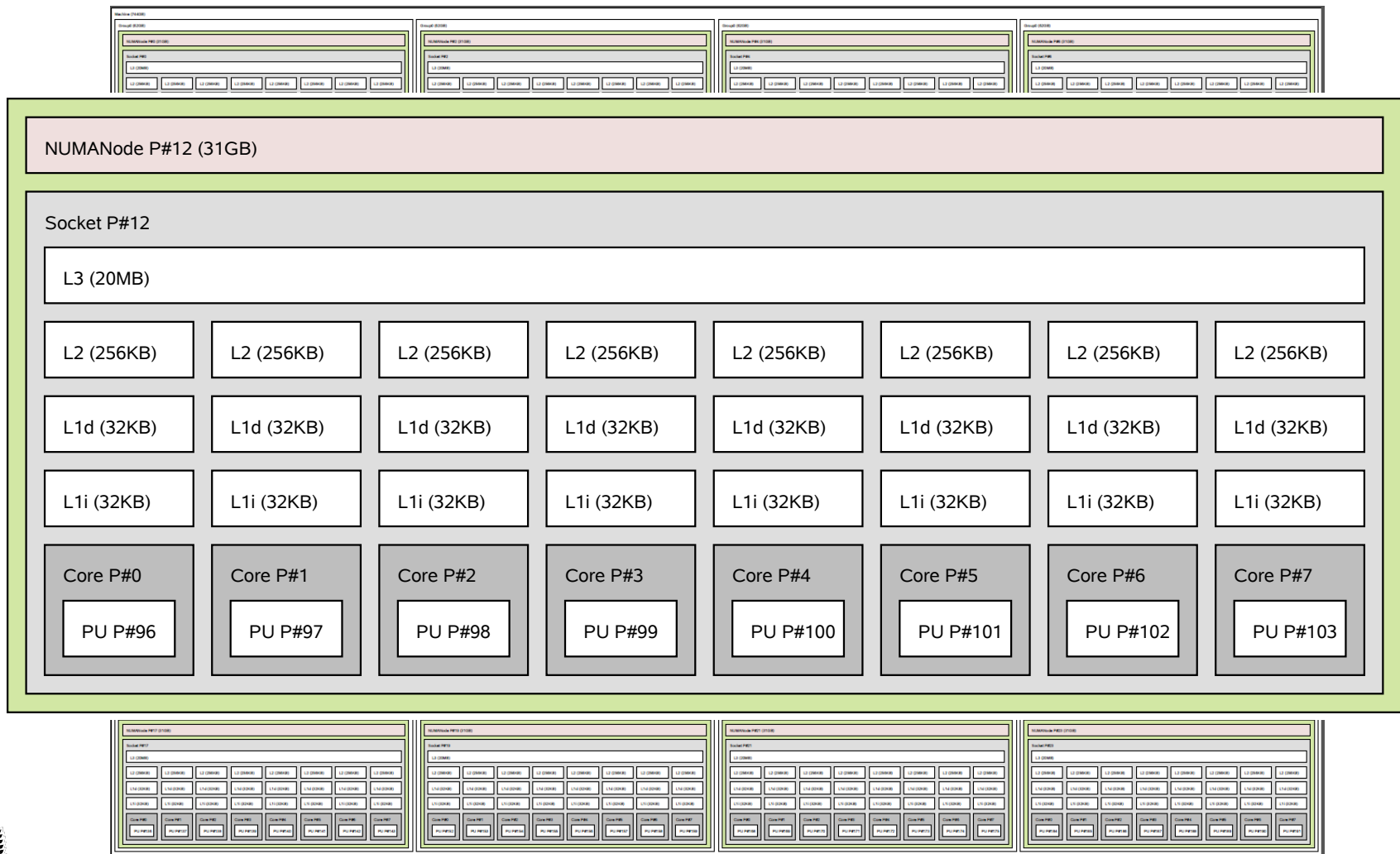
Memória

- Organizada em uma hierarquia de memórias
- Desempenho (e custo) vs. capacidade



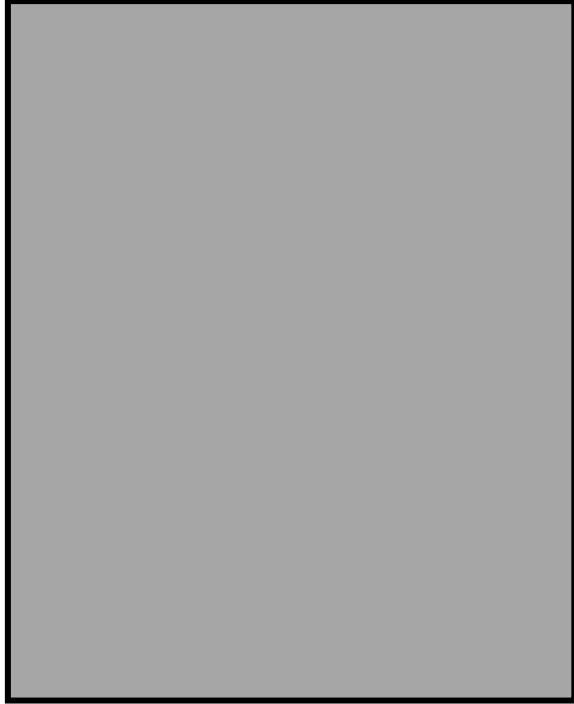
Memória

Exemplo: máquina c/ 24 processadores (Intel)

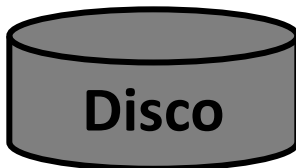


Memória

RAM

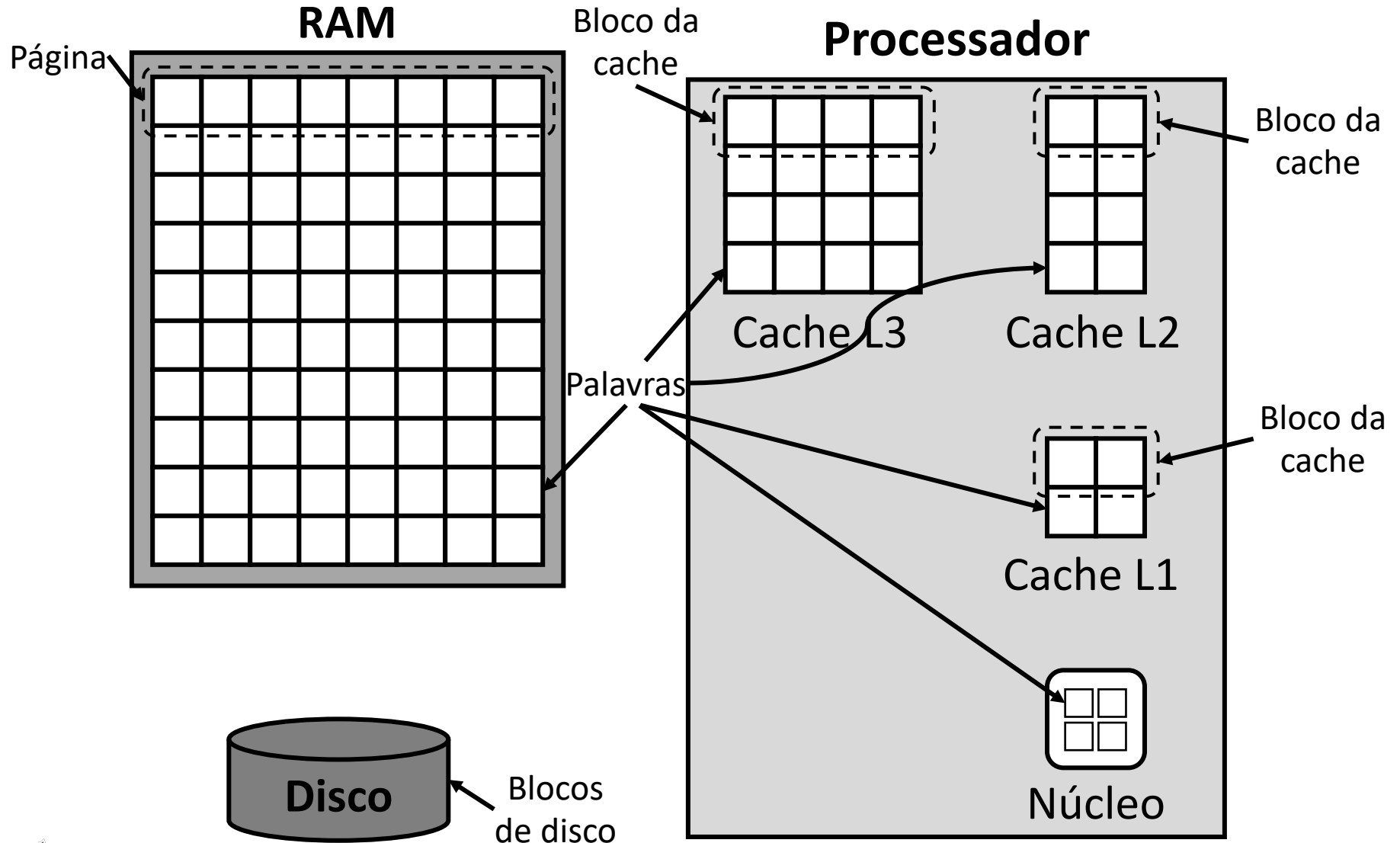


Processador

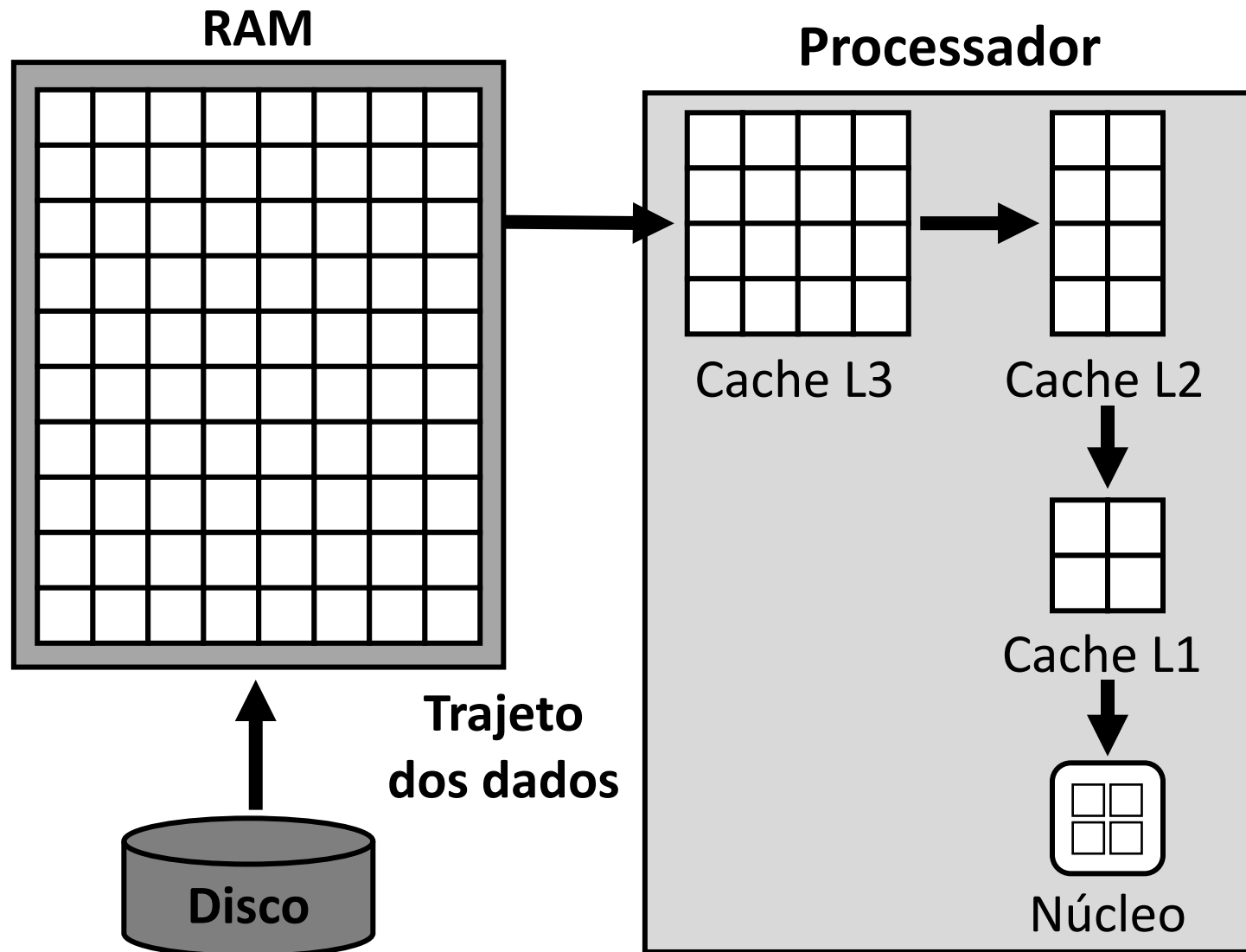


Disco

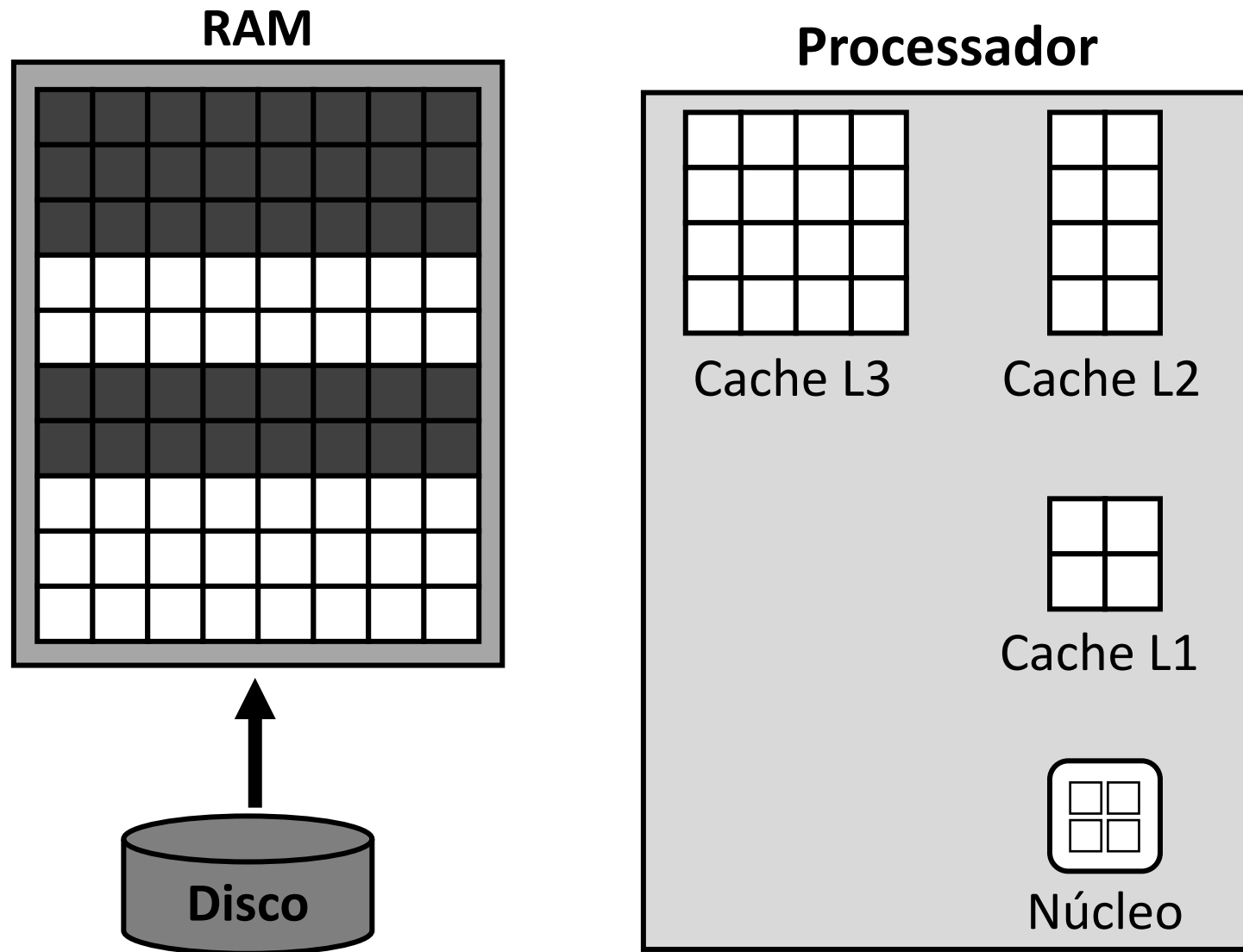
Memória



Memória

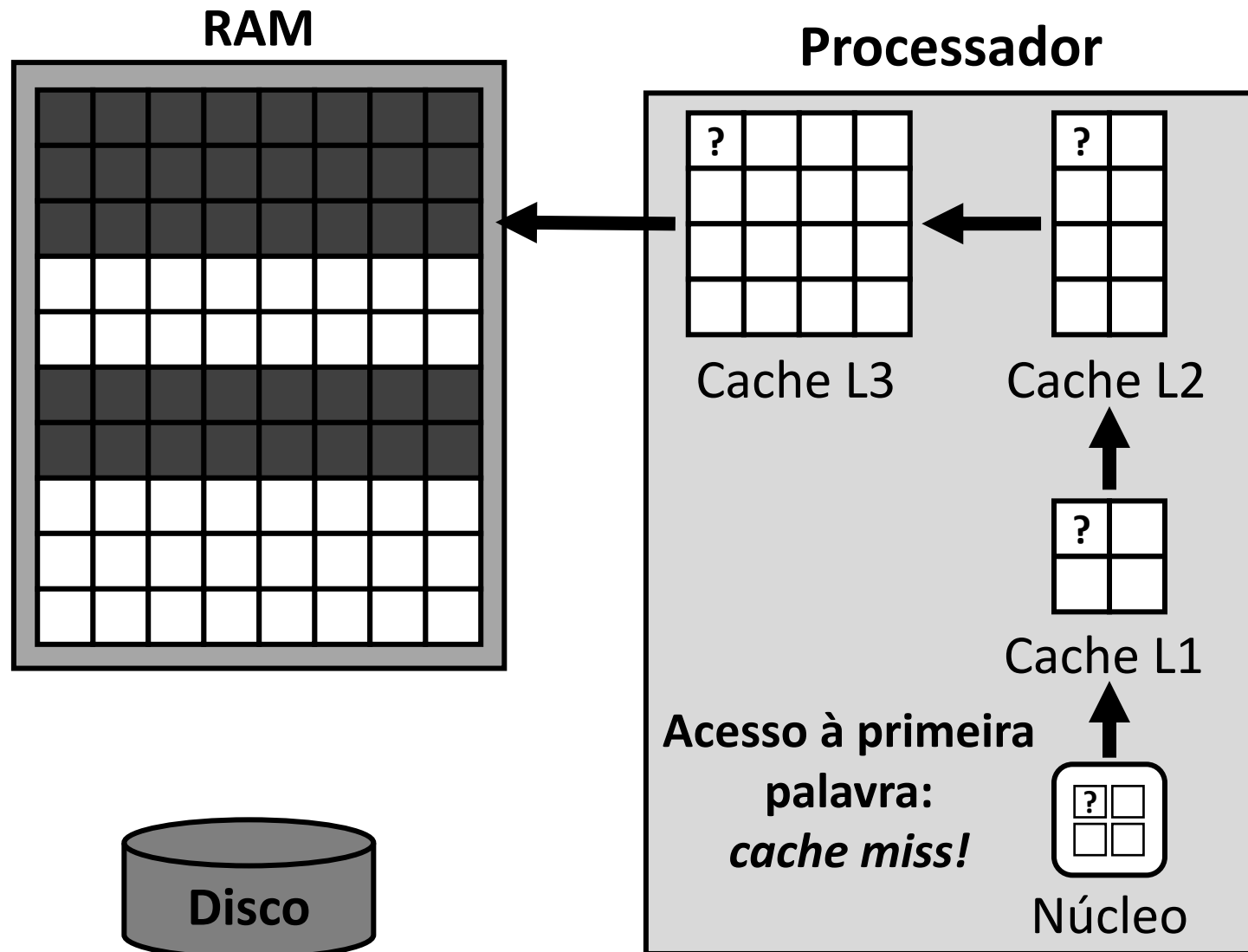


Memória



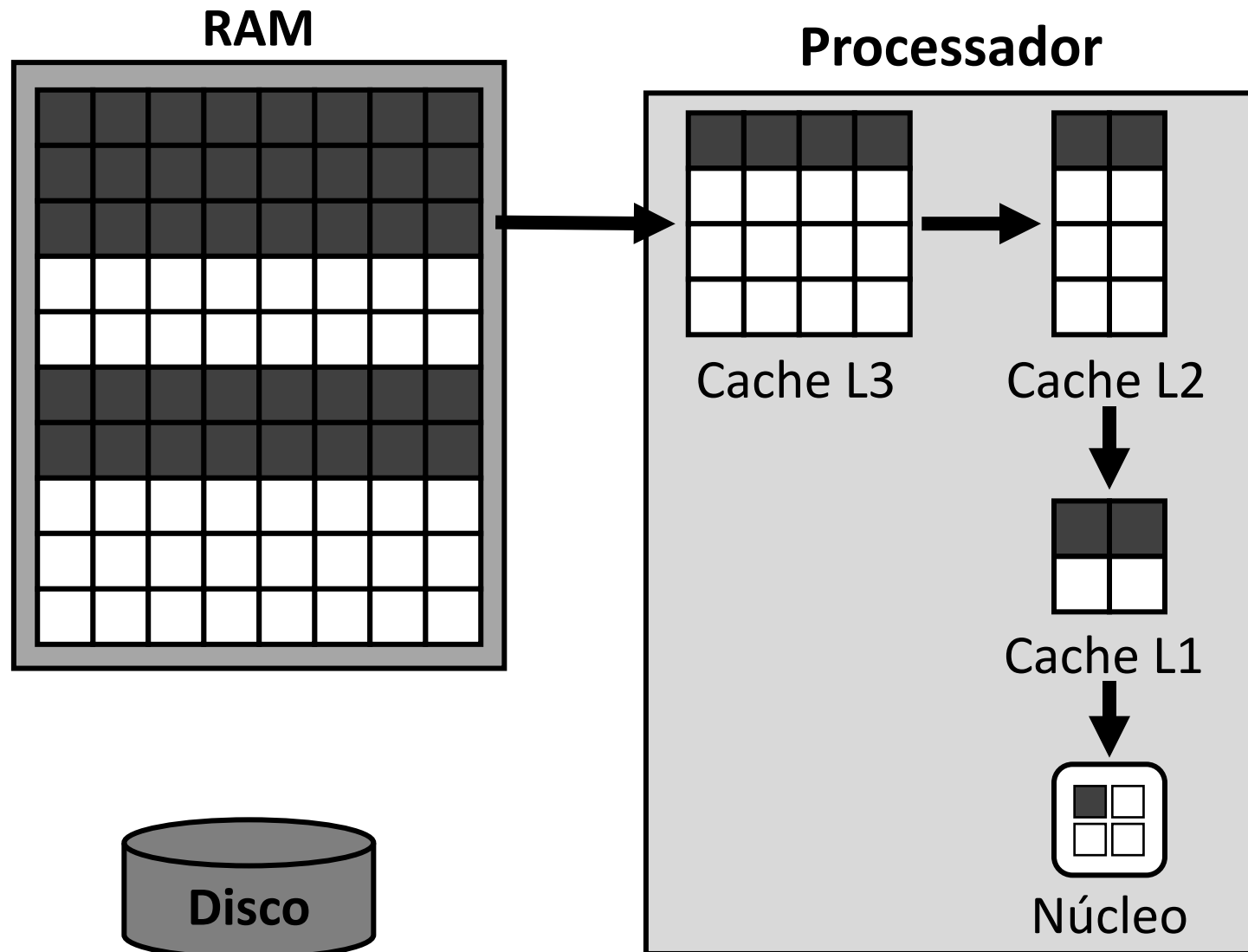
Carregamento de um programa

Memória



Início da execução do programa

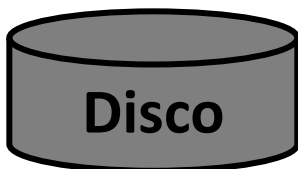
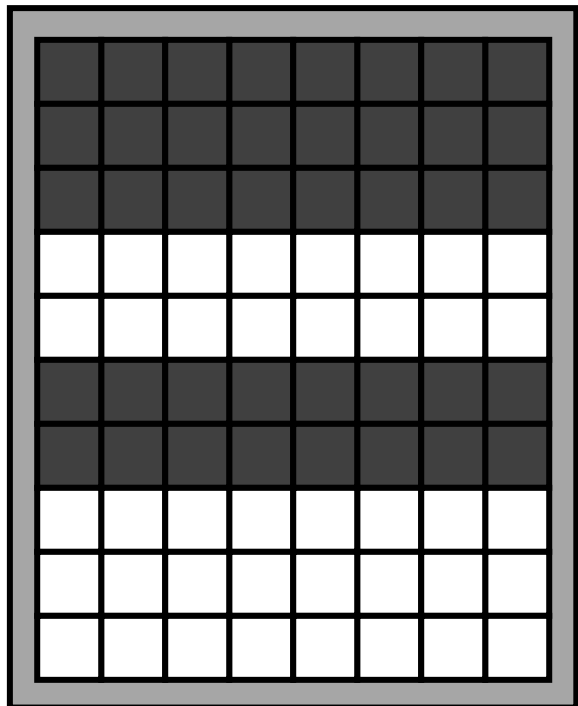
Memória



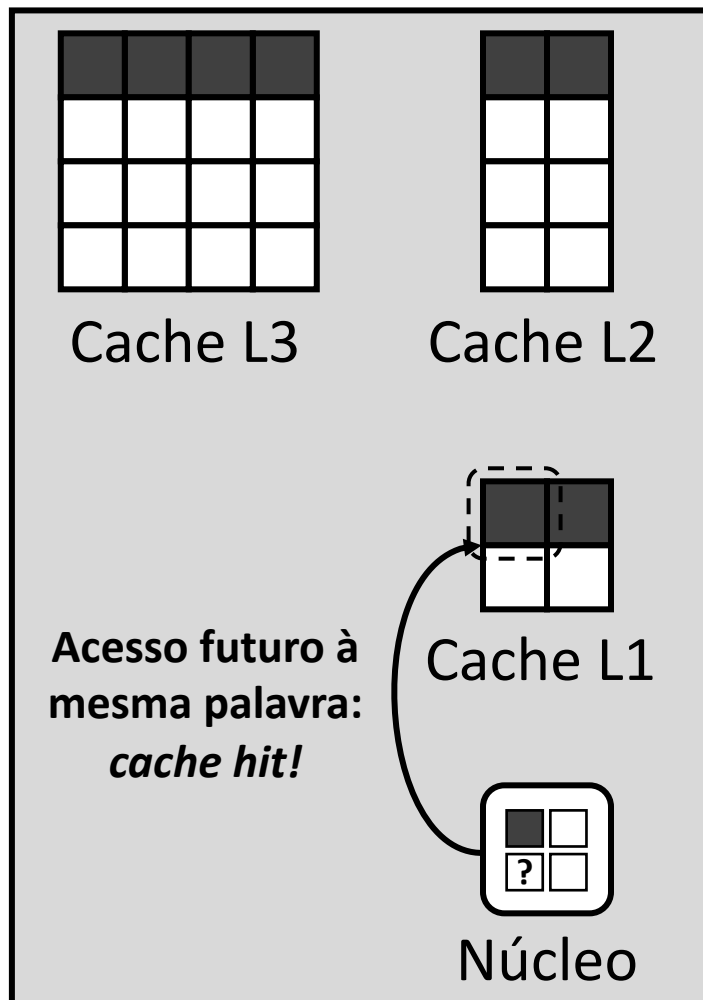
Início da execução do programa

Memória

RAM



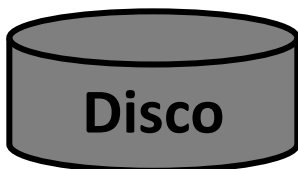
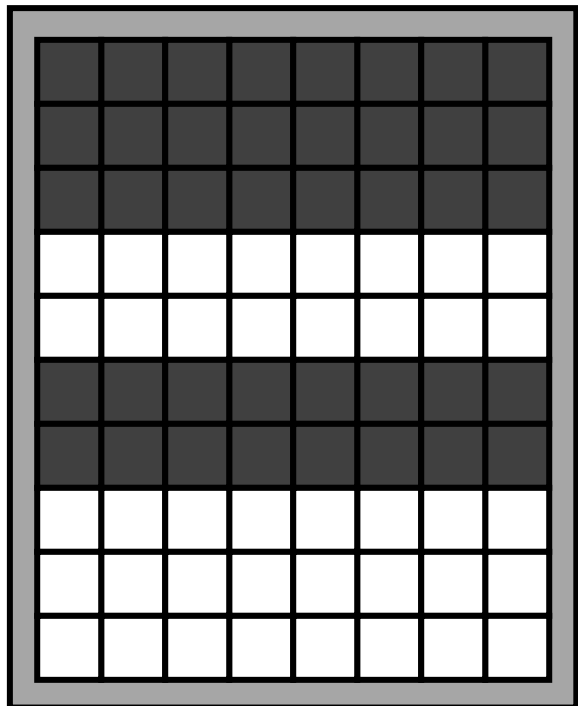
Processador



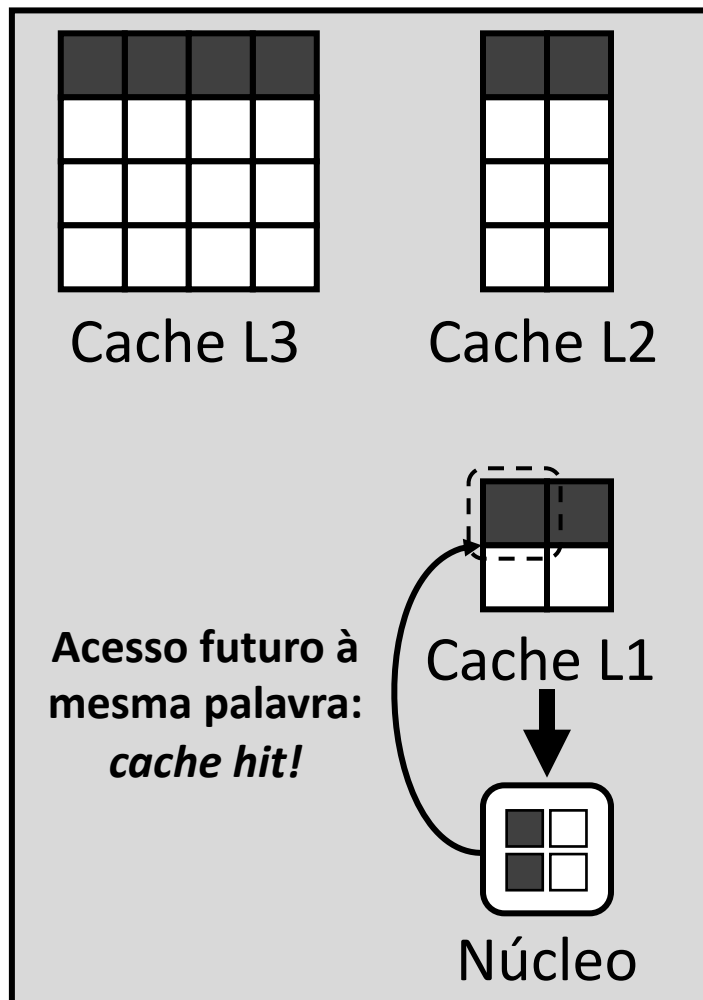
Localidade temporal

Memória

RAM

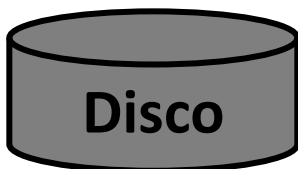
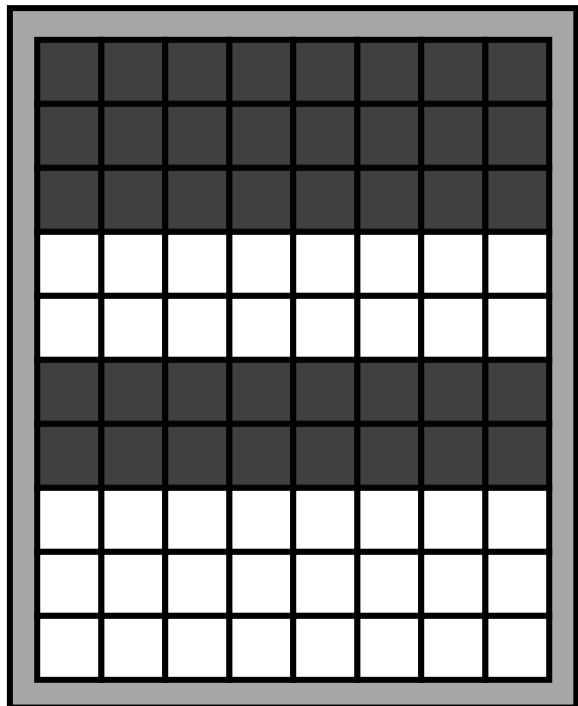


Processador

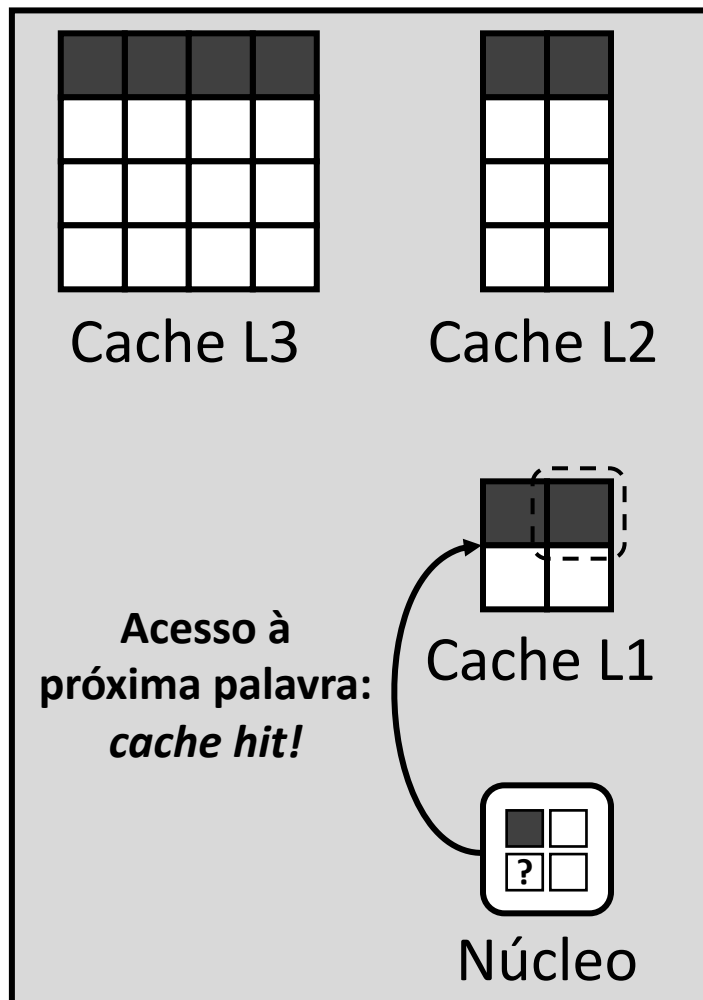


Memória

RAM



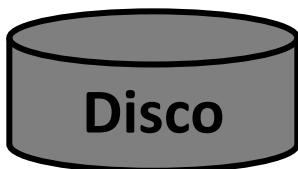
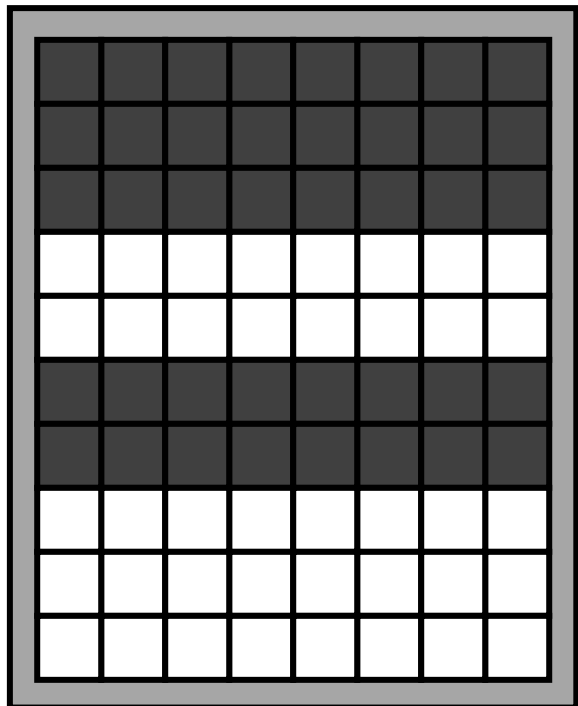
Processador



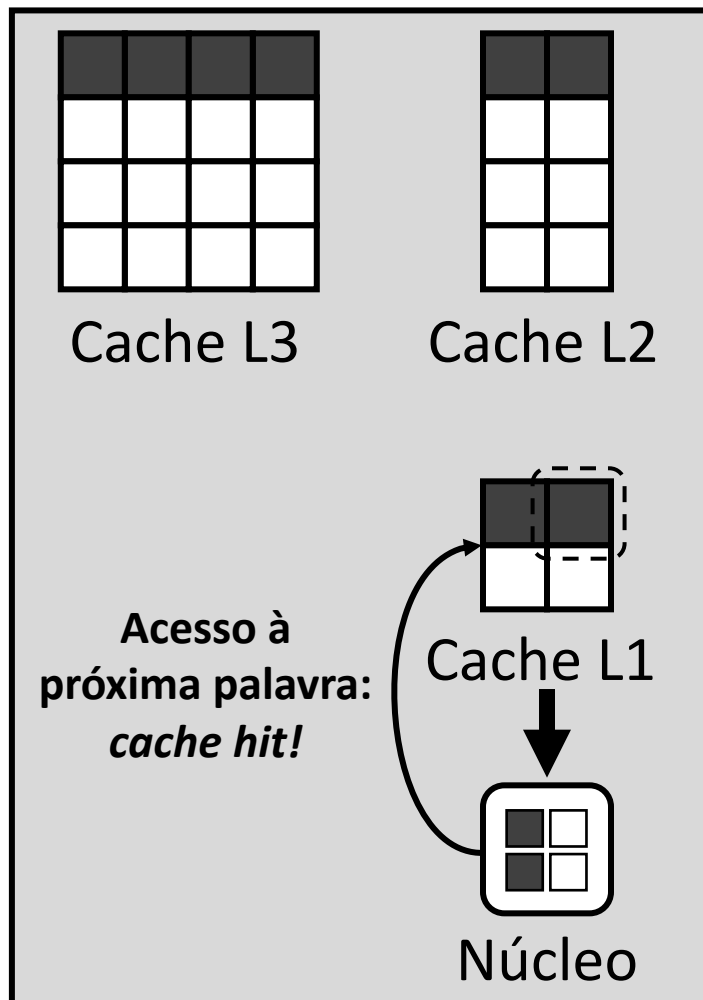
Localidade espacial

Memória

RAM



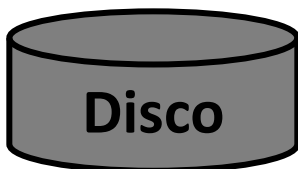
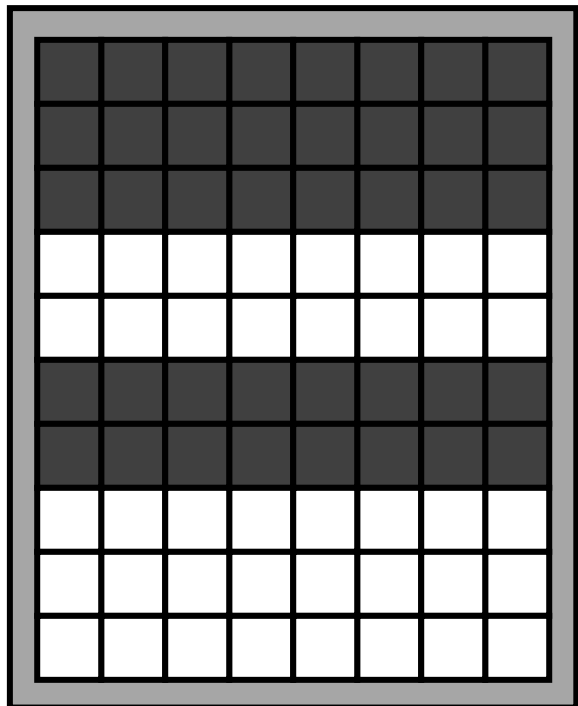
Processador



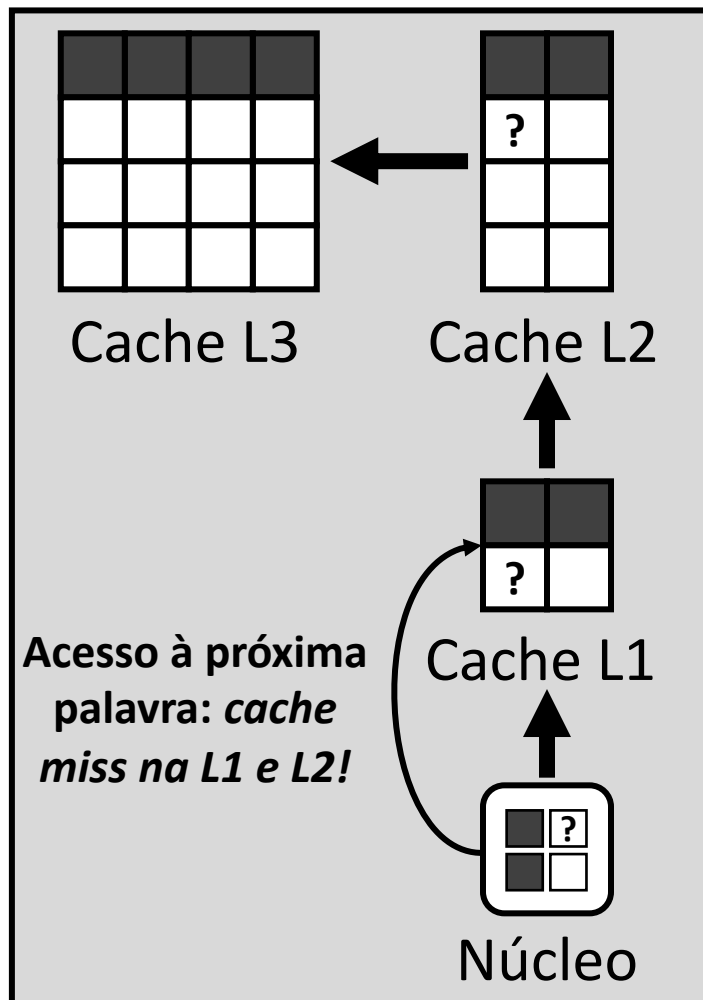
Localidade espacial

Memória

RAM

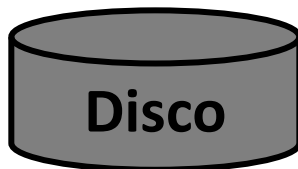
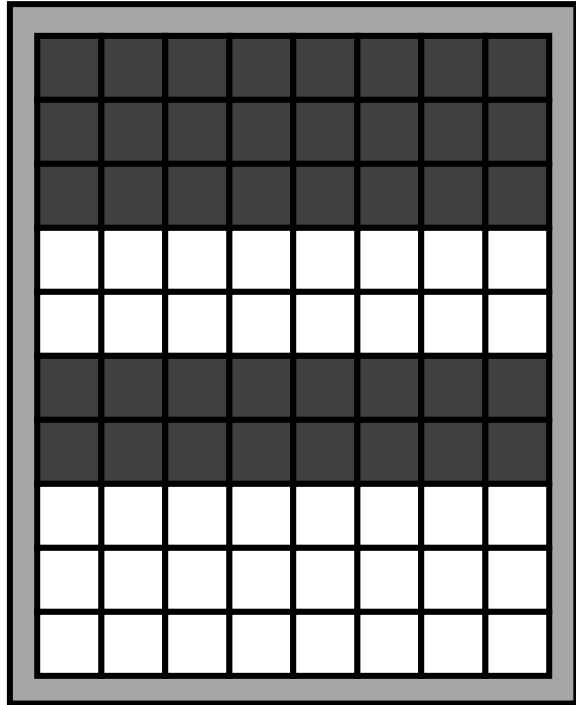


Processador

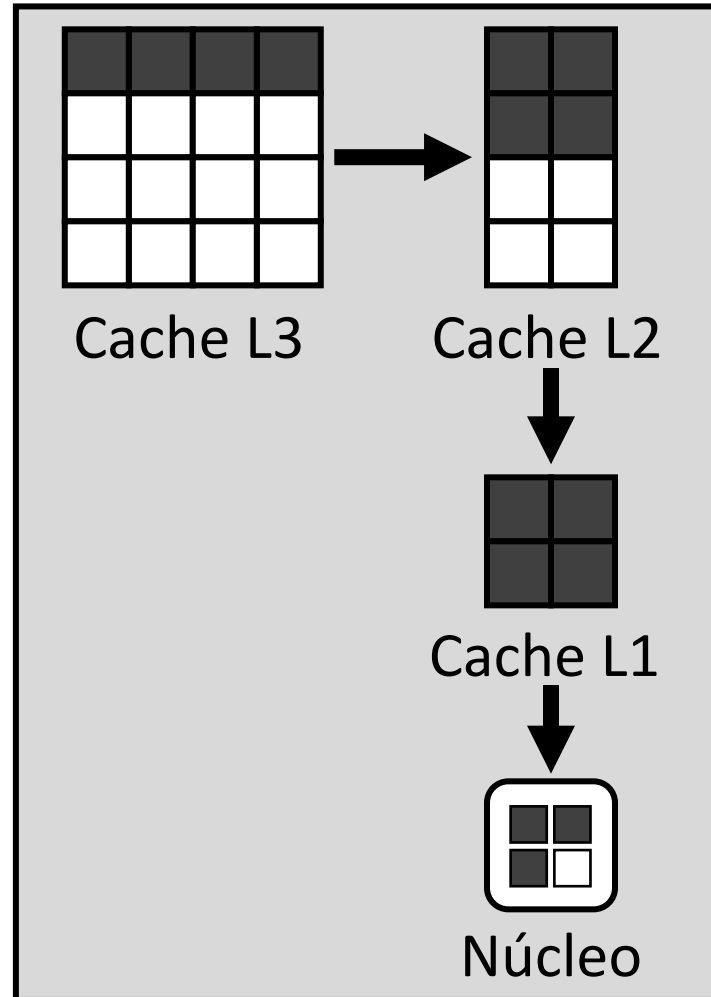


Memória

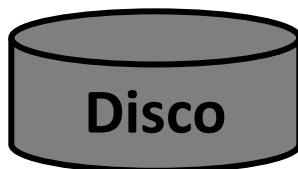
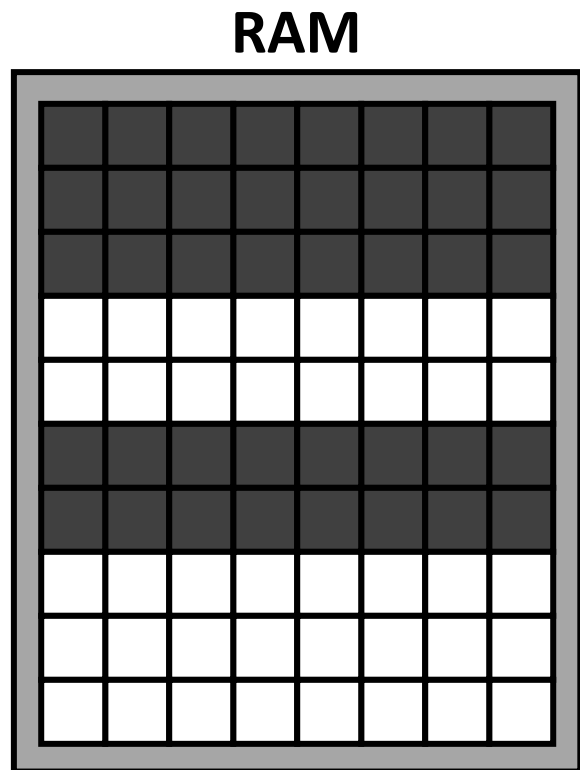
RAM



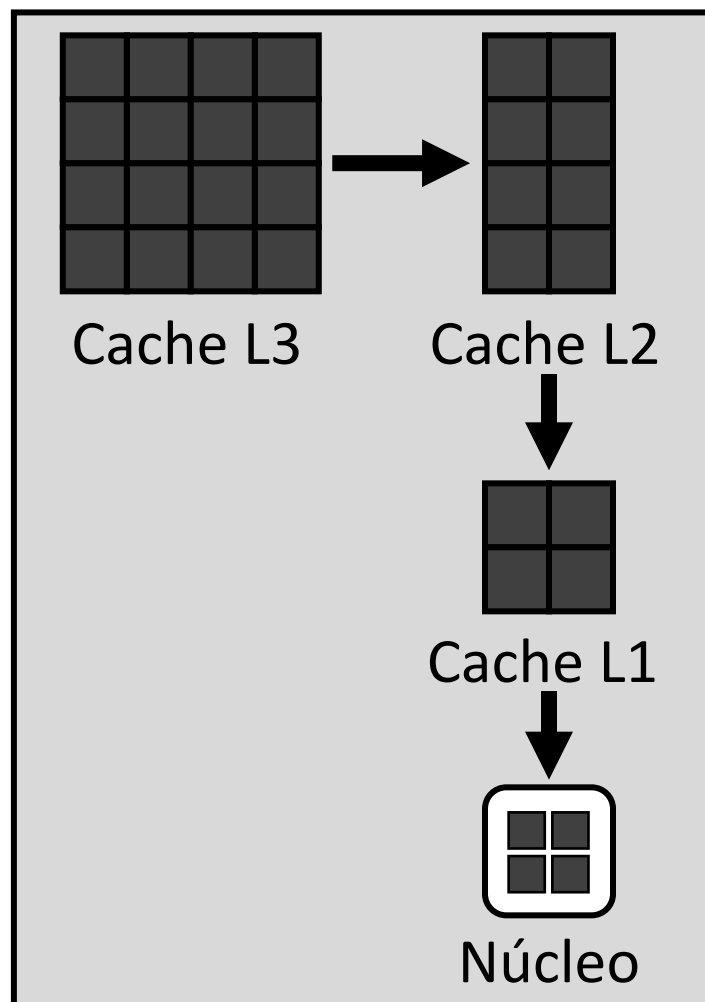
Processador



Memória



Processador



Evolução da execução

Dispositivos de E/S

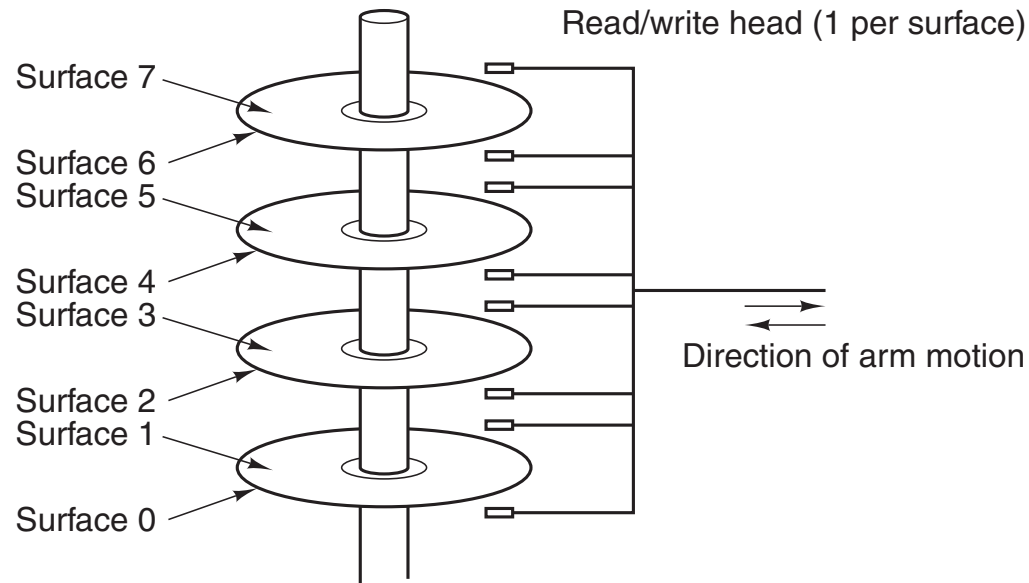
- Geralmente possuem duas partes
 - Controlador e dispositivo
- **Controlador:** é um *chip* ou um conjunto de *chips* que controlam fisicamente o dispositivo
 - S.O. envia comandos para o controlador que, por sua vez, se comunica com o dispositivo
 - O *software* que se comunica com o controlador do dispositivo é chamado de ***driver de dispositivo***

Dispositivos de E/S

■ Discos

- Armazenamento permanente
- Mais barato do que RAM, mas muito mais lento
- Discos magnéticos (ainda muito comuns) ou SSDs

■ Exemplo: disco magnético

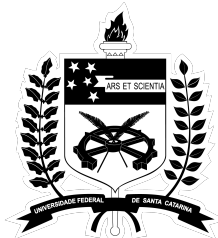


! Obrigado pela atenção!



Dúvidas? Entre em contato:

- marcio.castro@ufsc.br
- www.marciocastro.com



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA



Distributed Systems Research Lab
www.lapesd.inf.ufsc.br