



UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO CEARÁ

# **Arquitetura de computadores**

# **Multiprocessadores**

---

ARQUITETURA DE COMPUTADORES

PROF. Alex Lima

# Multiprocessadores

---

- **Organização de multiprocessadores**
  - Desempenho
  - Multiprocessadores de memória compartilhada
  - Multithreading
  - Clusters
  - Modelos de Arquiteturas

# Multiprocessadores

---

## Multiprocessadores

- Desempenho
- A velocidade de execução depende:
  - **Máquina** – Paralelismo em nível de máquina
  - **Programa** – Paralelismo em nível de instrução

# Multiprocessadores

---

## Multiprocessadores

- Desempenho
  - O principal critério de desempenho de um processador é o tempo.
  - Para avaliar o desempenho de processadores de processamento paralelo podemos utilizar a Lei de Amdahl.

# Multiprocessadores

---

- Desempenho

$$\textit{speed-up} = \frac{\text{Tempo de executar em um processador}}{\text{Tempo de executar em N processadores}}$$

# Multiprocessadores

---

## Multiprocessadores

- Fatores de impacto no desempenho
  - Instruções não escaláveis
  - Processamento monothread
  - Questões de projeto

# Multiprocessadores

---

## Multiprocessadores

- Desempenho
- Desenvolvimento e limites tecnológicos
- Velocidade e multiprocessadores multicore.
- Processamento em rede (clusters)

# Multiprocessadores

---

## Multiprocessadores

- Multiprocessadores
- Múltiplos processadores em chip (multicore)
- Simulação (Nível de software)



# Multiprocessadores

---

## Multiprocessadores

“ Um sistema de computador com dois ou mais processadores.”

- Velocidade de clock
- Múltiplos “processadores” em chip

# Multiprocessadores

---

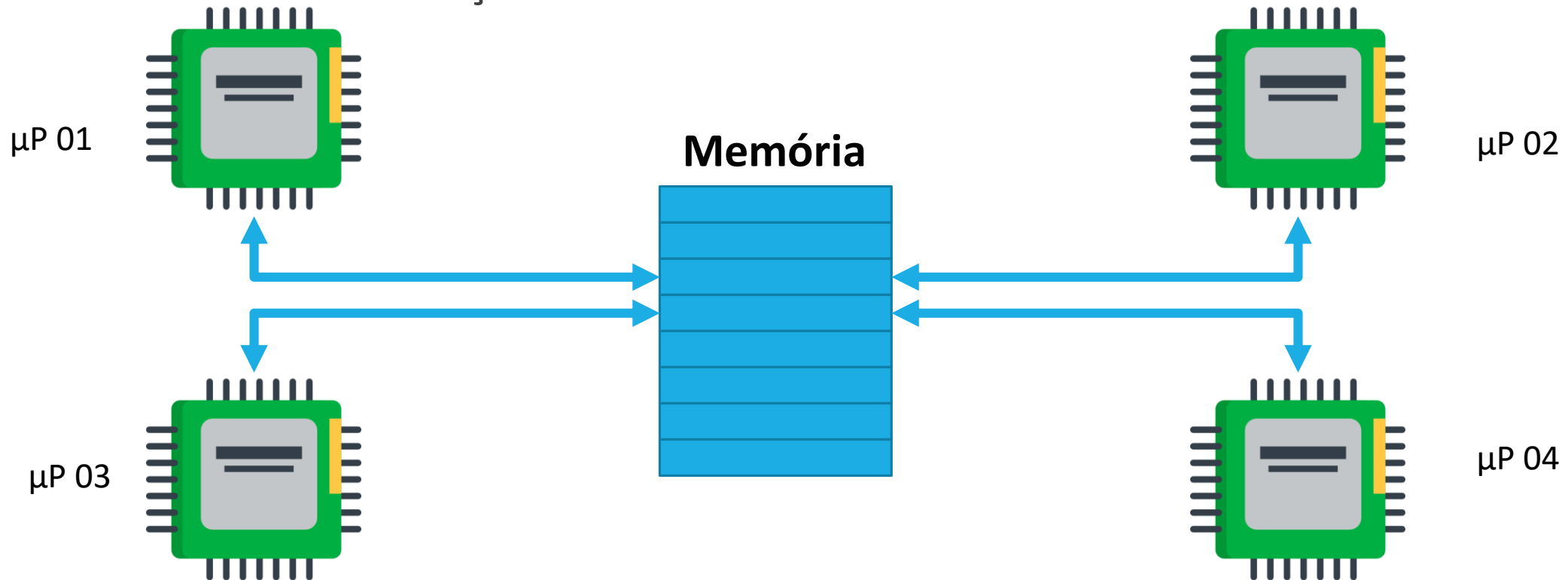
## Multiprocessadores

- Multiprocessadores multicore
  - Múltiplos núcleos no mesmo chip
- O conceito de “core” (núcleo) é utilizado para diferenciar o chip de processador do conjunto de circuitos que de fato compõem o processador.

# Multiprocessadores

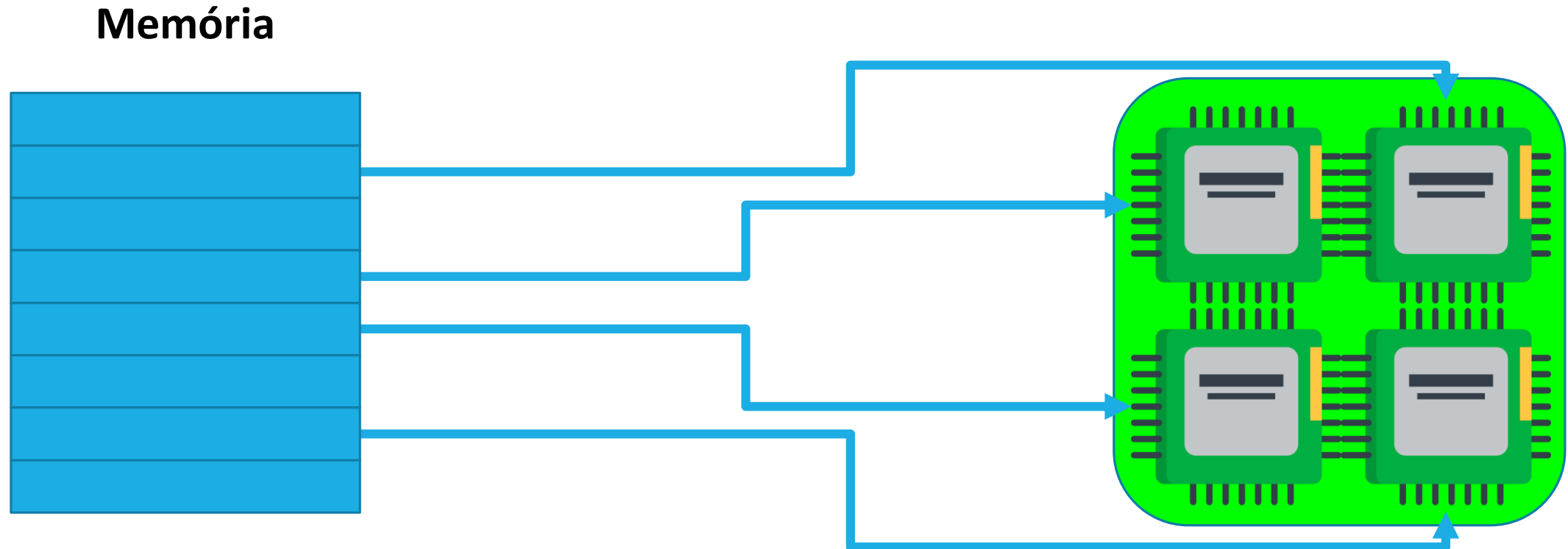
## Multiprocessadores de memória compartilhada

- Sistema de computador com múltiplos cores que acessam a mesma memória de dados e instruções.



# Multiprocessadores

## Multiprocessadores de memória compartilhada



# Multiprocessadores

---

## Multiprocessadores

- **Sincronização de processadores**
  - Para que possam acessar os mesmos dados paralelamente, multiprocessadores são acompanhados um dispositivo adicional, chamado **lock**.
  - **Lock** sincroniza as ações de cada processador, evitando que mais de um processador acesso o mesmo dado ao mesmo tempo.

# Multiprocessadores

---

## Multithreading

- Execução de múltiplos processos em um mesmo processador, de modo intervalado ou paralelo.
- Cada processo pode se dividir em subprocessos, chamados threads.

# Multiprocessadores

---

## Multithreading em hardware

- O **multithreading de processos** (software) é a execução intervalar de múltiplos processos em uma mesma máquina.
- O **multithreading de hardware** é execução paralela e/ou intercalada de vários processos na mesma máquina

# Multiprocessadores

---

## Multithreading em hardware

- O multithreading de hardware compartilha/duplica/estende componentes do processador para executar mais de um processo paralelamente.
  - Registradores
  - Barramento
  - Unidades de Execução (Componentes da ULA)



# Multiprocessadores

---

## Multithreading em hardware

- **Paralelismo intercalado**
  - Multithreading de granularidade fina
  - Multithreading de granularidade grossa
- **Paralelismo real**
  - Multithreading simultâneo (SMT)
  - Chips multiprocessadores (Multicore)

# Multiprocessadores

---

## Multithreading em hardware

- **Multithreading de granularidade fina**
  - Intercala na execução de processos a cada instrução
- **Multithreading de granularidade grossa**
  - Intercala na execução de processos a cada “evento”.

# Multiprocessadores

---

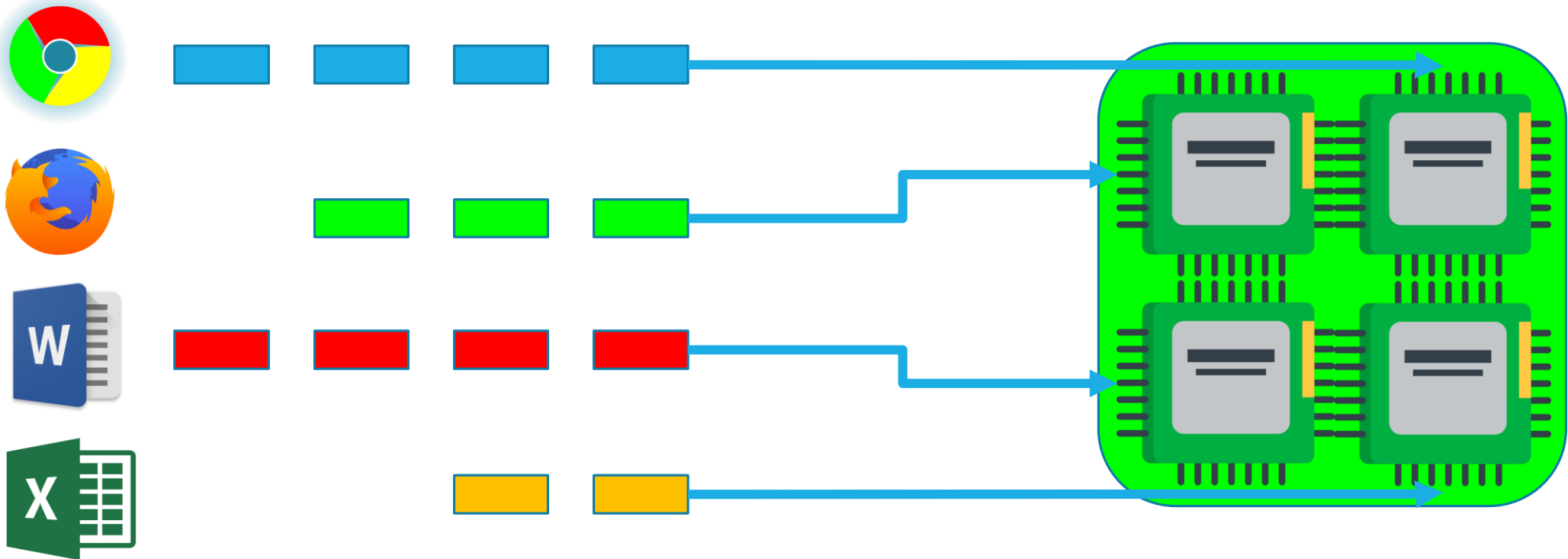
## Multithreading em hardware

- **Multithreading Simultaneo (SMT)**
  - Múltiplas instruções de diferentes processos são executadas em paralelo por diferentes unidades de execução.

# Multiprocessadores

## Multithreading em hardware

- Simultaneous Multithreading



# Multiprocessadores

---

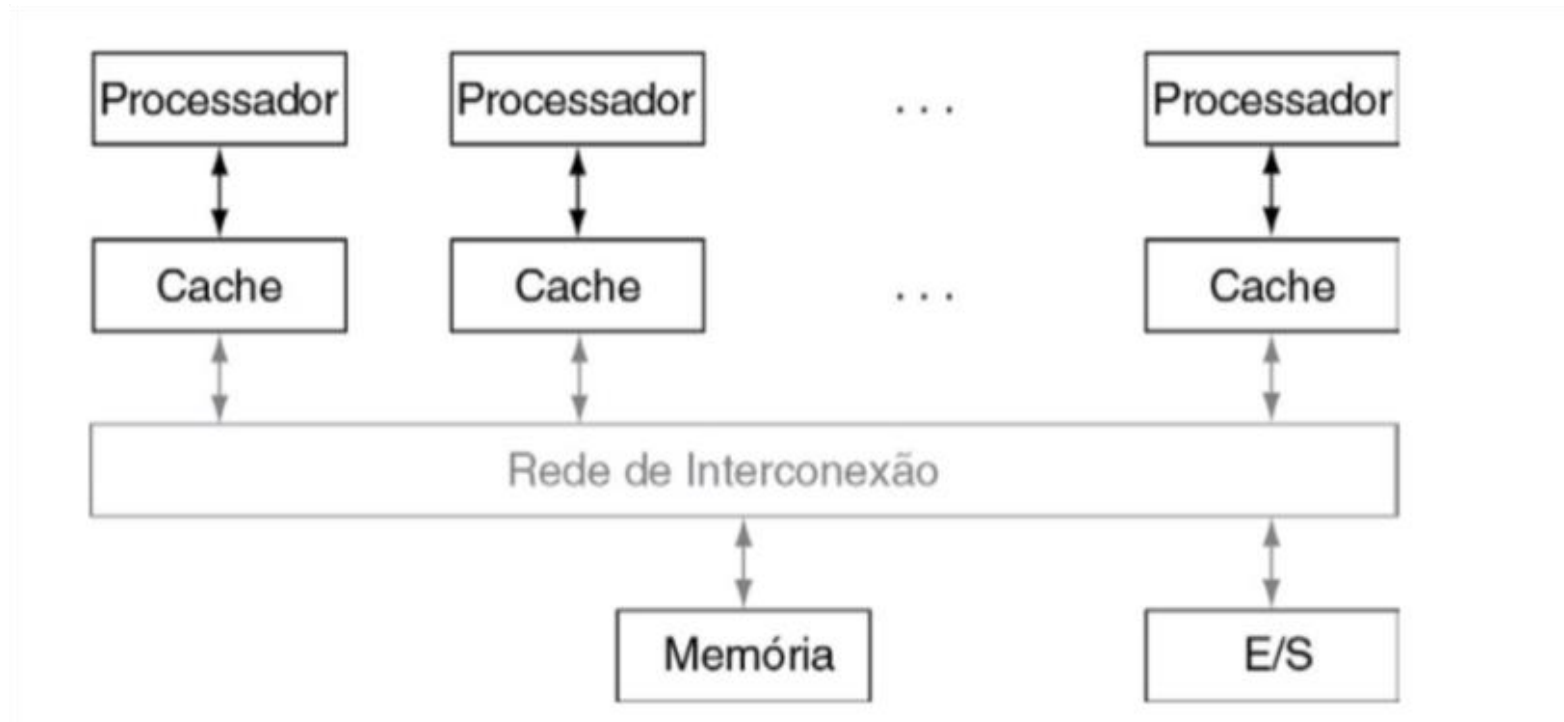
## Multiprocessadores

- **Clusters**
  - Conjuntos de computadores conectados por componentes de rede.
  - **Clusters físicos**
  - **Clusters virtuais**

# Multiprocessadores

## Multiprocessadores de memória compartilhada

- Sistema de computador com múltiplos cores que acessam a mesma memória de dados e instruções.



# Multiprocessadores

---

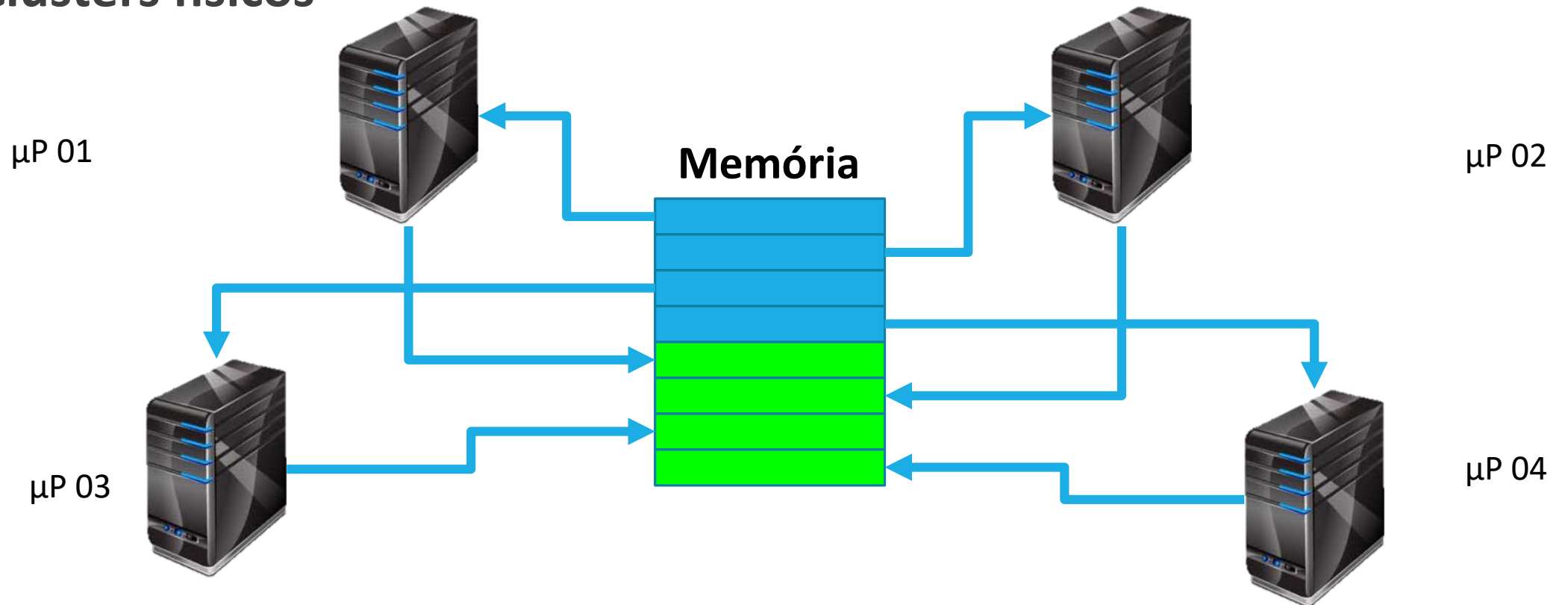
## Multiprocessadores

- **Clusters**
  - Redes de processamento
- **Cluster físico**
- **Cluster virtual**

# Multiprocessadores

## Multiprocessadores

- Clusters físicos





# Multiprocessadores

---

## Multiprocessadores

- **Clusters virtuais**
  - Máquinas virtuais executando em uma máquina física
  - Memória “ independente ”
  - N sistemas operacionais para N máquinas

# Multiprocessadores

---

## Multiprocessadores

### Computação em grade (Gríde Computing)

- Aplicações de **GRANDE** processamento.
- Computação compartilhada
- Projetos científicos

# Multiprocessadores

---

## Modelos de arquiteturas paralelas

- SISD
- SIMD
- MISD
- MIMD

# Multiprocessadores

---

## Modelos de arquiteturas paralelas

- **SISD** (Single Instruction Single Data)
  - Arquitetura padrão
  - Uma instrução executada por vez
  - Acesso à memória dedicada

# Multiprocessadores

---

## Modelos de arquiteturas paralelas

- **MIMD** (Single Program Multiple Data)
  - Arquitetura Multicore
  - Múltiplas instruções executadas em paralelo
  - Acesso múltiplo a memória

# PRÁTICA

---

1. Diferencie granularidade grossa, fina e SMT. Qual desses métodos realmente executa instruções paralelas.
2. Diferencie os modelos de arquitetura paralela.