

# **ARQUITETURA E ORGANIZAÇÃO DE COMPUTADORES**

## **PARALELISMO: SMP E PROCESSAMENTO VETORIAL**

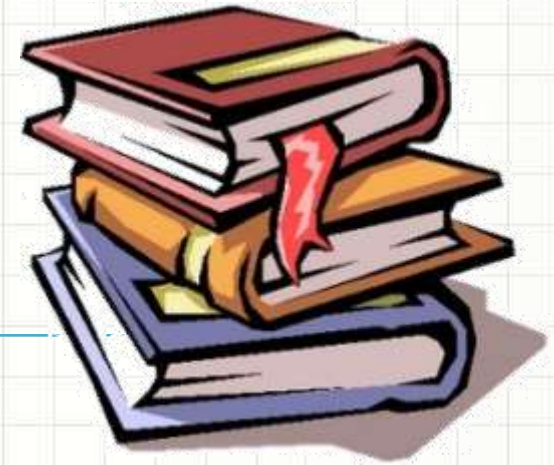
Prof. Dr. Daniel Caetano

2011 - 2

# Visão Geral

- 1 • Introdução
- 2 • Arquitetura SMP
- 3 • Organização SMP
- 4 • Processamento Vetorial

# Material de Estudo



---

## Material

## Acesso ao Material

Notas de Aula

<http://www.caetano.eng.br/aulas/aoc/>  
(Aula 13)

Apresentação

<http://www.caetano.eng.br/aulas/aoc/>  
(Aula 13)

Material Didático

-

Biblioteca Virtual

Arquitetura e Organização de Computadores, páginas  
651 a 663 e 680 a 693

---

# Lembretes

- **Lista 2 Online!**





# INTRODUÇÃO

# Introdução





# ARQUITETURA SMP

# Arquitetura SMP

- SMP: Symmetric MultiProcessing
  - Queda de custos, crescente demanda...
  - Mais comum nos PCs modernos





# Arquitetura SMP

- 5 Características Básicas
  1. 2 ou + processadores (capacidades comparáveis)
  2. CPUs compartilha memória/barramento
    - Tempo de acesso praticamente igual entre elas
  3. Dispositivos de E/S compartilhados
  4. CPUs executam mesmas funções (simetria)
  5. SO permite integração (processos/arquivos/dados)
- SO quem divide as tarefas!

# Arquitetura SMP

- 4 Potenciais Vantagens
  1. **Desempenho** (SMP x UNI)
  2. **Disponibilidade** (falência de CPUs)
  3. **Crescimento Incremental** (Adic. Processadores)
  4. **Escalabilidade** (custos/depenpenho variados)
- Atualmente: economia de energia
  - Desligar CPUs inativas
  - Reduzir a velocidade de processamento (clock)



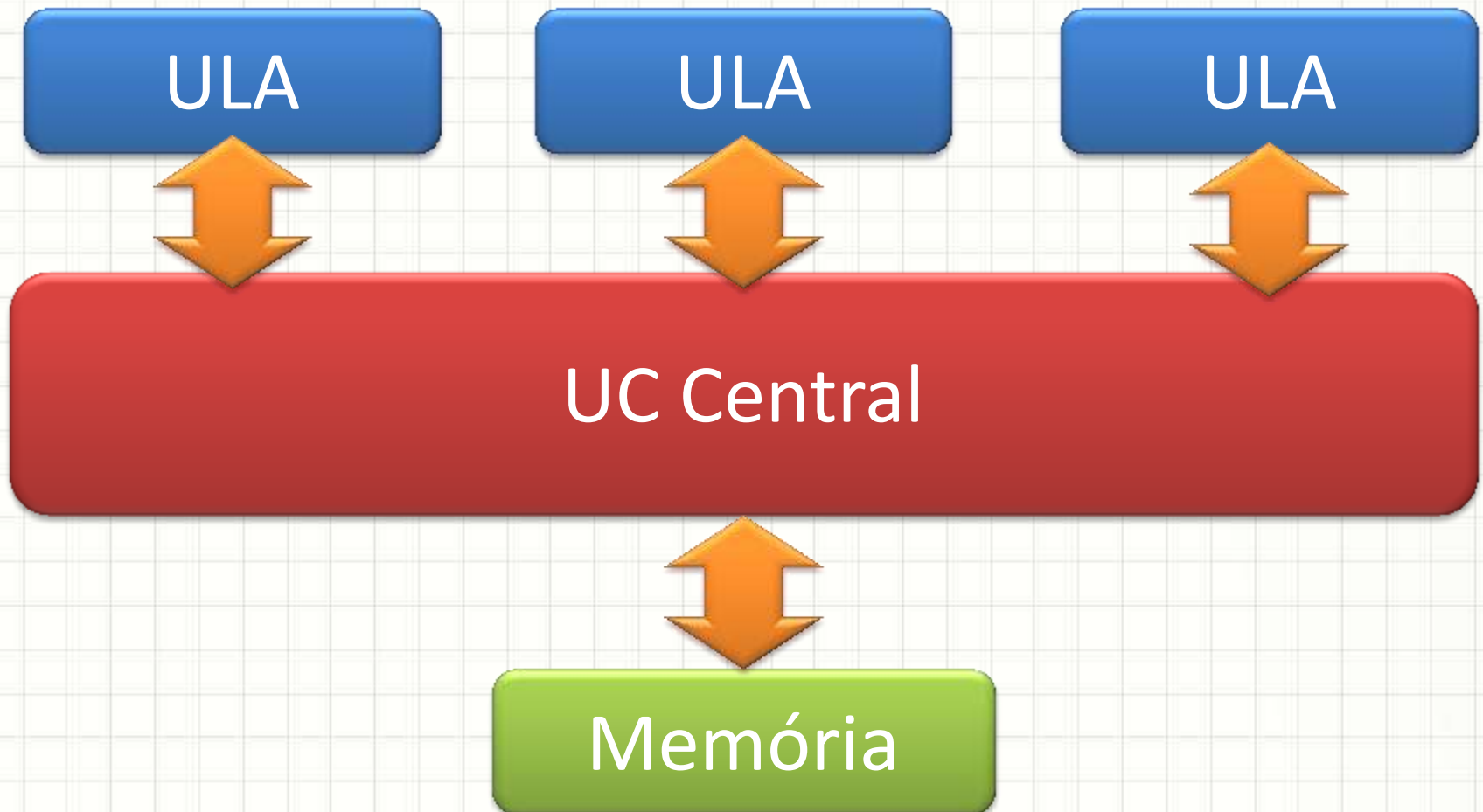
# ORGANIZAÇÃO SMP

# Organização SMP

- Principal desafio
  - Resolver conflitos: CPUs x Memória
  - Coordenação dos acesso
  
- Várias estratégias de implementação
  - Unidade de Controle Central
  - Tempo Compartilhado
  - Memórias com Múltiplas Portas

# SMP: Unidade de Controle Central

- Estratégia Original: 1 UC, várias ULAs

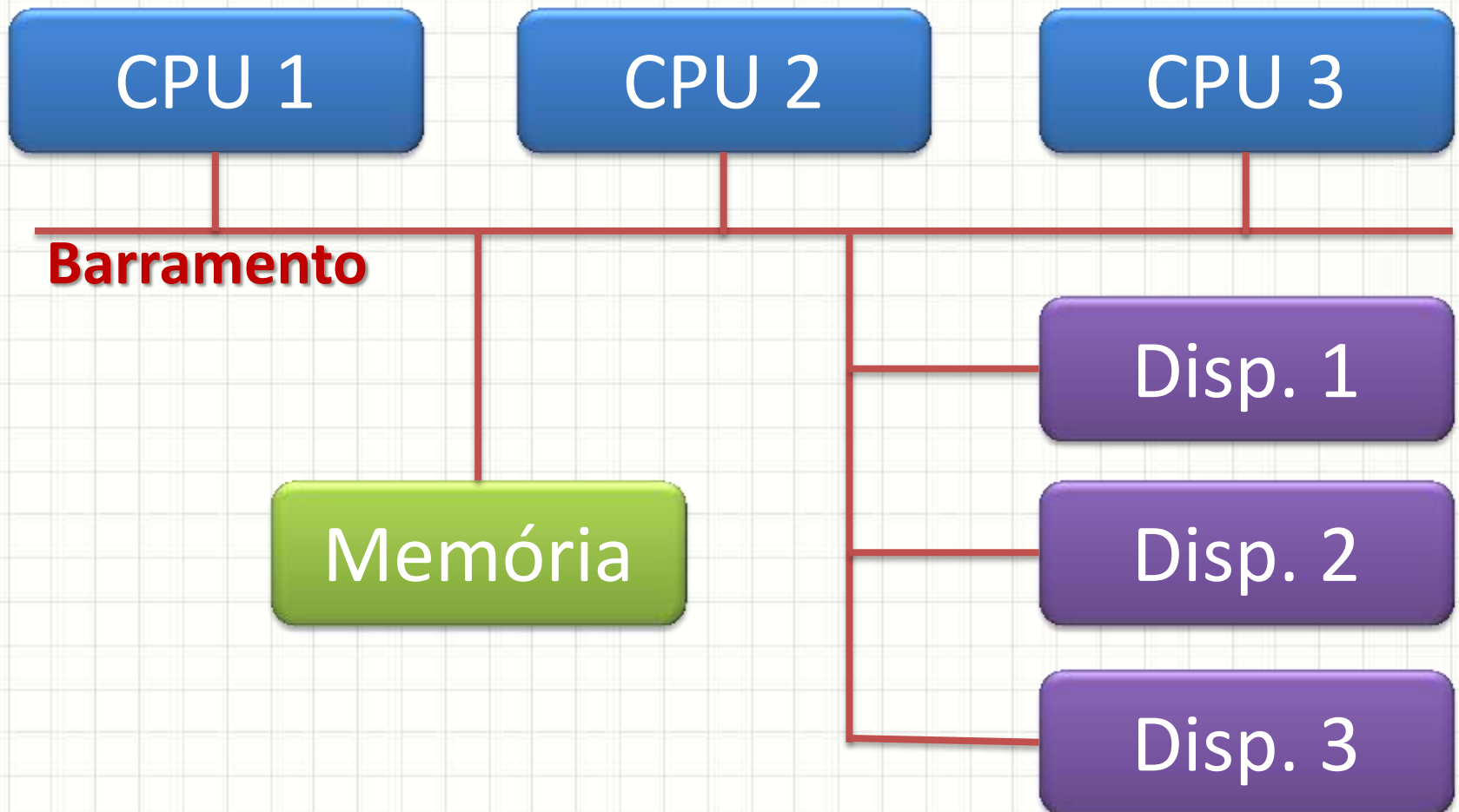


# SMP: Unidade de Controle Central

- Desenvolvido pela IBM
- Muito usado entre 1960 e 1970
- Caiu em desuso
  - Alta complexidade
  - Alto custo de desenvolvimento

# SMP: Tempo Compartilhado

- Tempo Compartilhado ou Barramento Comum



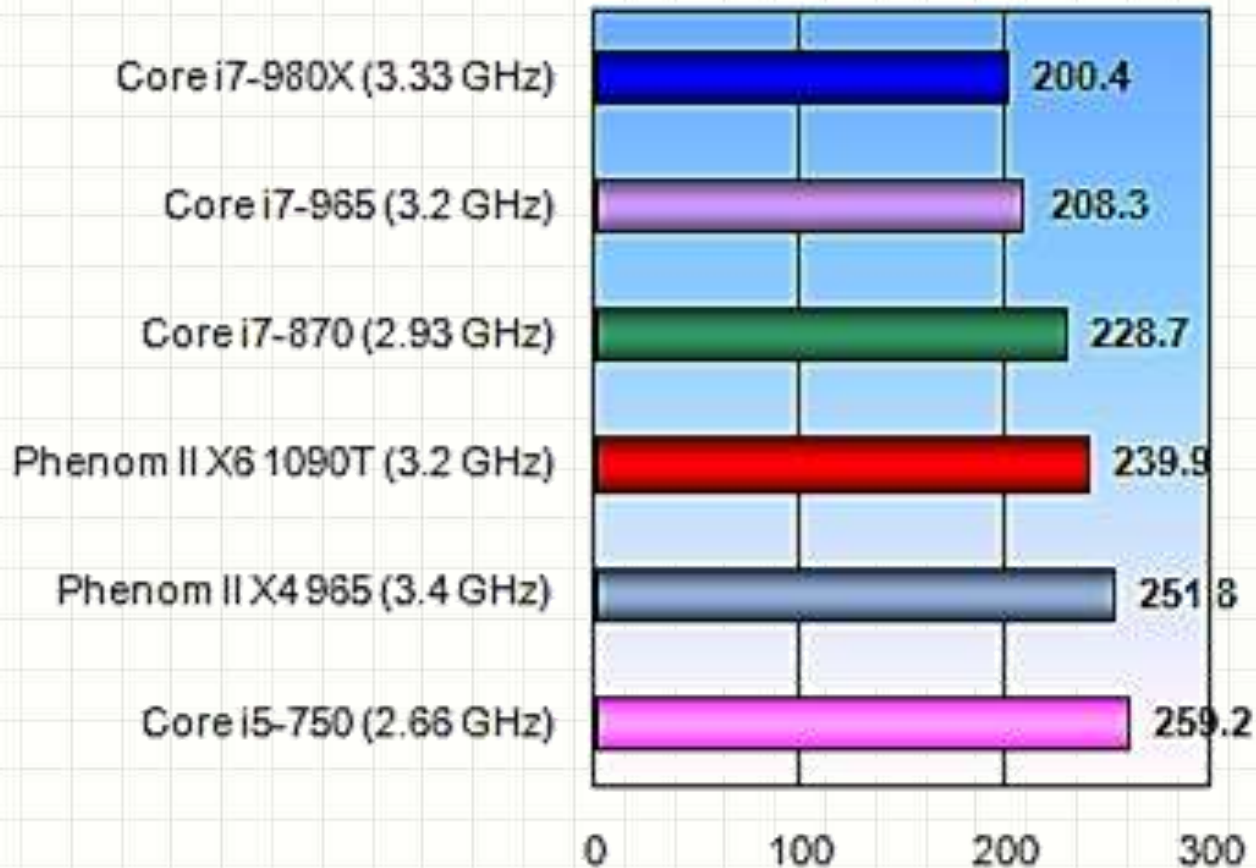
# SMP: Tempo Compartilhado

- Vantagens
  - **Simplicidade** (mais simples, apreciado com UNI)
  - **Flexibilidade** (adicionar processadores)
  - **Confiabilidade** (barramento passivo x falha CPU)
- Desvantagens
  - Complexidade do gerenciamento do barramento?
  - Gargalo no acesso à memória
    - Cache por CPU x Coerência de Cache



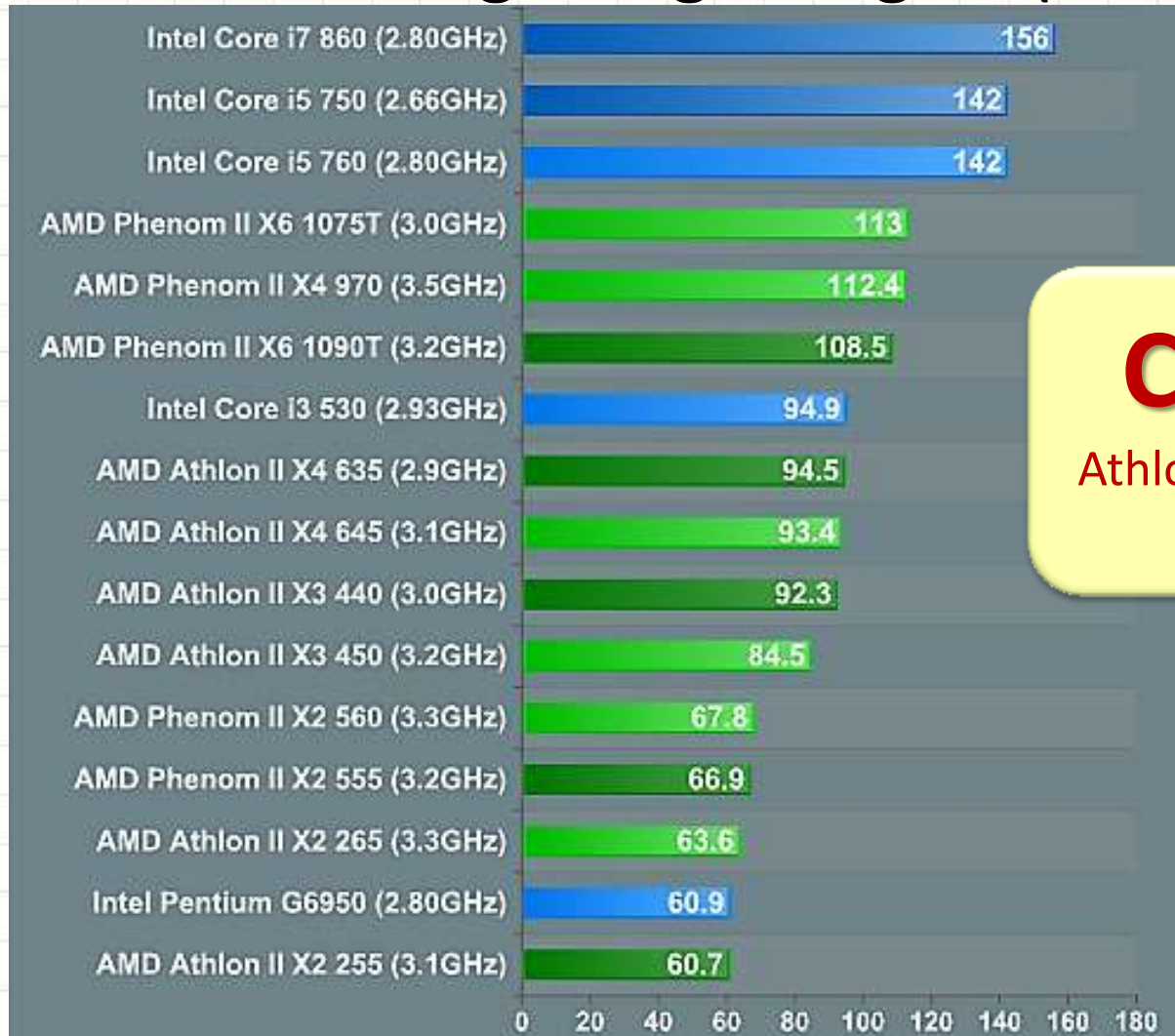
# SMP: Tempo Compartilhado

- Resultados...
  - Uso do Photoshop CS4 (segundos)



# SMP: Tempo Compartilhado

- Resultados... Dragon Age Origins (FPS)

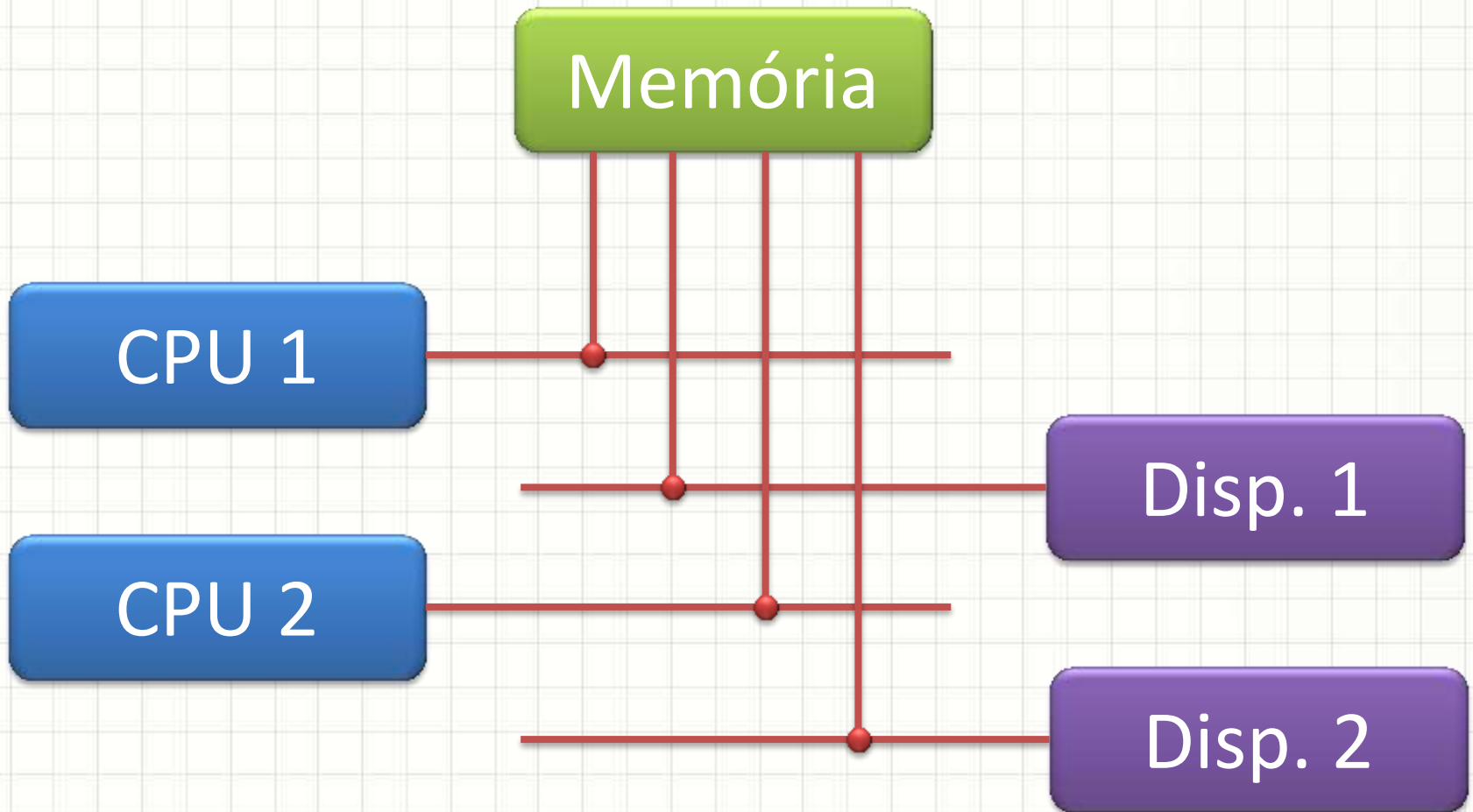


**Cache**

Athlon/Phenom x  
Core i

# SMP: Multiport Memory

- Acesso à Memória Diferenciado

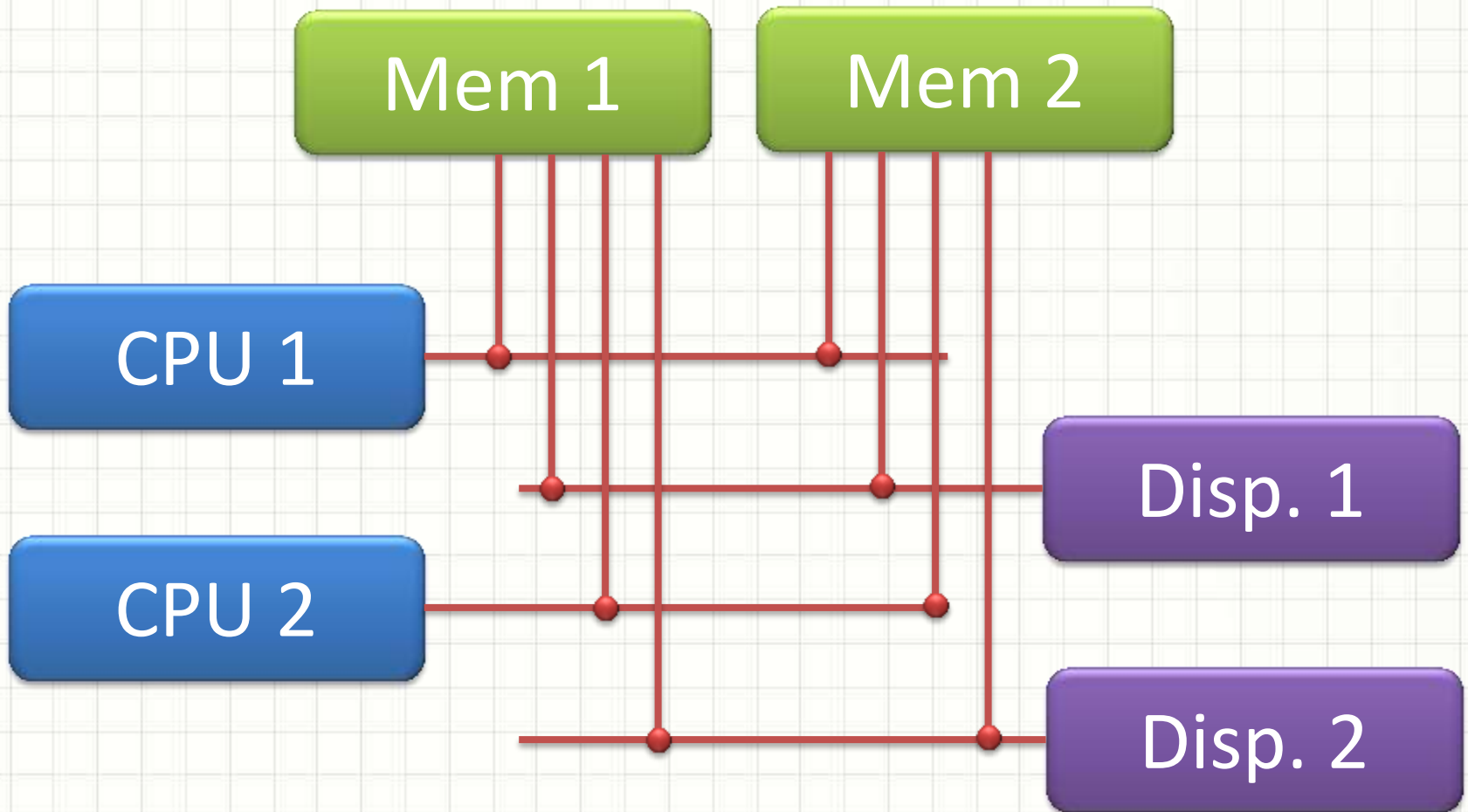


# SMP: Tempo Compartilhado

- Vantagens
  - **Redução de Conflitos** (arbitragem)
- Desvantagens
  - Memória Multiport é cara
  - Difícil manutenção de coerência de cache
  - Em alguns casos, memória ainda é gargalo
    - Solução: NUMA
      - Non-Uniform Memory Access
      - Cada CPU tem preferência a uma memória específica

# NUMA

- Acesso à Memória Preferencial





# **PROCESSAMENTO VETORIAL**

# Processamento Vetorial

- Supercomputadores: SIMD
- Problemas de aerodinâmica, sismologia, meteorologia, física atômica etc.
  - Precisão numérica em ponto flutuante
  - Operações complexas a grandes vetores de números
- Simulação de Campos Contínuos
  - Situação física é descrita por uma superfície 3D
- Exemplos
  - Evolução climática, velocidades de jato de propulsão, transitórios elétricos em circuitos etc.

# Processamento Vetorial

- Soma Vetorial Simples

$$\begin{bmatrix} 1,5 \\ 7,1 \\ 6,9 \\ 100,5 \\ 0 \\ 59,7 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 2,0 \\ 39,7 \\ 1000,003 \\ 11 \\ 21,1 \\ 19,7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3,5 \\ 46,8 \\ 1006,903 \\ 111,5 \\ 21,1 \\ 79,4 \end{bmatrix}$$

$A + B = C$



# Processamento Vetorial

- Existem poucos computadores assim
  - Grandes centros de pesquisa
- Preço: alguns milhões de dólares
- Fica fácil resolver problemas complexos?
  - Um problema climático simples:  $10^{13}$  operações
  - Vários dias para resolver problemas medianos
  - Bastante pesquisa nessa área



**CONCLUSÕES**

# Resumo

- Existem diversas arquiteturas de multiprocessamento
- Cada uma delas pode ser implementada com diversas organizações diferentes
- Grande parte dos problemas são oriundos do compartilhamento de memória (dados)
- **TAREFA**
  - Lista de Exercícios 2!

# Próxima Aula



- Como funcionam o multiprocessamento em nível de processos?
  - Qual a diferença entre SMP/NUMA e Clusters?
  - Qual deles é melhor?



**PERGUNTAS?**



**BOM DESCANSO  
A TODOS!**