

Instituto Federal de Minas Gerais
Campus Ouro Branco

Desempenho

Professor: Saulo Henrique Cabral Silva

O que é desempenho?

Avião	N. Passageiros	Distância	Velocidade
Boeing 777	375	4630	610
Boeing 747	470	4150	610
Concorde	132	4000	1350
Douglas DC	146	8720	544

Métricas de desempenho

- O que é **importante** na sua aplicação?
 - O que gera valor para o negócio?
 - Como medir?
- Tempo de resposta?
 - Quanto tempo demora para executar uma tarefa
- Vazão?
 - *Throughput*
- Trabalho total feito por **unidade de tempo**?
- **Transações** por hora?



Impacto no desempenho

- Como o **tempo de resposta e/ou vazão** são afetadas por:
 - Trocar o processador por uma versão mais rápida?
 - Adicionar mais processadores?
- Que fatores do desempenho de sistema são relacionados ao hardware?



Comparações de desempenho

- A máquina **A** é mais rápida que a máquina **B**

$$Te(Pi, \mathbf{A}) > Te(Pi, \mathbf{B})$$



- B é **n%** mais rápida que A

$$1 - Te(Pi, \mathbf{B}) / Te(Pi, \mathbf{A}) = n * 100$$

Melhoria de desempenho

- Para comparar a melhoria de desempenho de $n\%$ de A em relação a B:

$$n = 100 * (D(P_i, A) - D(P_i, B)) / D(P_i, B)$$



Como melhorar o desempenho

$$T_e = \text{CPU Clock Cycles} \times \text{Clock Cycle Time}$$

$$\text{Clock Cycle Time} = \text{Clock Cycles} / \text{Clock Rate}$$

- Possibilidades:
 - Reduzir o **número de ciclos** necessários para um programa;
 - **Aumentar o taxa de clock** (frequência), ou diminuir o tempo (período) do clock



Desempenho de instruções

- Um determinado programa exigirá:
 - Um número de instruções de **máquina**
 - Um determinado **número de ciclos**
 - Um determinado **número de segundos**

- Assim:

$$\mathbf{T_{cpu}} = IC * CPI * \mathbf{TempoCicloClock}$$

Lei de Amdhal

- Estabelece que o ganho do sistema associado a uma melhoria em **parte** do mesmo:

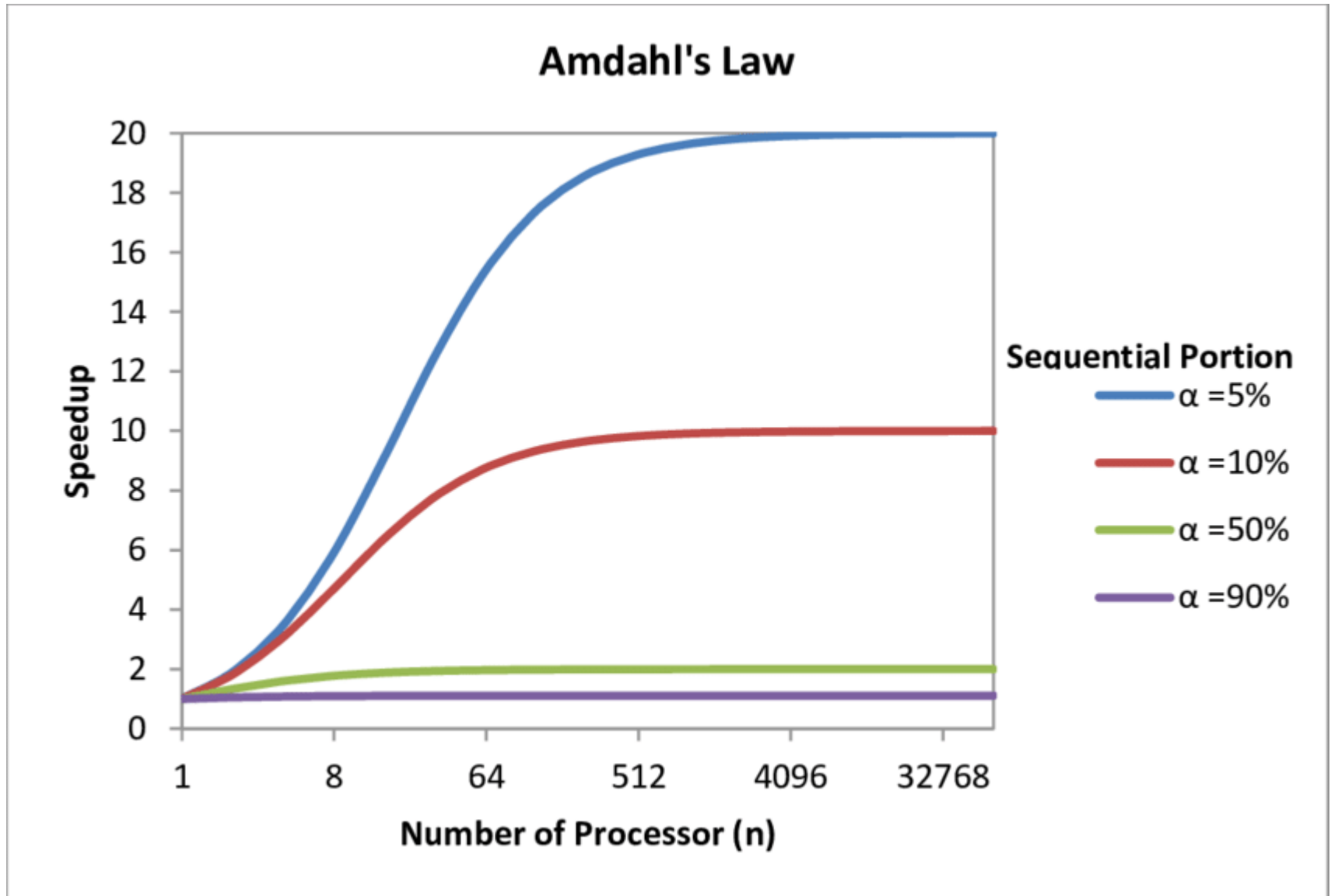
$$\begin{aligned}\text{Ganho} &= \text{Te}(\text{Pi}, \text{So}) / \text{Te}(\text{Pi}, \text{Sm}) = \\ &= 1 / ((1 - \text{Fm}) + (\text{Fm} / \text{Ge}))\end{aligned}$$

- **Fração de melhoria (Fm):** fração de tempo que pode tirar proveito da melhoria (sempre < 1)
- **Ganho de execução (Ge):** ganho obtido com a melhoria na parte modificada do sistema (> 1)

Lei de Amdhal

- O ganho no desempenho geral não é proporcional à melhoria em um aspecto específico de um computador → limitada pela **fração de uso dessa melhoria!**
- Em resumo: torne o **caso comum rápido!**

Lei de Amdhal



Resumindo

$$\mathbf{T_{cpu}} = \mathbf{IC} * \mathbf{CPI} * \mathit{TempoDoCicloClock}$$

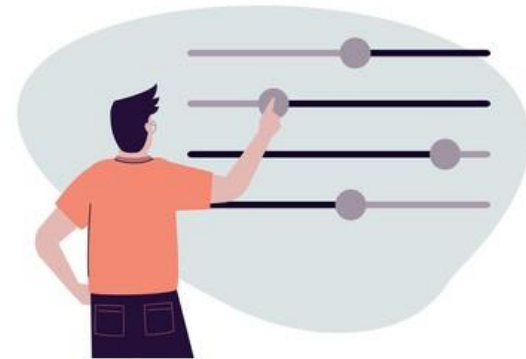
- Algoritmo : afeta **IC**, talvez **CPI**
- Linguagem de programação: afeta **IC**, **CPI**
- Compilador: afeta **IC**, **CPI**
- Arquitetura do conjunto de instruções (**ISA**): afeta **IC**, **CPI**, **Tcpu**

Barreira de potência e multicores

Como melhorar desempenho?

$$T_{cpu} = IC * CPI * TempoDoCicloDeClock$$

- Estratégias:
 - Reduzir o **número de ciclos necessários** para um programa;
 - **Aumentar clock rate** (frequência), ou diminuir o tempo (período) do clock



Tecnologia CMOS

- Fonte de dissipação de potência: energia consumida no chaveamento

Potência = Carga Capacitiva x Tensão² x frequência

- Carga capacitiva: depende do **número de transistores** conectados a uma saída e da tecnologia



Tecnologia CMOS & potência

- Em cerca de 20 anos apresentados no gráfico:
 - **Tensão: reduzida de 5 V para 1 V** graças a Teoria de Escala de Dennard (proposta em 1974)
 - **Frequência: aumentou 1000 vezes**

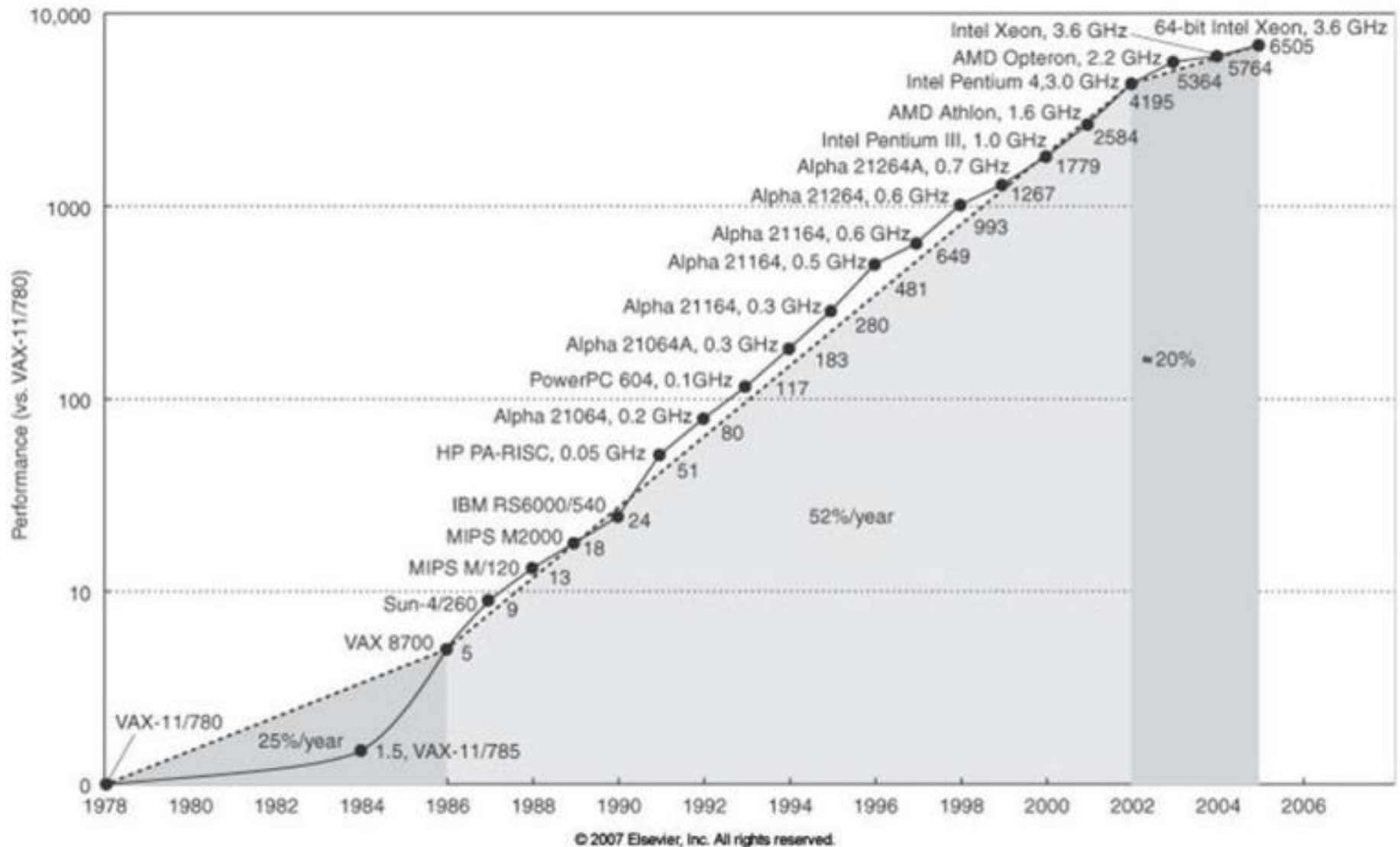


Barreira de Potência

- Inovações na eletrônica permitem redução da carga capacitiva
- Não há como **diminuir a tensão** garantindo o correto funcionamento dos transistores
- Assim não há como diminuir a potência!
de potência (Power Wall)

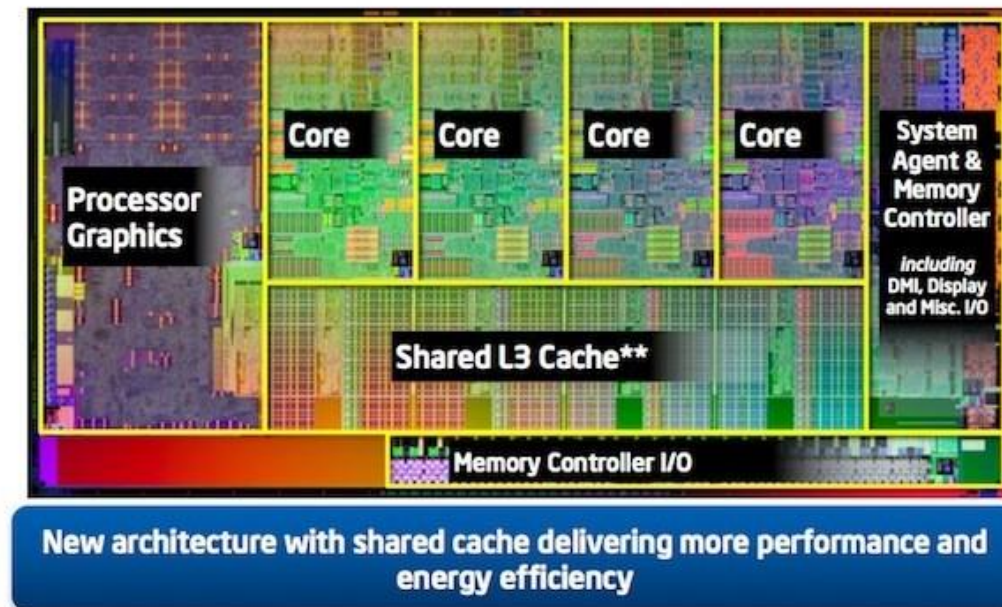


Crescimento do desempenho



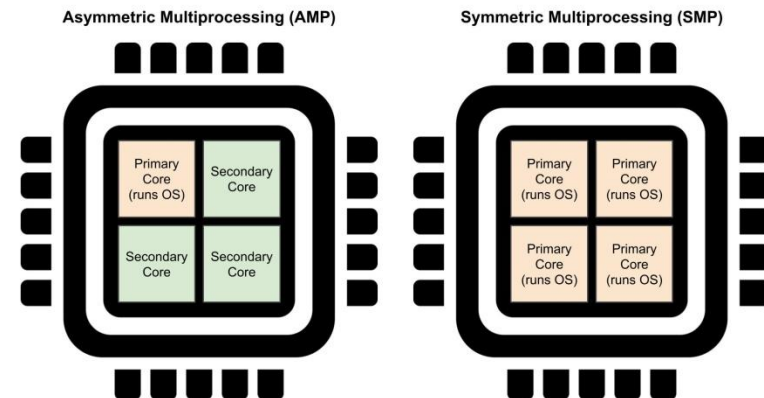
Mudando o paradigma

- Processadores **multicore**
 - **Mais de um** processador por chip
 - Objetivo: **dobrar** o número de cores por processador a **cada geração** de tecnologia



Multicore

- Melhoria na **vazão** (não no tempo de execução!)
 - Para **melhorar tempo** de execução requer programação **paralela explicitamente (HLL)**.
 - Paralelismo a nível de instrução:
 - É difícil **conseguir balanceamento de carga** entre tarefas.
 - É preciso **reduzir a comunicação e overhead de sincronização**.



Bechmarks

- *Standard Performance Evaluation Corp* (SPEC)
 - Fundada por fabricantes de computadores.
- **Objetivo:** Conjunto **padronizado** de benchmarks para avaliar desempenho.
 - É um conjunto de **programas** usado para medir o desempenho de um computador.
 - Ex: CPU, Ponto Flutuante, E/S, Web, ...



Concluindo

- Relação **custo/desempenho** está melhorando desenvolvimento da tecnologia subjacente!
- **Camadas hierárquicas de abstração** tanto em hardware como em software
- Tempo de execução: **melhor medida de desempenho**
- Vazão é boa quando ISA é o mesmo!
- Potência (power) é um **fator limitante**
- Uso de paralelismo para **melhorar o desempenho**

