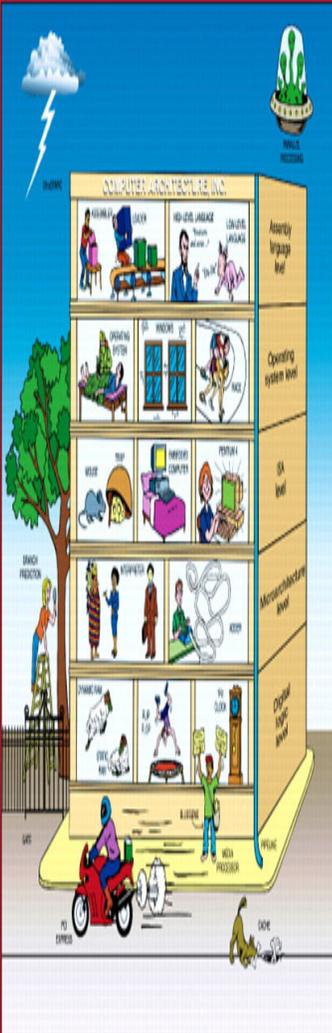


Fifth Edition
**STRUCTURED COMPUTER
ORGANIZATION**



Andrew S. Tanenbaum
DSC/CEEI/UFMG

Universidade Federal de Campina Grande
Departamento de Sistemas e Computação
Curso de Bacharelado em Ciência da Computação

Organização e Arquitetura de Computadores I

Organização e Arquitetura Básicas de Computadores (Parte III)

Prof^a Joseana Macêdo Fachine Régis de Araújo
joseana@computacao.ufcg.edu.br

Carga Horária: 60 horas



Tópicos

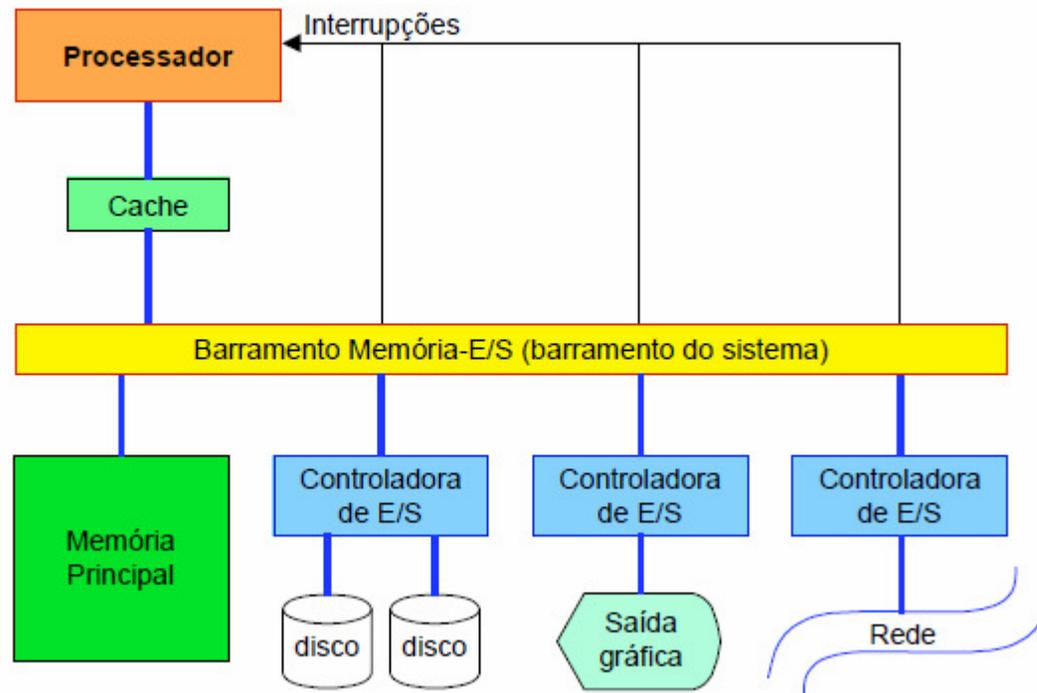
- ❑ Organização e Arquitetura Básicas de Computadores
 - Composição (Dispositivos de Entrada e Saída Interligados)



Organização Básica de Computadores

Topologia de um Sistema Computacional Típico

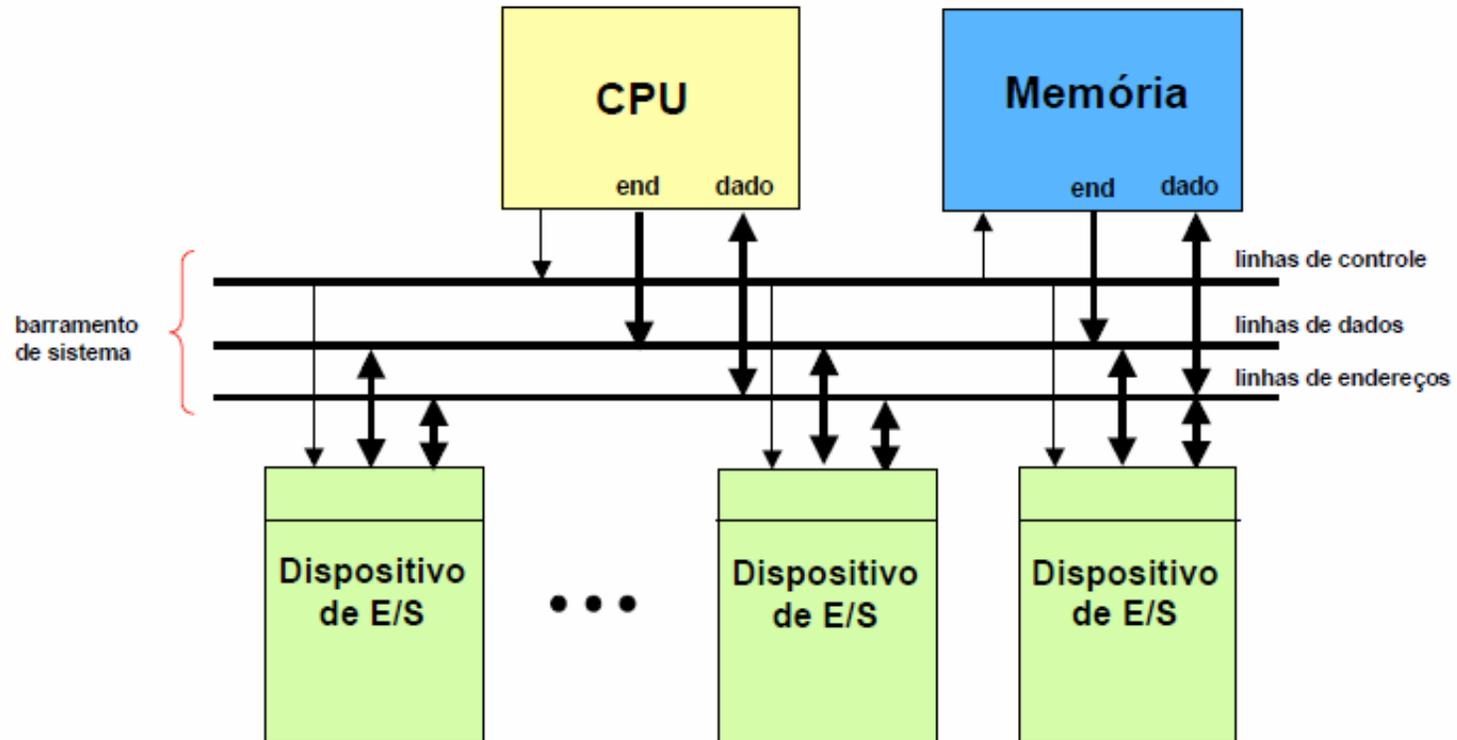
“Modelo de von Neumann”





Organização Básica de Computadores

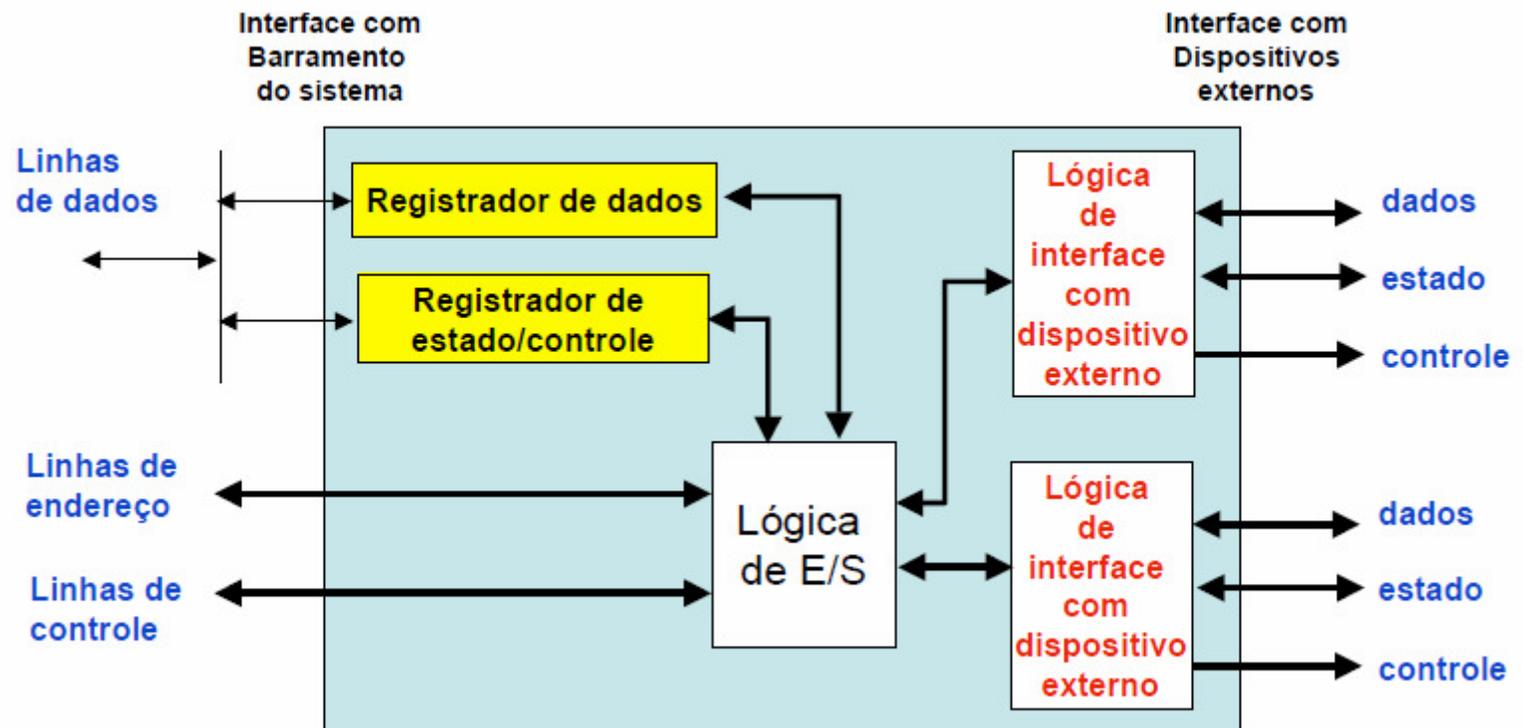
Métodos de Comunicação





Organização Básica de Computadores

Métodos de Comunicação





Organização Básica de Computadores

Características dos Dispositivos de Entrada/Saída

- ❑ Comportamento do dispositivo:
 - de entrada,
 - de saída, ou
 - de armazenamento.

- ❑ Taxa de dados:
 - Taxa máxima (ou de pico) em que os dados podem ser transferidos entre o dispositivo de E/S e a memória principal ou o processador.

- ❑ Medidas de Desempenho:
 - Latência de acesso;
 - *Throughput*.



Organização Básica de Computadores

Sistemas de Entrada/Saída (E/S)

- ❑ O Desempenho dos dispositivos de E/S depende de aspectos sistêmicos:
 - As características do dispositivo
 - A conexão entre o dispositivo e o resto do sistema (**barramentos**)
 - A hierarquia de memória
 - O Sistema Operacional

Informações adicionais sobre Dispositivos de E/S estão disponíveis no material da Disciplina Introdução à Computação.



Organização Básica de Computadores

Tipos de Barramentos

❑ Dedicado

- Separa linhas de dados e endereços

❑ Multiplexado

- Compartilha linhas de dados e endereços
- Usa linhas de endereço válido ou dado válido
- **Vantagem** – Poucas linhas, espaço, custo
- **Desvantagem**
 - Controle mais complexo
 - Redução do desempenho



Organização Básica de Computadores

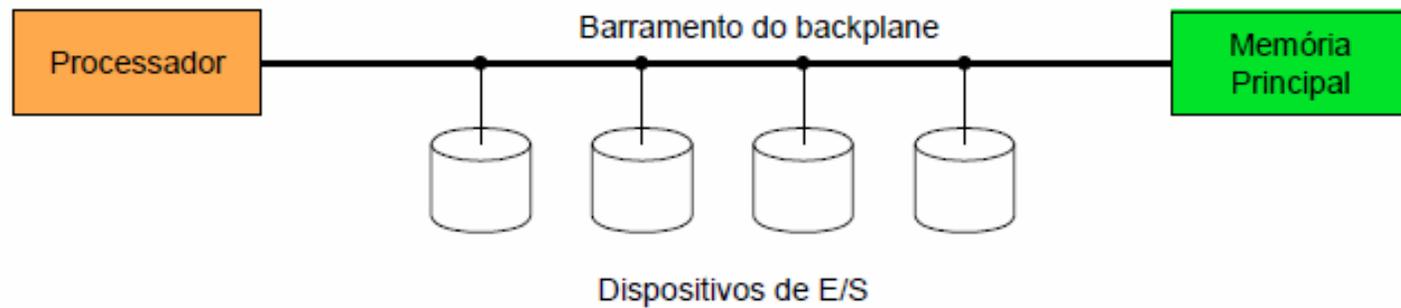
Tipos de Barramentos

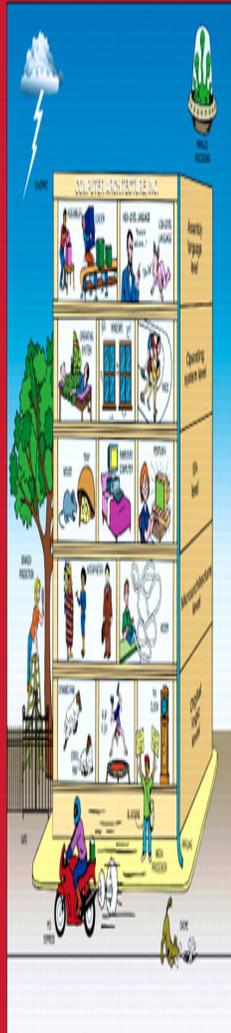
1. Barramento processador-memória
2. Barramento de E/S
3. Barramento do *backplane*



Organização Básica de Computadores

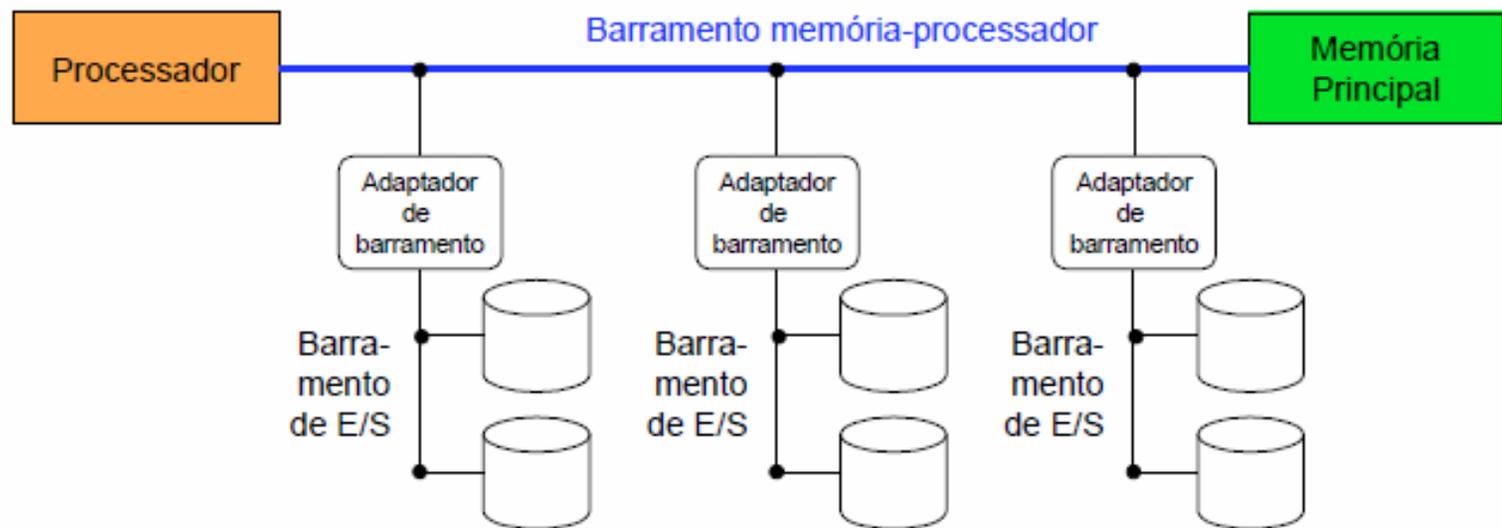
Máquinas com Barramento Único





Organização Básica de Computadores

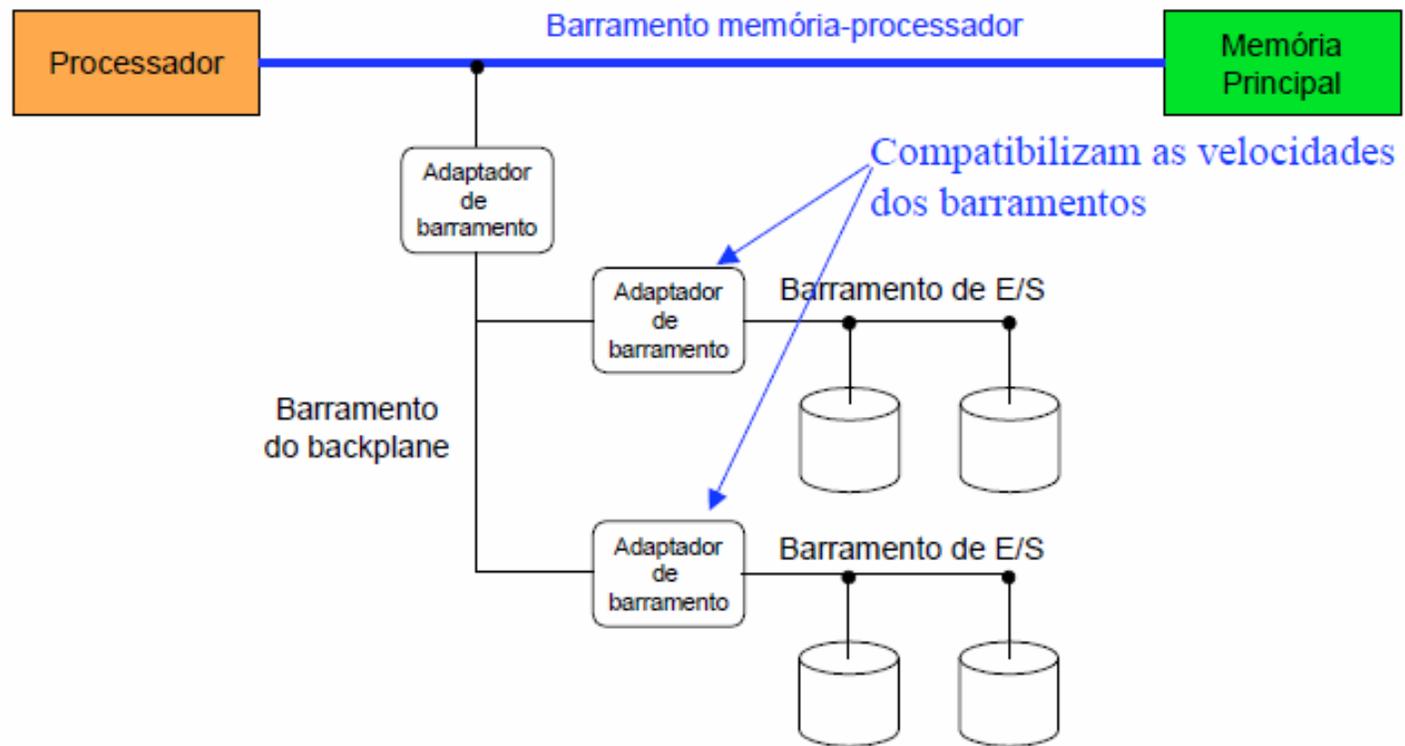
- ❑ Máquinas com Barramento Memória-Processador Separado do Barramento de E/S





Organização Básica de Computadores

□ Máquinas com Três Barramentos





Organização Básica de Computadores

□ Barramentos processador-memória:

- Curtos, extremamente velozes
- Maximizam a banda passante memória-processador
- Geralmente, são proprietários do fabricante de processador e/ou máquina



Organização Básica de Computadores

Tipos de Barramentos

□ Barramentos de E/S:

- Mais longos;
- Podem ter muitos tipos de dispositivos a eles conectados;
- Precisam atender a uma ampla faixa de bandas passantes (levando em conta dispositivos que venham a ser conectados);
- Não necessariamente têm interface direta com a memória;
- Podem usar o barramento processador-memória ou o barramento do *backplane* para se comunicar com a memória principal;
- São padronizados;
- Apresentam uma interface moderadamente simples.



Organização Básica de Computadores

Tipos de Barramentos

□ Barramentos do *Backplane*:

- Projetados para permitir que processador, memória e dispositivos de E/S possam coexistir em um único barramento físico;
- Balanceiam as demandas de comunicação processador-memória com as demandas de comunicação dispositivos de E/S-memória;
- Muitas vezes, são construídos diretamente no *backplane* da máquina (placa-mãe);
- São padronizados
- Necessidade de uma lógica adicional para interface barramento de *backplane*-dispositivo.



Organização Básica de Computadores

Temporização do barramento

❑ Barramentos Síncronos

- Têm uma de suas linhas alimentada por um oscilador a cristal (clock). Todas as atividades do barramento gastam um número inteiro de ciclos desse sinal – ciclos do barramento.

❑ Barramentos Assíncronos

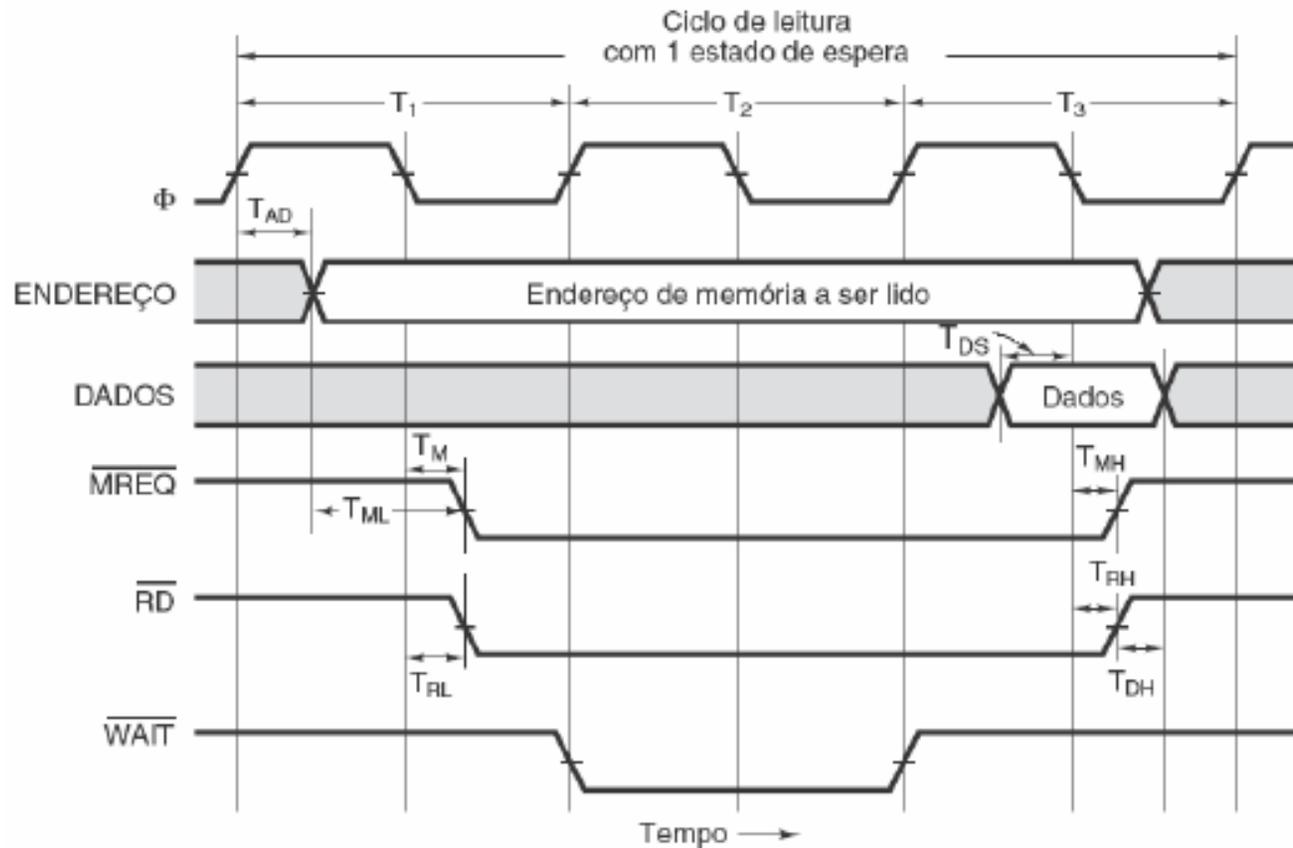
- Não usam clock para sincronização de operações.

Importante: O maior problema com o barramento síncrono é que os dispositivos mais rápidos têm que esperar alguns clocks inteiros para finalização de operações com dispositivos mais lentos.



Organização Básica de Computadores

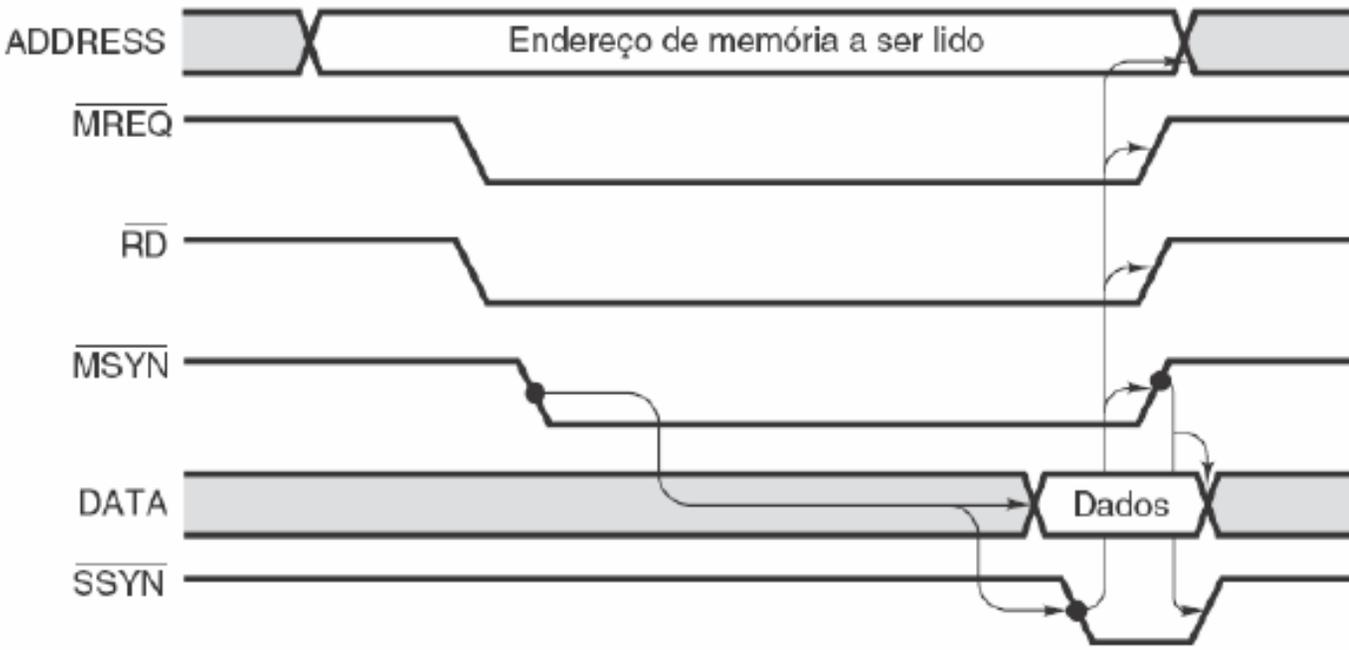
□ Barramentos Síncronos





Organização Básica de Computadores

□ Barramentos Assíncronos





Organização Básica de Computadores

Barramento Síncrono

□ Vantagens

- nenhuma ou pouca lógica é necessária durante a transação
- barramento rápido e de baixo custo

□ Desvantagens

- todos os dispositivos devem operar na mesma velocidade
 - risco de *clock skew*
 - têm comprimento físico limitado
- Transação consiste basicamente de duas partes:
- envio do endereço e leitura dos dados

Barramentos processador-memória são majoritariamente síncronos!



Organização Básica de Computadores

Barramento Assíncrono

- ❑ a comunicação se dá a partir de um protocolo conhecido como aperto de mão (*handshaking*), que é *self-timed*.

- ❑ **Vantagens**
 - mais adaptável a mudanças tecnológicas
 - adaptável a uma grande variedade de dispositivos (velocidade)
 - permite maior comprimento físico
 - usado tipicamente em transações de entrada/saída

Barramentos de E/S são majoritariamente assíncronos.

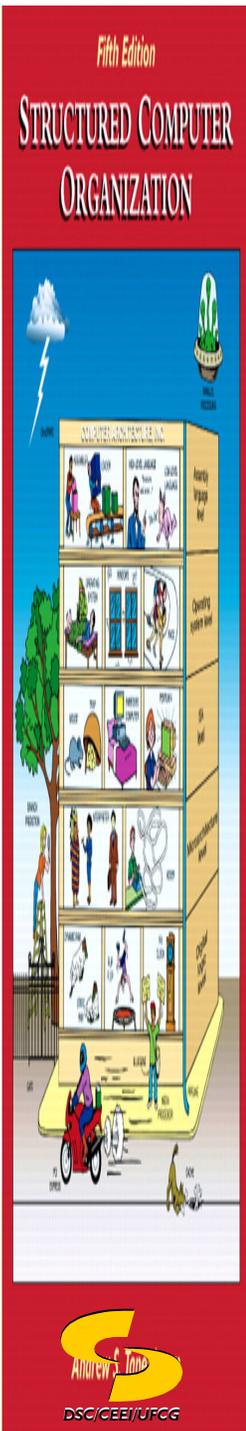


Organização Básica de Computadores

Barramento Assíncrono

❑ Desvantagens

- lógica dedicada é necessária em cada dispositivo
- maior *overhead* devido ao processo de sincronização
- menor BW (Banda Passante)



Organização Básica de Computadores

- ❑ O barramento assíncrono tem vantagens em relação ao síncrono, porém os síncronos são mais usados pois:
 - são mais fáceis de construir, o processador simplesmente ativa seus sinais e a memória simplesmente reage a eles. Não há realimentação (causa e efeito);
 - há uma boa soma de dinheiro investida na tecnologia de barramentos síncronos.



Exemplos de Barramentos

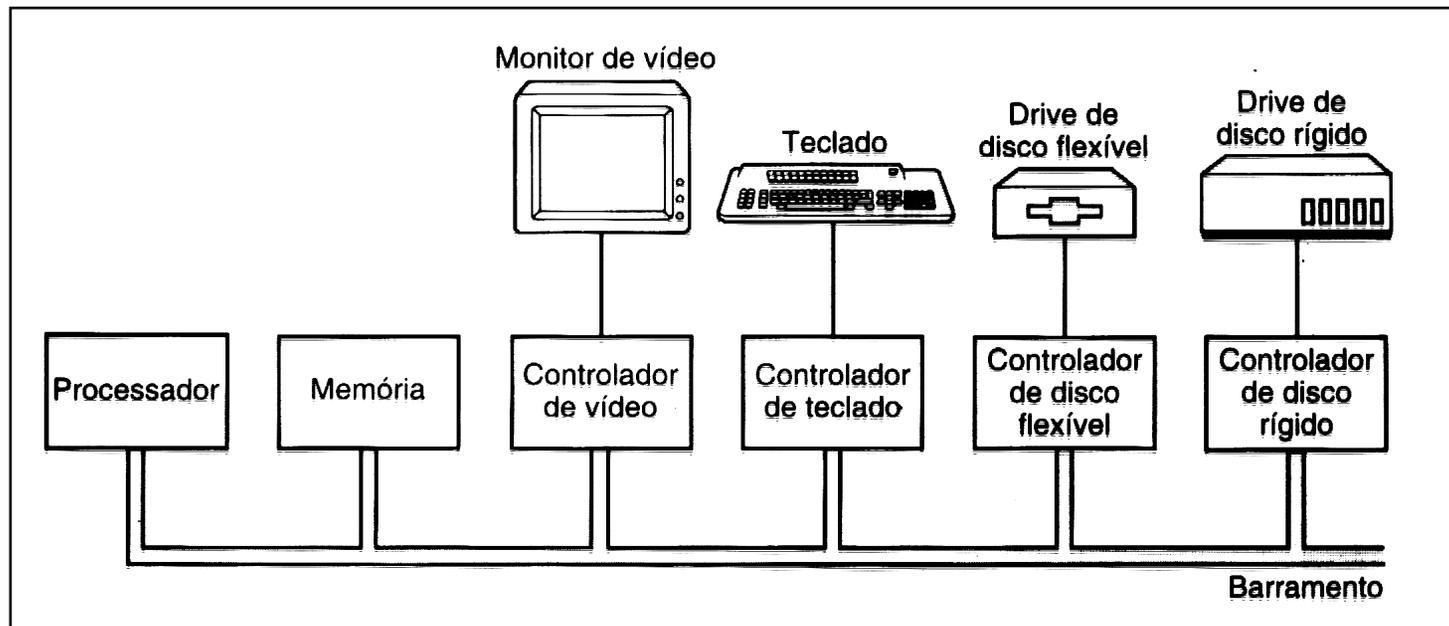
Barramento	Clock	Número de bits	Dado por ciclo de clock	Taxa máxima de transferência
PCI	33 MHz	32	1	133 MB/s
PCI	66 MHz	32	1	266 MB/s
PCI	33 MHz	64	1	266 MB/s
PCI	66 MHz	64	1	533 MB/s
PCI-X 64	66 MHz	64	1	533 MB/s
PCI-X 133	133 MHz	64	1	1.066 MB/s
PCI-X 266	133MHz	64	2	2.132 MB/s
PCI-X 533	133 MHz	64	4	4.266 MB/s
AGP X1	66 MHz	32	1	266 MB/s
AGP X2	66 MHz	32	2	533 MB/s
AGP X4	66 MHz	32	4	1.066 MB/s
AGP X8	66 MHz	32	8	2.133 MB/s
PCI Express X1	2.5 GHz	serial/1lane		250 MB/s em cada sentido
PCI Express X2	2.5 GHz	serial/2lanes		500 MB/s em cada sentido
PCI Express X4	2.5 GHz	serial/4lanes		1.000 MB/s em cada sentido
PCI Express X16	2.5 GHz	serial/16lanes		4.000 MB/s em cada sentido
PCI Express X32	2.5 GHz	serial/32lanes		8.000 MB/s em cada sentido



Organização Básica de Computadores

Métodos de Comunicação

- ❑ Cada dispositivo de E/S é composto de duas partes:
 - Controladora – contém a maioria dos circuitos eletrônicos do dispositivo.
 - O dispositivo propriamente dito (ex.: drive de disco).





Organização Básica de Computadores

Controladora

- ❑ Em geral está em uma placa ligada a um slot livre, exceto no caso daquelas que não são opcionais (ex.: teclado), que muitas vezes está na placa mãe.
- ❑ **Função:** controlar seu dispositivo de E/S e tratar o acesso do dispositivo ao barramento.



Organização Básica de Computadores

O Papel do Sistema Operacional

- ❑ O Sistema operacional é o principal responsável pelo tratamento da E/S;
- ❑ Garante que o programa do usuário somente acesse os dispositivos de E/S para os quais o programa de usuário tenha permissão;
- ❑ Fornece rotinas de manipulação das operações de baixo nível dos dispositivos de E/S;
- ❑ Trata as interrupções geradas pelos dispositivos (da mesma maneira que trata as exceções geradas por um programa).



Organização Básica de Computadores

O Papel do Sistema Operacional

- ❑ Tipos de comunicação do SO com os dispositivos de E/S:
 - **Polling**: envio de comandos para os dispositivos de E/S
 - **Interrupção**: o dispositivo deve poder avisar ao SO o término de uma operação (ou erro)
 - **Acesso direto à memória (DMA)**: dados devem ser transferidos entre a memória e os dispositivos de E/S de maneira rápida

Uma controladora que lê ou escreve dados da/na memória, sem que seja necessária a intervenção do processador, executa Acesso Direto à Memória (**DMA**).



Organização Básica de Computadores

- ❑ O barramento não é usado apenas pelas controladoras de E/S, mas também pelo processador na busca de instruções e dados da memória.
- ❑ **O que vai acontecer se o processador e uma controladora de E/S decidirem usar o barramento ao mesmo tempo?**



Organização Básica de Computadores

- ❑ O **Árbitro de barramento** (um chip), decide de quem é a vez.
- ❑ Em geral, os dispositivos de E/S têm preferência, preterindo o processador, pois os discos e demais dispositivos, cuja operação dependa de movimento de suas partes, não podem ter seu trabalho interrompido.
- ❑ Quando uma operação de E/S estiver em andamento, será garantido acesso prioritário ao barramento ao dispositivo que estiver realizando a tarefa. Denominação: roubo de ciclo (tem influência direta no desempenho do computador).

Essa metodologia funcionou muito bem nos primeiros PC, dado que a velocidade de operação de todos os seus componentes era, em linhas gerais, da mesma ordem de magnitude da banda passante do barramento.



Organização Básica de Computadores

Tipos de Arbitragem de Barramento

❑ Arbitragem centralizada

- Precisa de um árbitro para controlar o acesso ao barramento que determina quem será o próximo mestre do barramento.

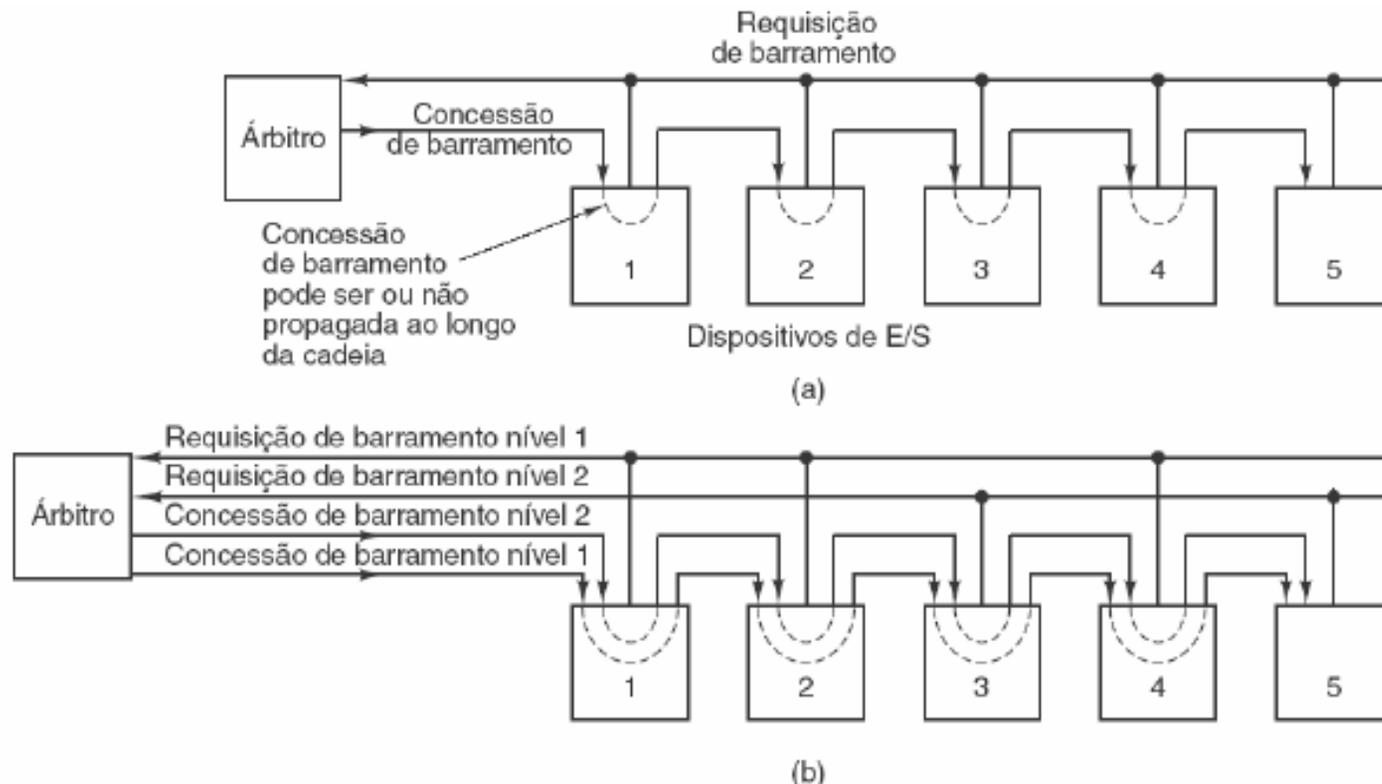
❑ Arbitragem descentralizada

- Não usa árbitro para controlar o acesso ao barramento.
- Quando um dispositivo precisar usar o barramento, o dispositivo deve ativar a linha de requisição.
- Todos os dispositivos monitoram todas as linhas de requisição.



Organização Básica de Computadores

Arbitragem de Barramento Centralizada



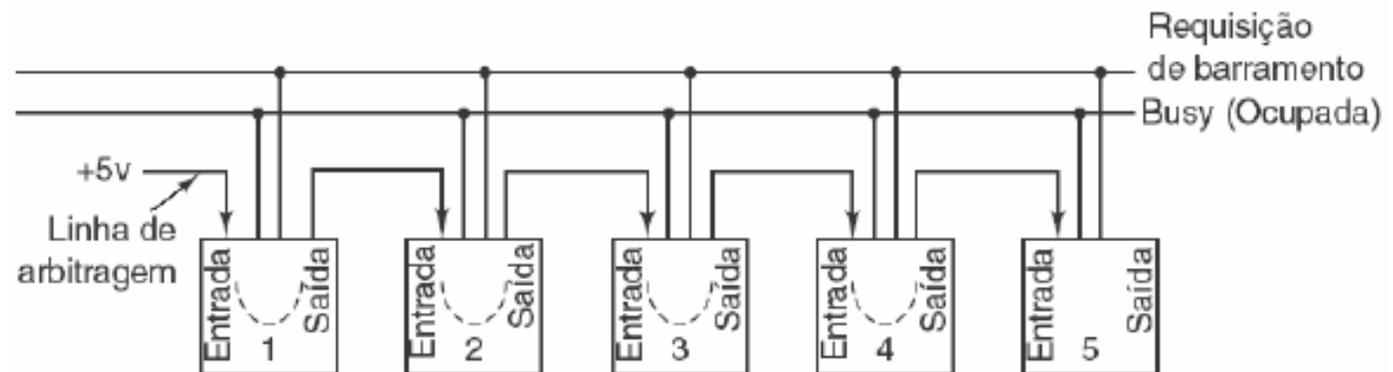
(a) Árbitro de barramento centralizado de um nível usando encadeamento em série (daisy chaining).

(b) O mesmo árbitro usando dois níveis.



Organização Básica de Computadores

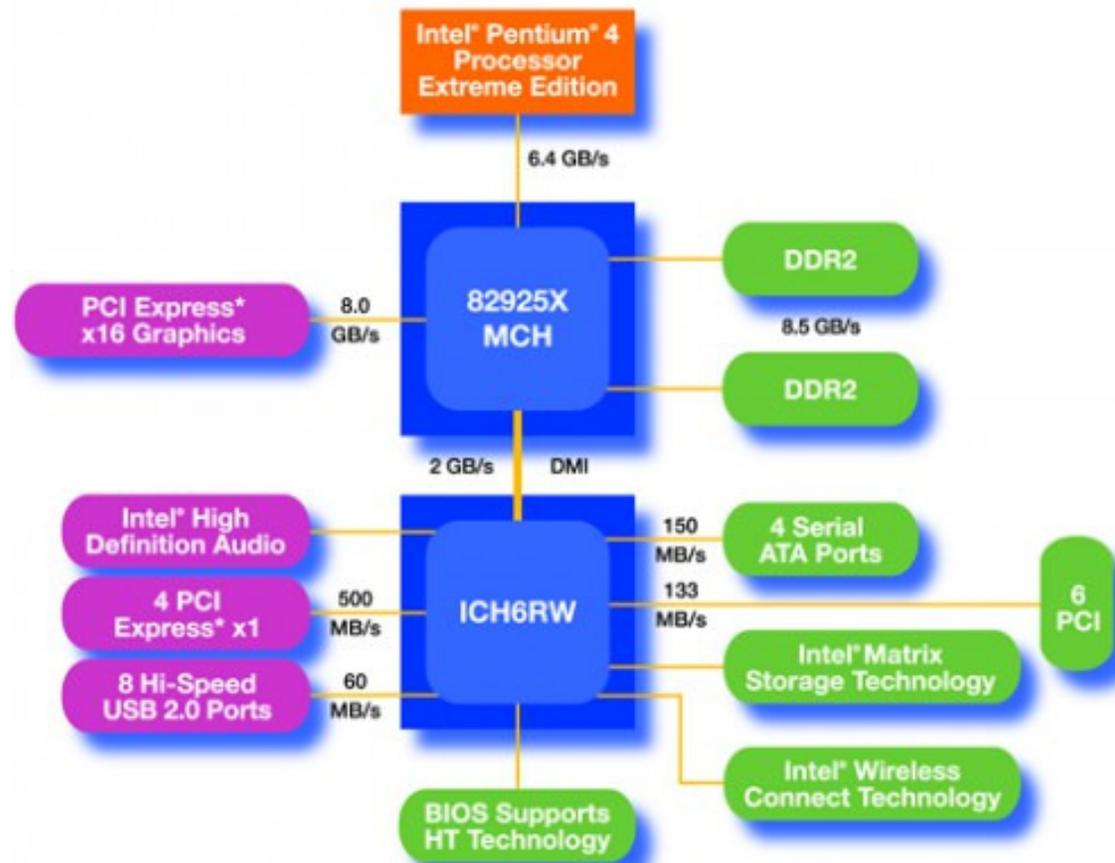
Arbitragem de Barramento Descentralizada





Organização Básica de Computadores

Exemplos de Barramento

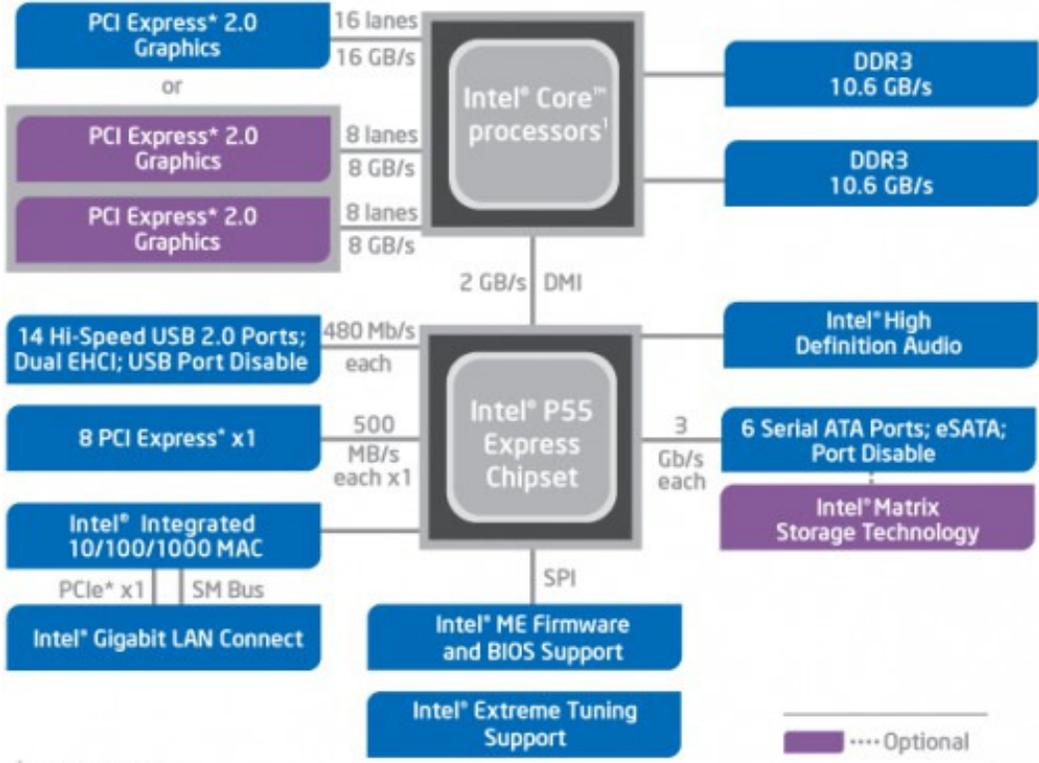


Fonte: <http://www.hardware.com.br/tutoriais/intel-core-i7-i5-i3-2/pagina3.html>



Organização Básica de Computadores

Exemplos de Barramento



¹ Compatible with:
Intel® Core™ i7-800 processor series
and Intel® Core™ i5 processor family

Fonte: <http://www.hardware.com.br/tutoriais/intel-core-i7-i5-i3-2/pagina3.html>