

Princípios Básicos de E/S e Barramentos

Disciplina: Introdução à Arquitetura de Computadores
Luciano Moraes Da Luz Brum
Universidade Federal do Pampa – Unipampa – Campus Bagé
Email: lucianobrum18@gmail.com

Sumário

- **Noções de E/S**
- Noções de Barramentos
- Resumo

Noções de E/S

- Vimos que durante a execução de um programa (assembly), as instruções percorrem a organização e levam um determinado tempo para completarem sua execução.

Noções de E/S

- Vimos que durante a execução de um programa (assembly), as instruções percorrem a organização e levam um determinado tempo para completarem sua execução.
- Esse tempo é fixo ou variável?

Noções de E/S

- Vimos que durante a execução de um programa (assembly), as instruções percorrem a organização e levam um determinado tempo para completarem sua execução.
- Esse tempo é fixo ou variável?
- Pensando no ponto de vista de E/S, o tempo de aquisição dos dados é fixo ou variável?

Noções de E/S

➤ Porquê E/S?

Noções de E/S

- Porquê E/S?
 - O computador precisa de um meio de troca de informações com o ambiente externo.

Noções de E/S

- Porquê E/S?
 - O computador precisa de um meio de troca de informações com o ambiente externo.
 - Através de dispositivos **periféricos**, ocorre a troca de informações entre o computador e o usuário.

Noções de E/S

- Porquê E/S?
 - O computador precisa de um meio de troca de informações com o ambiente externo.
 - Através de dispositivos **periféricos**, ocorre a troca de informações entre o computador e o usuário.



Noções de E/S

➤ Porquê E/S?

➤ Permitir ao computador acessar grandes volumes de dados.

Noções de E/S

- Porquê E/S?
 - Permitir ao computador acessar grandes volumes de dados.
 - Mas o computador não tem memória RAM para isso?

Noções de E/S

- Porquê E/S?
 - Permitir ao computador acessar grandes volumes de dados.
 - Mas o computador não tem memória RAM para isso?
 - Grandes volumes de dados não podem ser mantidos todo o tempo na memória primária. Aí entram os dispositivos de memória secundária.



Noções de E/S

➤ Porquê E/S?

- Permitir ao computador comunicar-se com outros equipamentos, através de linhas telefônicas e equipamentos específicos requeridos para este tipo de comunicação.

Noções de E/S

- A arquitetura de E/S precisa especificar algumas informações para tornar possível o transporte de dados entre o dispositivo de E/S e o processador:

Noções de E/S

- A arquitetura de E/S precisa especificar algumas informações para tornar possível o transporte de dados entre o dispositivo de E/S e o processador:
 - Identificação do dispositivo.

Noções de E/S

- A arquitetura de E/S precisa especificar algumas informações para tornar possível o transporte de dados entre o dispositivo de E/S e o processador:
 - Identificação do dispositivo.
 - A fonte do dado a ser transportado para uma operação de saída ou o destino do dado em uma operação de entrada.

Noções de E/S

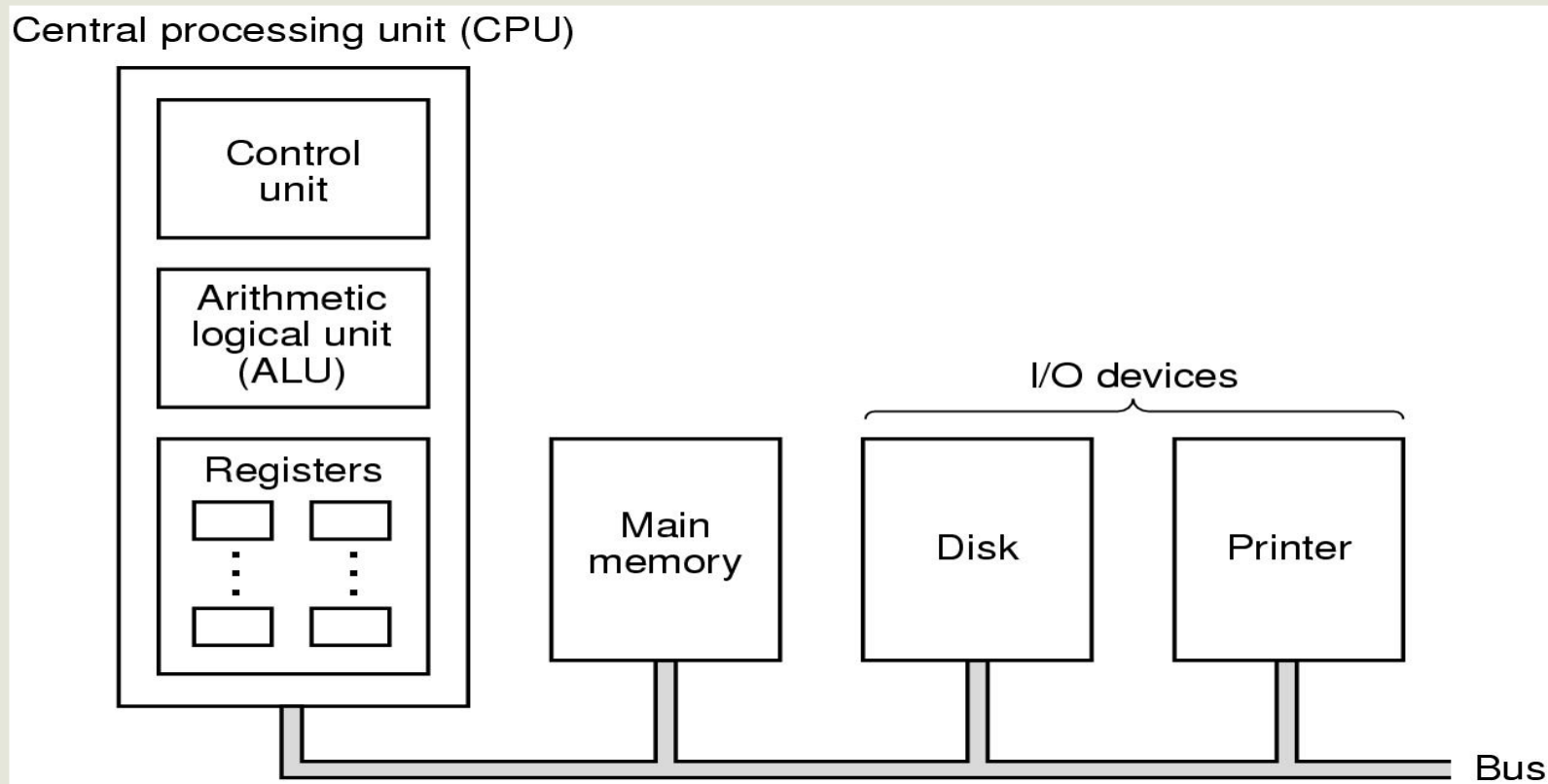
- A arquitetura de E/S precisa especificar algumas informações para tornar possível o transporte de dados entre o dispositivo de E/S e o processador:
 - Identificação do dispositivo.
 - A fonte do dado a ser transportado para uma operação de saída ou o destino do dado em uma operação de entrada.
 - Quantidade de dados a serem transportados.

Noções de E/S

- A arquitetura de E/S precisa especificar algumas informações para tornar possível o transporte de dados entre o dispositivo de E/S e o processador:
 - Identificação do dispositivo.
 - A fonte do dado a ser transportado para uma operação de saída ou o destino do dado em uma operação de entrada.
 - Quantidade de dados a serem transportados.
 - Determinar quando a operação de E/S deve terminar ou se terminou.

Noções de E/S

Figura 1: Organização de um computador simples.



Fonte: Tanenbaum, 2010.

Noções de E/S

- Mais alguns detalhes a respeito de operações de E/S:
 - Velocidade da transferência de dados de E/S pode ser muito lenta ou muito rápida a ponto da CPU não acompanhar.

Noções de E/S

- Mais alguns detalhes a respeito de operações de E/S:
 - Velocidade da transferência de dados de E/S pode ser muito lenta ou muito rápida a ponto da CPU não acompanhar.
 - Operações de E/S são assíncronas (não seguem clock da CPU).

Noções de E/S

- Mais alguns detalhes a respeito de operações de E/S:
 - Velocidade da transferência de dados de E/S pode ser muito lenta ou muito rápida a ponto da CPU não acompanhar.
 - Operações de E/S são assíncronas (não seguem clock da CPU).
 - A qualidade dos dados é incerta. Há chances de falhas mecânicas ou ruídos.
Torna-se necessário mecanismos de detecção e correção de erros.

Noções de E/S

- Mais alguns detalhes a respeito de operações de E/S:
 - Velocidade da transferência de dados de E/S pode ser muito lenta ou muito rápida a ponto da CPU não acompanhar.
 - Operações de E/S são assíncronas (não seguem clock da CPU).
 - A qualidade dos dados é incerta. Há chances de falhas mecânicas ou ruídos.
Torna-se necessário mecanismos de detecção e correção de erros.
 - Transferências podem falhar devido a falha mecânica, humana, etc.

Noções de E/S

- Gerenciar E/S é uma das tarefas mais complexas do Sistema Operacional !
- Sua implementação é estruturada através de camadas:

Noções de E/S

- Gerenciar E/S é uma das tarefas mais complexas do Sistema Operacional !
- Sua implementação é estruturada através de camadas:
 - A camada do driver de dispositivo trata de características específicas do dispositivo (vel. de operação, tipo de transf., tipo de operações, etc).

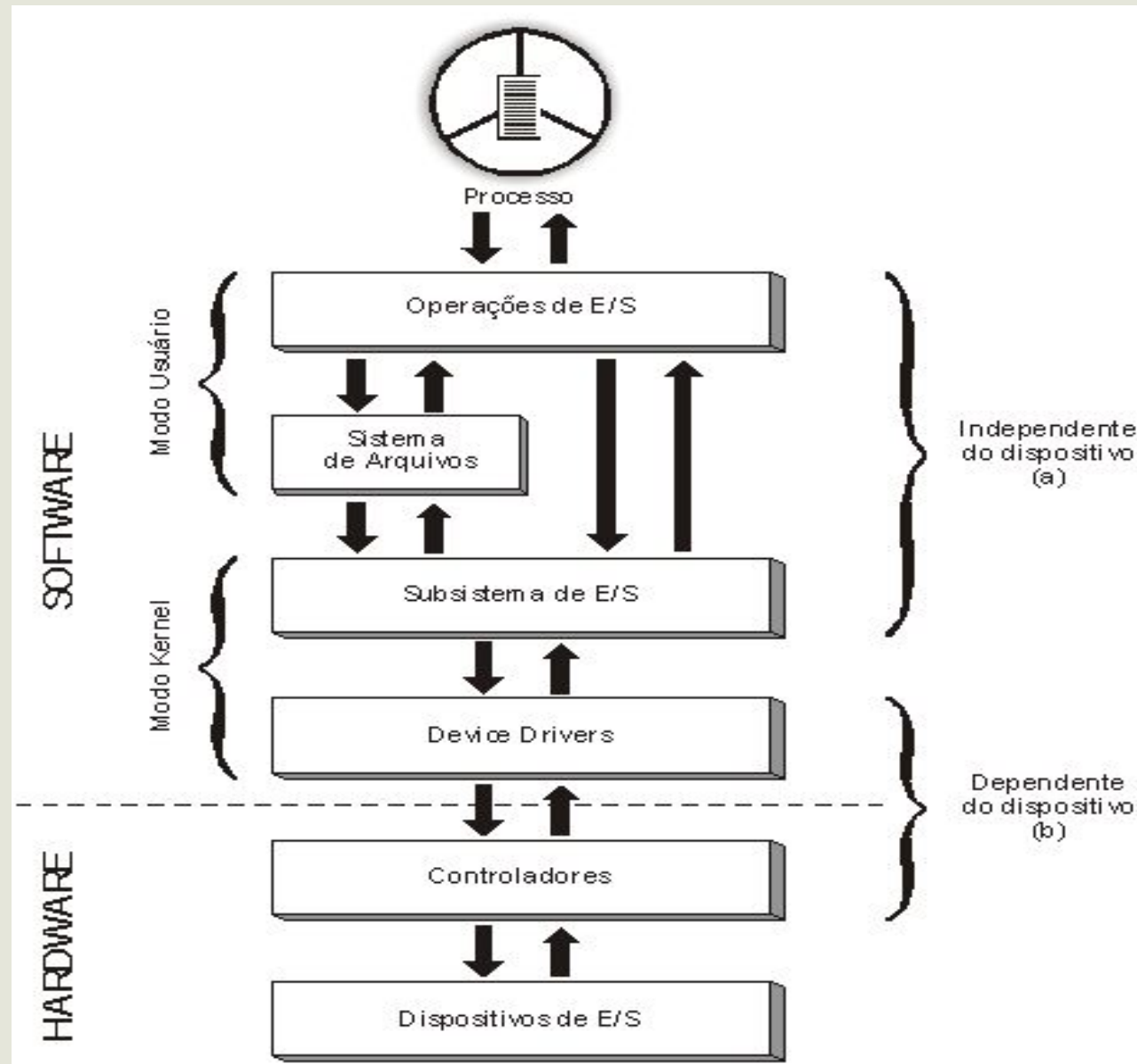
Noções de E/S

- Gerenciar E/S é uma das tarefas mais complexas do Sistema Operacional !
- Sua implementação é estruturada através de camadas:
 - A camada do driver de dispositivo trata de características específicas do dispositivo (vel. de operação, tipo de transf., tipo de operações, etc).
 - Aspectos comuns de todos dispositivos são tratados pelo subsistema de E/S (aplicação, sistema de arquivos, chamada de sistema, etc).

Noções de E/S

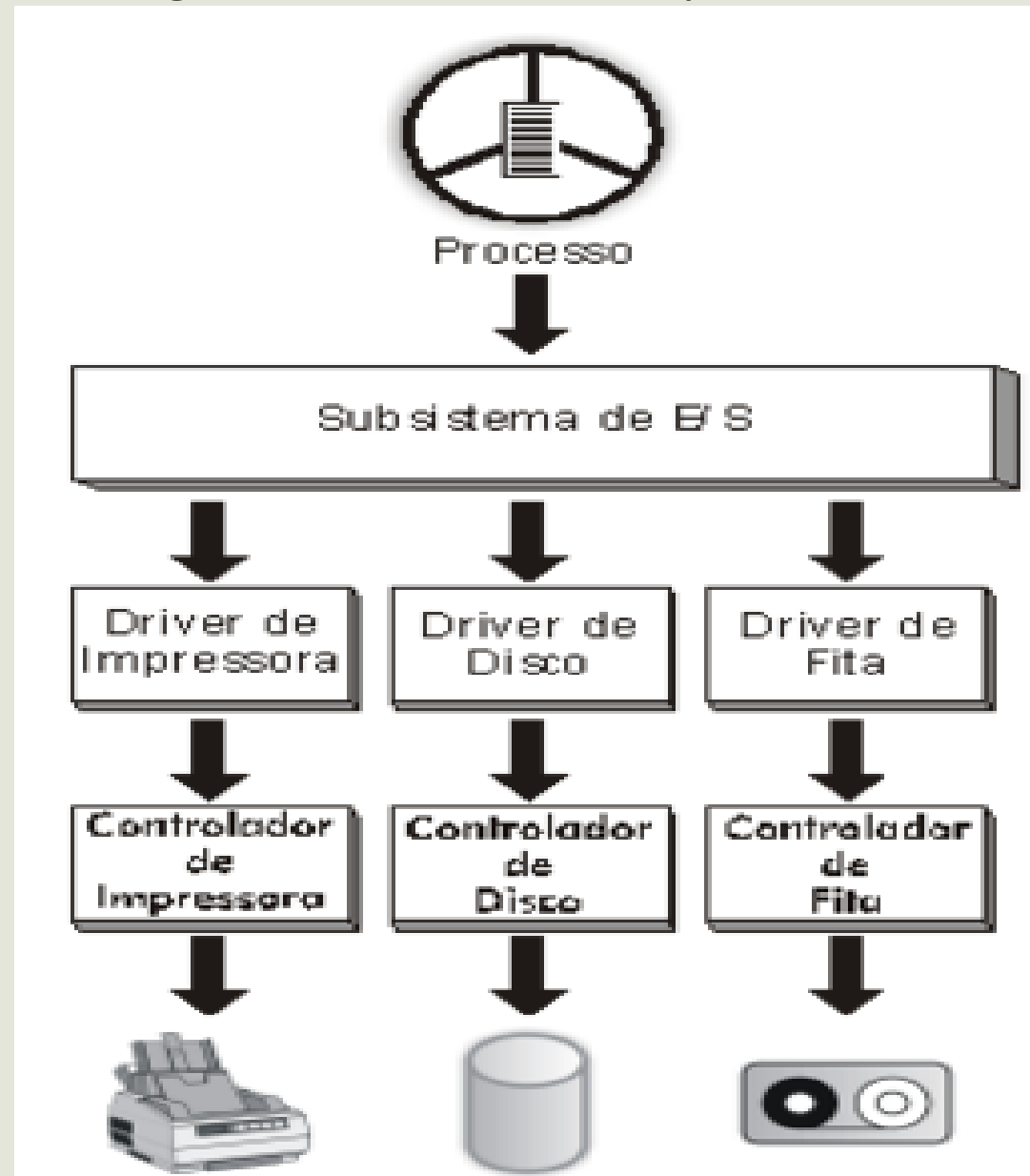
- Gerenciar E/S é uma das tarefas mais complexas do Sistema Operacional !
- Sua implementação é estruturada através de camadas:
 - A camada do driver de dispositivo trata de características específicas do dispositivo (vel. de operação, tipo de transf., tipo de operações, etc).
 - Aspectos comuns de todos dispositivos são tratados pelo subsistema de E/S (aplicação, sistema de arquivos, chamada de sistema, etc).
 - Os controladores são os componentes de hardware que manipulam diretamente os dispositivos de E/S. O driver se comunica com o dispositivo através do controlador.

Figura 2: Gerência de dispositivos.



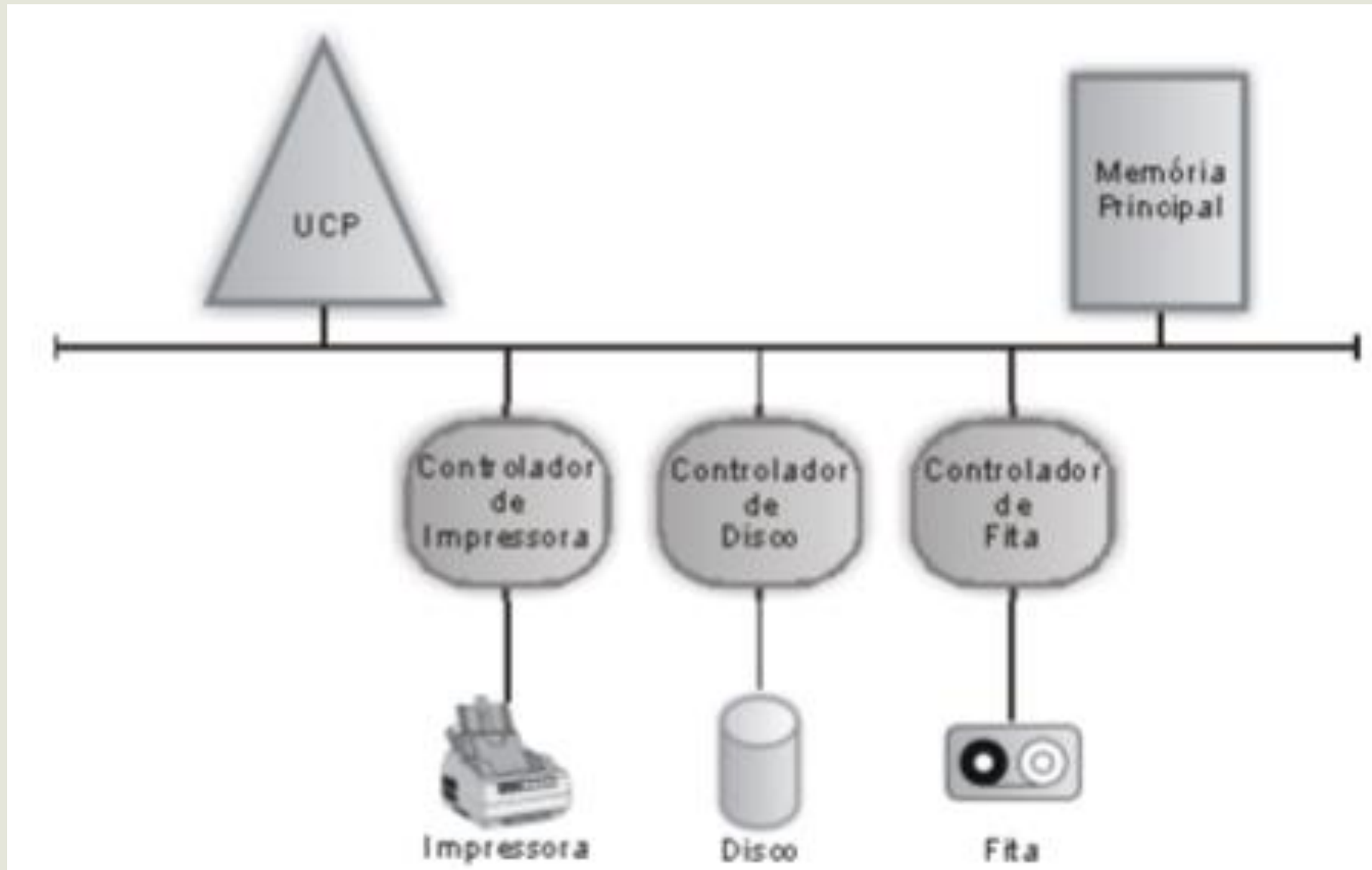
Fonte: Machado e Maia, 2007.

Figura 3: Drivers de dispositivo.



Fonte: Machado e Maia, 2007.

Figura 4: UCP, memória e controladores (hardware).



Fonte: Machado e Maia, 2007.

Sumário

- Noções de E/S
 - Memória Secundária
- Noções de Barramentos
- Resumo

Memória Secundária

- Grandes volumes de dados armazenados no computador inviabilizam a manutenção permanente destas integralmente na memória principal.

Memória Secundária

- Grandes volumes de dados armazenados no computador inviabilizam a manutenção permanente destas integralmente na memória principal.
- Memória principal contém apenas informações mais utilizadas e mais recentes, em resumo.

Memória Secundária

- Grandes volumes de dados armazenados no computador inviabilizam a manutenção permanente destas integralmente na memória principal.
- Memória principal contém apenas informações mais utilizadas e mais recentes, em resumo.
- Onde guardar todas as outras informações?

Memória Secundária

- Essas informações são armazenadas em dispositivos de memória secundária.

Memória Secundária

- Essas informações são armazenadas em dispositivos de memória secundária.
- São dados utilizados com menos frequência.

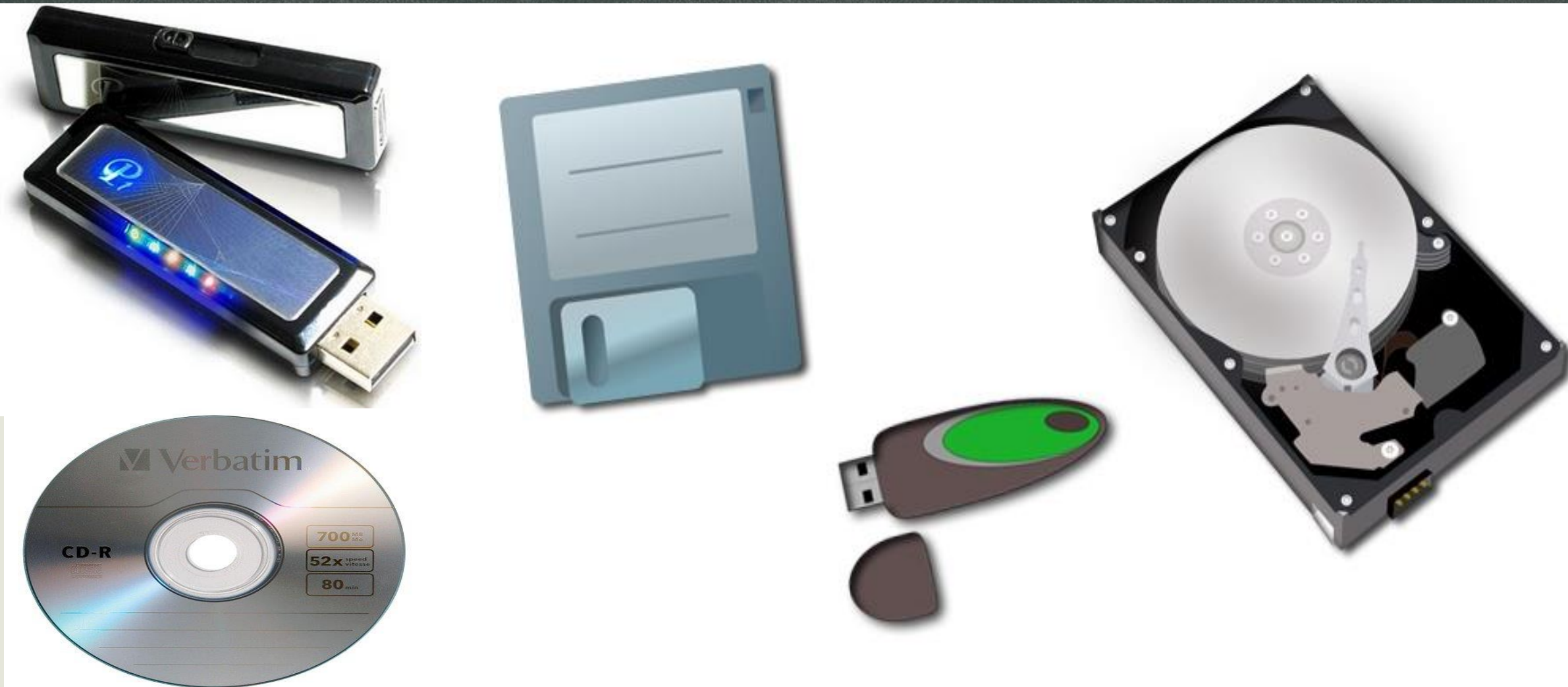
Memória Secundária

- Essas informações são armazenadas em dispositivos de memória secundária.
- São dados utilizados com menos frequência.
- Esses dispositivos são endereçados utilizando-se conceitos de arquitetura e organização de E/S.

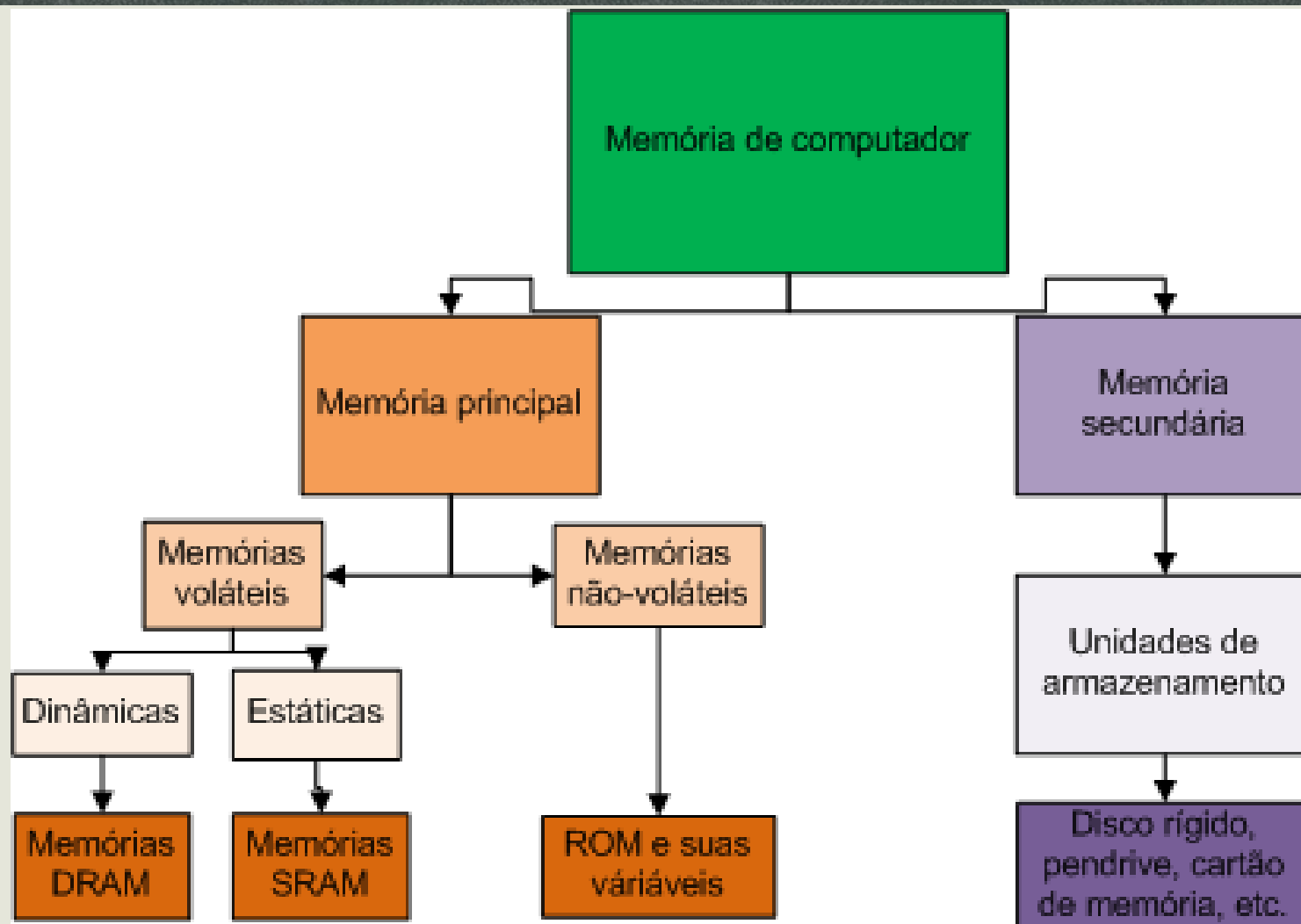
Memória Secundária

- Essas informações são armazenadas em dispositivos de memória secundária.
- São dados utilizados com menos frequência.
- Esses dispositivos são endereçados utilizando-se conceitos de arquitetura e organização de E/S.
- Não se enquadram na primeira classe de dispositivos de E/S, pois estes pressupõem interação entre o computador e o usuário.

Memória Secundária



Memória Secundária



Sumário

- Noções de E/S
 - Memória Secundária
 - Comunicação entre máquinas
- Noções de Barramentos
- Resumo

Comunicação entre Máquinas

- Inicialmente, era utilizada somente a troca de informações entre computadores ou entre um computador e algum periférico especial localizado dentro de um prédio, em salas próximas.

Comunicação entre Máquinas

- Inicialmente, era utilizada somente a troca de informações entre computadores ou entre um computador e algum periférico especial localizado dentro de um prédio, em salas próximas.
- Realidade atual: comunicação entre máquinas situadas geograficamente distantes, através de linhas telefônicas/fibras óticas e outros meios convencionais.

Comunicação entre Máquinas

- Utilizado em larga escala por:
 - Bancos.
 - Universidades e centros de pesquisa.
 - Empresas.
 - Uso pessoal.



Comunicação entre Máquinas



Comunicação entre Máquinas



Comunicação entre Máquinas



Comunicação entre Máquinas



Comunicação entre Máquinas

- Neste tipo de operações de E/S:
 - Existem equipamentos que operam eletricamente os dados para controlar o nível de sinal, forma de transmissão, etc (modems).

Comunicação entre Máquinas

- Neste tipo de operações de E/S:
 - Existem equipamentos que operam eletricamente os dados para controlar o nível de sinal, forma de transmissão, etc (modems).
 - Informação sujeita a erros, ruídos, interceptação, etc. Necessidades especiais de codificação.

Comunicação entre Máquinas

- Neste tipo de operações de E/S:
 - Existem equipamentos que operam eletricamente os dados para controlar o nível de sinal, forma de transmissão, etc (modems).
 - Informação sujeita a erros, ruídos, interceptação, etc. Necessidades especiais de codificação.
 - Trabalha-se com transmissão de blocos de informação grandes, para que haja percentual pequeno de dados para controle e exigidos pelo protocolo.

Sumário

- Noções de E/S
 - Memória Secundária
 - Comunicação entre máquinas
 - Sistemas de E/S
- Noções de Barramentos
- Resumo

E/S programada

- Operações de E/S são controladas pela CPU.

E/S programada

- Operações de E/S são controladas pela CPU.
- Pouco hardware especial, porém pode consumir muito tempo de CPU para operações de E/S simples.

E/S programada

- Operações de E/S são controladas pela CPU.
- Pouco hardware especial, porém pode consumir muito tempo de CPU para operações de E/S simples.
- Ex: testar estado de todos dispositivos de E/S para verificar se houve requisição de CPU

E/S programada

- Transferências realizadas, em geral, entre um acumulador e um registrador ligado ao dispositivo de E/S.

E/S programada

- Transferências realizadas, em geral, entre um acumulador e um registrador ligado ao dispositivo de E/S.
- Para transferências entre dispositivos de E/S e memória:
 - Instrução de entrada (INPUT) para transferir uma palavra de um dispositivo para CPU.

E/S programada

- Transferências realizadas, em geral, entre um acumulador e um registrador ligado ao dispositivo de E/S.
- Para transferências entre dispositivos de E/S e memória:
 - Instrução de entrada (INPUT) para transferir uma palavra de um dispositivo para CPU.
 - Instrução de saída (STORE) para transferir uma palavra da CPU para dispositivo de E/S.

Endereçamento

- Linhas de endereçamento do barramento podem ser usadas também para E/S.

Endereçamento

- Linhas de endereçamento do barramento podem ser usadas também para E/S.
- Cada ligação entre o barramento e o dispositivo de E/S é chamado porta de E/S, sendo atribuído a ela um endereço exclusivo.

Endereçamento

- Linhas de endereçamento do barramento podem ser usadas também para E/S.
- Cada ligação entre o barramento e o dispositivo de E/S é chamado porta de E/S, sendo atribuído a ela um endereço exclusivo.
- Em algumas máquinas, parte do endereçamento da memória principal é usada para portas de E/S (E/S mapeada em memória). Neste caso, não há necessidade de instruções especiais de E/S.

Endereçamento

- Linhas de endereçamento do barramento podem ser usadas também para E/S.
- Cada ligação entre o barramento e o dispositivo de E/S é chamado porta de E/S, sendo atribuído a ela um endereço exclusivo.
- Em algumas máquinas, parte do endereçamento da memória principal é usada para portas de E/S (E/S mapeada em memória). Neste caso, não há necessidade de instruções especiais de E/S.
- Naturalmente, o programador deve conhecer a faixa de endereços reservada para E/S e qual faixa que realmente constitui-se de memória.

Instruções de E/S

- O microprocessador Intel 8080 utiliza o esquema de endereçamento anterior:
 - IN x, transfere uma palavra da porta de E/S para o acumulador do 8080.
 - OUT x, transfere uma palavra do acumulador do 8080 para a porta de E/S.

Instruções de E/S

- O microprocessador Intel 8080 utiliza o esquema de endereçamento anterior:
 - IN x, transfere uma palavra da porta de E/S para o acumulador do 8080.
 - OUT x, transfere uma palavra do acumulador do 8080 para a porta de E/S.
- A CPU não atribui nenhuma interpretação às palavras transferidas. Dever do programador.

Instruções de E/S

- O microprocessador Intel 8080 utiliza o esquema de endereçamento anterior:
 - IN x, transfere uma palavra da porta de E/S para o acumulador do 8080.
 - OUT x, transfere uma palavra do acumulador do 8080 para a porta de E/S.
- A CPU não atribui nenhuma interpretação às palavras transferidas. Dever do programador.
- Ex: estado do dispositivo, instruções especiais para o dispositivo, dados (exibição, armazenamento, impressão, etc).

Instruções de E/S

- Problema:

- O que acontece se tentamos enviar dados sem que o dispositivo esteja pronto para recebê-los?

Instruções de E/S

➤ Problema:

- O que acontece se tentamos enviar dados sem que o dispositivo esteja pronto para recebê-los?
- E se a CPU aguarda por informações que o dispositivo não está gerando?

Instruções de E/S

➤ Problema:

- O que acontece se tentamos enviar dados sem que o dispositivo esteja pronto para recebê-los?
- E se a CPU aguarda por informações que o dispositivo não está gerando?
- Precisamos avaliar o estado atual do dispositivo (um bit é suficiente para o teste).

Instruções de E/S

➤ São necessários os seguintes passos:

1. Lê a informação de estado.

Instruções de E/S

➤ São necessários os seguintes passos:

1. Lê a informação de estado.
2. Testa, para determinar se o dispositivo está pronto para iniciar a transferência de dados.

Instruções de E/S

➤ São necessários os seguintes passos:

1. Lê a informação de estado.
2. Testa, para determinar se o dispositivo está pronto para iniciar a transferência de dados.
3. Se não está pronto, retorna ao passo 1, se está pronto, efetua a transferência do dado.

Instruções de E/S

Tabela 1: trecho de programa de E/S do INTEL 8080.

Instrução	Comentário
WAIT: IN 1	Lê estado do dispositivo, na porta 1, para o acumulador.
CMP READY	Compara a palavra READY (de forma imediata) com o AC. Se forem iguais, liga Z=1, se não, Z=0.
JNZ WAIT	Se $Z \neq 1$, volta para a instrução de rótulo WAIT.
IN 2	Lê palavra de dados para o acumulador a partir da porta 2.

Fonte: Weber, 2002.

Acesso direto à memória

- Com um aumento na complexidade do hardware, o dispositivo de E/S pode ser munido da capacidade de ler ou escrever blocos de informações na memória principal sem intervenção da CPU.

Acesso direto à memória

- Com um aumento na complexidade do hardware, o dispositivo de E/S pode ser munido da capacidade de ler ou escrever blocos de informações na memória principal sem intervenção da CPU.
- O dispositivo deve ser capaz de gerar endereços e transmitir dados através do barramento da memória principal.

Acesso direto à memória

- Com um aumento na complexidade do hardware, o dispositivo de E/S pode ser munido da capacidade de ler ou escrever blocos de informações na memória principal sem intervenção da CPU.
- O dispositivo deve ser capaz de gerar endereços e transmitir dados através do barramento da memória principal.
- Também deve existir um sinal de solicitação de acesso ao barramento e mecanismo de seleção.

Acesso direto à memória

- A CPU é responsável apenas pelo início e fim da transferência de cada bloco.

Acesso direto à memória

- A CPU é responsável apenas pelo início e fim da transferência de cada bloco.
- Não serão necessárias instruções na CPU para a tarefa de transferência entre E/S e memória.

Acesso direto à memória

- A CPU é responsável apenas pelo início e fim da transferência de cada bloco.
- Não serão necessárias instruções na CPU para a tarefa de transferência entre E/S e memória.
- No final, a CPU interage com o dispositivo, e volta a assumir o controle do barramento.

Interrupção

- Definição: Quando o dispositivo de E/S contém circuitos que o habilitam a requisitar serviços da CPU, ou seja, provocam na CPU a execução de um programa para atender o dispositivo.
- Serviços de interrupção livram a CPU de testar periodicamente o estado dos dispositivos de E/S continuamente.

Interrupção

- Quando ocorre uma interrupção:
 - A CPU para de executar temporariamente o programa em curso.

Interrupção

- Quando ocorre uma interrupção:
 - A CPU para de executar temporariamente o programa em curso.
 - Salva o estado dos registradores correspondentes.

Interrupção

- Quando ocorre uma interrupção:
 - A CPU para de executar temporariamente o programa em curso.
 - Salva o estado dos registradores correspondentes.
 - Transfere o controle de execução para um programa de tratamento de interrupção.

Interrupção

- Quando ocorre uma interrupção:
 - A CPU para de executar temporariamente o programa em curso.
 - Salva o estado dos registradores correspondentes.
 - Transfere o controle de execução para um programa de tratamento de interrupção.
 - Quando o tratamento da interrupção encerra, a CPU pode reassumir a execução do programa antes interrompido, restaurando o estado dos registradores.

Processadores de E/S

- Processadores especiais que assumem o controle total deste tipo de operações.
- Aliviam consideravelmente a atividade da CPU, liberando-a para outros processamentos.
- Esses processadores:
 - Podem acessar diretamente a memória.
 - Podem interromper a CPU.
 - Podem executar programas ou conjuntos especiais de instruções para operações de E/S.
 - Podem estar ligados a CPU por barramento especiais, chamados interface de E/S.

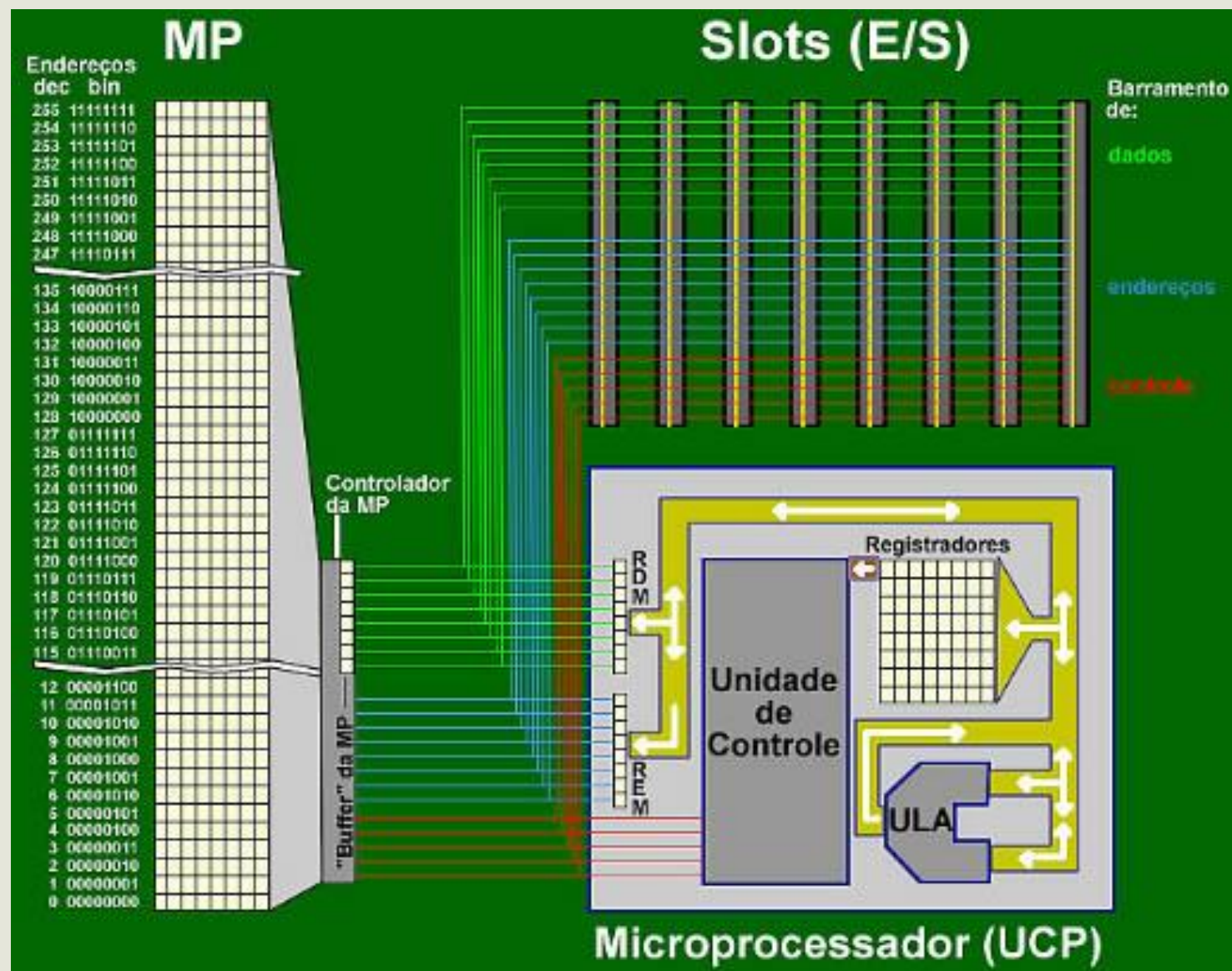
Sumário

- ~~Noções de E/S~~
- **Noções de Barramentos**
- Resumo

Noções de Barramentos

- Barramento é um caminho comum que conecta um número de dispositivos.
- Eles fazem a conexão entre os elementos da CPU, e em mais alto nível, a conexão entre os diversos dispositivos do computador.

Figura 5: UCP, memória e controladores (hardware).



Fonte: <http://www.bpiropo.com.br/fpc20051212.htm>

Noções de Barramentos

- Tipo de transferências: **Internas ao Processador** e **Externas ao Processador**.
- Internas: Transferência de dados entre ULA e registradores.
- Externas: Transferência de dados entre CPU, memória e dispositivos de E/S.

Noções de Barramentos

- Barramento em geral possui um conjunto de linhas de controle e um conjunto de linhas de dados.
- Considere como “dados”, os dados que transitam entre dispositivos, endereços ou comandos complexos.
- As linhas de controle são usadas para sinalizar solicitações e confirmações

Noções de Barramentos

- Barramento de dados: são usados para transferências de dados e instruções entre CPU, memória e dispositivos de E/S.
- Tamanho típico de 8, 16, 32, 64 ou 128 bits.

Noções de Barramentos

- Barramento de endereços: Seleciona a origem ou destino dos sinais transmitidos em um dos barramentos ou suas linhas. Conduz endereços.
- Função típica: selecionar reg. do dispositivo fonte ou destino do dado.
- Barramento de endereço com 8 linhas = 2^8 possíveis endereços.

Noções de Barramentos

- Barramento de controle: sincroniza atividades do sistema.
- Conduz o status e informações de controle para o processador.

Noções de Barramentos

- Um barramento ainda pode ser multiplexado:
- Um barramento pode transportar, ora dados, ora endereços.
- Torna-se necessário um sinal de controle para indicar para o dispositivo a função atual do barramento.

Noções de Barramentos

- Um barramento ainda pode ser:
 - Serial: O barramento tem um único fio por onde passa um bit de cada vez (USB, PCI Express, Firewire).
 - Paralelo: O barramento tem vários fios por onde passam vários bits simultaneamente (ISA, PCI, AGP).

Noções de Barramentos

- Ciclo de barramento:
- Tempo necessário para mover um grupo de bits ao longo do barramento, de um dispositivo para o outro.
- As informações só podem fluir uma de cada vez no barramento.

Noções de Barramentos

- Um barramento ainda pode ser:
 - Síncrono: sincroniza o funcionamento do barramento, a ocorrência e a duração de todos eventos.
 - Transação em 2 partes: envio do endereço e leitura dos dados.

Noções de Barramentos

➤ Vantagens:

- Nenhuma ou pouca lógica é necessária durante a transação.
- Barramento rápido e de baixo custo.

➤ Desvantagens:

- Todos os dispositivos devem operar na velocidade de clock.
- Têm comprimento físico limitado (+ comprimento, + variação clock).

Noções de Barramentos

- Um barramento ainda pode ser:
 - Assíncrono: funcionamento do barramento não é sincronizado, não há duração de tempo fixa nas operações do barramento.
 - Transação através do protocolo de **handshaking (apertos de mãos)**.

Noções de Barramentos

- Um barramento ainda pode ser:
 - Assíncrono: funcionamento do barramento não é sincronizado, não há duração de tempo fixa nas operações do barramento.
 - Transação através do protocolo de **handshaking (apertos de mãos)**.



AOC II

Noções de Barramentos

➤ 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.

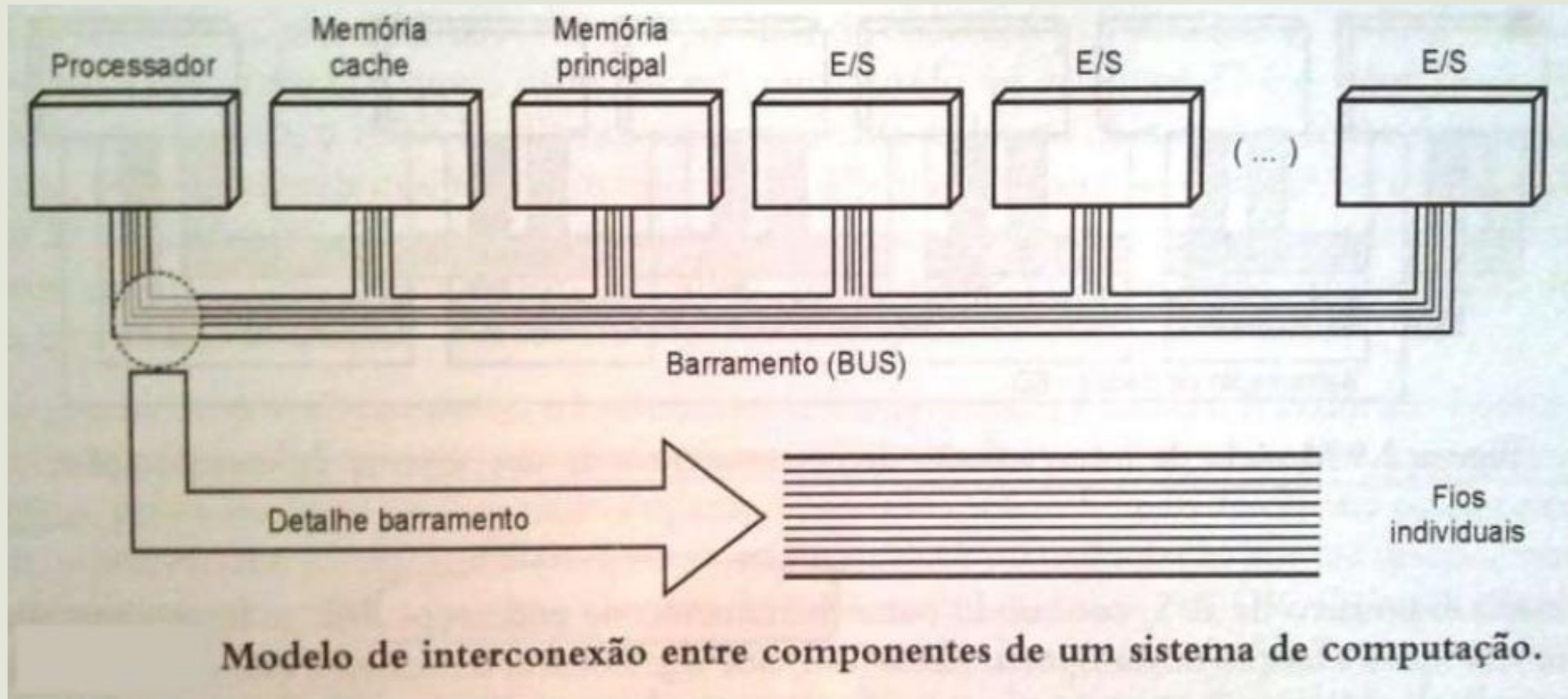
Noções de Barramentos

➤ Desvantagens:

- Lógica dedicada é necessária em cada dispositivo.
- Maior overhead devido ao processo de sincronização.

Noções de Barramentos

Figura 6: Modelo simples de interconexão entre componentes.



Noções de Barramentos

- Fluxos de informações possíveis:
 - Processador-> Memória.
 - Memória -> Processador.
 - E/S -> Processador.
 - Processador -> E/S.
 - Memória -> E/S (**DMA**).

Noções de Barramentos

➤ Fluxos de informações possíveis:

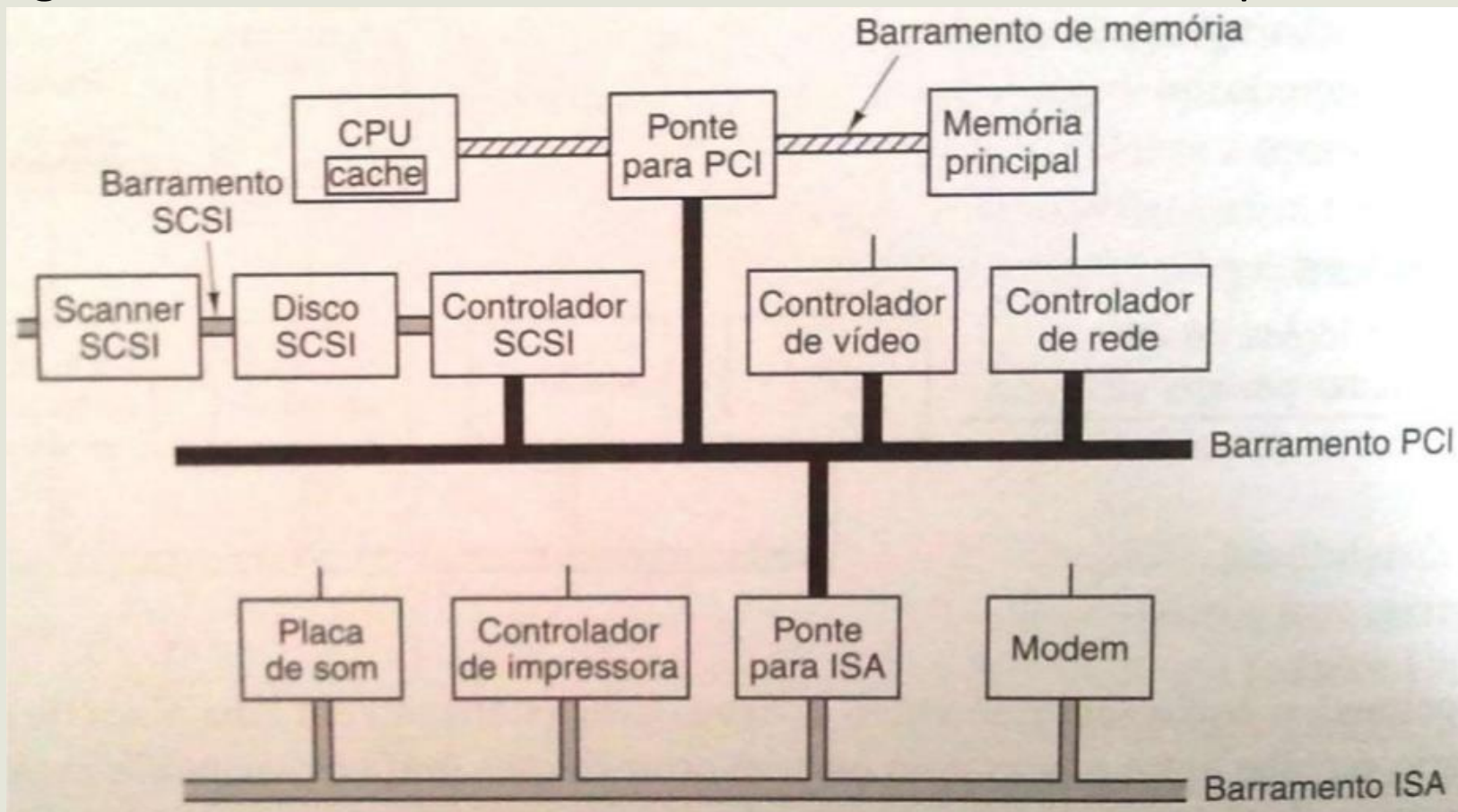
- Processador-> Memória.
- Memória -> Processador.
- E/S -> Processador.
- Processador -> E/S.
- Memória -> E/S (**DMA**).



AOC II

Noções de Barramentos

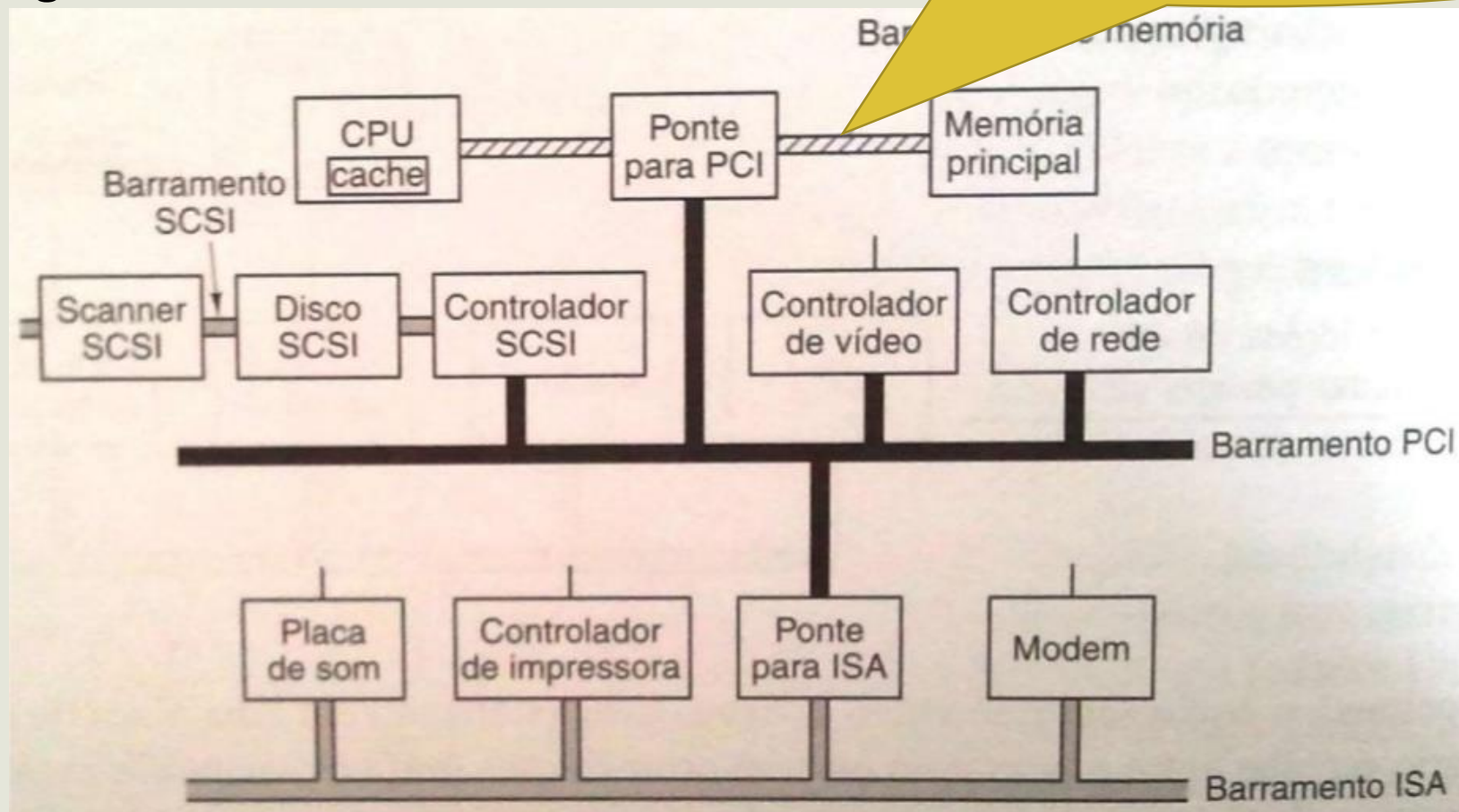
Figura 7: Diferentes barramentos em um sistema computacional.



Noções de Barramentos

**Barramento de alta
velocidade, gira em torno de
133 MHz a 1600 MHz**

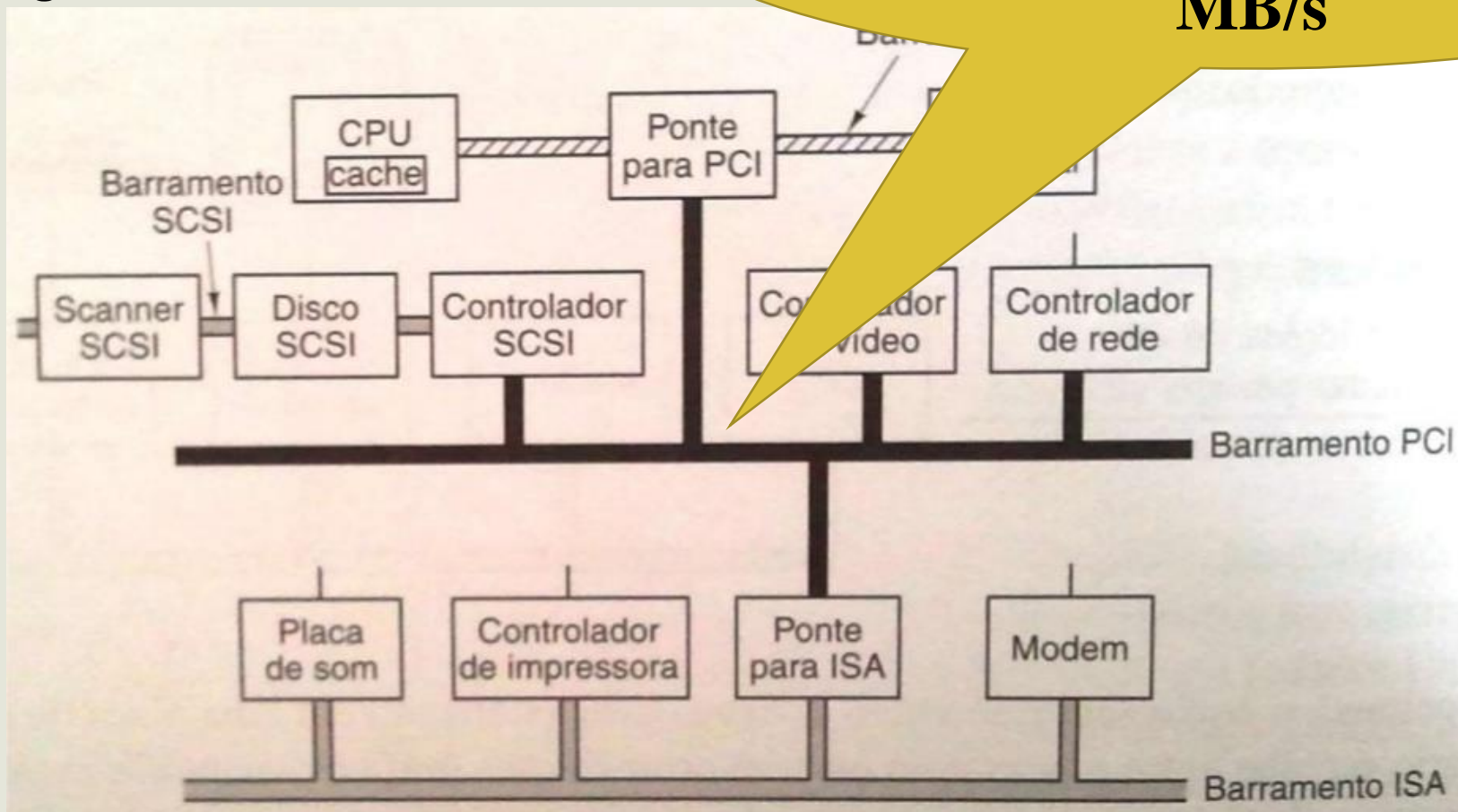
Figura 7: Diferentes barramentos em um



Noções de Barramento

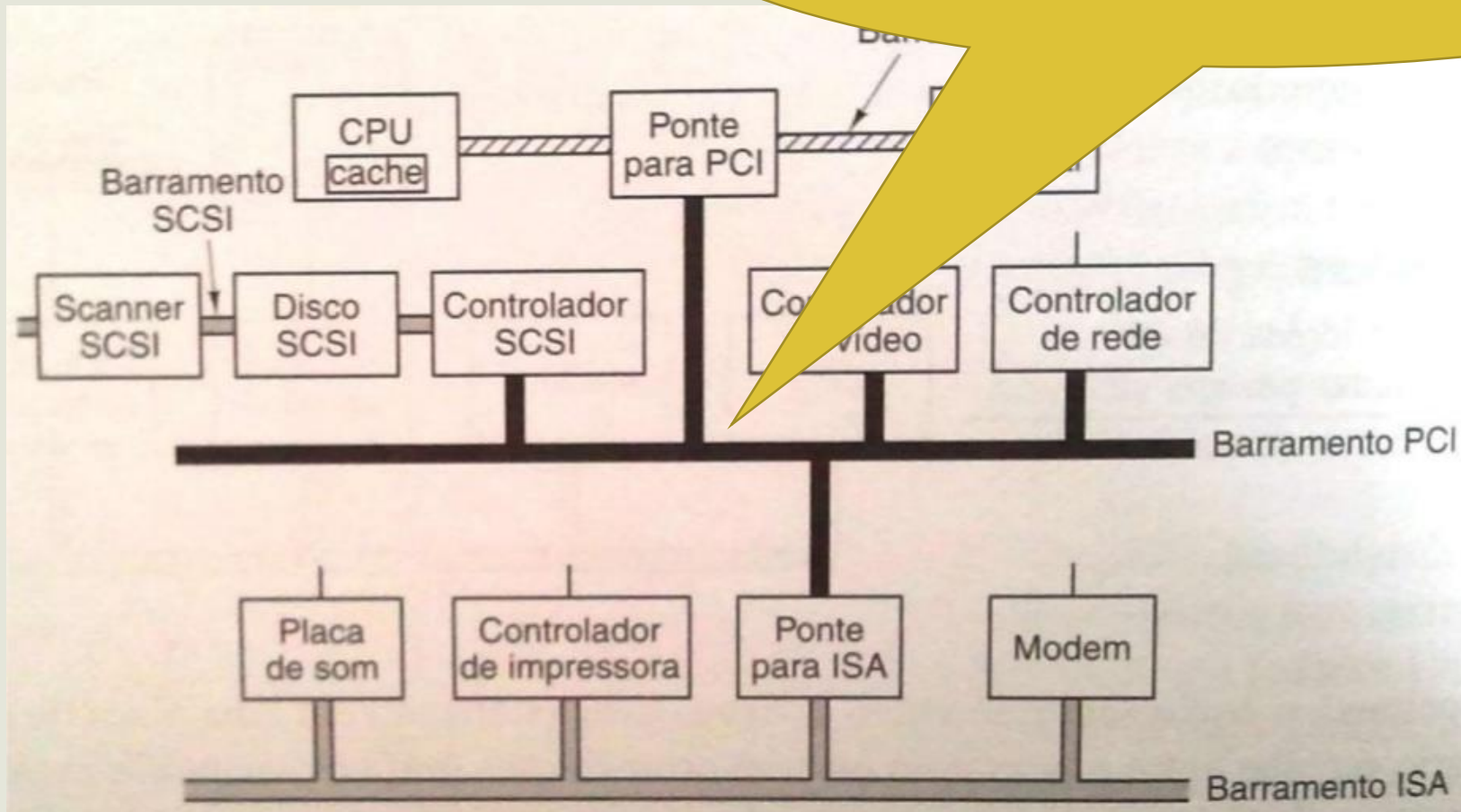
Barramento PCI, frequência mais comum de 33 MHz e transferências entre 132 e 264 MB/s

Figura 7: Diferentes barramentos



Noções de Barramento

Figura 7: Diferentes barramentos



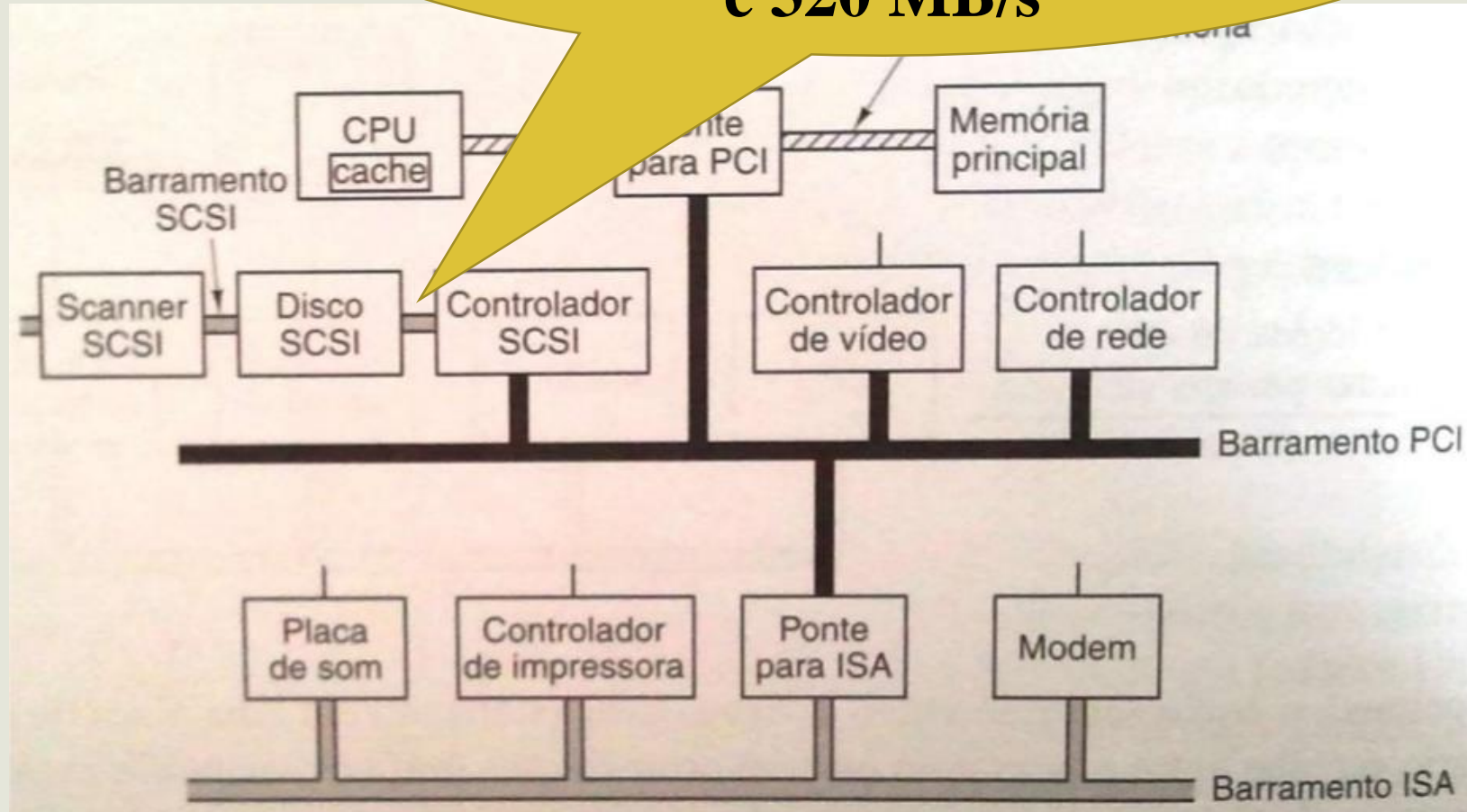
**PCI Express 4.0,
transferências de 2 GB/s por
faixa ! 16 faixas = 32 GB/s**

Noções de B

**Barramento SCSI,
frequência de 20 MHz a 80
MHz e transferências entre 20
e 320 MB/s**

Figura 7: Diferen

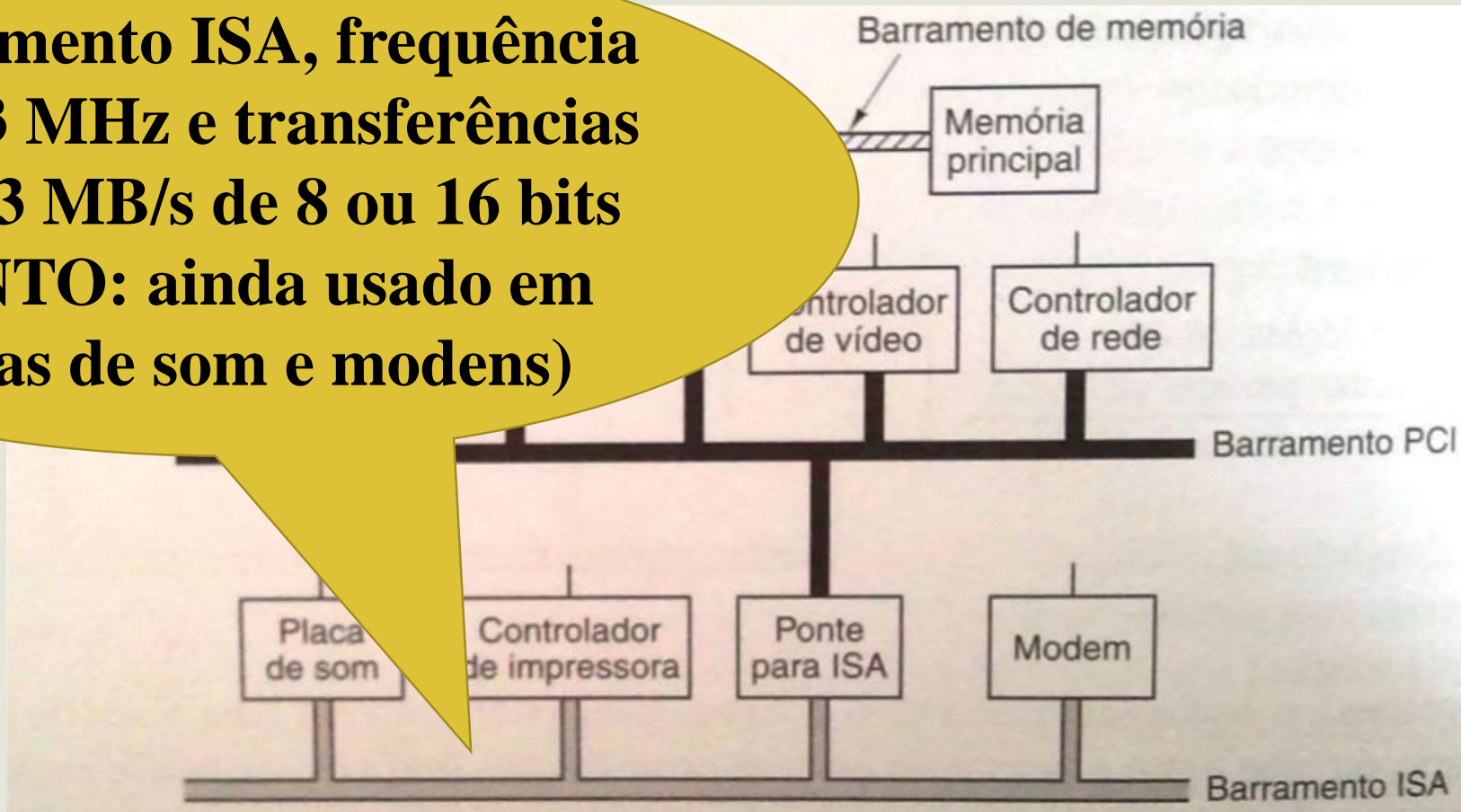
cional.

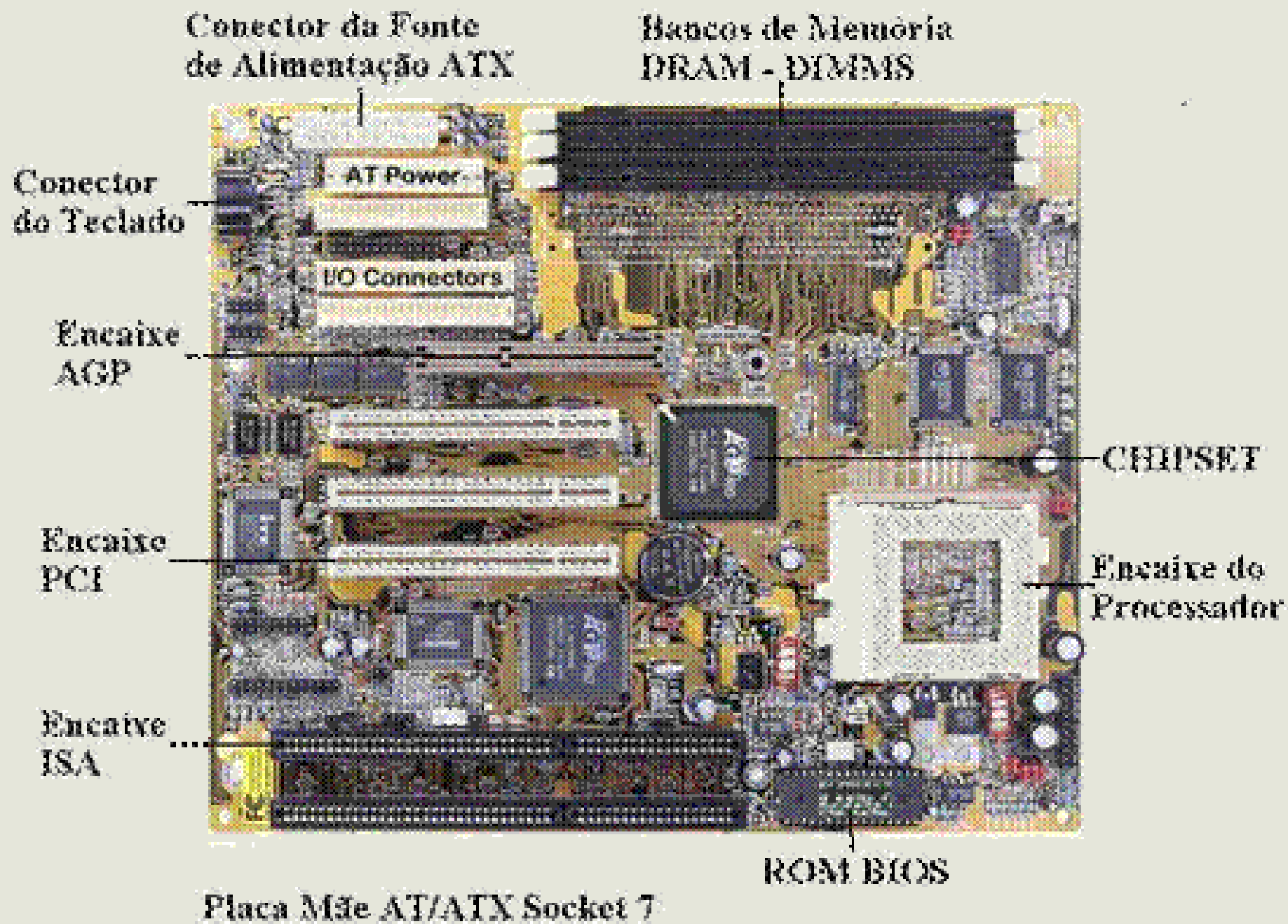


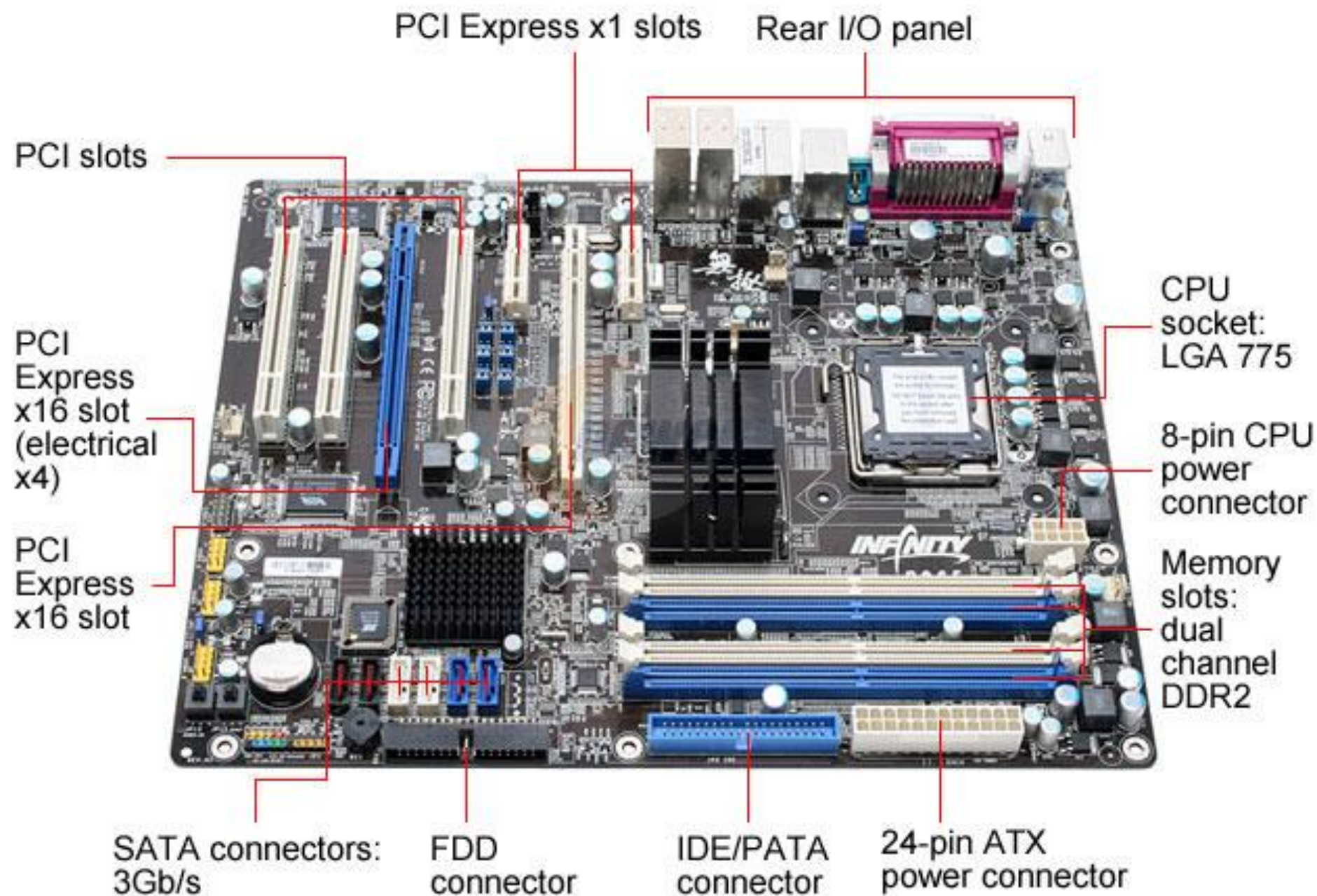
Noções de Barramentos

Barramentos em um sistema computacional.

Barramento ISA, frequência de 8.33 MHz e transferências de 8.33 MB/s de 8 ou 16 bits (LENTO: ainda usado em placas de som e modems)









IDE/PATA



2 Slots de memória



Cabo FLAT



IDE



**Slot
AGP
3.0
8x**



PCI



Slot AMR



USB 2.0



ELPIDA TAIWAN
EDD2504AETA-5B-E
070909502002

11 09 07
M-1
VOID IF REMOVED
533.5

ELPIDA TAIWAN
EDD2504AETA-5B-E
070909502002

ELPIDA TAIWAN
EDD2504AETA-5B-E
070909502002

ELPIDA TAIWAN
EDD2504AETA-5B-E
070909502002

DDR 512MB 400
2007.10.31

ELPIDA TAIWAN
EDD2504AETA-5B-E
070909502002

Noções de Barramentos

Mais informações:

- <http://docente.ifrn.edu.br/demetrioscoutinho/pronatec/barramentos>
- <http://www.infowester.com/barramentos.php>

Sumário

- ~~Noções de E/S~~
- ~~Noções de Barramentos~~
- **Resumo**

Resumo

- Vimos, em linhas gerais, conceitos básicos de E/S e barramentos.
- Vimos onde se encontram e se aplicam estes conceitos nos dispositivos atuais.

A dark grey background with a collage of white, chalk-like sketches of educational icons. These include a globe, a microscope, a book, a percentage sign, a ruler, and various geometric shapes like triangles and rectangles.

DÚVIDAS?