



Universidade Federal de Pelotas

Instituto de Física e Matemática

Departamento de Informática

Bacharelado em Ciência da Computação

Arquitetura e Organização de Computadores II

Aula 22

7. Métodos de comunicação: entrada e saída programada, entrada e saída controlada por interrupção, acesso direto à memória (DMA), *polling*.

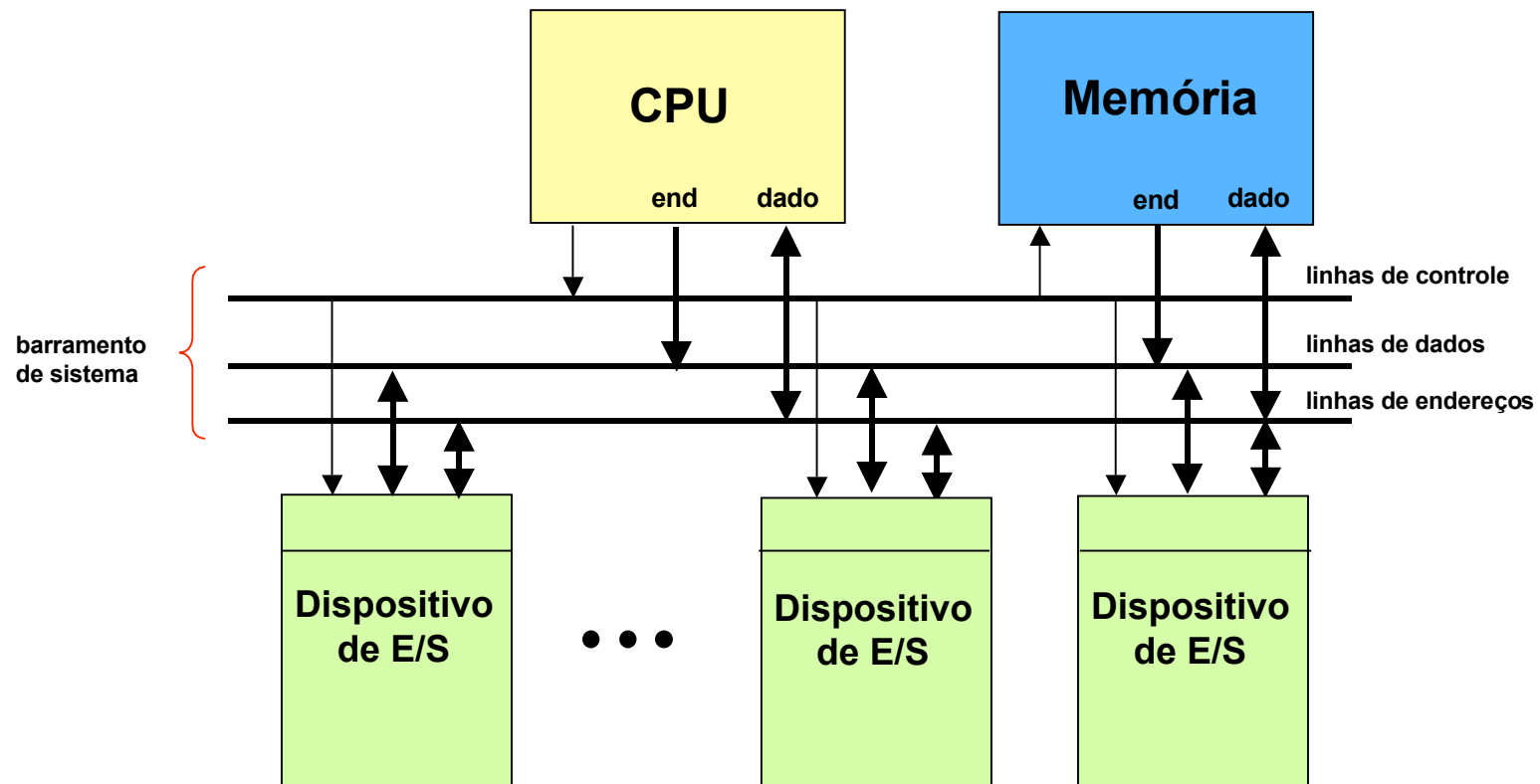
Prof. José Luís Güntzel

guntzel@ufpel.edu.br

www.ufpel.edu.br/~guntzel/AOC2/AOC2.html

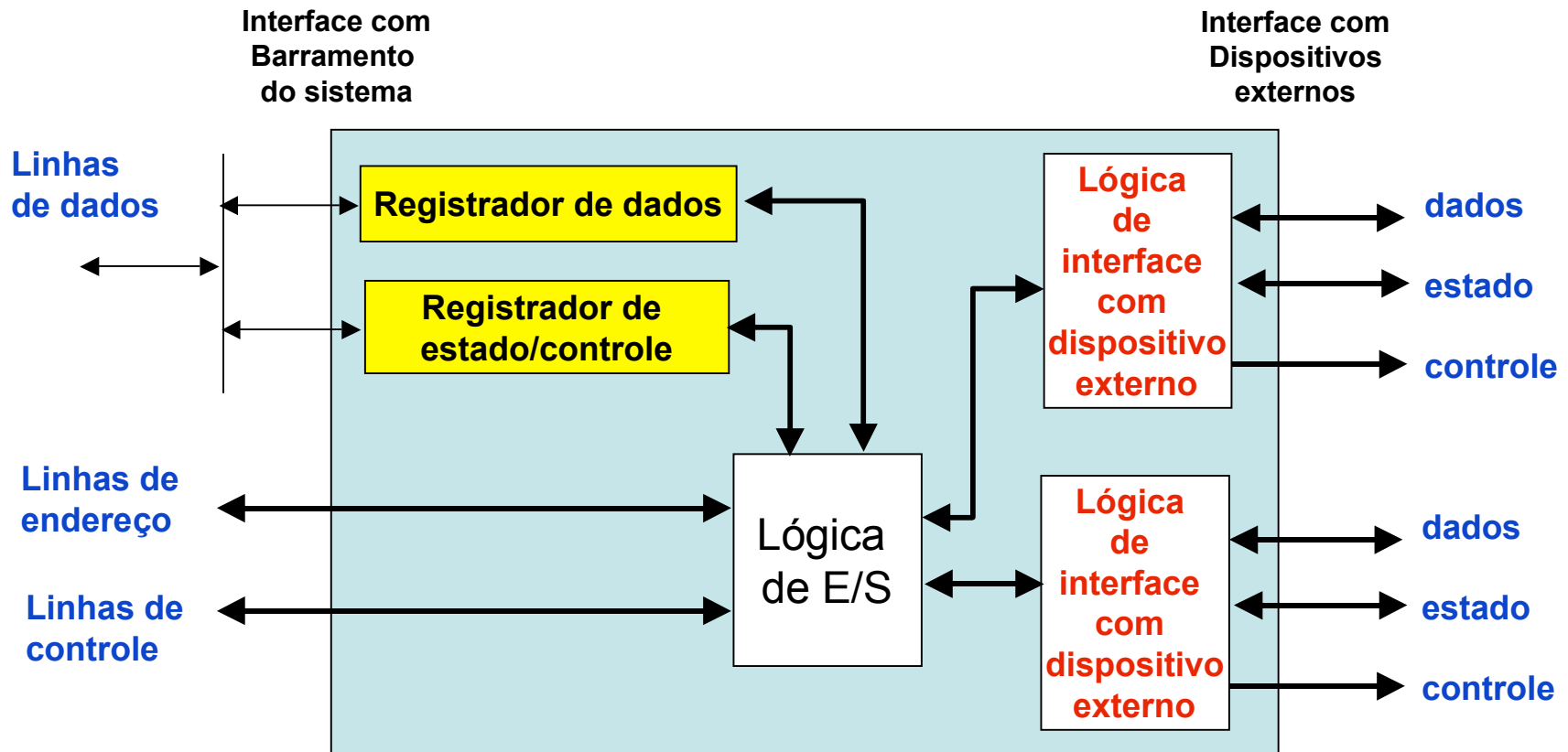
6. Métodos de Comunicação

► Relembrando von Neumann



6. Métodos de Comunicação

► Módulo de E/S



6. Métodos de Comunicação

► **Módulo de E/S**

- **Processador de E/S ou canal de E/S:**
 - é um módulo de E/S mais complexo, realiza a maior parte dos trabalhos
 - proporciona uma interface de alto nível com o processador
- **Controlador de E/S ou controlador do dispositivo:**
 - é um módulo de E/S mais simples
 - requer controle mais detalhado

6. Métodos de Comunicação

▶ 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)

6. Métodos de Comunicação

► O Papel do Sistema Operacional

Tipos de comunicação do SO com os dispositivos de E/S:

- Envio de comandos para os dispositivos de E/S **polling**
- O dispositivo deve poder avisar ao SO o término de uma operação (ou erro) **interrupção**
- Dados devem ser transferidos entre a memória e os dispositivos de E/S de maneira rápida

acesso direto à memória (DMA)

6. Métodos de Comunicação

► Métodos de Endereçamento

Para dar um comando a um dispositivo de entrada/saída, o processador precisa ser capaz de endereçar o dispositivo.

Existem dois métodos para endereçar dispositivos:

- **Entrada/saída mapeada na memória**
- **Entrada/saída independente** (com comandos especiais de entrada/saída)

6. Métodos de Comunicação

► Métodos de Endereçamento

Entrada/Saída Mapeada na Memória

- Parte do espaço de endereçamento é reservado aos dispositivos de entrada/saída
- Leituras e escritas envolvendo estes endereços são interpretadas como comandos
- Uma operação de escrita na memória é usada para enviar dados para um dispositivo de E/S
- Barramento não precisa ter linhas especiais para comandos (somente para leitura e escrita)

6. Métodos de Comunicação

► Métodos de Endereçamento

Entrada/Saída Independente

- Barramento possui linhas de comandos de entrada e saída
- Uma linha de comando especifica se um endereço corresponde a uma posição de memória ou a um dispositivo de E/S

6. Métodos de Comunicação

► Comandos de Entrada/Saída

Tipos de comandos que podem ser enviados do processador para um dispositivo de E/S:

- **Controle:** ativar um periférico e indicar uma ação a ser executada
- **Teste:** testar várias condições de estado
- **Leitura:** fazer com que o dispositivo de E/S obtenha um item de dado do periférico, armazenando-o no registrador de dado
- **Gravação:** faz com que o dispositivo de E/S obtenha um item de dado (byte ou palavra) do barramento de dados, transmitindo-o para o periférico

6. Métodos de Comunicação

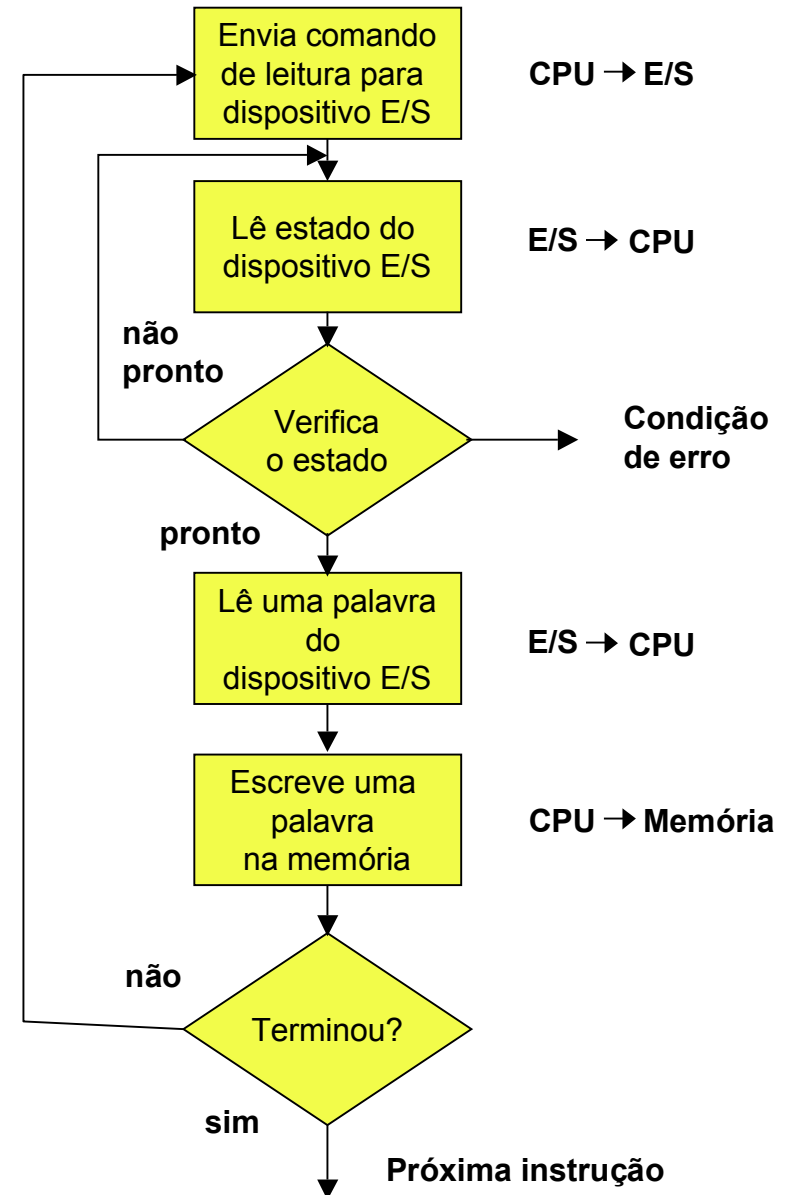
► Transferência com Polling

Dispositivo de E/S:

- Executa a operação requisitada
- sinaliza o término da operação carregando um valor apropriado no registrador de estado de E/S

O Processador:

- Não é alertado sobre o término da operação
- Precisa ficar verificando periodicamente o estado do dispositivo de E/S

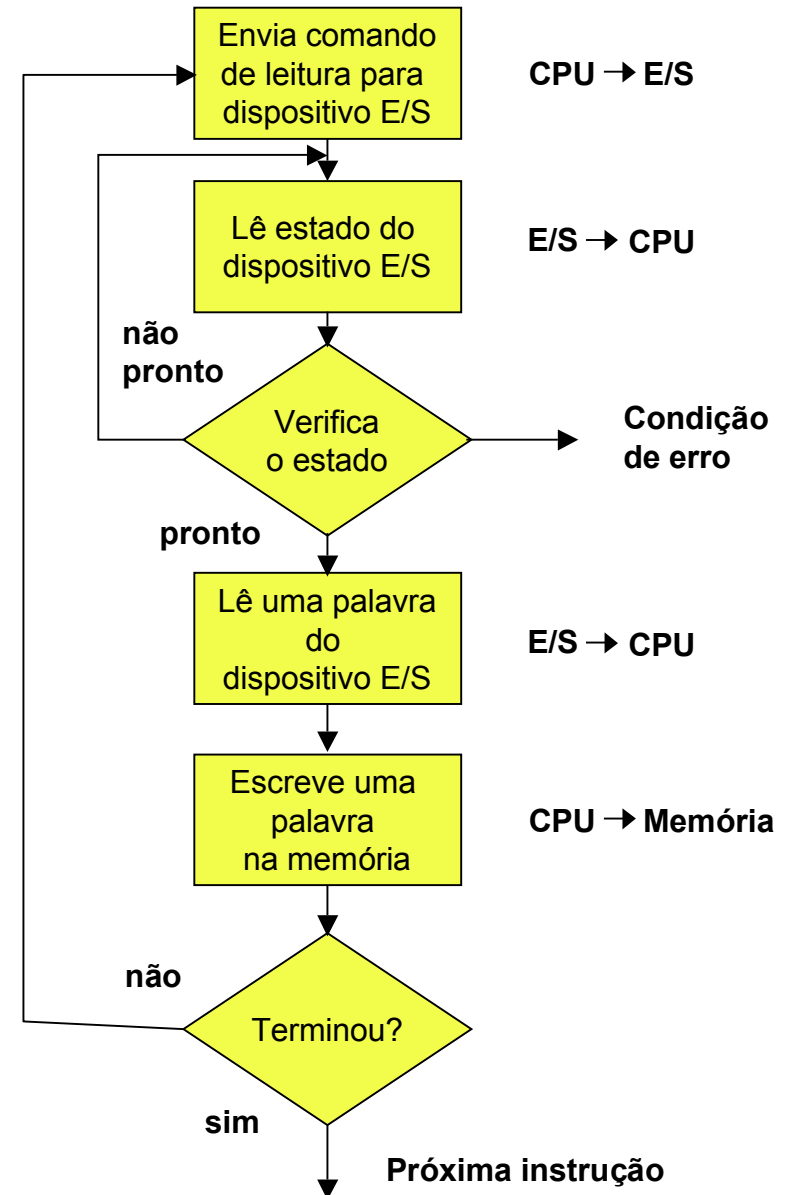


6. Métodos de Comunicação

► Transferência com Polling

Processador + rápido que dispositivos de E/S

- Processador gasta uma grande quantidade do tempo



6. Métodos de Comunicação

► Transferência com Polling

Porém, se um dispositivo pode iniciar operações de entrada e saída de maneira independente...

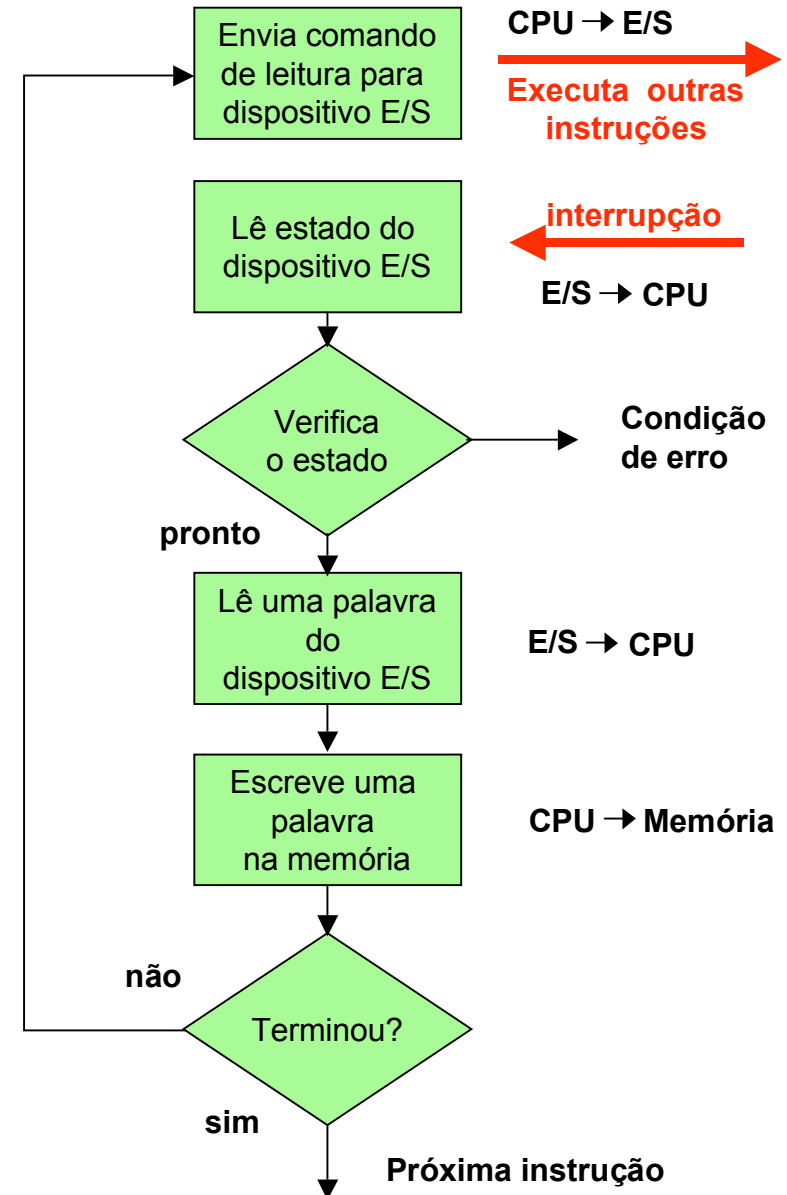
- **Polling precisa ser usado!**
- **Exemplo: mouse**

6. Métodos de Comunicação

► Transferência por Interrupção

Do lado do processador:

1. Envia um comando **READ**
2. Prossegue a execução de outras instruções
3. No final de cada ciclo, verifica se existe alguma instrução pendente
4. Ao detectar uma interrupção, salva o contexto e processa a interrupção (lendo a palavra e armazenando-a na memória)

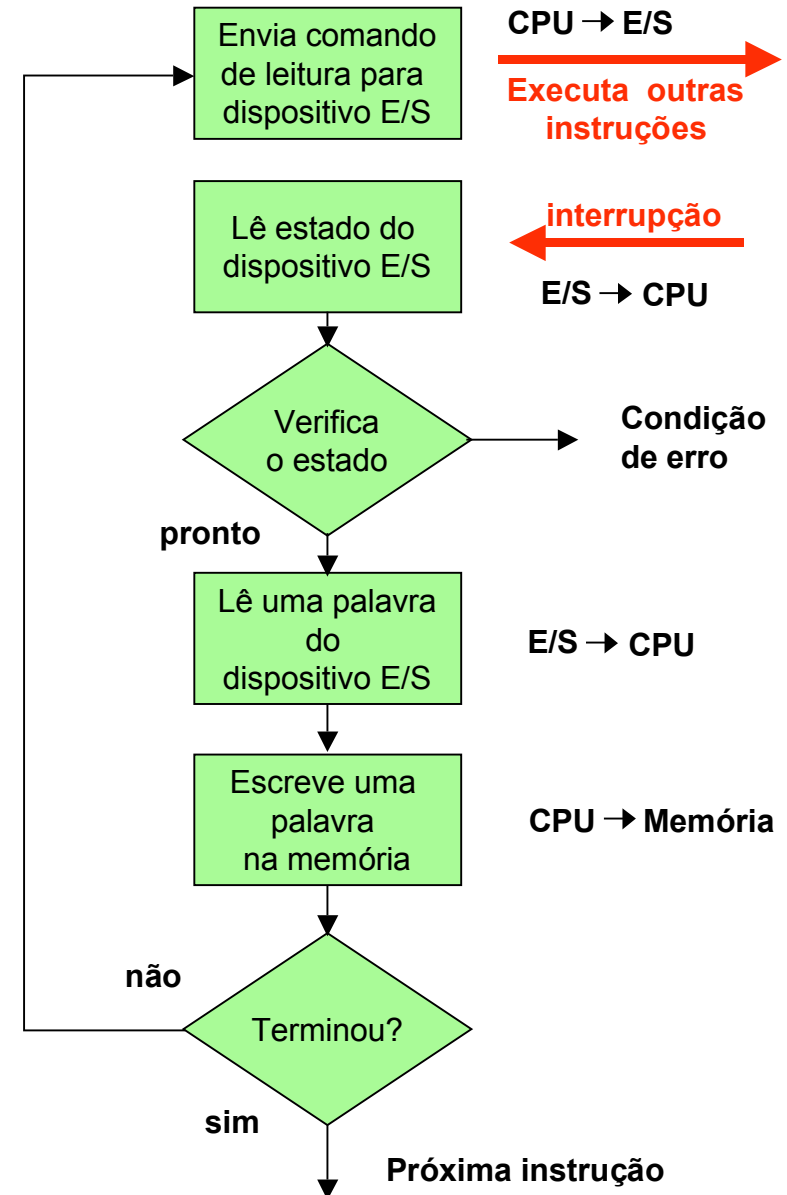


6. Métodos de Comunicação

► Transferência por Interrupção

Do lado do dispositivo de E/S:

1. Recebe comando **READ**
2. Lê o dado requerido do periférico
3. Quando o dado estiver em seu registrador de dados, interrompe o processador

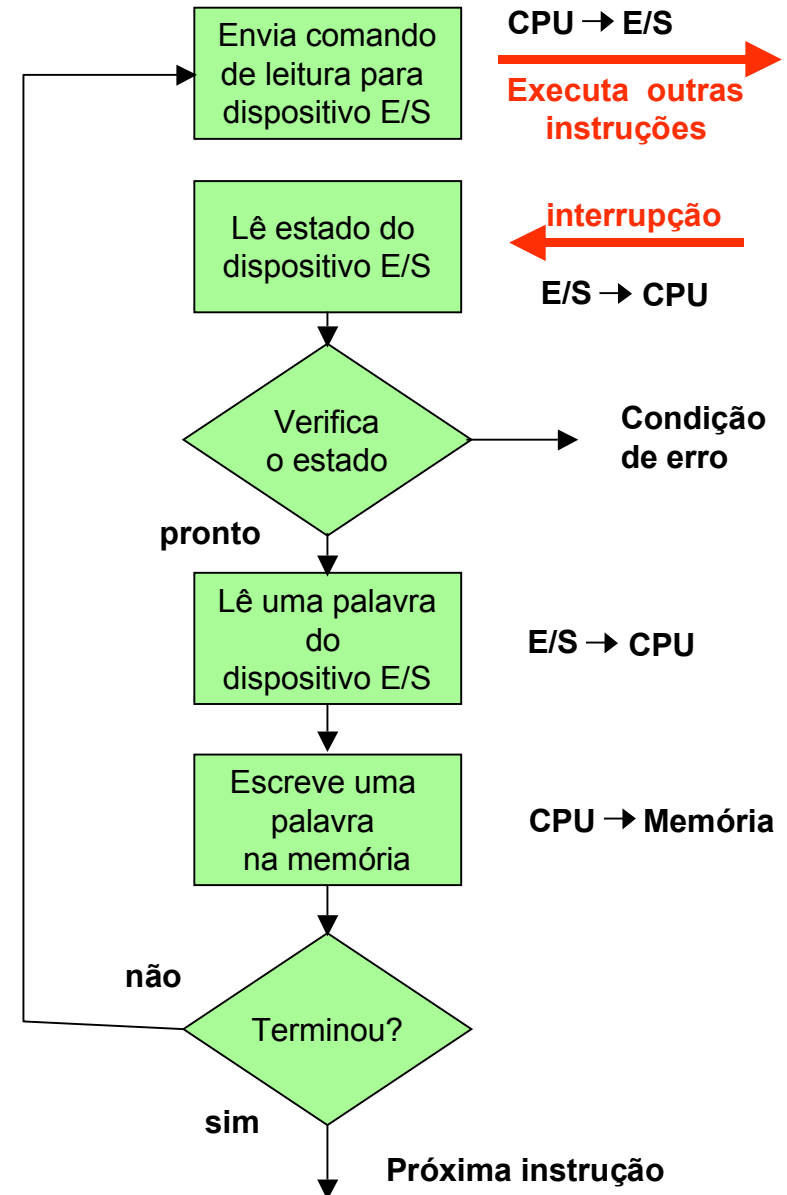


6. Métodos de Comunicação

► Transferência por Interrupção

Mas onde está o ganho em relação ao Polling ?

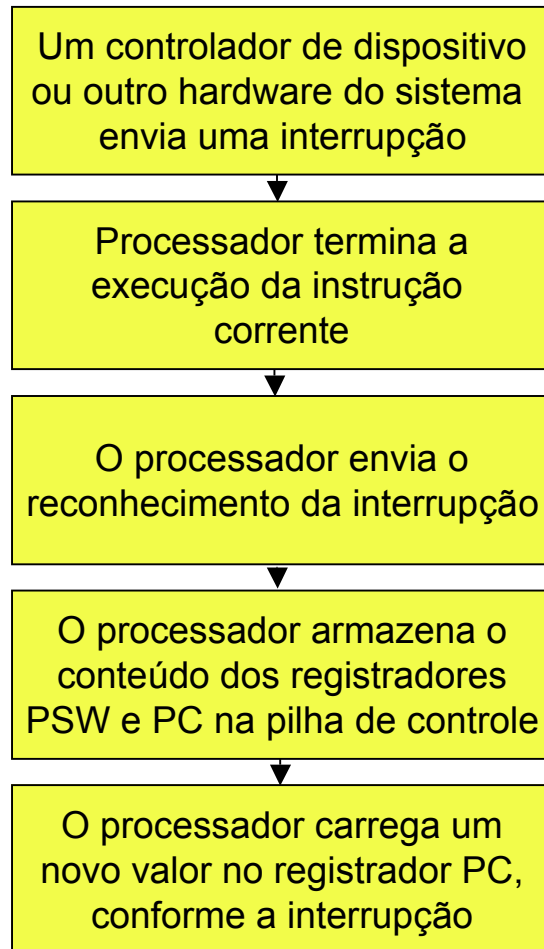
Está na relação de velocidades CPU/periféricos!



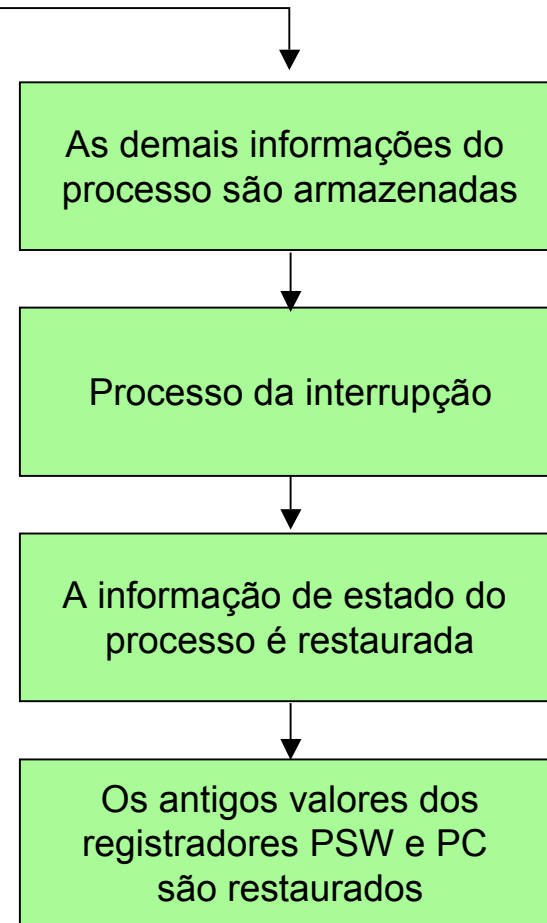
6. Métodos de Comunicação

► Processamento de uma Interrupção

HW



SW



6. Métodos de Comunicação

► Transferência por Interrupção

E se houver mais de uma interrupção a ser atendida?

- Usar interrupções com prioridades
- E para interrupções de mesma prioridade?

Fazer polling entre elas...

OBS: nas transferências por polling e por interrupção

- o processador controla totalmente a transferência
- Os dados passam por dentro do processador (usando seus registradores!)

6. Métodos de Comunicação

► Acesso Direto à Memória (DMA)

Desvantagens das transferências por polling e por interrupção:

- 1. Taxa de transferência limitada pela velocidade que o processador pode testar e servir o dispositivo**
- 2. O processador se ocupa de gerenciar a transferência de dados de E/S, tendo que executar várias instruções a cada transferência**

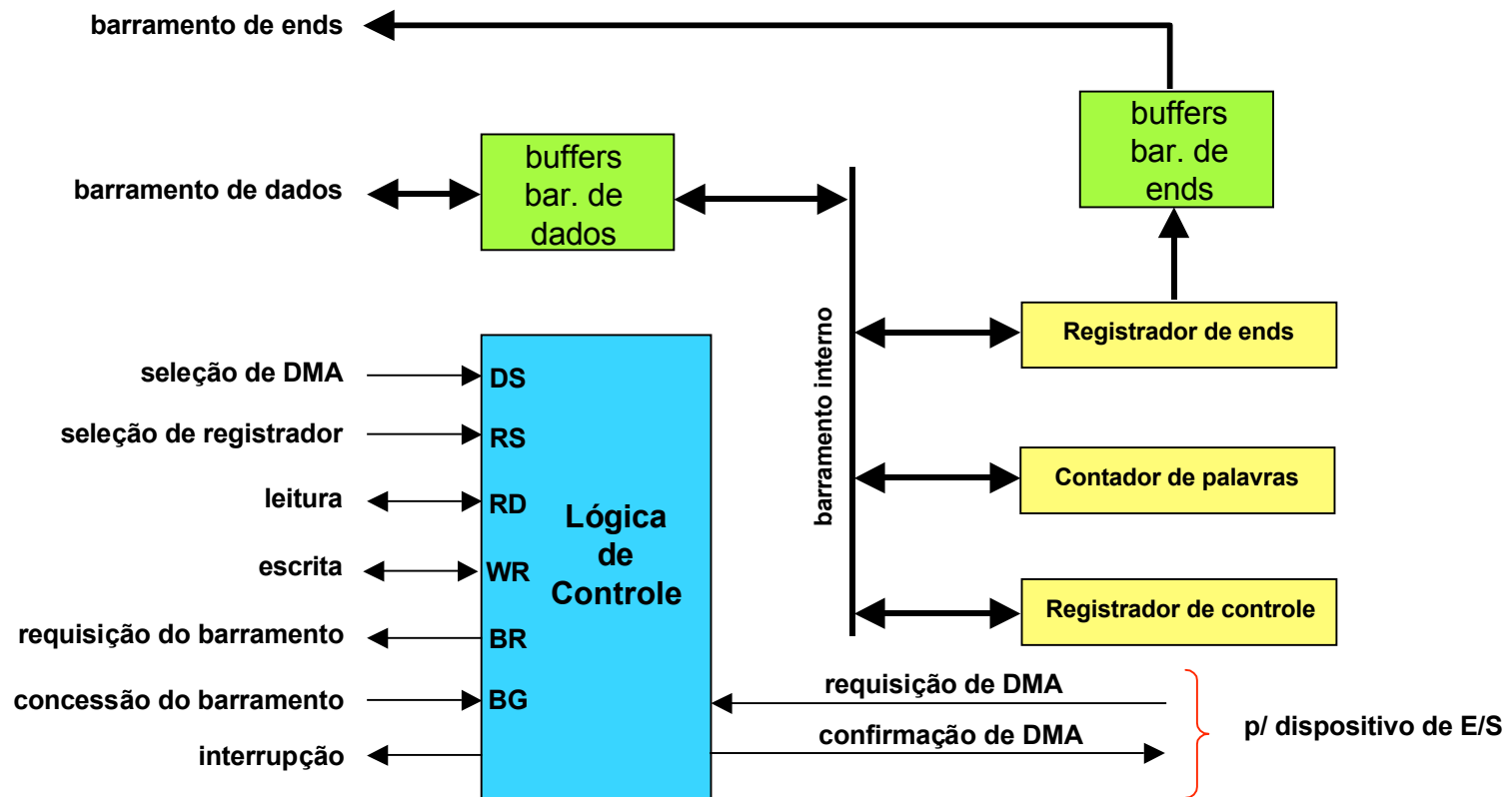
6. Métodos de Comunicação

▶ Acesso Direto à Memória (DMA)

1. A técnica de DMA libera o processador de acompanhar todos os passos de uma transferência
2. Exige um recurso de hardware especial, o controlador de DMA (**DMAC**)

6. Métodos de Comunicação

► Estrutura de um Controlador de DMA



6. Métodos de Comunicação

Acesso Direto à Memória (DMA)

Um controlador de DMA pode ter mais de um canal:

Neste caso, cada canal possui

- um par de sinais de requisição e confirmação
- Um conjunto de registradores



em caso de conflitos, é seguida uma ordem de prioridades

6. Métodos de Comunicação

▶ Acesso Direto à Memória (DMA)

Passo 1: processador ativa o DMAC (controlador de DMA)

- Informando a identidade do dispositivo
- A operação a ser realizada pelo dispositivo
- O endereço de memória que é a fonte ou o destino do dado e
- O número de bytes a serem transferidos

6. Métodos de Comunicação

► Acesso Direto à Memória (DMA)

Passo 2: O DMAC inicia a operação sobre o dispositivo:

- Arbitrando o barramento
- Quando os dados estiverem disponíveis ele os transfere
- Fornece os endereços de memória a serem lidos ou escritos
- Gera o próximo endereço de memória e inicia a nova transferência...

6. Métodos de Comunicação

▶ Acesso Direto à Memória (DMA)

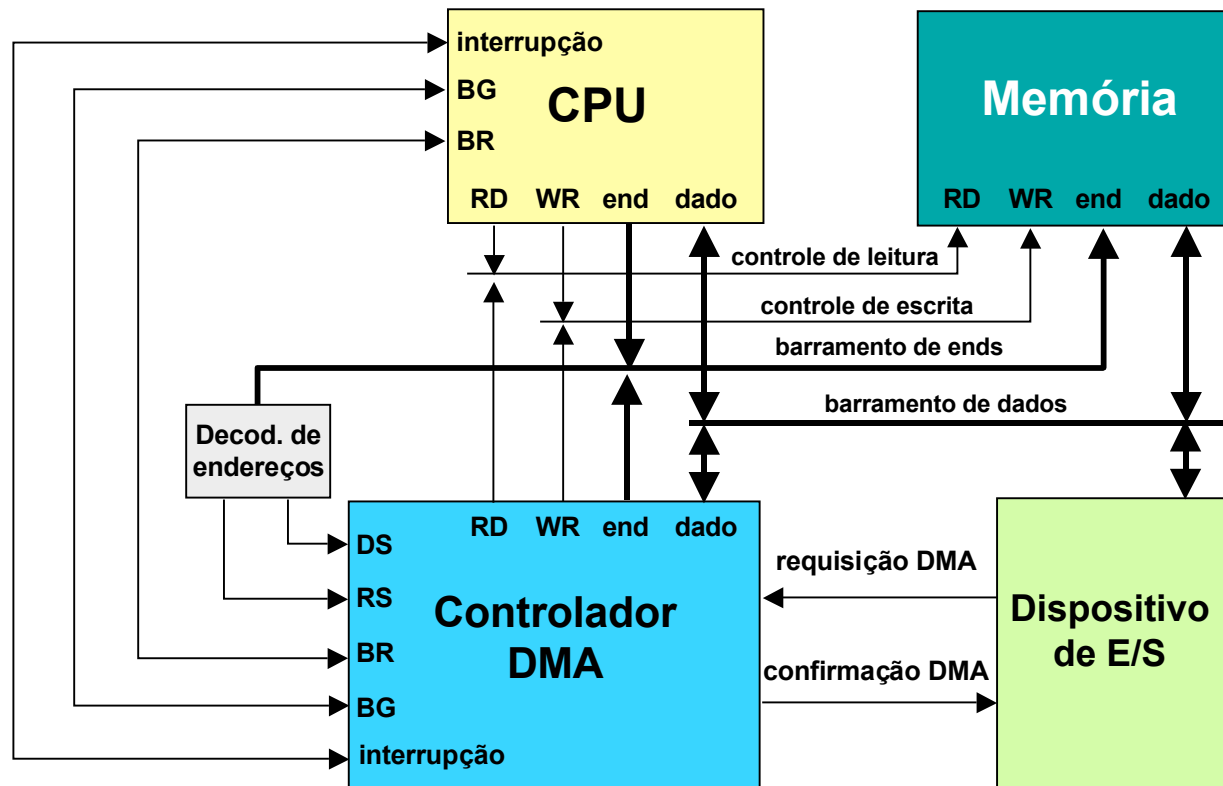
Passo 3: Uma vez completada a transferência sob o controle do DMAC:

- O DMAC interrompe o processador,
- O processador deve verificar se toda a operação de transferência foi realizada com sucesso.
- O processador retoma o controle do barramento

6. Métodos de Comunicação

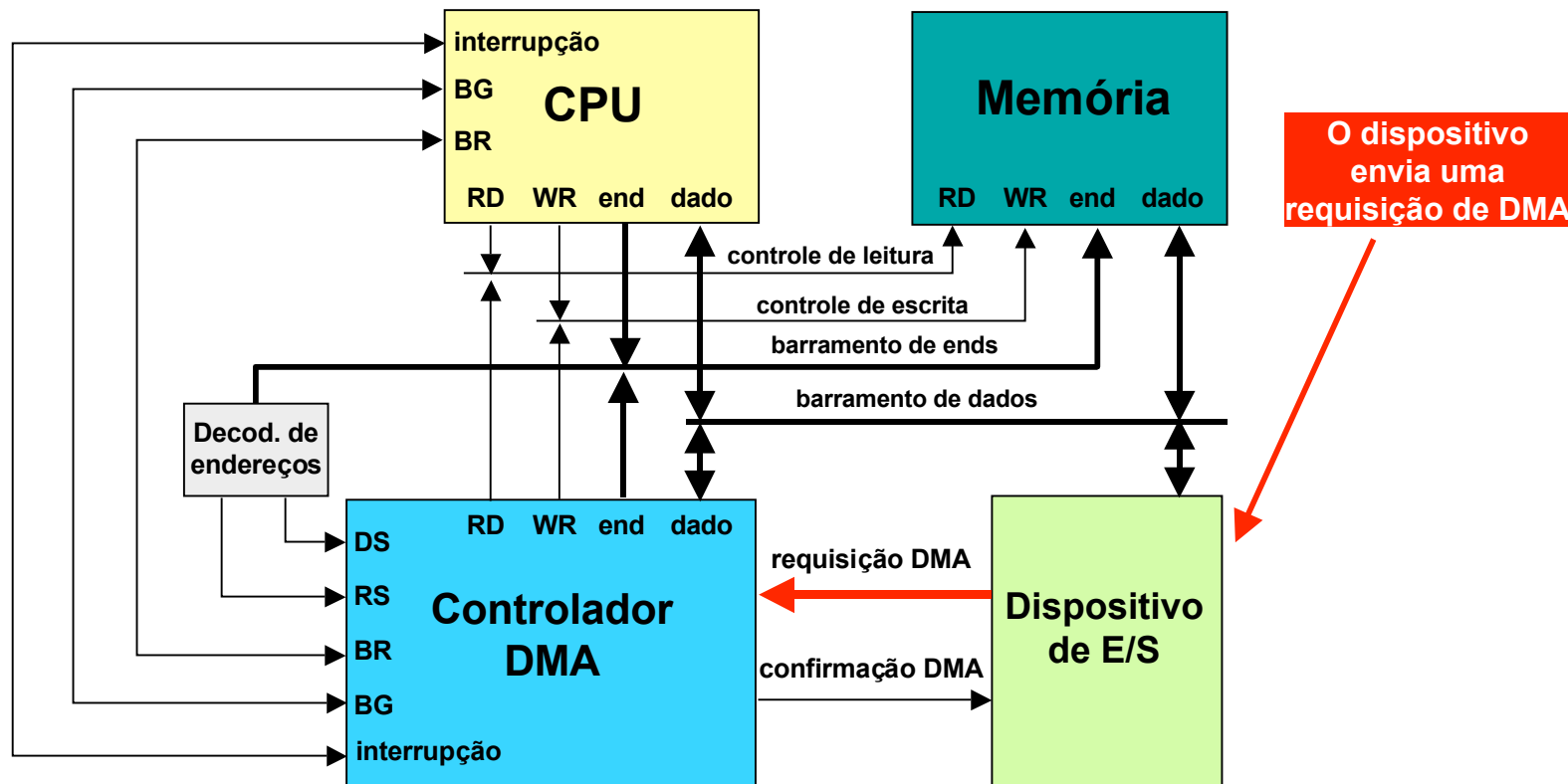
► Acesso Direto à Memória (DMA)

O controlador de DMA no sistema



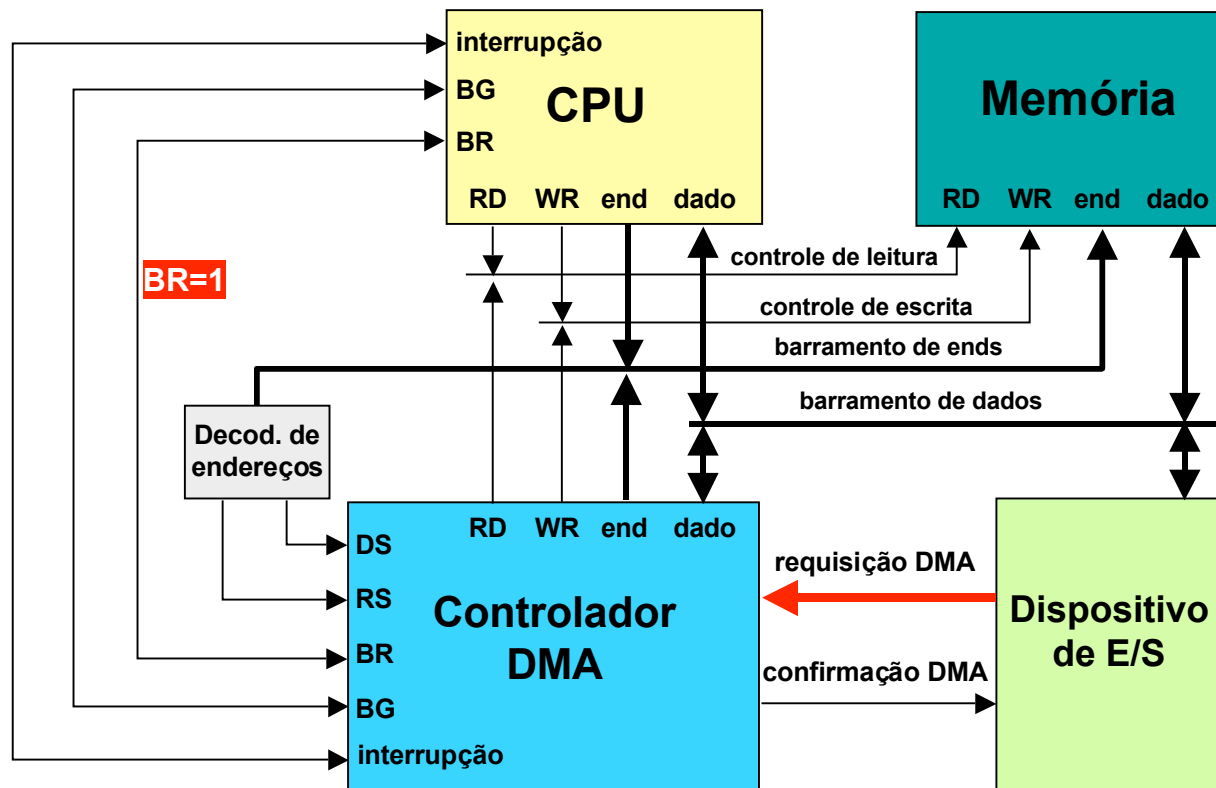
6. Métodos de Comunicação

► Transferência DMA



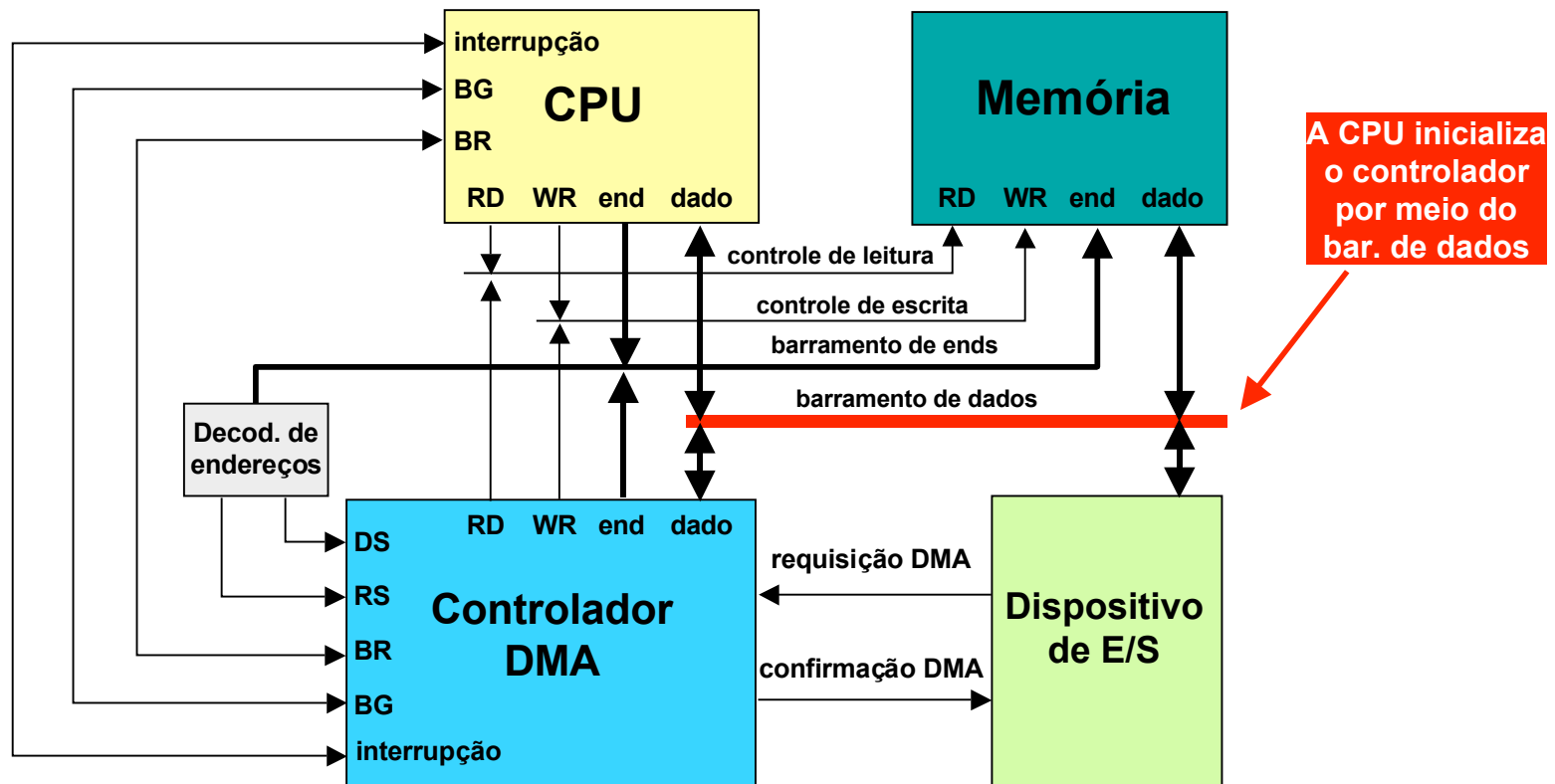
6. Métodos de Comunicação

► Transferência DMA



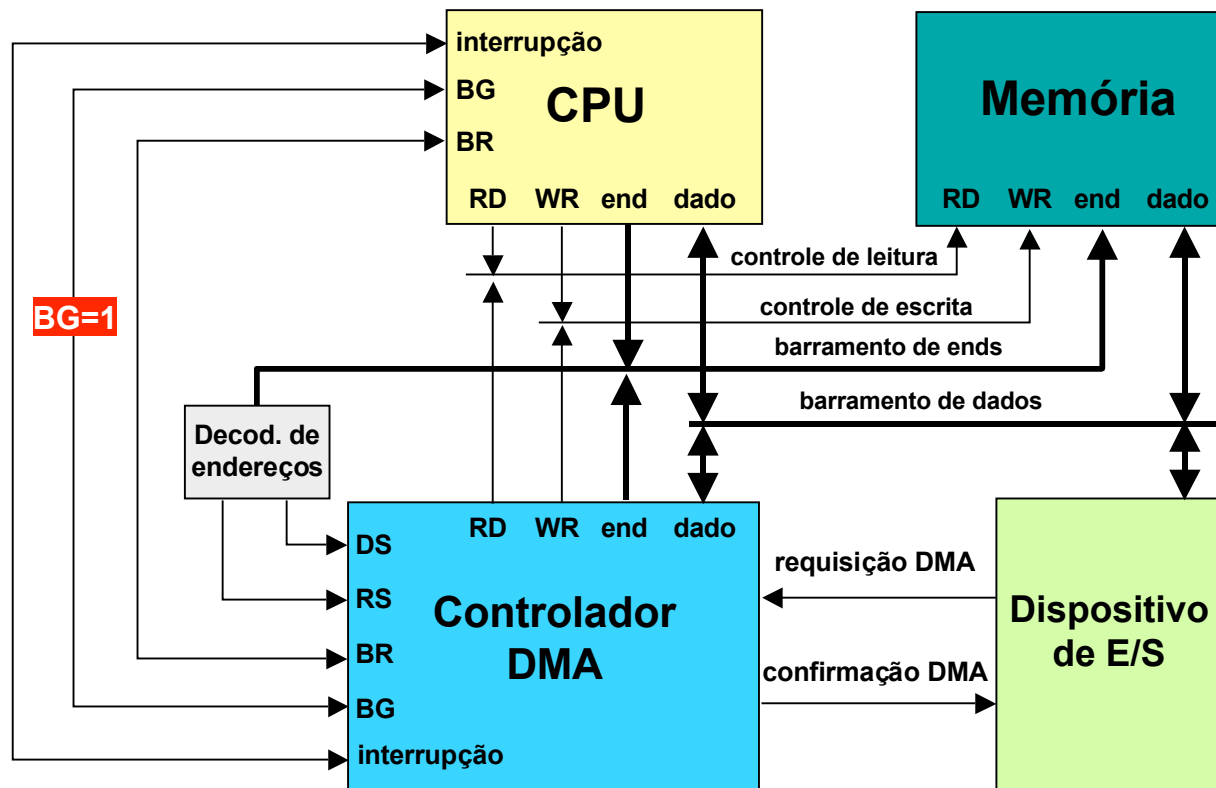
6. Métodos de Comunicação

► Transferência DMA



6. Métodos de Comunicação

► Transferência DMA

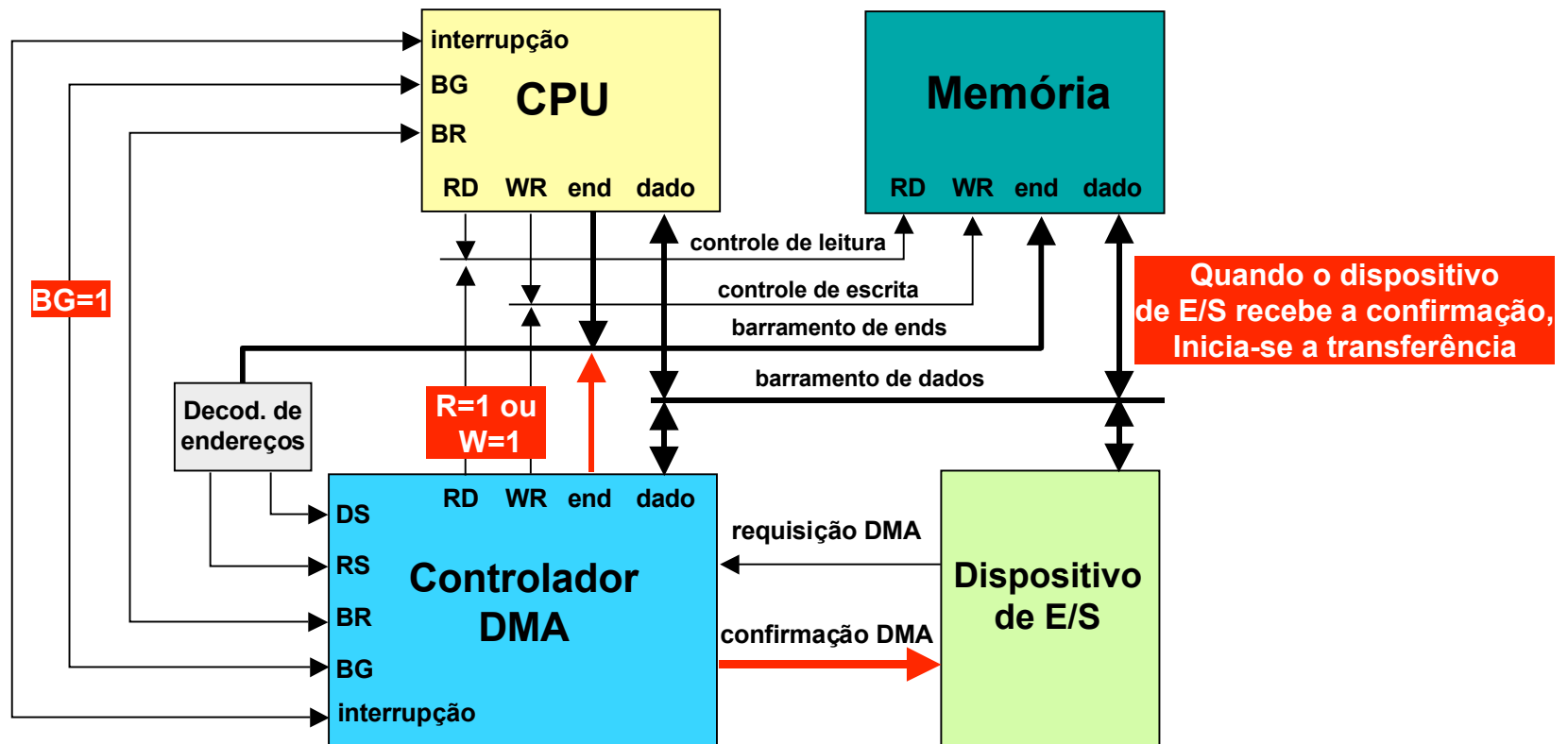


Transferência DMA



6. Métodos de Comunicação

► Transferência DMA



6. Métodos de Comunicação

► Conclusões da Aula

	desempenho	custo	OBS
Polling	pior	Mais baixo	É necessário
Interrupção	Interm.		
DMA	melhor	Necessita de HW extra	

6. Métodos de Comunicação

► Para Ir Além

- **Ler a seção 8.5 do Patterson & Hennessy (HW/SW Interface)**
- **Ler capítulo 6 de Stallings (Arq. E Org. de Computadores, 5ª edição)**
- **Ler a seção 11.6 do livro Computer Engineering: hardware design, de M. Morris Mano (há um exemplar na biblioteca setorial de C&T/UFPel)**