

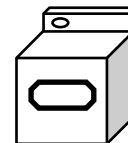
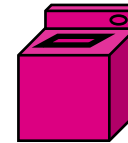
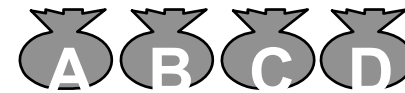
Organização de Computadores

Pipeline

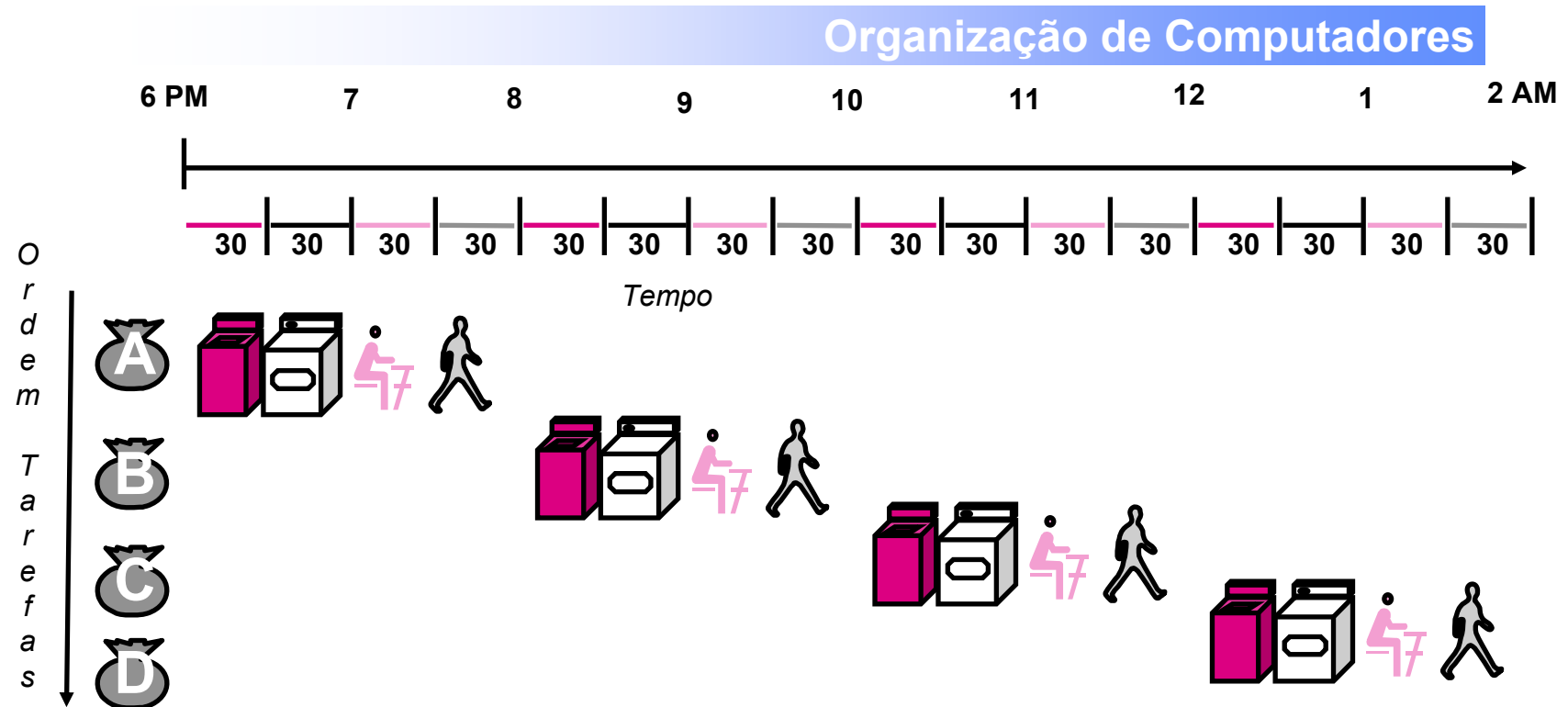
Processo de Pipelining (exemplo da lavanderia)

Organização de Computadores

- Ana, Bruno, Carla, Luiz têm roupas sujas a serem lavadas, secadas, dobradas e guardadas
- Lavadora leva 30 minutos
- Secadora leva 30 minutos
- “Dobrar” leva 30 minutos
- “Guardar” leva 30 minutos



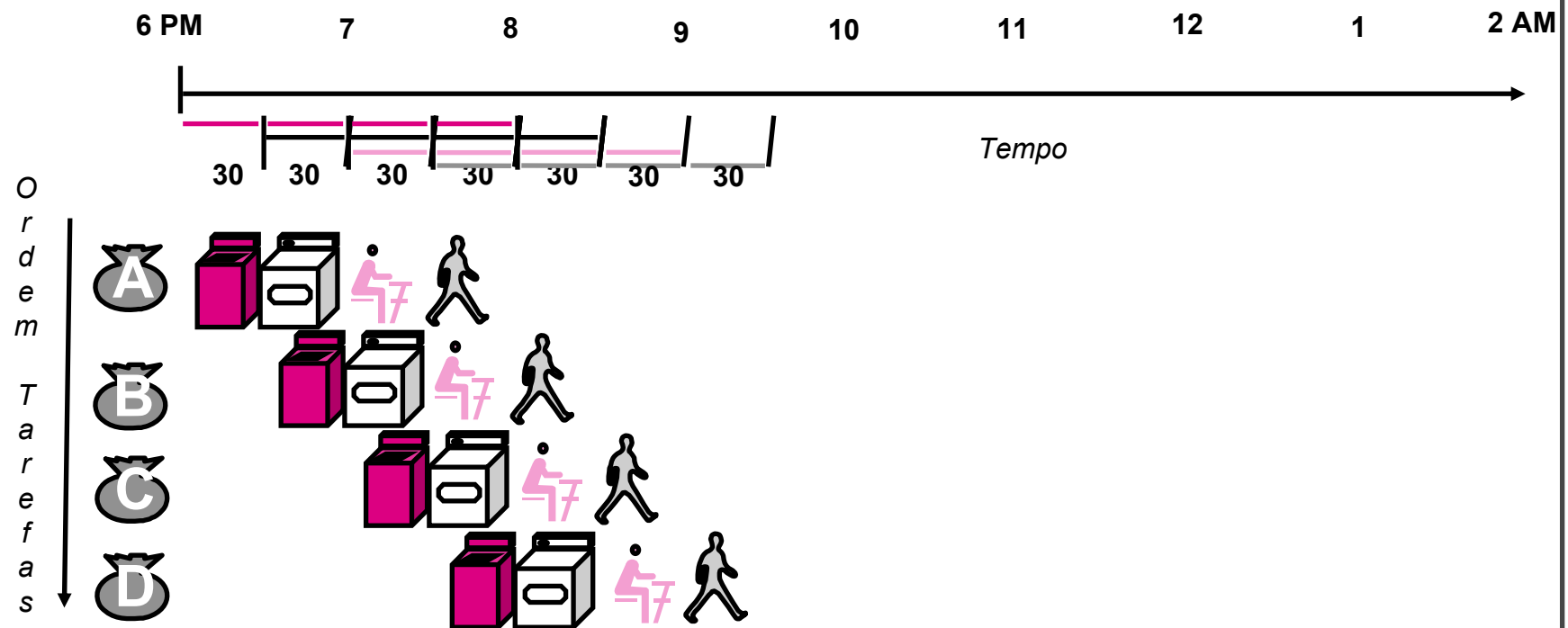
Pipelining (exemplo da lavanderia)



- Processo seqüencial de lavagem leva oito horas para os quatro
- Quanto tempo levaria, utilizando-se pipelining ?

Pipelining (exemplo da lavanderia)

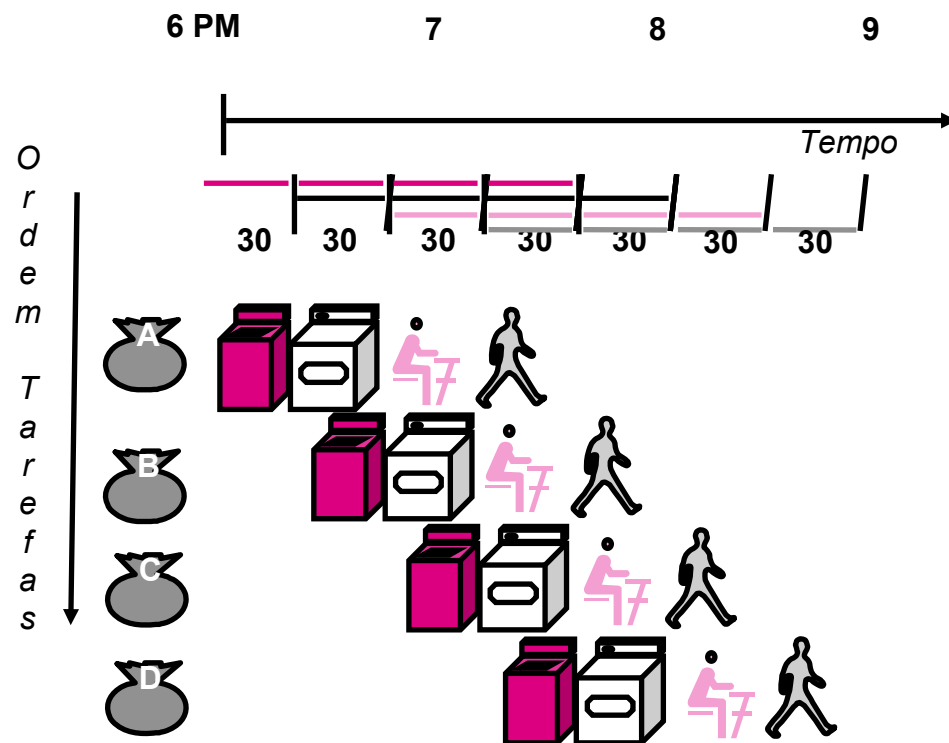
Organização de Computadores



- Utilizando-se a técnica de pipeline consome-se 3,5 horas no processo de lavagem !

Observações sobre Pipelining

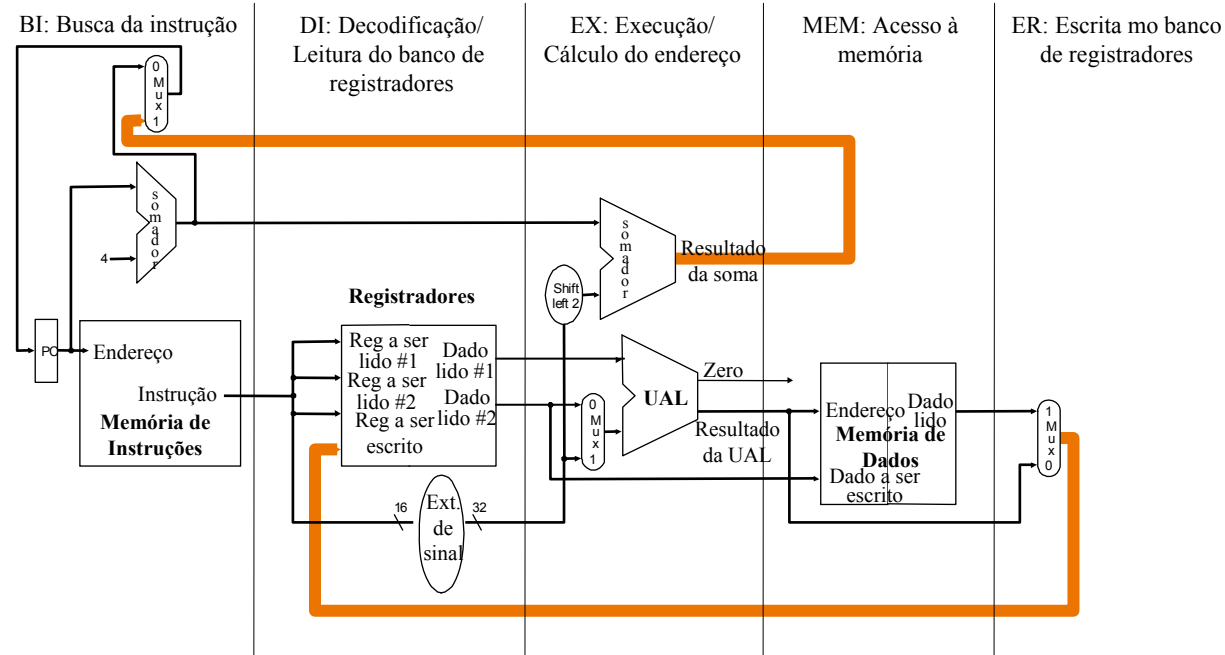
Organização de Computadores



- Pipelining não ajuda a melhorar a latência de uma atividade, mas aumenta o throughput
- Várias tarefas operando em paralelo utilizam recursos diversos
- Aceleração potencial = **Número de estágios de pipe**
- Taxa de pipeline limitada pelo estágio **mais lento**
- Desequilíbrios na duração dos estágios reduz a aceleração
- Tempo para “**encher**” o pipeline e para “**esvaziá-lo**” reduz a aceleração
- Pode parar por dependências

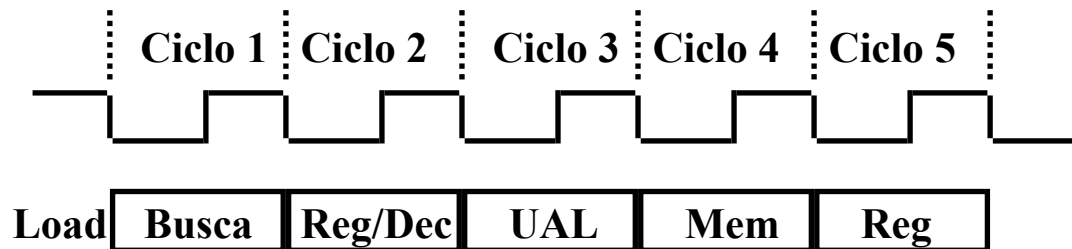
Idéia Básica

Organização de Computadores



Os Cinco Estágios da Instrução de Carga

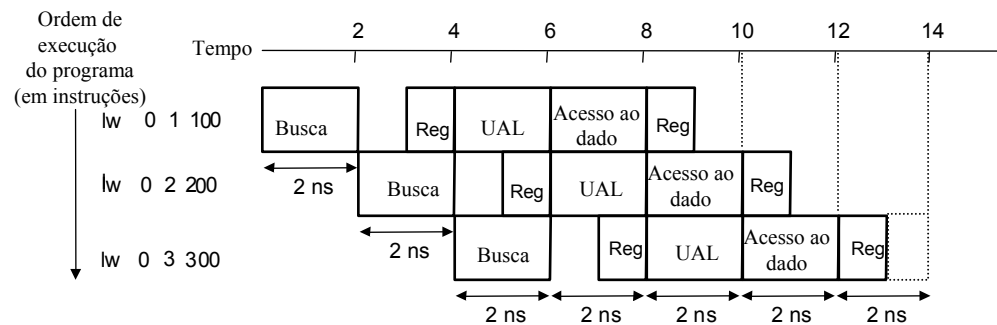
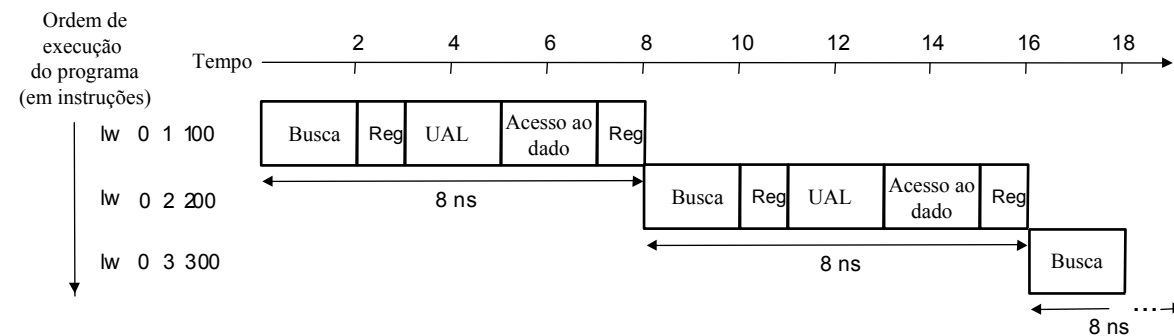
Organização de Computadores



- **Busca:** Busca da instrução da memória de instruções
- **Reg/Dec:** Leitura do(s) registrador(es) e decodificação da Instrução
- **UAL:** Calcula o endereço da memória de dados
- **Mem:** Lê dado da memória de dados
- **Reg:** Escreve o dado no banco de registradores

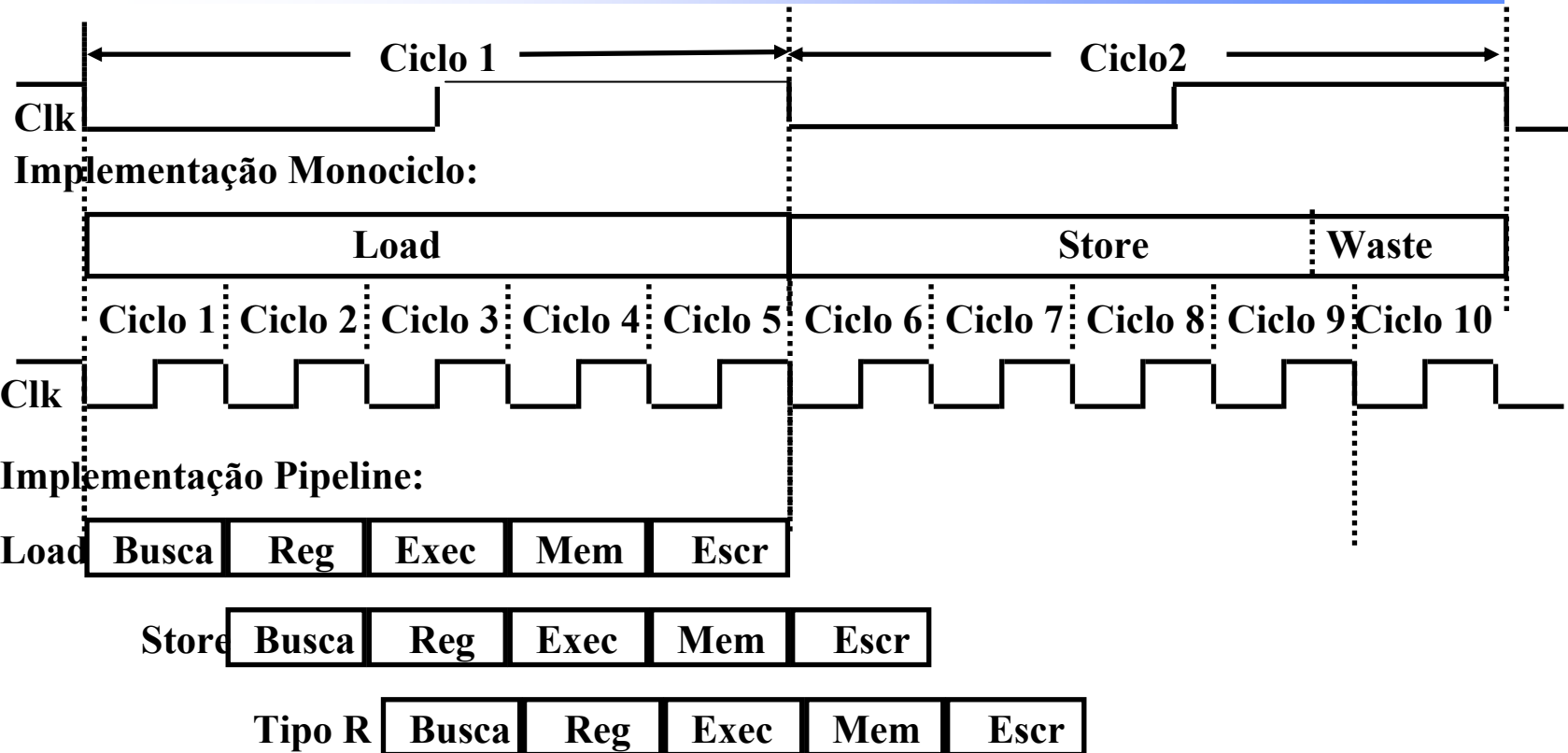
Pipelining

Organização de Computadores



Monociclo vs Pipeline

Organização de Computadores



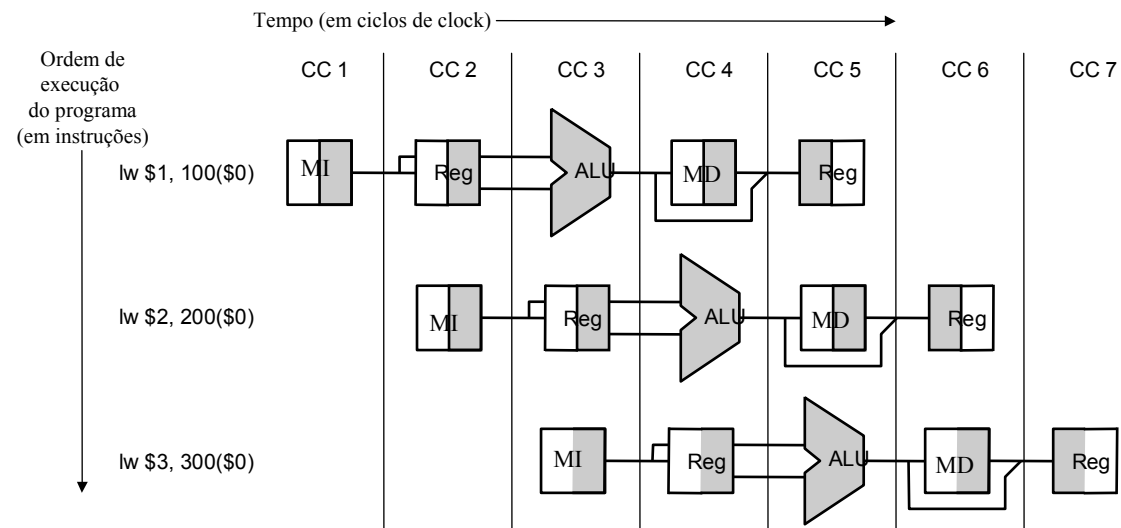
Porque Usar Pipeline?

Organização de Computadores

- **Suponha que vão ser executadas 100 instruções**
- **Máquina monociclo**
 - 1 ciclo de relógio tem duração de 45 ns
 - $45 \text{ ns/ciclo} \times 1 \text{ CPI} \times 100 \text{ inst} = 4500 \text{ ns}$
- **Máquina ideal pipelined**
 - 1 ciclo de relógio tem duração de 10 ns
 - cada estágio de pipeline utiliza um ciclo de relógio
 - $5 \times 1 \text{ ciclo} + (1 \text{ ciclo} \times (100 \text{ inst} - 1)) = 50 \text{ ns} + 99 \times 10 \text{ ns} = 1040 \text{ ns}$

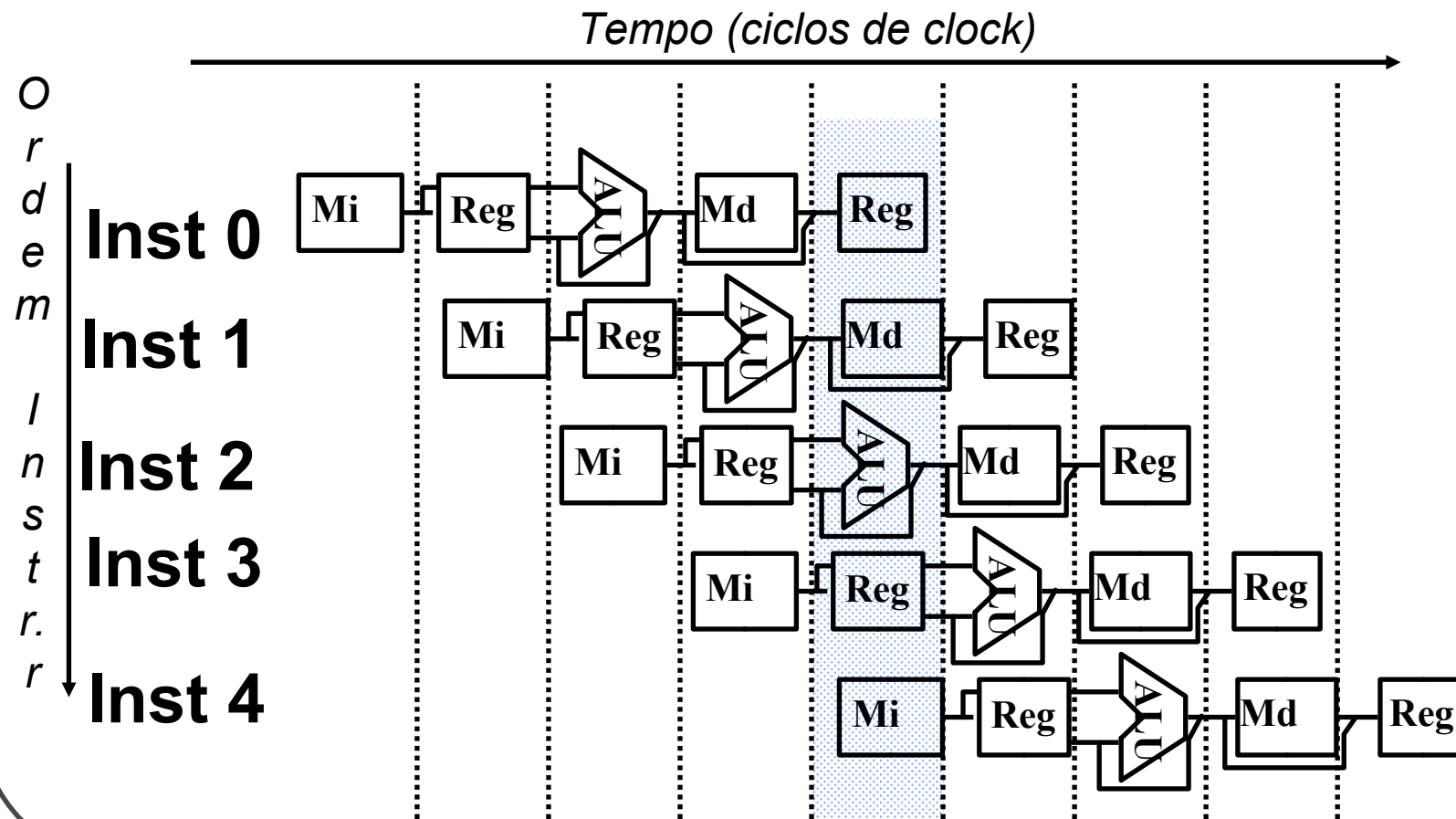
Representação Gráfica de Pipeline

Organização de Computadores



Pipeline - Recursos disponíveis

Organização de Computadores



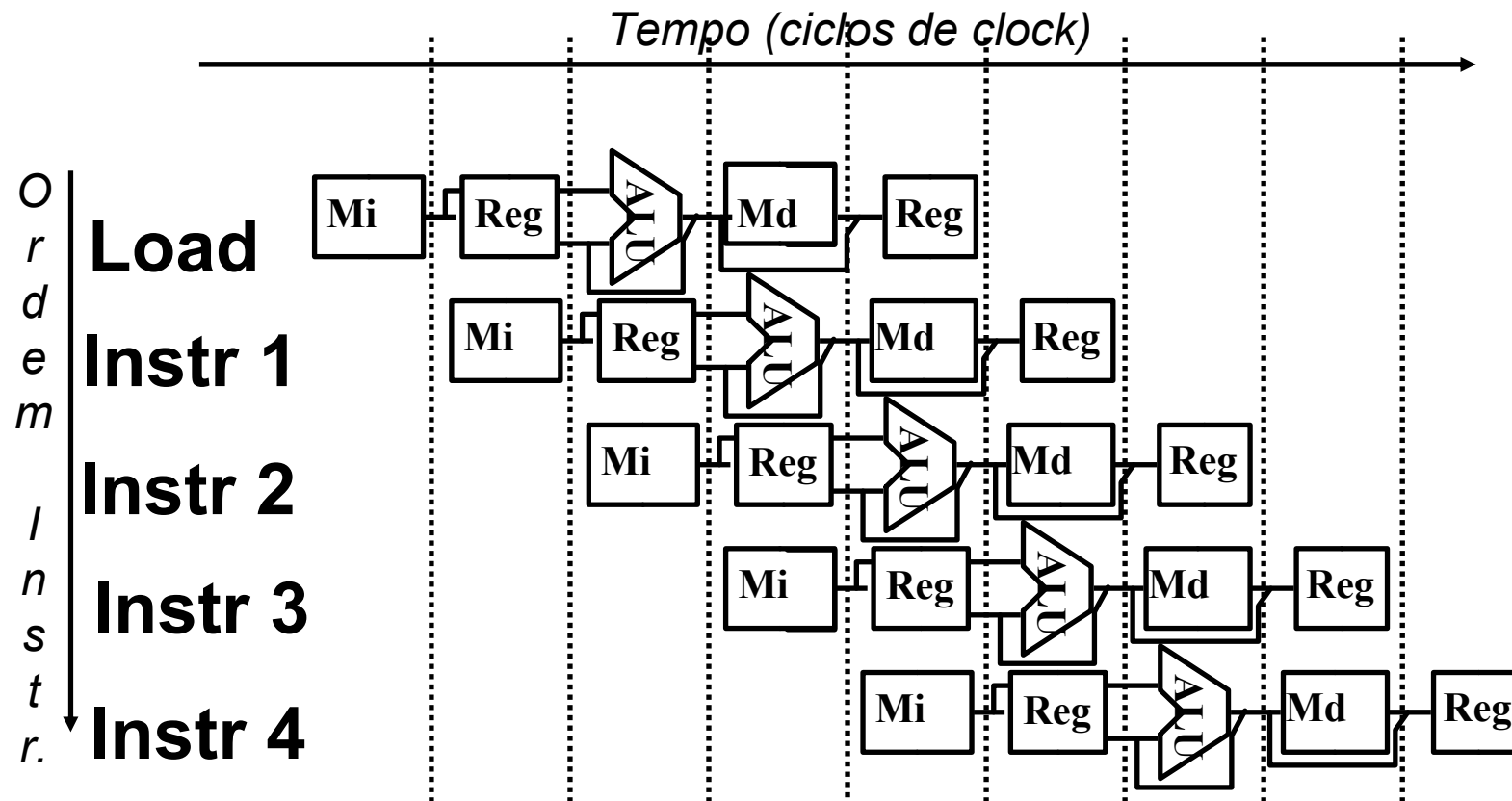
Conflitos do Pipeline

Organização de Computadores

- **Conflitos estruturais: tentativa de utilizar o mesmo recurso de modos diferentes ao mesmo tempo**
 - E.x., lavadora/secadora combinadas, ou pessoa que dobra ocupada com outra atividade (lavando panela)
 - sem duas memórias, não poderia ter acesso à instrução simultâneo com dados

Conflito Estrutural - Memória Única

Organização de Computadores



Deteção fácil nesse caso!

Conflitos do Pipeline

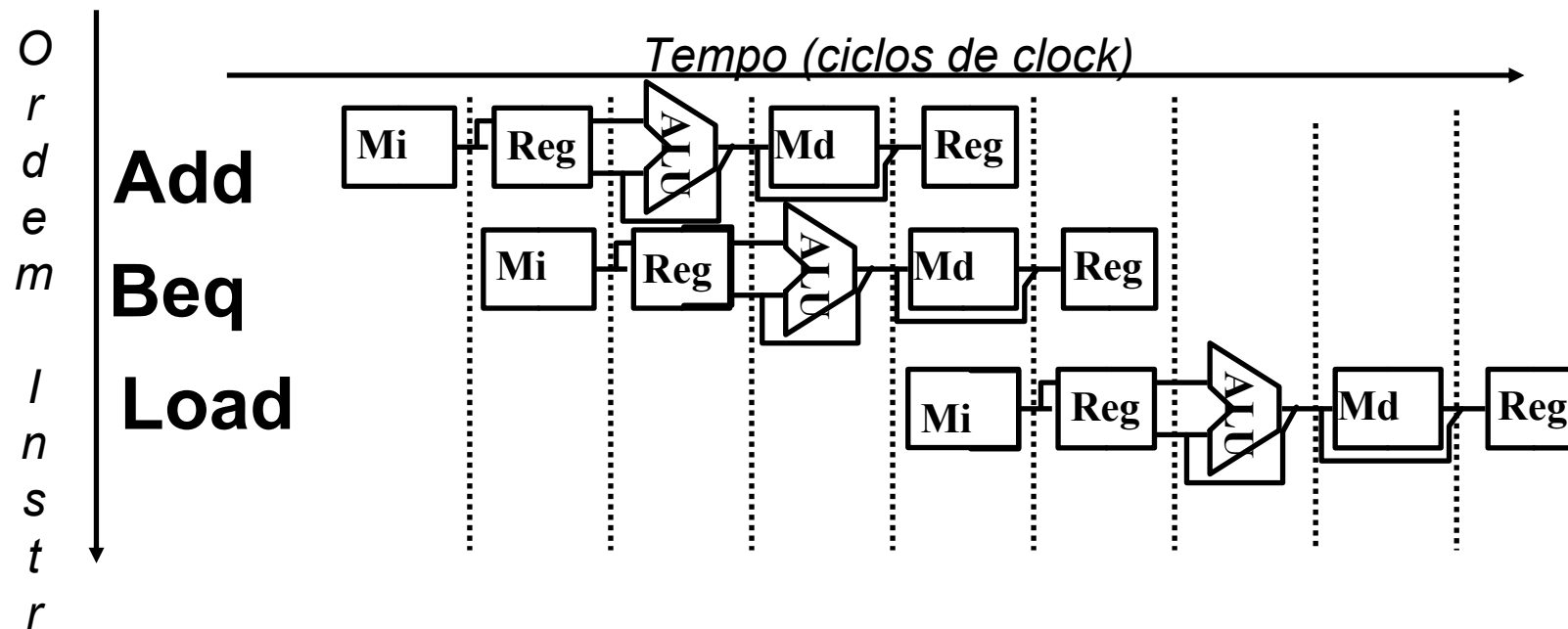
Organização de Computadores

- **Conflitos de controle:** tentativa de tomar uma decisão antes que a condição seja avaliada
 - E.x., lavar uniformes de time de futebol e precisa saber quantidade de sabão; precisa esperar a secadora para colocar próximo uniforme
 - instruções de desvio

Soluções para Conflito de Controle

Organização de Computadores

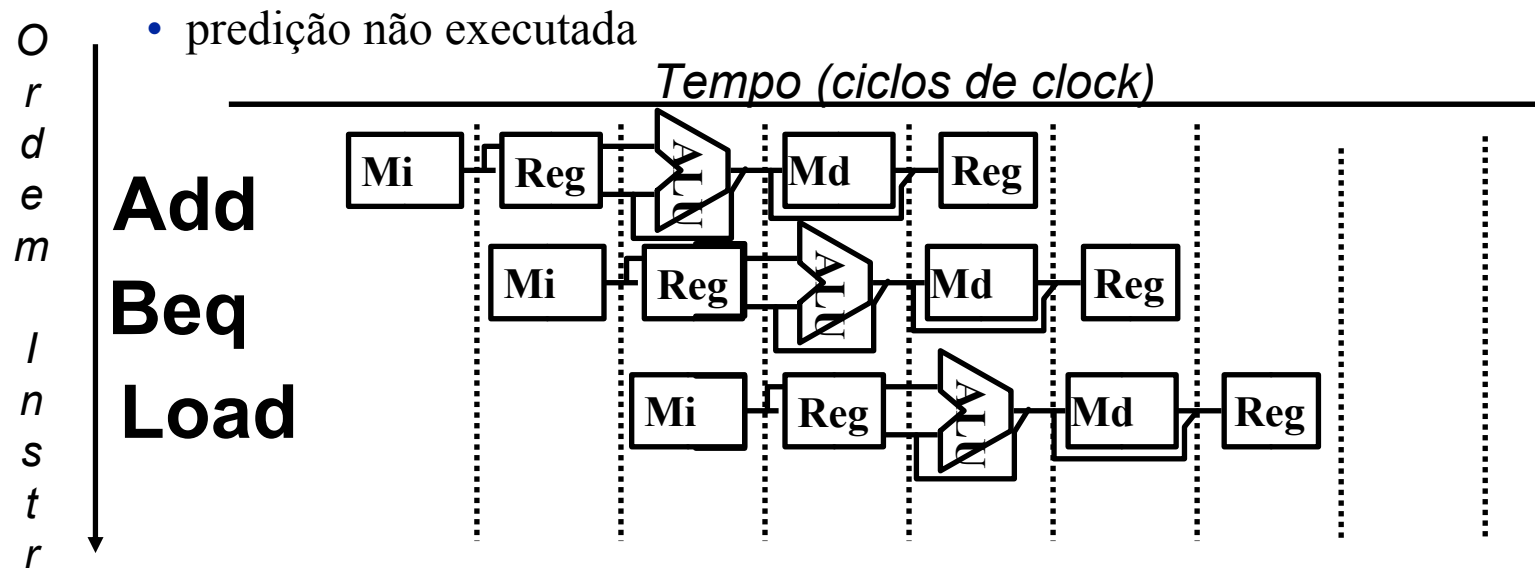
- Parada: espera até decisão estar clara



Soluções para Conflito de Controle

Organização de Computadores

- **Predição: escolhe uma direção e retorna se errada**



- Certo - 50% do tempo

Conflitos do Pipeline

Organização de Computadores

- **Conflitos de dados:** tentativa de utilizar um item antes de estar pronto
 - E.x., uma meia na secadora outro na lavadora; não pode dobrar
 - instrução depende de resultado da instrução anterior ainda no pipeline

Conflito de Dados com r1

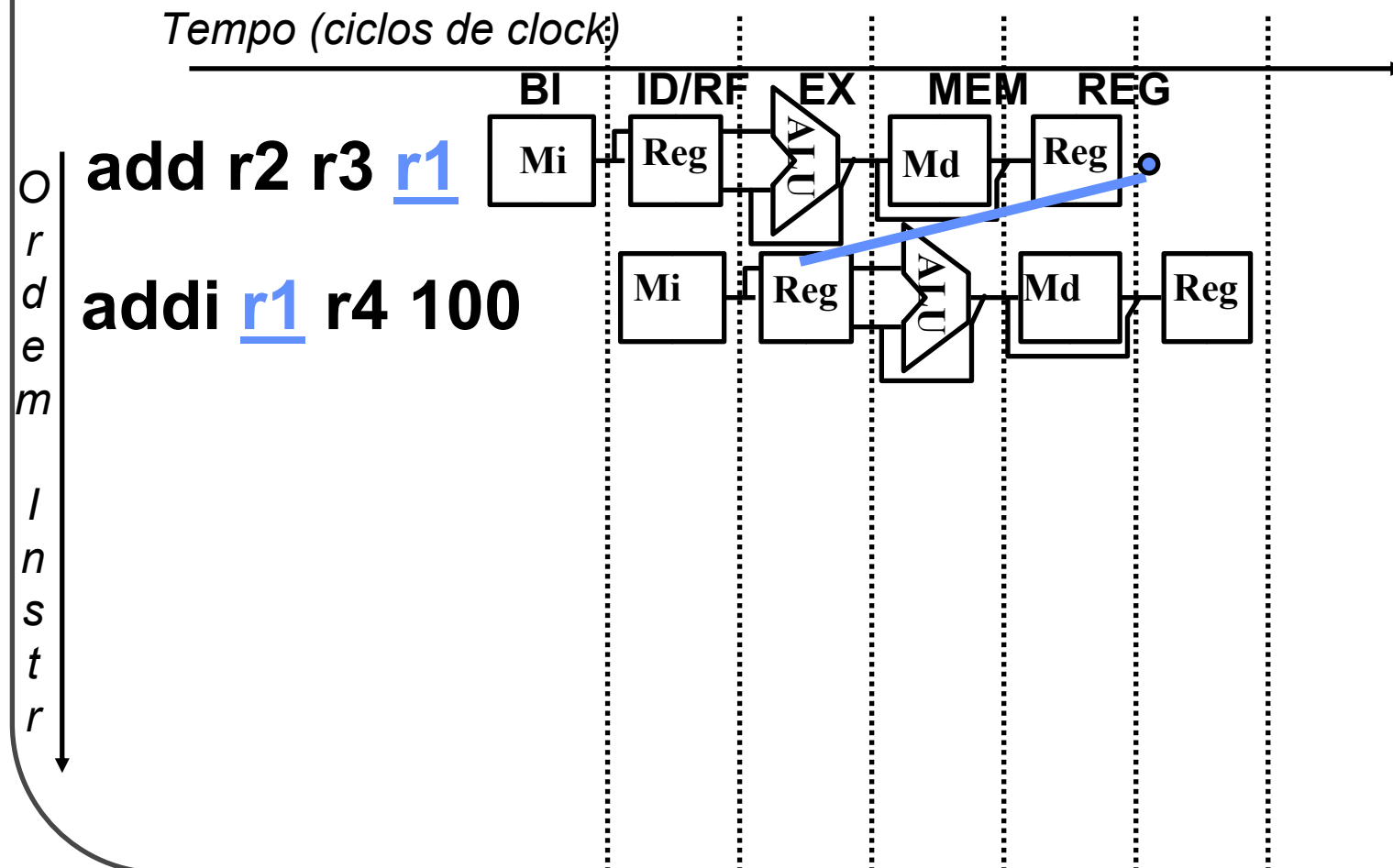
Organização de Computadores

add r2 r3 r1

addi r1 r4 100

Conflito de Dados com r1

Organização de Computadores



Solução para Conflito por Dados

Organização de Computadores

- “**Adiantamento**” do resultado de um estágio para outro

