Escalonamento

Decidindo qual processo vai executar

Escalonamento de processos

- Quando um ou mais processos estão prontos para serem executados, o sistema operacional deve decidir qual deles vai ser executado primeiro

- A parte do sistema operacional responsável por essa decisão é chamada escalonador, e o algoritmo usado para tal é chamado de algoritmo de escalonamento

Comportamento escalonamento-processo

Processos I/O-bound têm “prioridade” no escalonamento

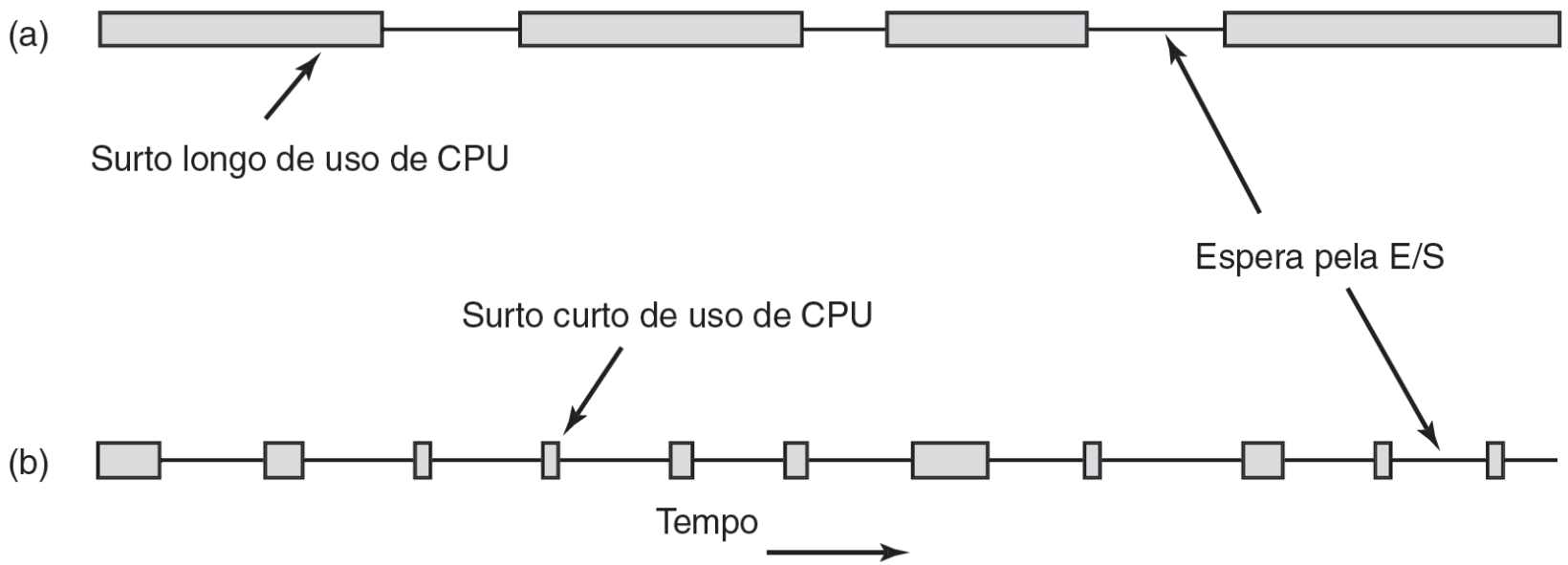
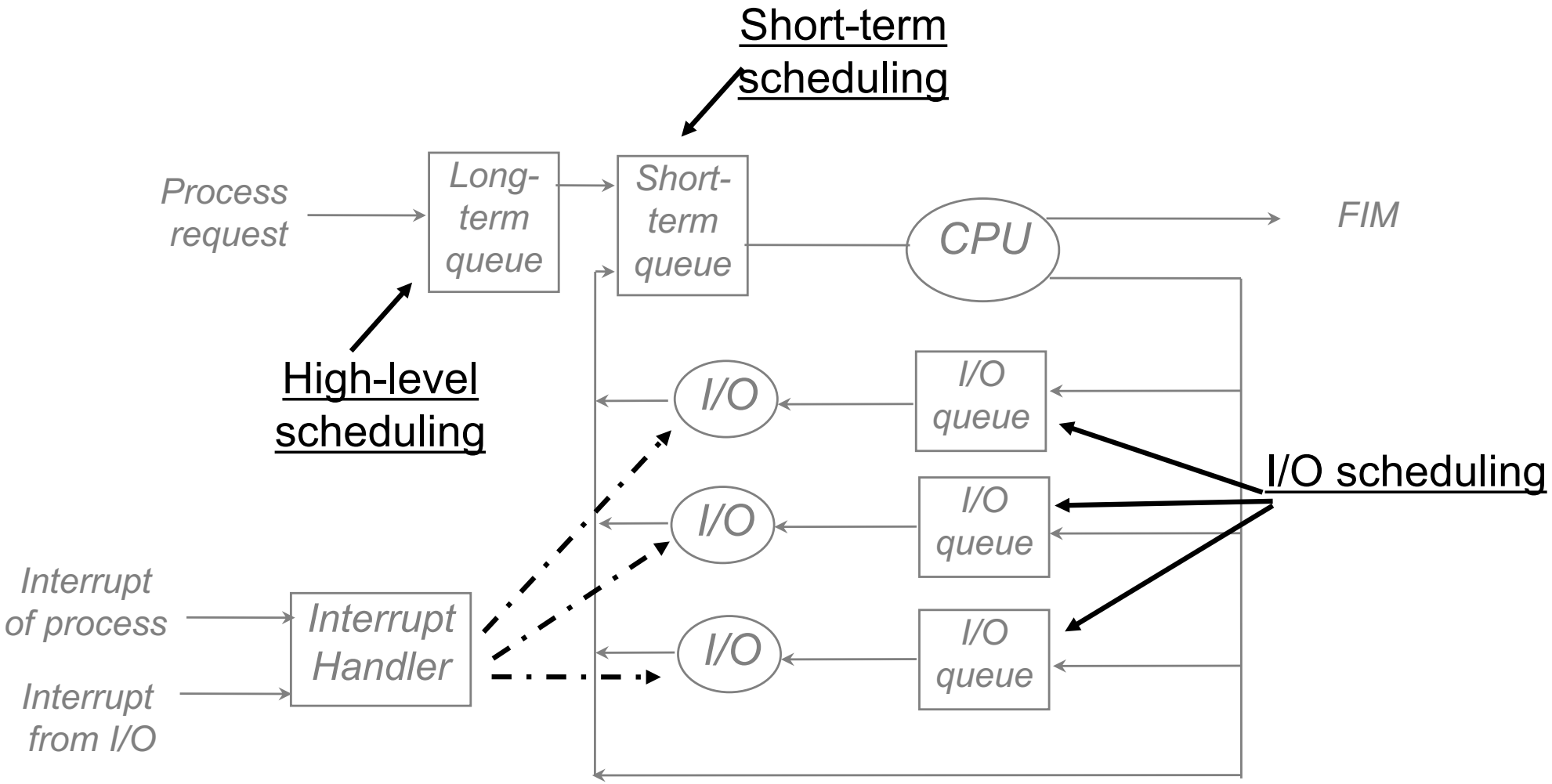


Figura 2.31 Usos de surtos de CPU se alternam com períodos de espera por E/S. (a) Um processo orientado à CPU. (b) Um processo orientado à E/S.

Filas de Escalonamento

- High-level
  - Decide quantos programas são admitidos no sistema
  - Aloca memória e cria um processo
  - Controla a *long-term queue*
- Short-term
  - Decide qual processo deve ser executado
  - Controla a *short-term queue*
- I/O
  - Decide qual processo (com I/O) pendente deve ser tratado pelo dispositivo de I/O
  - Controla a *I/O queue*

Filas de Escalonamento



Categorias de Algoritmos de Escalonamento

- Em lote (batch)
- Interativo
- Tempo-real

Objetivos dos algoritmos de escalonamento

Todos os sistemas

Justiça — dar a cada processo uma porção justa da CPU

Aplicação da política — verificar se a política estabelecida é cumprida

Equilíbrio — manter ocupadas todas as partes do sistema

Sistemas em lote

Vazão (*throughput*) — maximizar o número de tarefas por hora

Tempo de retorno — minimizar o tempo entre a submissão e o término

Utilização de CPU — manter a CPU ocupada o tempo todo

Sistemas interativos

Tempo de resposta — responder rapidamente às requisições

Proporcionalidade — satisfazer às expectativas dos usuários

Sistemas de tempo real

Cumprimento dos prazos — evitar a perda de dados

Previsibilidade — evitar a degradação da qualidade em sistemas multimídia

Tabela 2.8 Alguns objetivos do algoritmo de escalonamento sob diferentes circunstâncias.

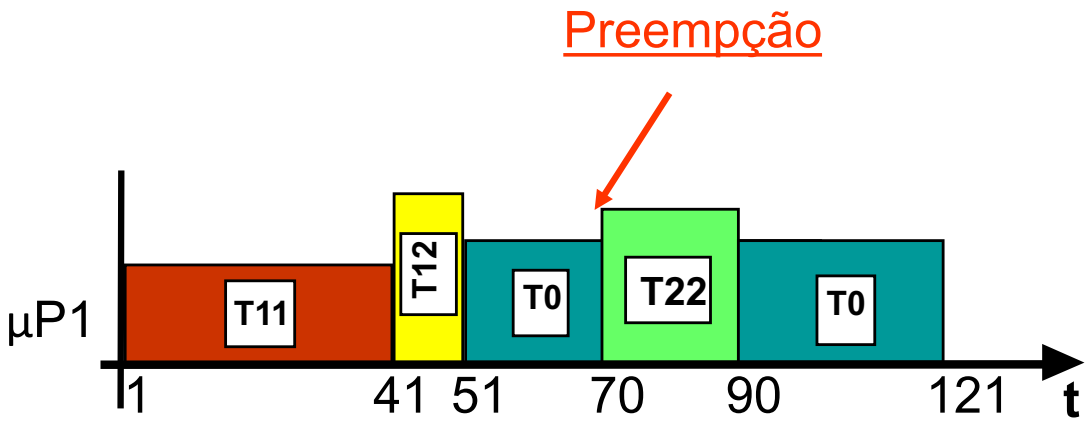
Tipos de Escalonamento

- Mecanismos de Escalonamento
  - Preemptivo x Não-preemptivo
- Políticas de Escalonamento
  - Round-Robin
  - FIFO (First-In First-Out)
  - Híbridos
    - Partições de Lote (Batch)
    - MFQ - Multiple Feedback Queue
  - SJF – Shortest Job First
  - SRJN – Shortest Remaining Job Next

Diz-se que um algoritmo/sistema operacional é preemptivo quando um processo entra na CPU e o mesmo pode ser retirado (da CPU) antes do término da sua execução

Escalonamento Preemptivo

- Permite a suspensão temporária de processos
- *Quantum* ou *time-slice*: período de tempo durante o qual um processo usa o processador a cada vez



Problema das trocas de processos

- Mudar de um processo para outro requer um certo tempo para a administração — salvar e carregar registradores e mapas de memória, atualizar tabelas e listas do SO, etc
- Isto se chama troca de contexto

- Suponha que esta troca dure 5 ms
- Suponha também que o *quantum* está ajustado em 20 ms
- Com esses parâmetros, após fazer 20 ms de trabalho útil, a CPU terá que gastar 5 ms com troca de contexto. Assim, 20% do tempo de CPU (5 ms a cada 25 ms) é gasto com o *overhead* administrativo...

Solução?

- Para melhorar a eficiência da CPU, poderíamos ajustar o *quantum* para 500 ms
  - Agora o tempo gasto com troca de contexto é menos do que 1% - "desprezível"...

- Considere o que aconteceria se dez usuários apertassem a tecla <ENTER> exatamente ao mesmo tempo, disparando cada um processo:
  - Dez processos serão colocados na lista de processo aptos a executar
  - Se a CPU estiver ociosa, o primeiro começará imediatamente, o segundo não começará cerca de ½ segundo depois, e assim por diante
  - O "azarado" do último processo somente começará a executar 5 segundos depois do usuário ter apertado <ENTER>, isto se todos os outros processos tiverem utilizado todo o seu *quantum*
  - Muitos usuários vão achar que o tempo de resposta de 5 segundos para um comando simples é "muita" coisa

"Moral da estória"

- Ajustar um *quantum* muito pequeno causa muitas trocas de contexto e diminui a eficiência da CPU, ...
- mas ajustá-lo para um valor muito alto causa um tempo de resposta inaceitável para pequenas tarefas interativas

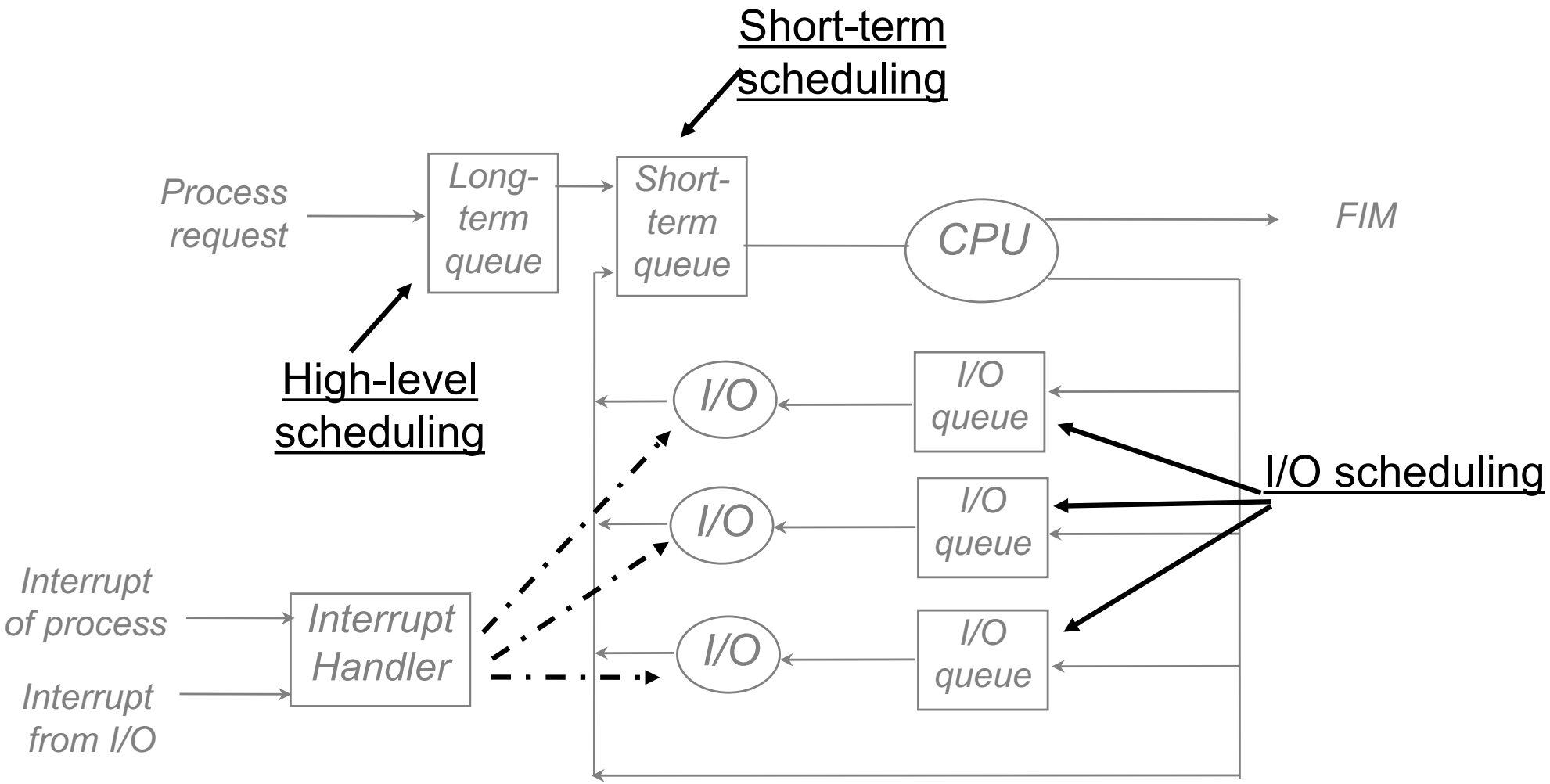
Quantum grande:
Diminui número de mudanças de contexto e *overhead* do S.O., mas...
Ruim para processos interativos

Escalonamento de Processos

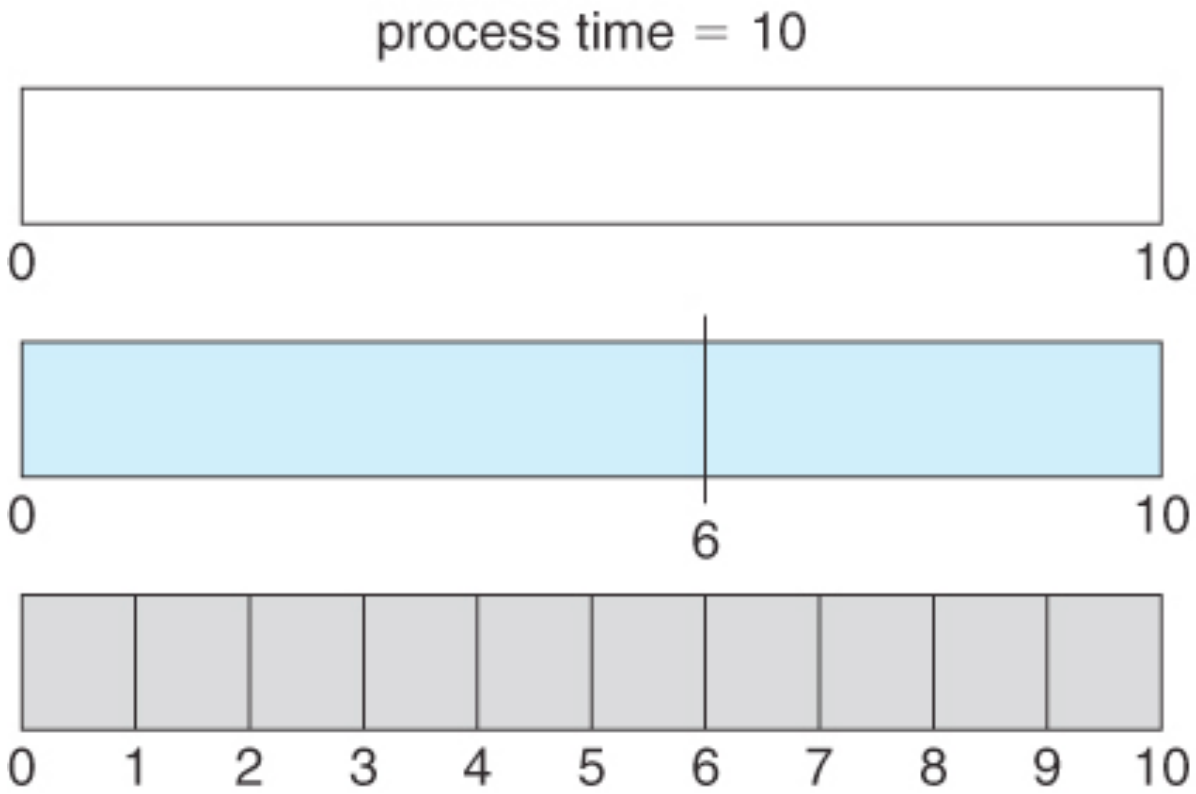
Algoritmos (cont.)

Centro de Informática U·F·P·E

Relembrando: Filas de Escalonamento



Relembrando: *Quantum* e Troca de Contexto



quantum	context switches
12	0
6	1
1	9

Categorias de Algoritmos de Escalonamento (Agendamento)

- Em lote (batch)
- Interativo
- Tempo-real
- Híbrido

Earliest Deadline First (EDF)

- Preemptivo
- Considera o momento em que a resposta deve ser entregue
- Processo se torna mais prioritário quanto mais próximo do deadline
- Algoritmo complexo

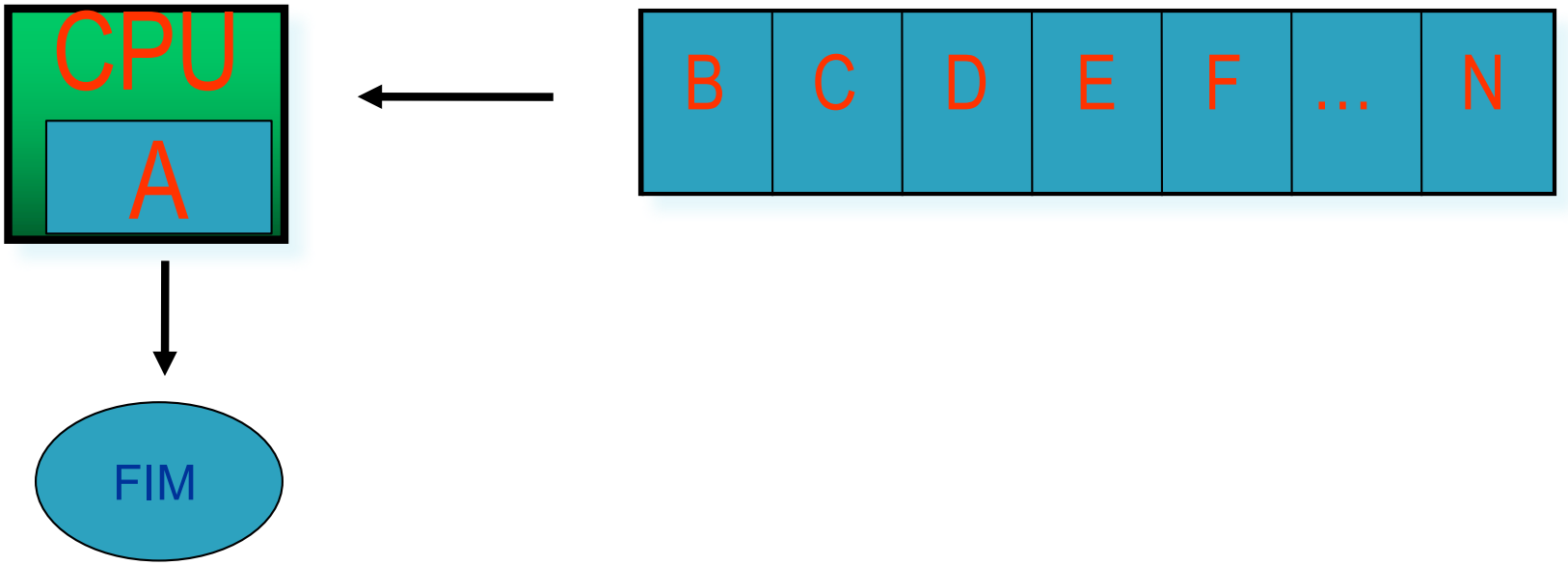
Priorização dinâmica

Escalonamento em Sistemas em Lote

- First-come first-served (ou FIFO)
- Shortest Job First (*job mais curto primeiro*) – SJF
- Shortest Remaining Time/Job First/Next – SRTF/SRJN

First-In First-Out (FIFO)

- Uso de uma lista de processos sem prioridade
- Escalonamento não-preemptivo
- Simples e justo



Escalonamentos baseados no tempo de execução

- Shortest Job First (não-preemptivo)
- Shortest Remaining Job Next (preemptivo)

- Melhora o tempo de resposta
- Não é justo: pode causar estagnação (*starvation*)
  - Pode ser resolvida alterando a prioridade dinamicamente

Exemplo de escalonamento *job mais curto primeiro* (*Shortest Job First – SJF*)

Escalonamento em Sistemas Interativos

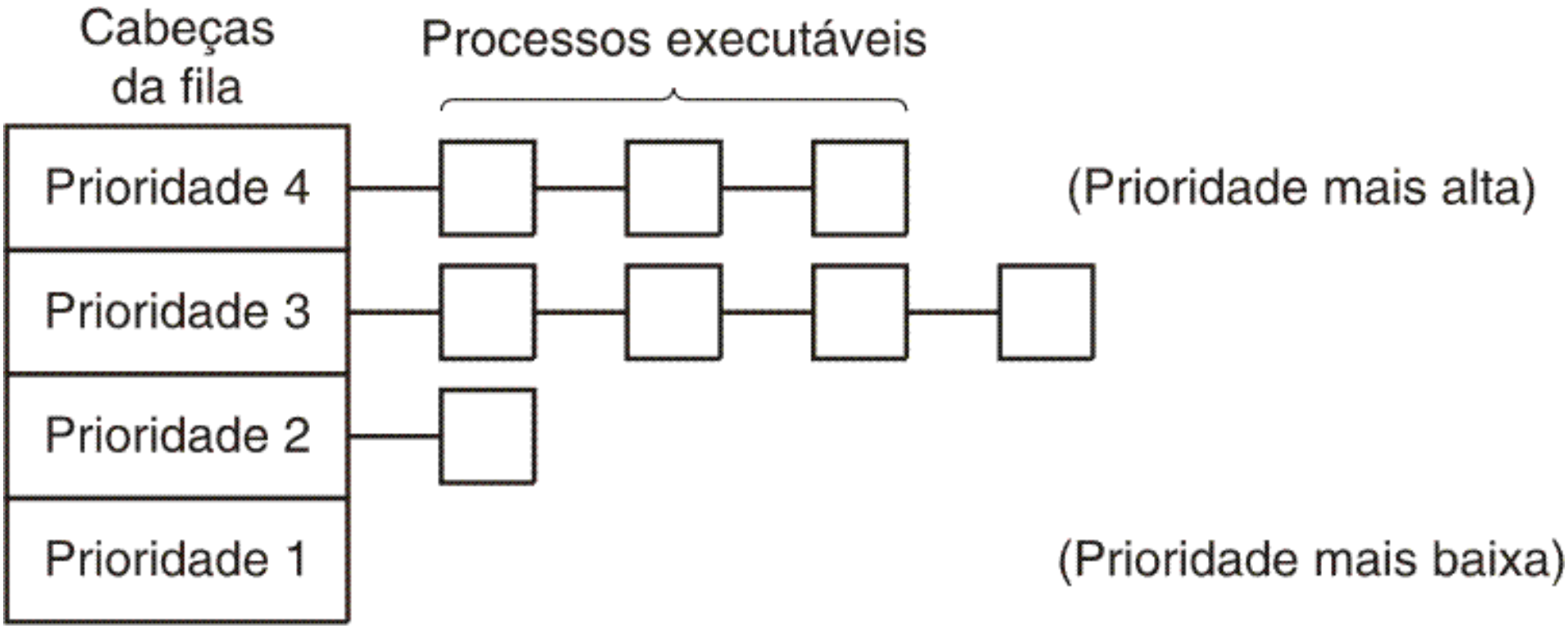
- Round-robin
- Priority
- Multiple queues
- Shortest process next
- Guaranteed scheduling
- Lottery scheduling
- Fair-share scheduling

- Chaveamento circular
- Escalonamento por prioridades
- Filas mútiplas
- Processo mais curto é o próximo
- Escalonamento garantido
- Escalonamento por loteria
- Escalonamento por fração justa

Escalonamento em Sistemas Interativos (1)

- Escalonamento por chaveamento/alternância circular *(round-robin)*
  a) lista de processos executáveis
  b) lista de processos executáveis depois que B usou todo o seu quantum

Escalonamento em Sistemas Interativos (2)



Um algoritmo de escalonamento com quatro classes de prioridade

Escalonamento Híbrido

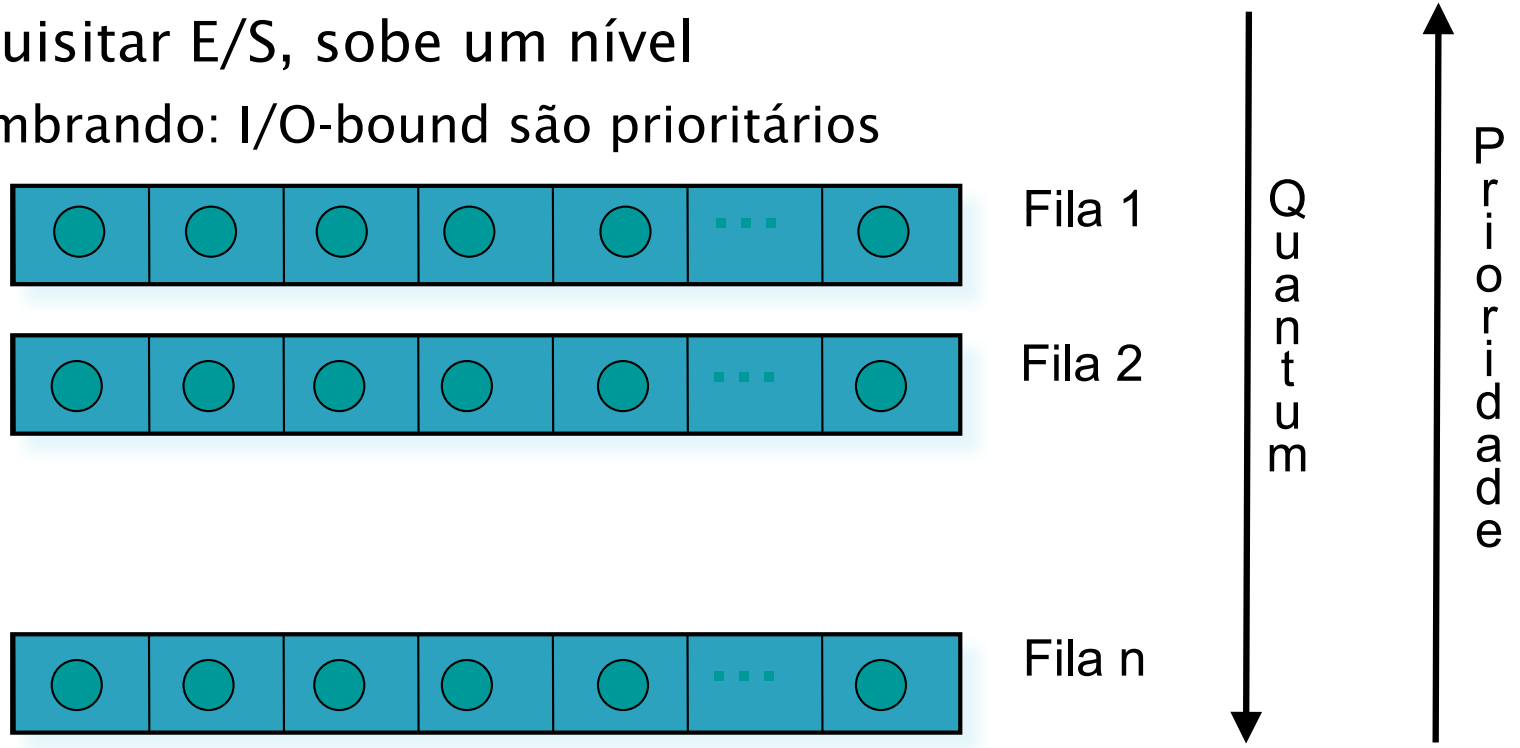
Multiple Feedback Queue

- Como saber *a priori* se o processo é CPU-bound ou I/O-bound?
- MFQ usa abordagem de prioridades dinâmicas
- Adaptação baseada no comportamento de cada processo
- Usado no VAX / VMS...

Segue...

Escalonamentos Híbridos
Multiple Feedback Queue

- Novos processos entram na primeira fila (prioridade mais alta)
- Se acabar o quantum, desce um nível
- Se requisitar E/S, sobe um nível
  - Lembrando: I/O-bound são prioritários



Fair-share Scheduling

Uso da CPU distribuído igualmente entre usuários ou grupos de usuários (e não entre processos)

Exemplo 1

- Usuários A, B, C, D, 1 processo cada:
  - 100% CPU / 4 = 25% para cada usuário
  - Se B iniciar um segundo processo:
    - 25% B / 2 = 12,5% para cada processo de B
    - Continua 25% para A, C, D
  - Se novo usuário E:
    - 100% CPU / 5 = 20% para A, B, C, D, E

Fair-share Scheduling

Uso da CPU distribuído igualmente entre usuários ou grupos de usuários (e não entre processos)

Exemplo 2

- Grupos 1, 2, 3:
  - 100% CPU / 3 grupos = 33.3% por grupo
  - Grupo 1: (33.3% / 3 usuários) = 11.1% por usuário
  - Grupo 2: (33.3% / 2 usuários) = 16.7% por usuário
  - Grupo 3: (33.3% / 4 usuários) = 8.3% por usuário

Algoritmos de Escalonamento

Em lote

- ✓ First-come first-served (ou FIFO)
- ✓ Shortest Job First (job mais curto primeiro) – SJF
- ✓ Shortest Remaining Job Next – SRJN

Em sistemas de tempo real

- ✓ Earliest Deadline First (EDF)

Em sistemas interativos

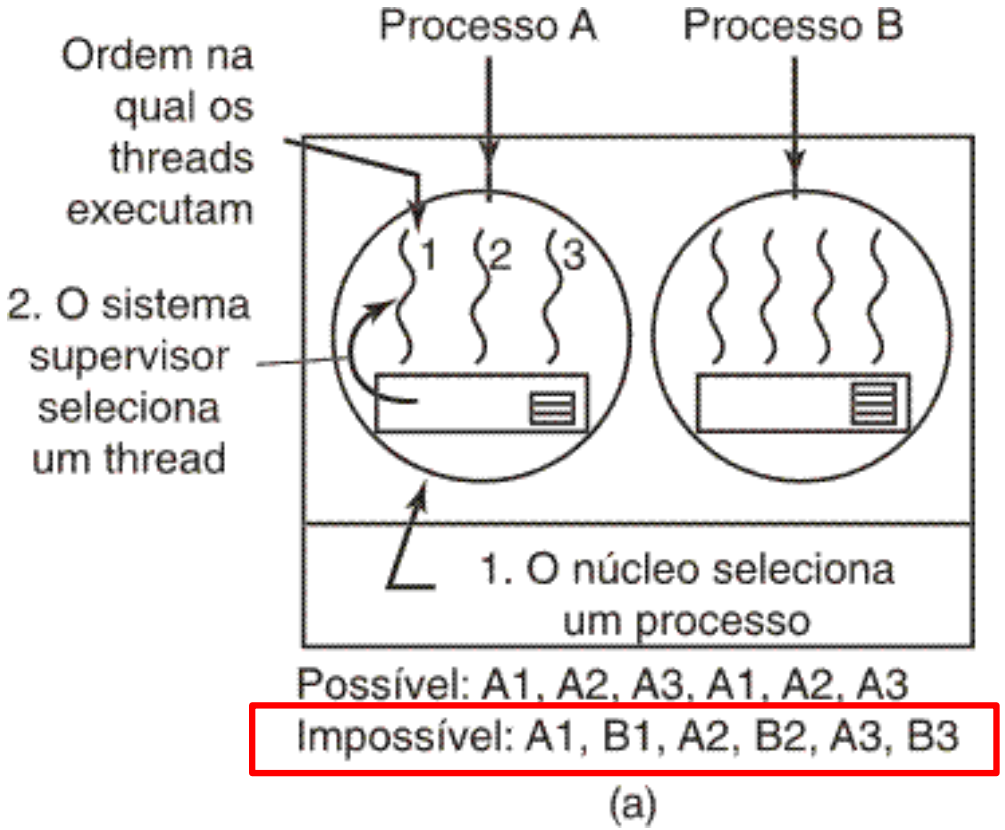
- ✓ Round-robin
- ✓ Priority
- ✓ Multiple queues (**híbrido**)
- Shortest process next
- Guaranteed scheduling
- Lottery scheduling
- ✓ Fair-share scheduling

Algoritmos de Escalonamento

Round Robin	• Quantum constante • Sem prioridade
Com Prioridade	• Cada processo possui uma prioridade e o de maior prioridade executa primeiro • Para evitar que os processos de maior prioridade tomem conta do processador, a prioridade é decrementada
Menor Job Primeiro	• Difícil estimar o tempo
Filas múltiplas	• Criação de classes de Prioridades alocadas em diferentes filas
Garantido	• Estimar (prometer) a um processo o tempo de sua execução e cumprir • Necessário conhecimento dos processos executando e a serem executados
Loteria	• Distribuição de bilhetes que dão acesso à CPU • Lembra o escalonamento com prioridade, mas bilhetes são trocados entre processos

Fonte: Romildo Martins Bezerra / IFBA

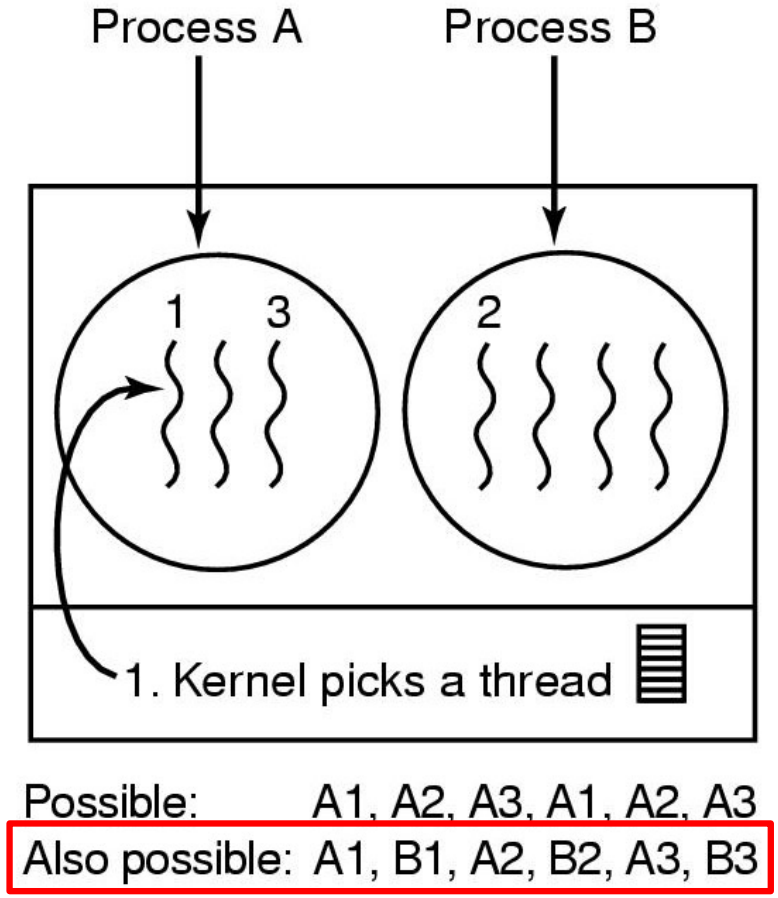
Escalonamento de Threads (1)



Possível escalonamento de threads de usuário

- processo com quantum de 50-mseg
- threads executam 5 mseg por surto de CPU

Escalonamento de Threads (2)



Possível escalonamento de threads de núcleo

- processo com quantum de 50-mseg
- threads executam 5 mseg por surto de CPU

Conclusões

Como funcionam dois ou mais programas ao mesmo tempo?

- Conceitos
  - Processos x *Threads* (processos leves)
- Interrupção
  - Cooperação hardware-software
- Escalonamento
  - Tipos de processos
    - CPU-bound x I/O-bound
    - Lote (batch) x interativo
  - Filas de escalonamento
    - Long-term (admissão)
    - Short-term
    - I/O
- Escalonamento (cont.)
  - Objetivos
    - Justiça
    - Eficiência
    - Tempo de Resposta
  - Conceitos
    - Preempção
    - *Quantum* (*time-slice*)
    - Troca de contexto
  - Algoritmos
    - Propósito x Complexidade x Eficiência

✔ Gerência de Processos