

# Sistemas Operacionais

---

## Escalonamento de Processos

**Prof. Fernando Parente Garcia**



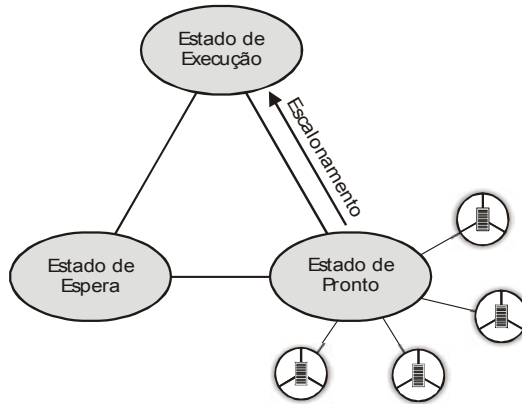
## Escalonamento Introdução

---

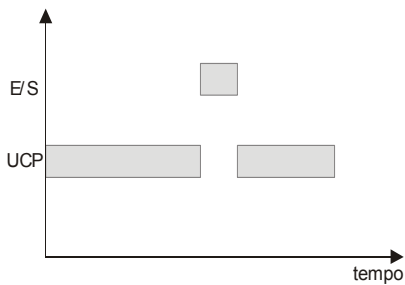
- Situação na qual dois ou mais processos prontos competem pela CPU ao mesmo tempo;
- Escalonador (scheduler):
  - Módulo do SO que escolhe qual dos processos prontos ganhará o controle da CPU;
  - O escalonador também deve se preocupar em fazer um uso eficiente da CPU, pois alternar processos tem um custo computacional alto (overhead de troca de contexto).



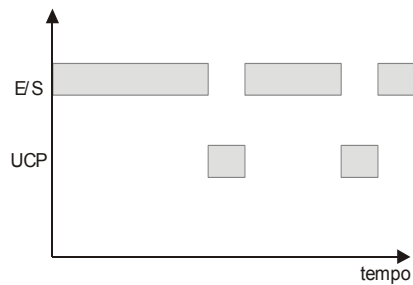
## Escalonamento Introdução



## Escalonamento Processos CPU Bound X I/O Bound



(a) CPU-bound



(b) I/O-bound



## Escalonamento Funções Básicas

---

- Manter a CPU ocupada a maior parte do tempo;
- Balancear o uso da CPU entre processos;
- Privilegiar a execução de aplicações críticas (tempo real);
- Maximizar o **throughput**;
- Oferecer tempos de resposta razoáveis para usuários interativos;



## Escalonamentos Não-Preemptivo e Preemptivo

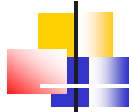
---

- **Preempção**: possibilidade do SO interromper um processo em execução e substituí-lo por outro;
- **Escalonamento não-preemptivo**: o processo somente sai do estado de execução quando acaba o seu timeslice ou quando executa instruções do próprio código que ocasionem uma mudança para o estado de bloqueado;
- **Escalonamento preemptivo**: o SO pode interromper o processo mesmo antes de acabar seu timeslice para entregar a CPU a outro processo de maior prioridade.



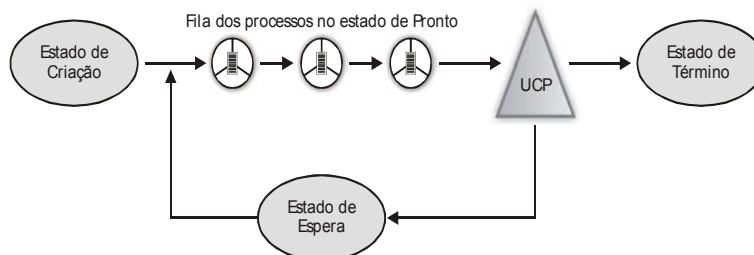
## Algoritmos de Escalonamento

- FIFO (First-In First Out);
  - SJF (Shortest Job First);
  - PMTR (Próximo de Menor Tempo Restante);
- } Processos em batch
- Round-Robin (Escalonamento Circular);
  - Escalonamento por Prioridades;
  - Escalonamento Circular com Prioridades;
  - Filas Múltiplas.
- } Processos interativos



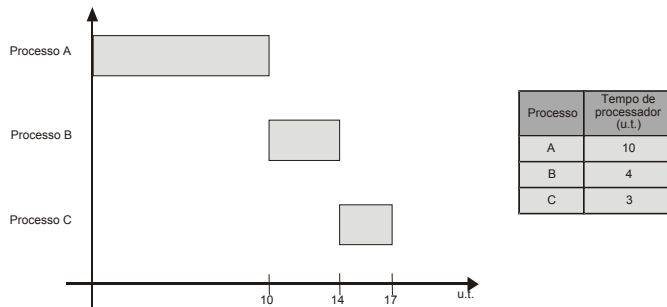
## Algoritmos de Escalonamento FIFO (First-In First-Out)

- Utilizado em sistemas em lote (batch);
- O escalonador escolhe o processo de acordo com a ordem de chegada na fila dos prontos.





## Algoritmos de Escalonamento FIFO (First-In First-Out)



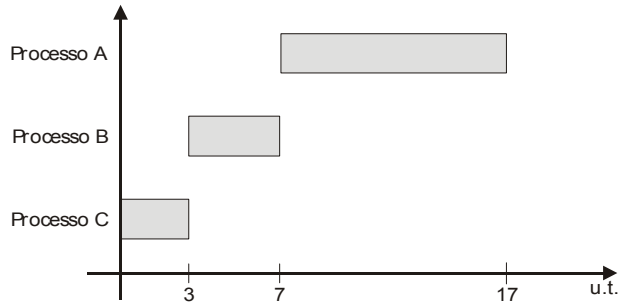
## Algoritmos de Escalonamento FIFO (First-In First-Out)

- **Vantagem:**
  - Simplicidade;
- **Desvantagens:**
  - Impossibilidade de se prever quando um processo terá sua execução iniciada;
  - Algoritmo bom para os processos cpu-bound.



## Algoritmos de Escalonamento SJF (Shortest Job First)

- Utilizado em sistemas em lote (batch);
- O escalonador escolhe o processo da fila dos prontos cujo tempo de execução seja o menor.



Processo	Tempo de processador (u.t.)
A	10
B	4
C	3



## Algoritmos de Escalonamento SJF (Shortest Job First)

- Vantagem:
  - Redução no tempo médio de espera dos processos;
- Desvantagem:
  - Como descobrir qual dos processos da fila dos prontos tem o menor tempo de execução?
  - Como não é possível precisar previamente o tempo de cpu para cada processo, deve ser feita uma estimativa para os processos.



## Algoritmos de Escalonamento

### PMTR (Próximo de Menor Tempo Restante)

---

- Utilizado em sistemas em lote (batch);
- Versão preemptiva do SJF;
- O escalonador escolhe o processo cujo tempo de execução restante seja o menor;
- Quando chega um novo processo, seu tempo total é comparado ao tempo restante do processo em execução;
  - Se o novo processo precisar de menos tempo que o processo atual, então esse será suspenso e o novo processo será iniciado;
- **Desvantagem:** o tempo de execução dos processos deve ser previamente conhecido.



## Algoritmos de Escalonamento

### Exercício

---

Qual o tempo médio de espera para estes processos quando são utilizados os algoritmos de escalonamento:

- FIFO;
  - SJF;
  - PMTR.
- Tempo gasto com troca de contexto = 1 ut.

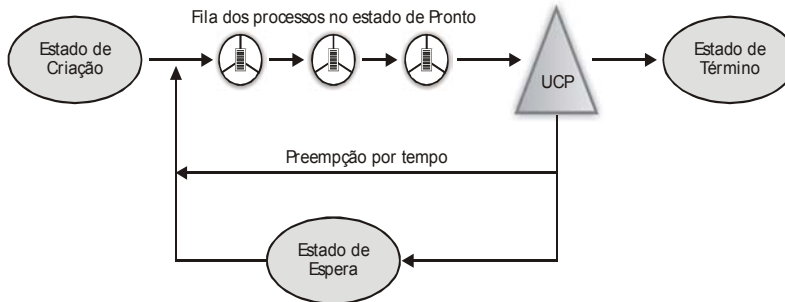
Processo	Tempo de Chegada (ut)	Tempo de Execução (ut)	Prioridade
A	5	11	2
B	10	14	1
C	15	6	4
D	20	2	3



# Algoritmos de Escalonamento

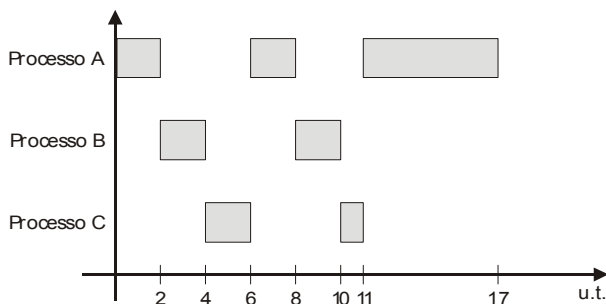
## Round-Robin (Escalonamento Circular)

- Utilizado em sistemas interativos.
- Cada processo utiliza a CPU durante uma fatia de tempo (timeslice);
- O processo deixa a CPU quando o seu timeslice expira ou quando executa uma instrução que o leva ao estado bloqueado.



# Algoritmos de Escalonamento

## Round-Robin (Escalonamento Circular)



Processo	Tempo de processador (u.t.)
A	10
B	4
C	3





## Algoritmos de Escalonamento

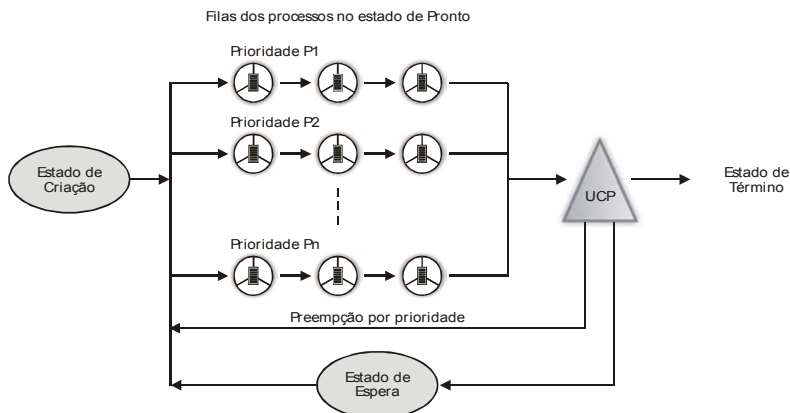
### Round-Robin (Escalonamento Circular)

- Vantagem:
  - Não há monopólio da cpu;
- Desvantagem:
  - Balanceamento desigual entre processos cpu-bound e i/o-bound.



## Algoritmos de Escalonamento

### Escalonamento por Prioridades

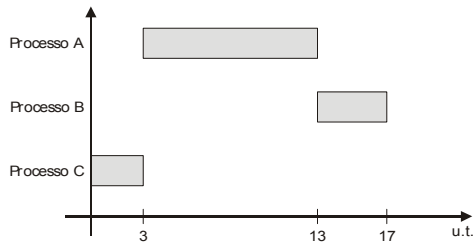




## Algoritmos de Escalonamento

### Escalonamento por Prioridades

---



Processo	Tempo de processador (u.t.)	Prioridade
A	10	2
B	4	1
C	3	3



## Algoritmos de Escalonamento

### Escalonamento por Prioridades

---

- O processo com maior prioridade no estado de pronto é sempre o escolhido para execução, e os processos com prioridades iguais são escalonados seguindo o critério FIFO;
- A perda do uso da cpu só ocorrerá no caso de uma mudança voluntária para o estado de bloqueado ou quando um processo de prioridade maior passa para o estado de pronto. O SO interrompe o processo e escala o de maior prioridade.



# Algoritmos de Escalonamento

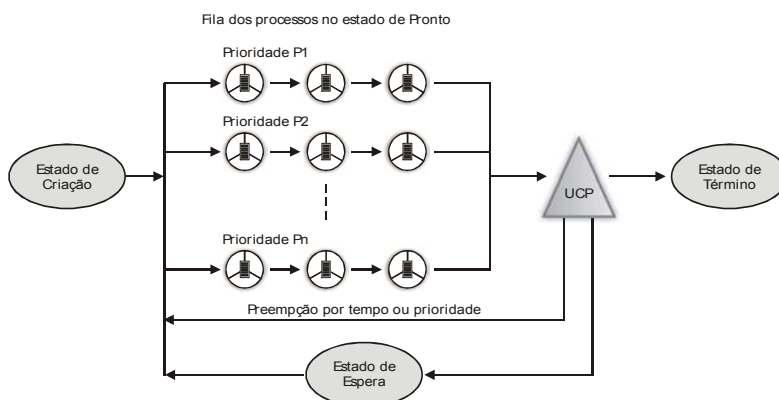
## Escalonamento por Prioridades

- Pode utilizar prioridade estática ou prioridade dinâmica:
  - **Prioridade estática:** a prioridade é definida na criação do processo e não é alterada;
  - **Prioridade dinâmica:** a prioridade pode ser alterada de acordo com critérios definidos pelo SO;
    - **Aging:** mecanismo que incrementa gradualmente a prioridade dos processos que permanecem muito tempo na fila dos prontos;
- **Desvantagem:**
  - Processos de baixa prioridade podem não ser escalonados.



# Algoritmos de Escalonamento

## Escalonamento Circular com Prioridades





## Algoritmos de Escalonamento

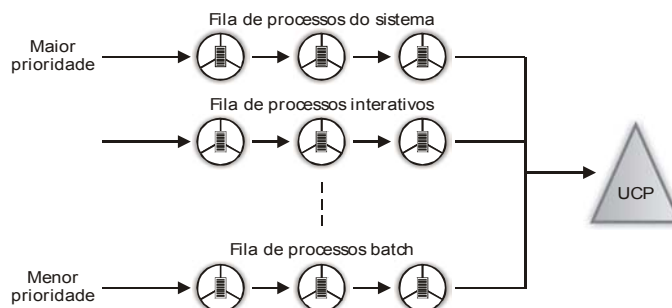
### Escalonamento Circular com Prioridades

- Implementa o conceito de fatia de tempo (timeslice) e de prioridade de execução associada a cada processo;
- Os processos de mesma prioridade são escalonados de acordo com o algoritmo round-robin;
- Um processo permanece no estado de execução até que termine seu processamento, voluntariamente passe para o estado de bloqueado ou sofra uma preempção por tempo ou prioridade;
- Pode utilizar prioridade estática ou prioridade dinâmica;
  - **Decremento de prioridades:** a cada preempção por tempo, a prioridade do processo é decrementada;
- **Vantagem:** permite um melhor balanceamento no uso da cpu, com a possibilidade de diferenciar o grau de importância dos processos.



## Algoritmos de Escalonamento

### Escalonamento Filas Múltiplas





## Algoritmos de Escalonamento

### Escalonamento Filas Múltiplas

---

- Existem diversas filas de processos prontos, cada qual com uma prioridade específica;
- Os processos são associados às filas em função de características próprias, como importância para a aplicação, tipo de processamento ou área de memória necessária;
- O processo não possui prioridade e sim a fila. O processo em execução sofre preempção caso um outro processo entre em uma fila de prioridade maior. O SO só pode escalonar processos de uma determinada fila caso todas as filas de maior prioridade estejam vazias;
- Pode utilizar prioridade estática ou prioridade dinâmica;
- **Vantagem:** algoritmos de escalonamento distintos para cada fila em um mesmo SO.



## Algoritmos de Escalonamento

### Escalonamento Filas Múltiplas

---

- **Implementação de um algoritmo específico com filas múltiplas utilizando prioridade dinâmica:**
  - Os processos de maior prioridade recebem 1Q (quantum) de tempo;
  - Os processos que possuem prioridades imediatamente abaixo recebem 2Q;
  - Os processos que possuem prioridades imediatamente abaixo recebem 4Q;
  - E assim sucessivamente...
- Pode ser preemptivo ou não preemptivo;
  - **Preemptivo:** ao chegar na fila dos prontos um processo com prioridade maior do que o processo que está em execução, o escalonador interrompe o processo atual e efetua a troca.
  - **Não preemptivo:** ao chegar um processo com prioridade maior do que o processo que está em execução, o escalonador só efetua a troca quando o processo atual deixar a CPU voluntariamente.



# Algoritmos de Escalonamento

## Exercício

Qual o tempo médio de espera para estes processos quando são utilizados os algoritmos de escalonamento?

- Round-Robin com timeslice de 2 ut;
- Escalonamento por prioridade;
- Escalonamento circular com prioridade estática e timeslice de 2 ut;
- Filas múltiplas preemptivo com quantum de 1 ut.

Tempo gasto com troca de contexto = 1 ut.

Processo	Tempo de Chegada (ut)	Tempo de Execução (ut)	Prioridade
A	5	11	2
B	10	14	1
C	15	6	4
D	20	2	3

