



**FAI - Centro de Ensino Superior**

**Curso: Sistemas de Informação**

**Disciplina: Gerência de Sistemas Operacionais**

**Unidade/assunto: Gerência de Processador**

- Introdução
- Funções Básicas
- Critérios de Escalonamento
- Escalonamento Não-Preemptivos e Preemptivos
- Escalonamento First-In-First-Out (FIFO)
- Escalonamento Shortest-Job-First (SJF)
- Escalonamento Cooperativo
- Escalonamento Circular
- Escalonamento por Prioridades
- Escalonamento Circular com Prioridades

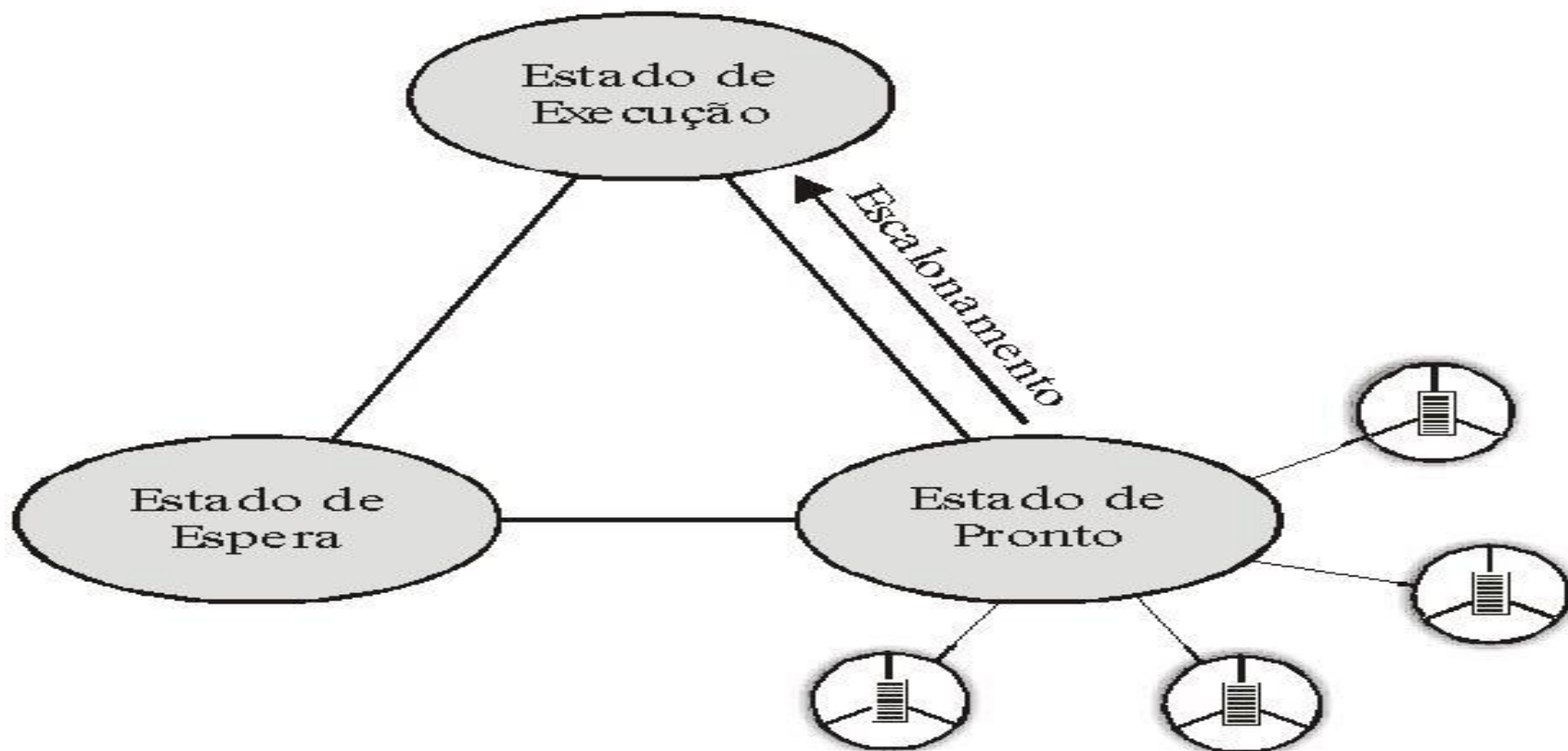
- Escalonamento por Múltiplas Filas
- Escalonamento por Múltiplas Filas com Realimentação
- Política de Escalonamento em Sistemas de Tempo Compartilhado
- Política de Escalonamento em Sistemas de Tempo Real

- A gerência do processador é uma das tarefas mais importantes de um sistema operacional multiprogramável.
- A política de escalonamento é a base da gerência do processador.

- Escalonador (**Scheduler**): rotina do SO que implementa os critérios da política de escalonamento.
- Despachante (**Dispatcher**): rotina do SO responsável pela troca de contexto dos processos/threads.
- *Latência do Dispatcher.*

- **Manter** o processador **ocupado**.
- **Balancear** o uso da CPU.
- **Privilegiar** aplicações críticas.
- **Maximizar** o throughput.
- **Minimizar** tempos de respostas em sistemas interativos.

# FUNÇÕES BÁSICAS



- Utilização do Processador.
- Throughput.
- Tempo de Processador (Tempo de UCP).
- Tempo de Espera.
- Tempo de Turnaround.
- Tempo de Resposta.



# CRITÉRIOS DE ESCALONAMENTO

- A política de escalonamento busca otimizar a utilização do processador e o throughput, enquanto tenta diminuir os tempos de turnaround, espera e resposta.

# ESCALONAMENTO

## Não-Preemptivos e Preemptivos

- **Preempção:** Interrupção de um processo em execução e substituição por um outro processo.
- SOs que implementam preempção são mais complexos e permitem escalonamento mais flexíveis.

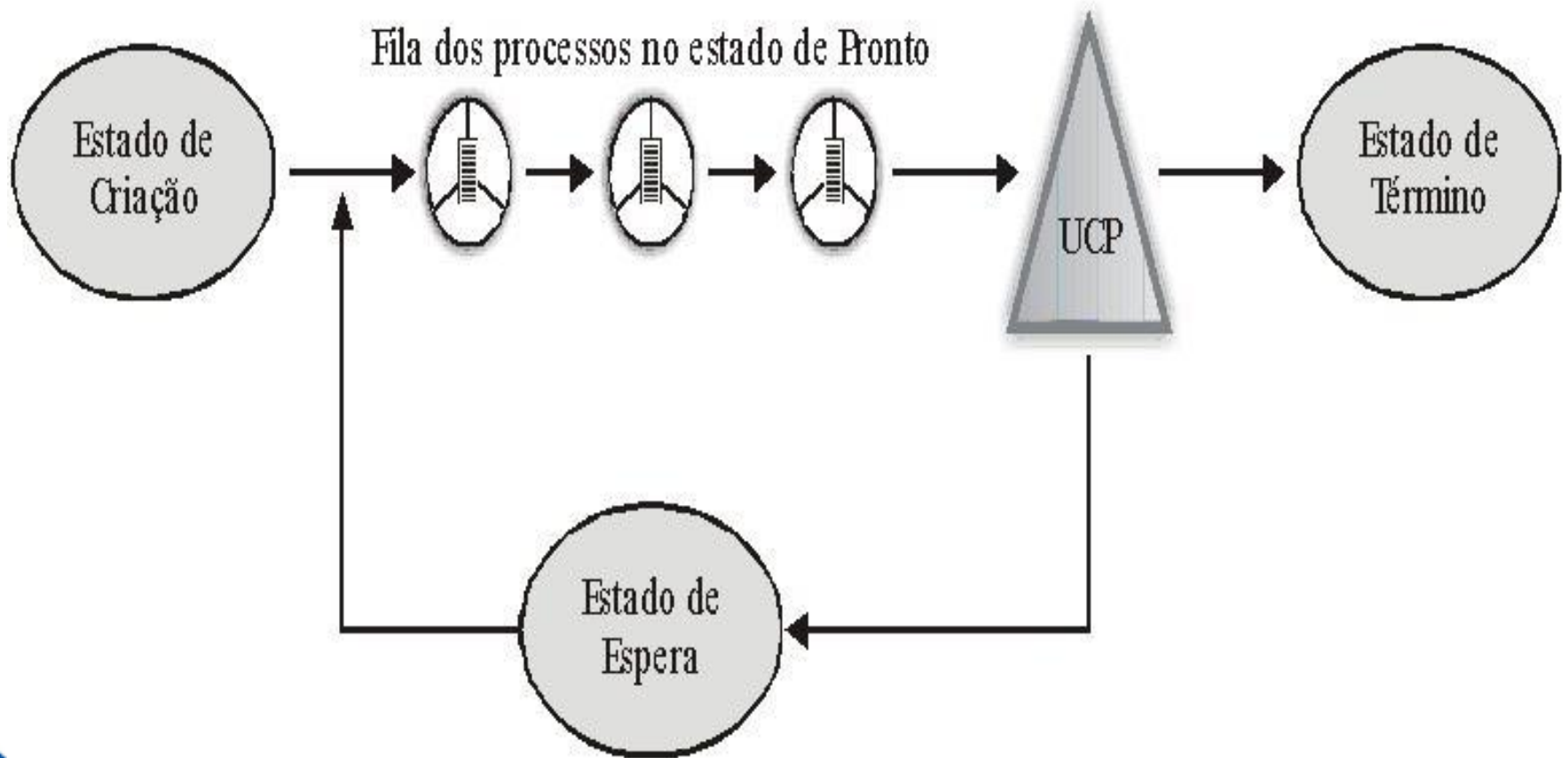
- Primeiro tipo de escalonamento dos sistemas multiprogramáveis (predomínio de processamento batch).
- Quando um processo é interrompido ?

- Possibilidade do SO interromper um processo em execução e passá-lo para o estado de pronto.
- Benefícios da Preempção?

# ESCALONAMENTO FIFO

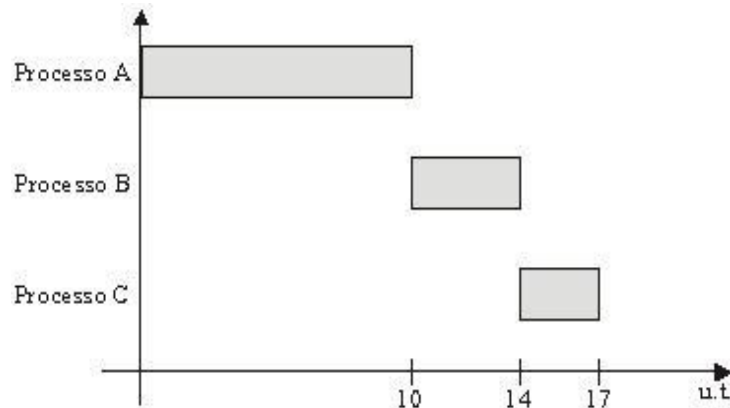
- Também conhecido por **First-Come-First-Served (FCFS)**.
- O primeiro processo da fila de prontos é o primeiro a ser escalonado.
- Não preemptivo.

# ESCALONAMENTO FIFO

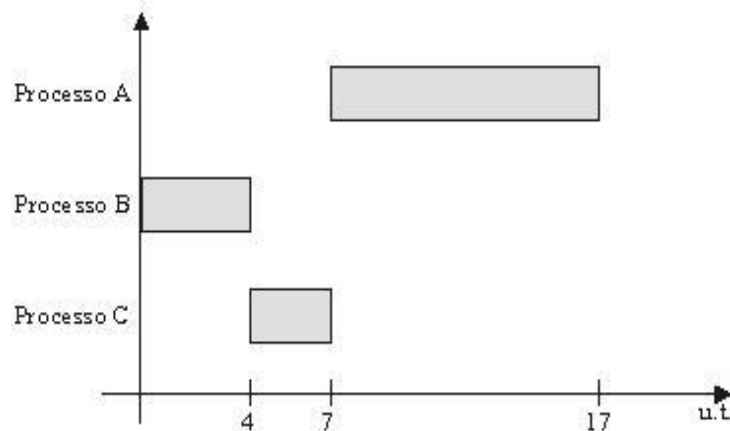


# ESCALONAMENTO FIFO

**Tempo Médio de Espera dos 3 processos**  
 $= (0 + 10 + 14) / 3 = 8 \text{ ut}$



**Tempo Médio de Espera dos 3 processos**  
 $= (0 + 4 + 7) / 3 \approx 3.7 \text{ ut}$



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

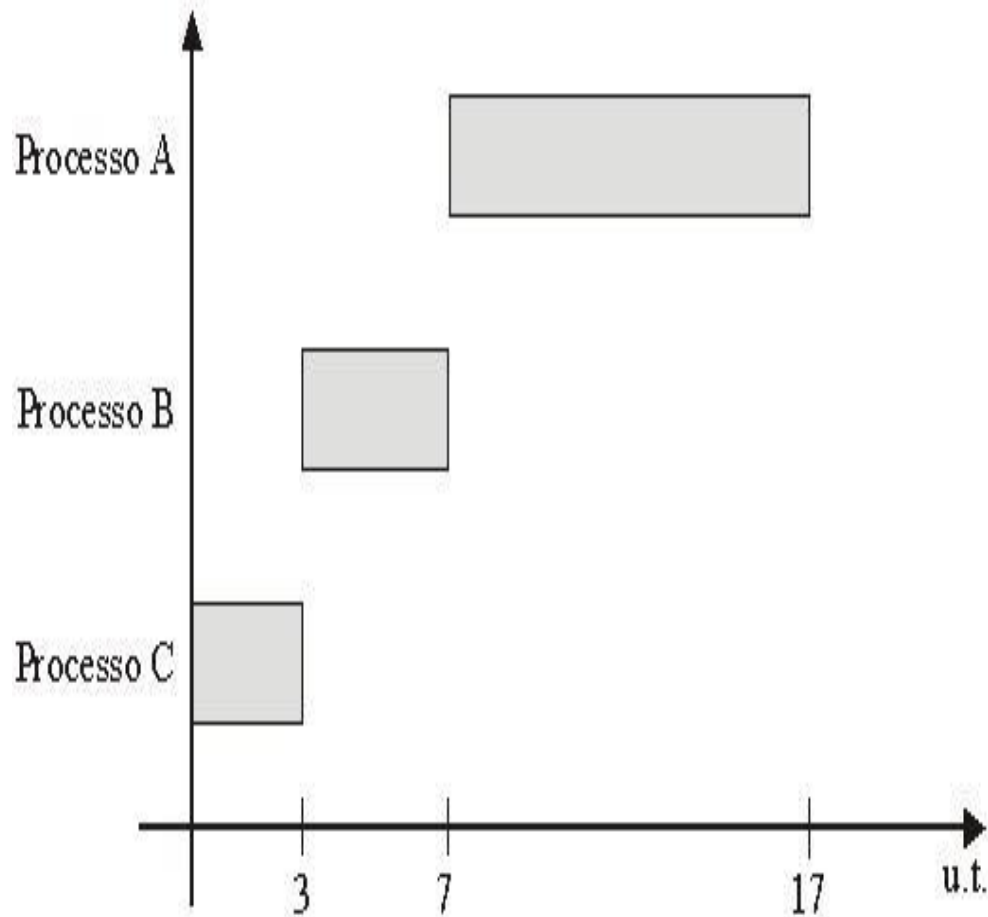
## Deficiências:

- Impossibilidade de se prever quando um processo terá sua execução.
- Penaliza processos I/O Bound.
- Promove processos CPU Bound.



- **SJF** – Shortest-**J**ob-**F**irst.
- **SPN** – Shortest-**P**rocess-**N**ext.
- Seleciona o processo que tiver o menor tempo de processador ainda por executar.
- Não Preemptivo.

# ESCALONAMENTO SJF



**Tempo Médio de  
Espera dos 3 processos  
 $= (0 + 3 + 7) / 3 = 3.3 \text{ ut}$**

## Problemas:

- Determinação do tempo de CPU.
- O processo informa o tempo de CPU em sistemas Batch.
- Determinação de tempo para processos interativos.
- Starvation.

## Escalonamento SJF com Preempção:

**SRT** – Shortest Remaining Time.

- Um processo pronto, com tempo menor que um em execução, assume a CPU.
- Starvation.

- Objetiva aumentar o grau de multiprogramação de políticas de escalonamentos não-preemptivos (ex: FIFO e SJF).
- **Preemptivo.**

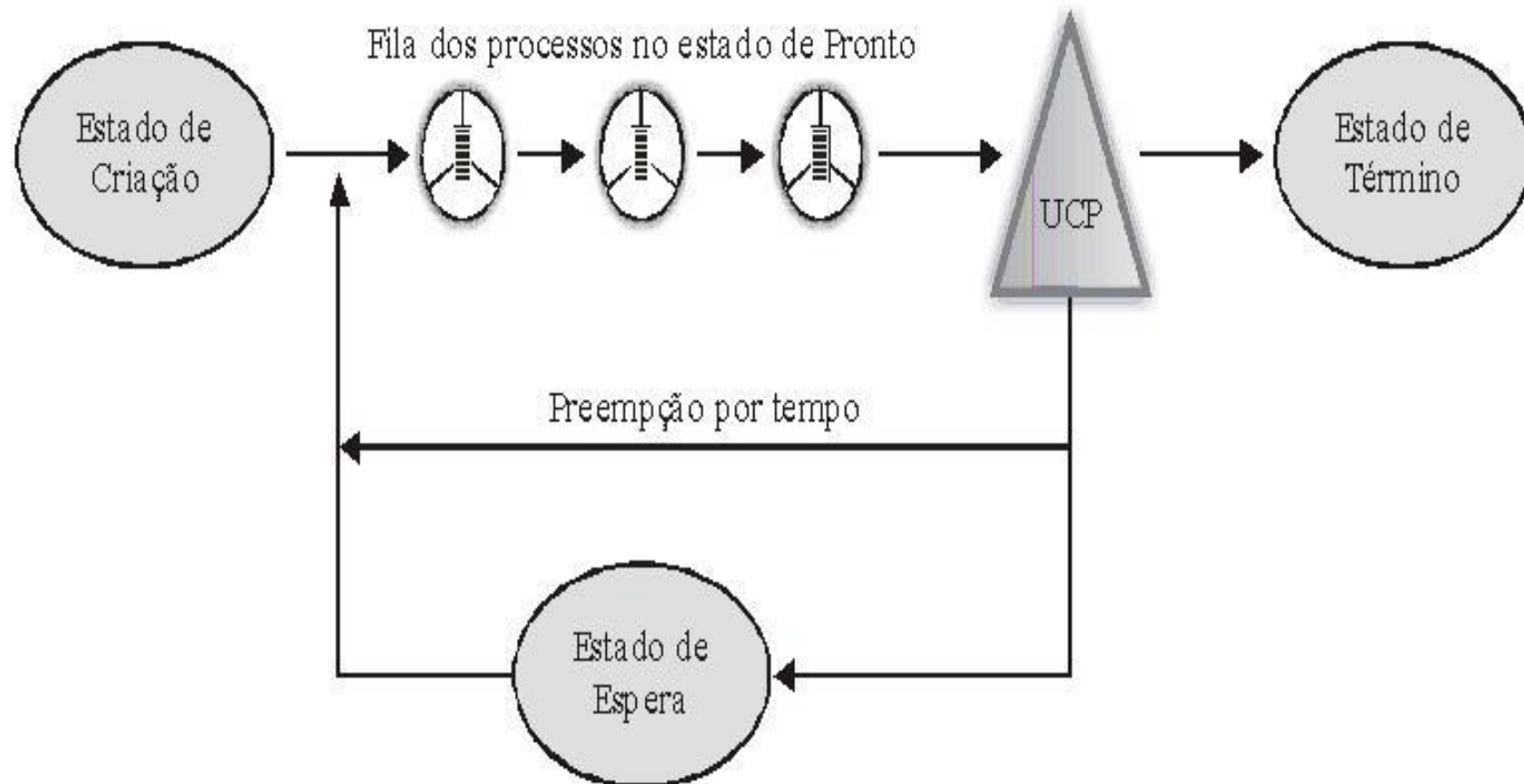
# ESCALONAMENTO COOPERATIVO

- Um processo em execução, **voluntariamente** libera o processador.
- O processo em execução verifica periodicamente uma fila de mensagens.
- Pode ocorrer **Starvation**, caso um processo em execução não verifique a fila de mensagens.

# ESCALONAMENTO CIRCULAR

- **Round Robin** Scheduling.
- **Preemptivo**.
- Projetado especialmente para sistemas de tempo compartilhado.
- Uso de Fatia de Tempo (**Time Slice**) ou Quantum.

# ESCALONAMENTO CIRCULAR

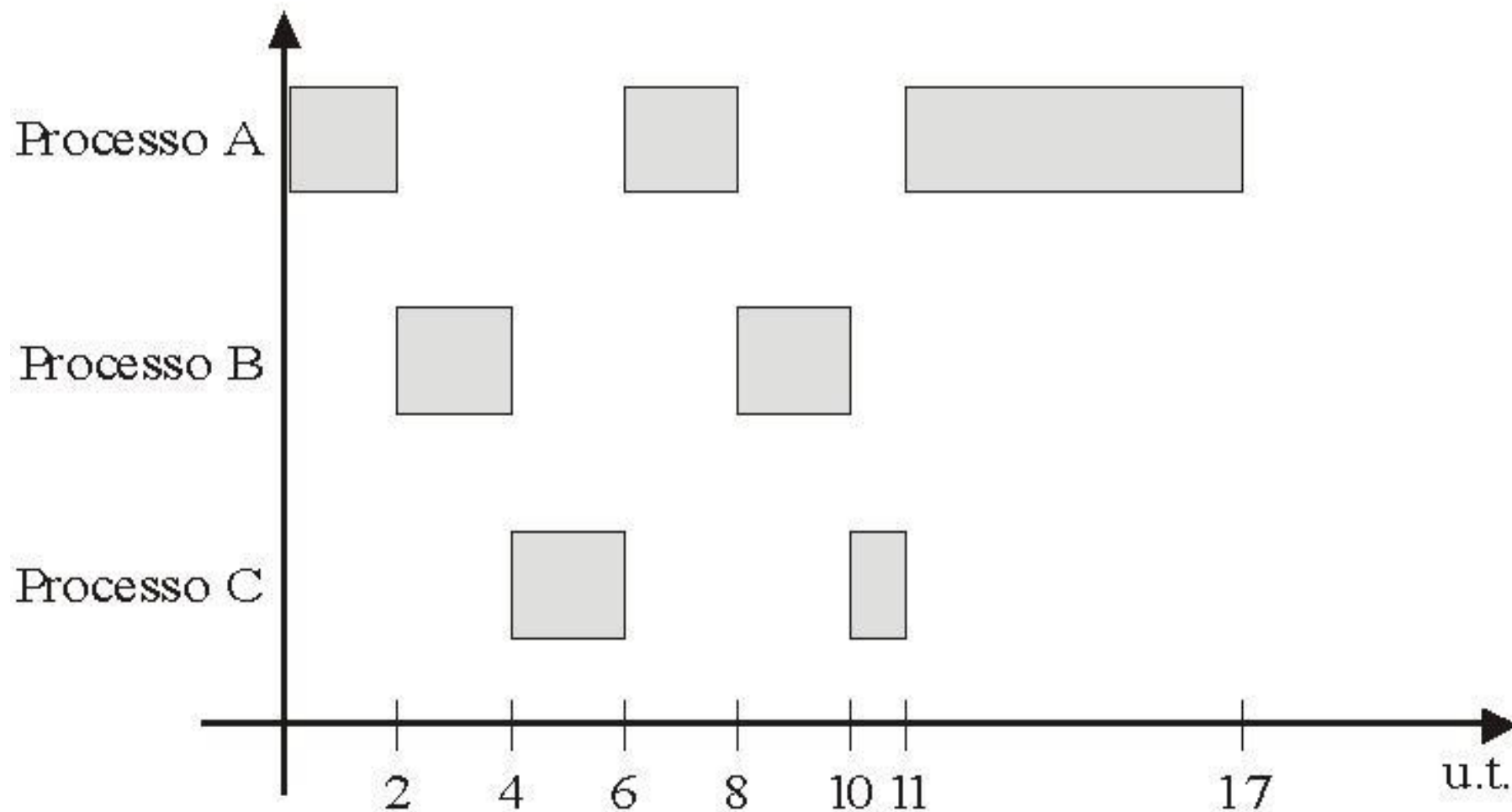




## Exemplo de Escalonamento:

- Fatia de Tempo (Time Slice): 2 u.t.
- Não está sendo levado em consideração o tempo de latência do dispatcher.

# ESCALONAMENTO CIRCULAR



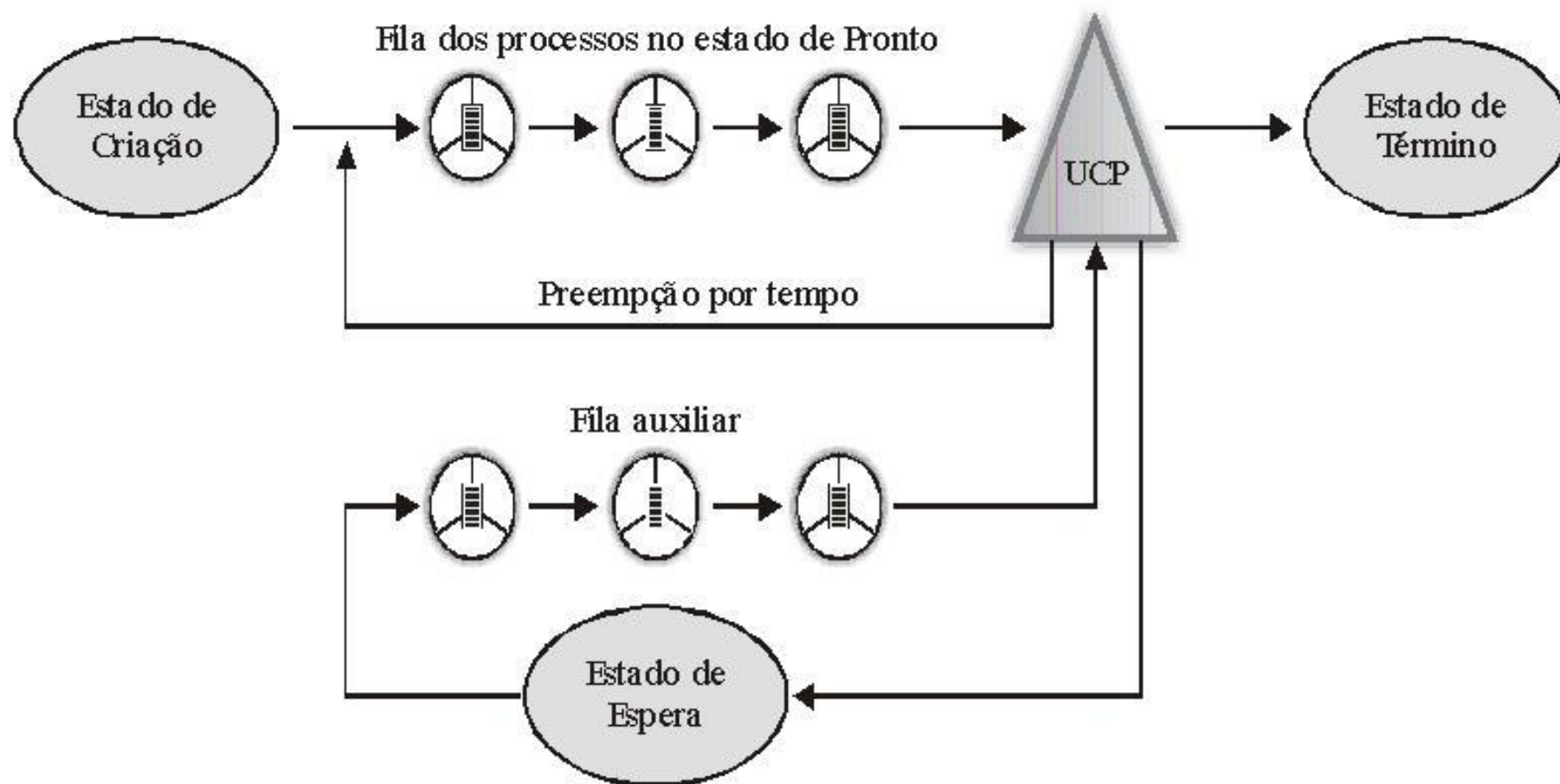
# ESCALONAMENTO CIRCULAR

- Impede o monopólio da CPU.
- Voltado para sistemas interativos.
- Privilegia processos CPU Bound (problema).
- O que ocorre se a fatia de tempo for muito alta ?
- O que acontece se fatia de tempo for muito baixa ?

- Refinamento do escalonamento circular.
- Objetiva balancear o uso da CPU entre os processos (processos CPU Bound e I/O Bound).
- Fila auxiliar para os processos em espera.
- Processos da fila auxiliar têm preferência de execução.
- Processos da fila auxiliar:

**quantum = quantum - tempo de execução quando estava pronto.**

# ESCALONAMENTO CIRCULAR VIRTUAL



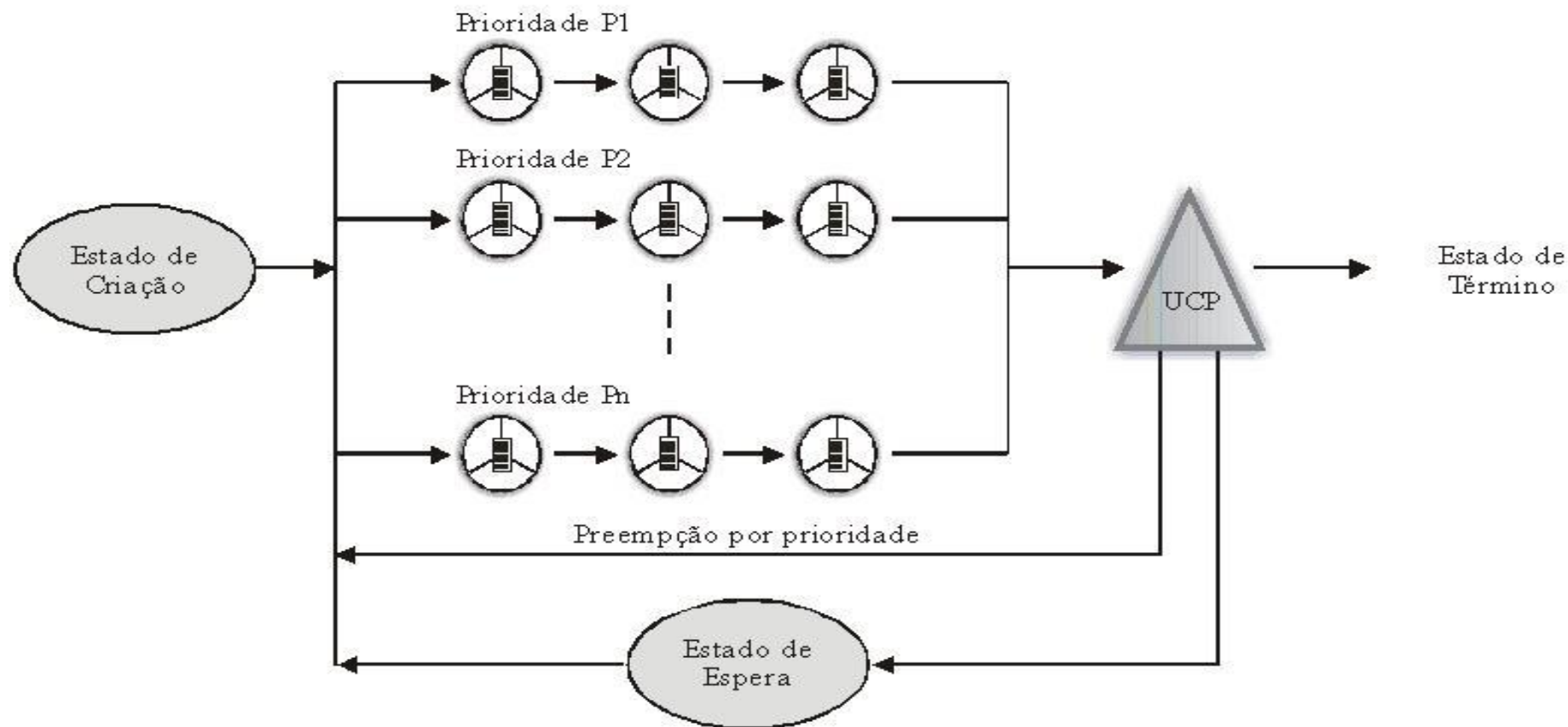
- **Preempção**: prioridade de execução do processo.
- **Preempção por prioridade**.
- Prioridades mais altas rodam primeiro.
- Prioridades iguais rodam sob a forma **FIFO**.

## **Mudança de Processo:**

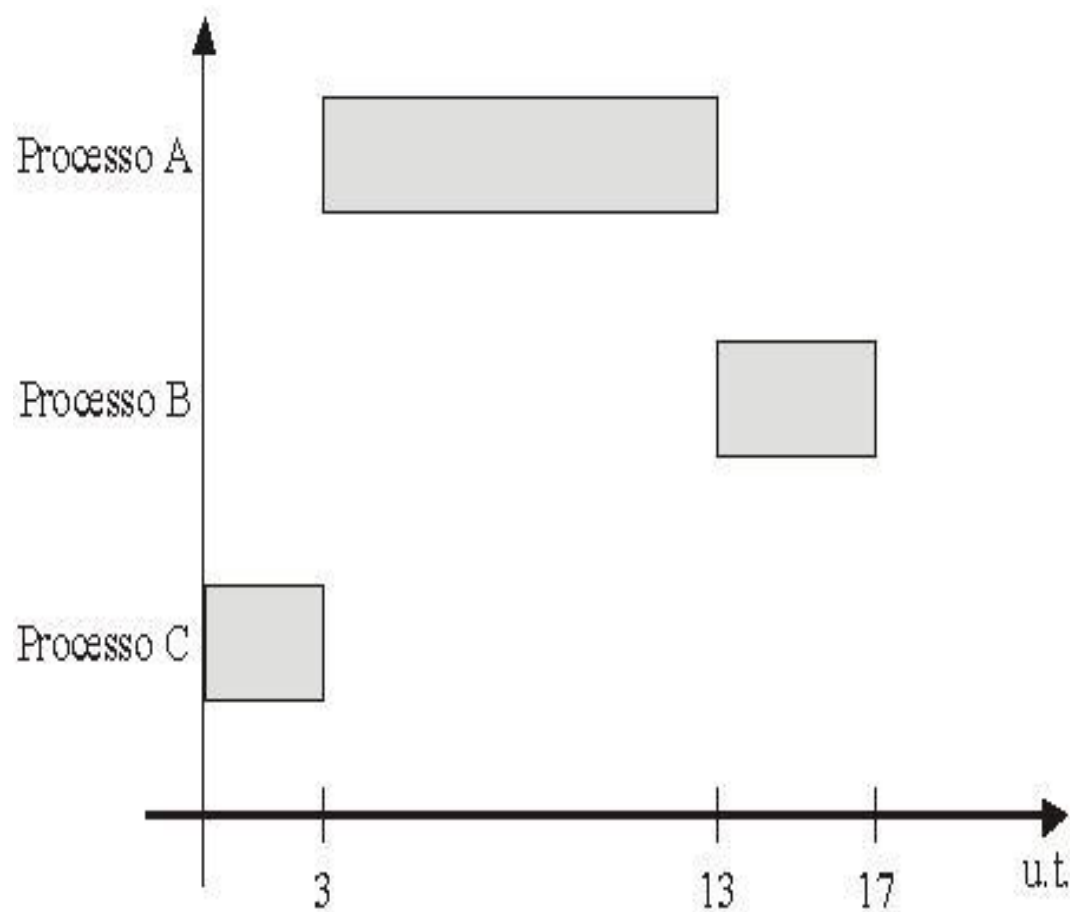
- No término da execução.
- Na solicitação de E/S.
- Quando surge um processo com maior prioridade (preempção por prioridade).

# ESCALONAMENTO POR PRIORIDADES

Filas dos processos no estado de Pronto



# ESCALONAMENTO POR PRIORIDADES



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



- Os valores de prioridade podem variar de acordo com o SO:
  - **OpenVMS** → 0 a 31.
  - **AIX** → 0 a 127.
  - **Linux** → ???
  - **Windows** → ???

- Também pode ser do tipo não preemptivo.
- O surgimento de um processo com maior prioridade não causa preempção.

## Tipo de Prioridade:

- **Estática** (não muda).
- **Dinâmica** (sofre mudança por iniciativa do SO).

- **Ocorrência de Starvation.**

Esse problema pode ser contornado pela alteração de prioridade, motivada pelo **aging** (envelhecimento).

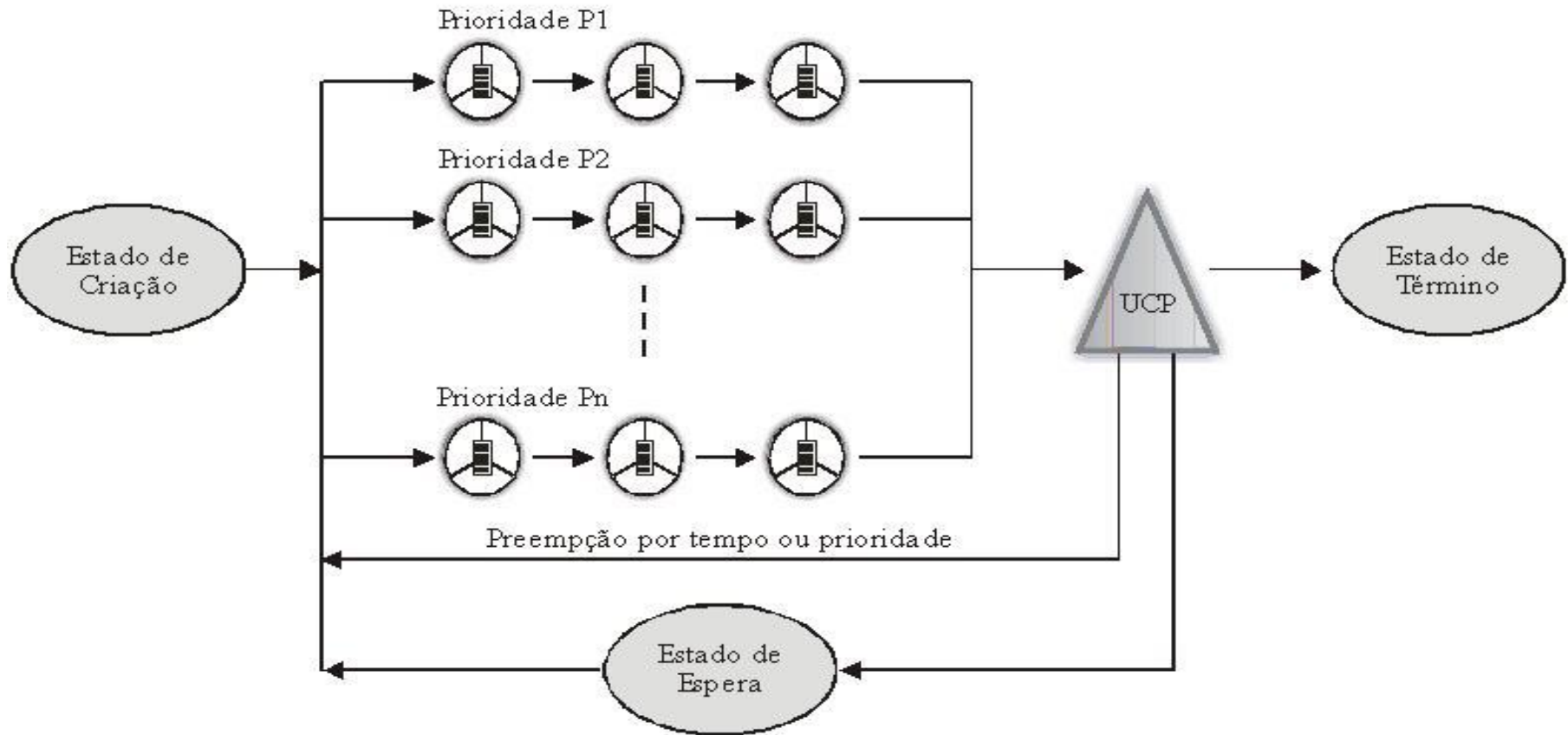
# ESCALONAMENTO CIRCULAR POR PRIORIDADES

## Mudança de Processo:

- No término da execução.
- Na solicitação de E/S.
- Preempção por tempo.
- Preempção por prioridade.

# ESCALONAMENTO CIRCULAR POR PRIORIDADES

Fila dos processos no estado de Pronto



# ESCALONAMENTO POR MÚLTIPLAS FILAS

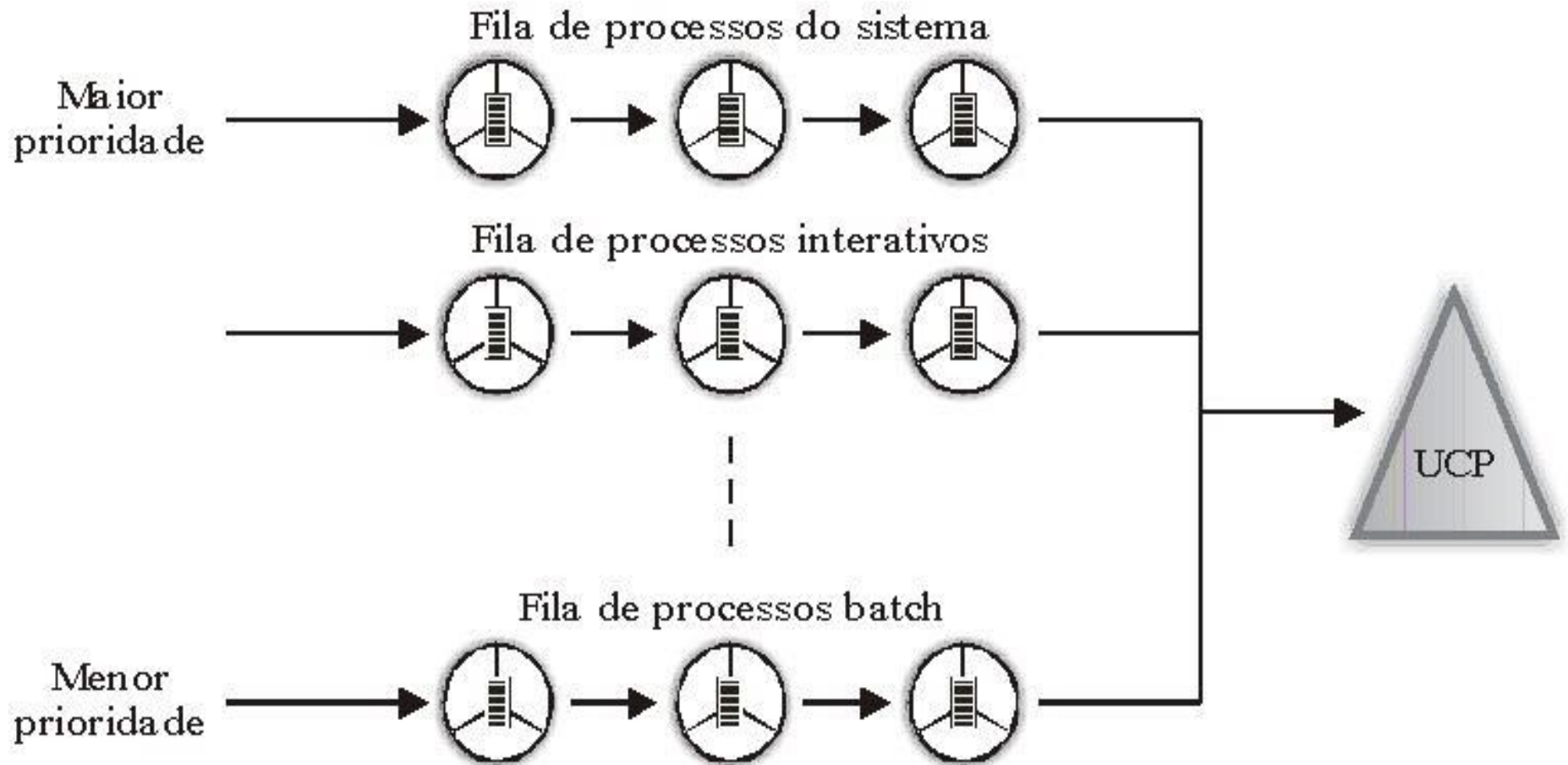
- Diversas filas de prontos.
- Cada fila tem uma prioridade.
- As características definem onde os processos serão alocados.
- Pode ocorrer preempção, caso um processo seja inserido em uma fila mais prioritária.

# ESCALONAMENTO POR MÚLTIPLAS FILAS

- **Vantagem desse método de escalonamento:**  
Cada fila pode utilizar uma política de escalonamento diferente (FIFO ou circular).
- A fila que um processo irá pertencer é definida no momento de sua criação e permanece até a sua finalização (desvantagem).



# ESCALONAMENTO POR MÚLTIPLAS FILAS



# ESCALONAMENTO POR MÚLTIPLAS FILAS (COM REALIMENTAÇÃO)

- Um processo pode mudar de fila durante sua execução.
- As filas utilizam escalonamento **FIFO modificada**, exceto a fila de menor prioridade que utiliza escalonamento circular.
- A fatia de tempo de cada fila varia de acordo com sua prioridade.
- **Maior prioridade** → Menor fatia.
- **Menor prioridade** → Maior fatia.
- Um processo desce de fila, quando é preemptado por tempo.

# ESCALONAMENTO POR MÚLTIPLAS FILAS (COM REALIMENTAÇÃO)

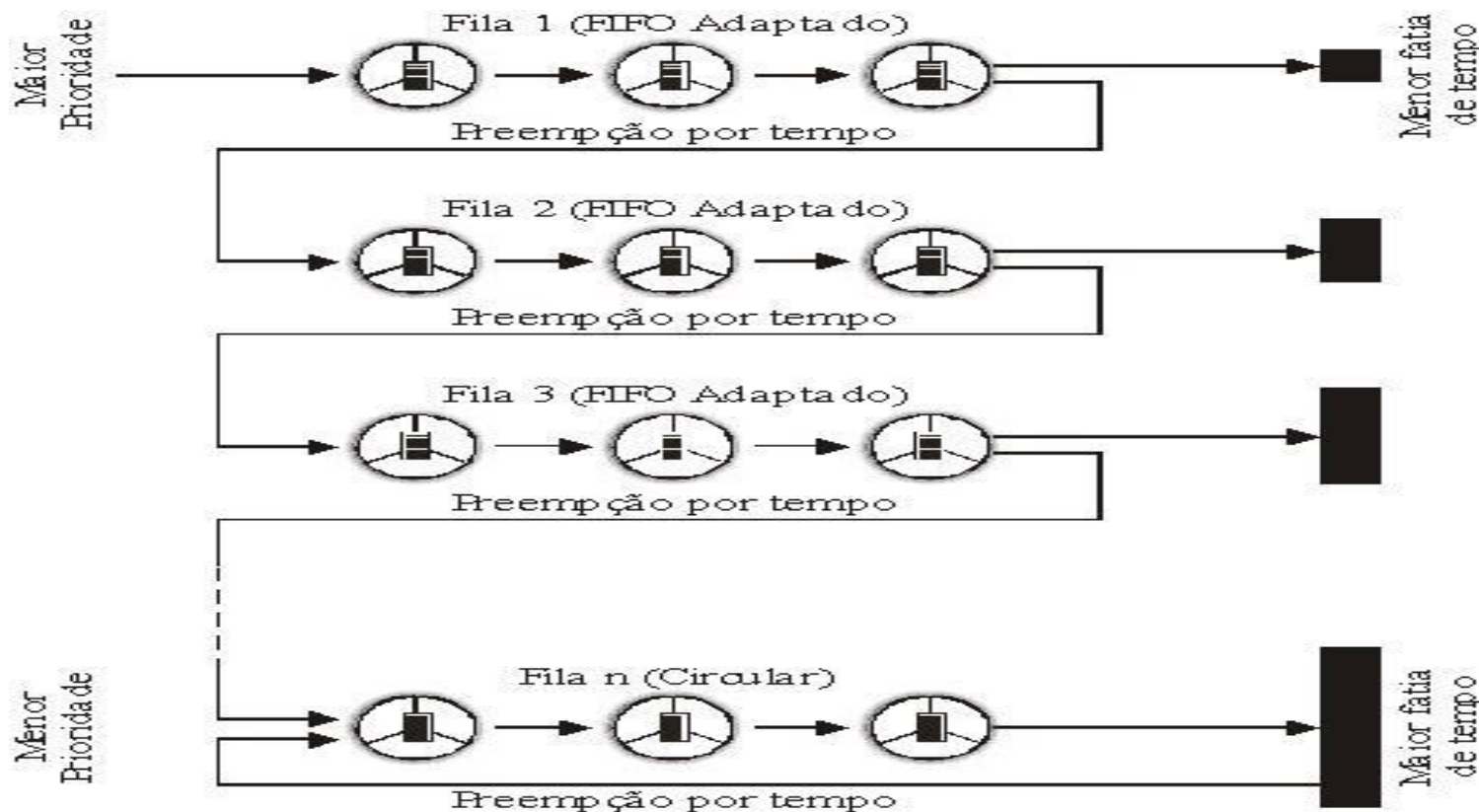
- Processos CPU-Bound vão sendo transferidos para filas menos prioritárias.

Porque ???

# ESCALONAMENTO POR MÚLTIPLAS FILAS (COM REALIMENTAÇÃO)

- O SO verifica dinamicamente o comportamento de um processo. (principal vantagem)
- Complexidade de implementação, podendo provocar **overhead** do SO. (principal desvantagem)

# ESCALONAMENTO POR MÚLTIPLAS FILAS (COM REALIMENTAÇÃO)

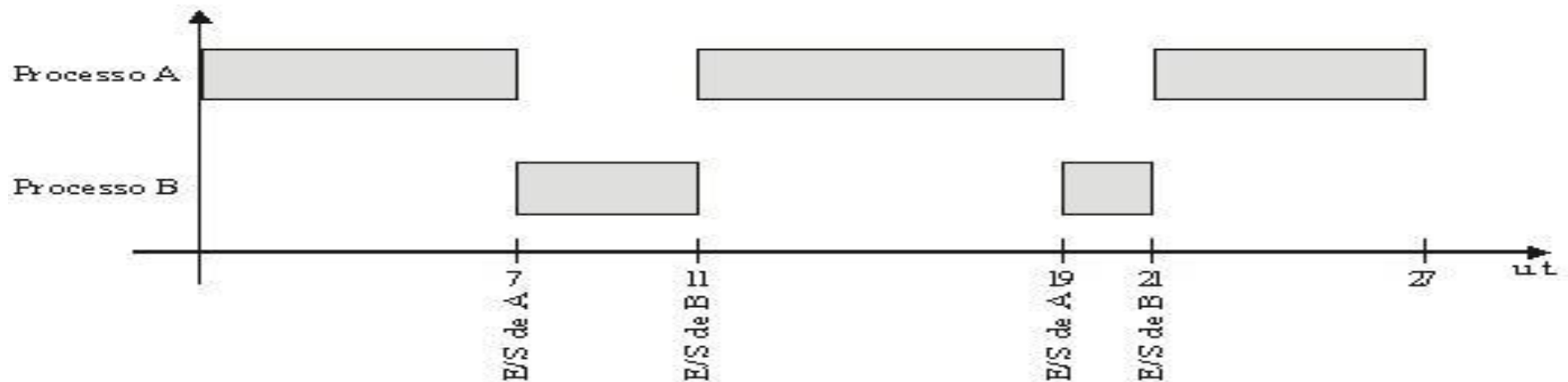


# POLÍTICA DE ESCALONAMENTO EM SISTEMAS DE TEMPO COMPARTILHADO

- Caracterizam-se pelo processamento interativo, onde usuários interagem com as aplicações exigindo tempos de respostas baixos.

# POLÍTICA DE ESCALONAMENTO EM SISTEMAS DE TEMPO COMPARTILHADO

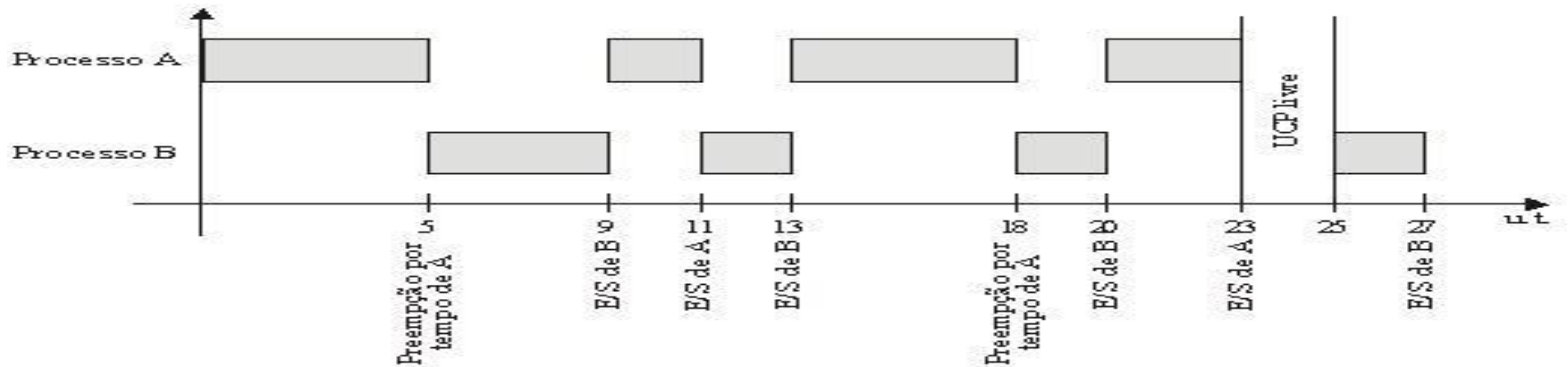
## FIFO



Processo	Tempo de processador (u.t.)	Característica
A	21	CPU-bound
B	6	I/O-bound

# POLÍTICA DE ESCALONAMENTO EM SISTEMAS DE TEMPO COMPARTILHADO

## CIRCULAR

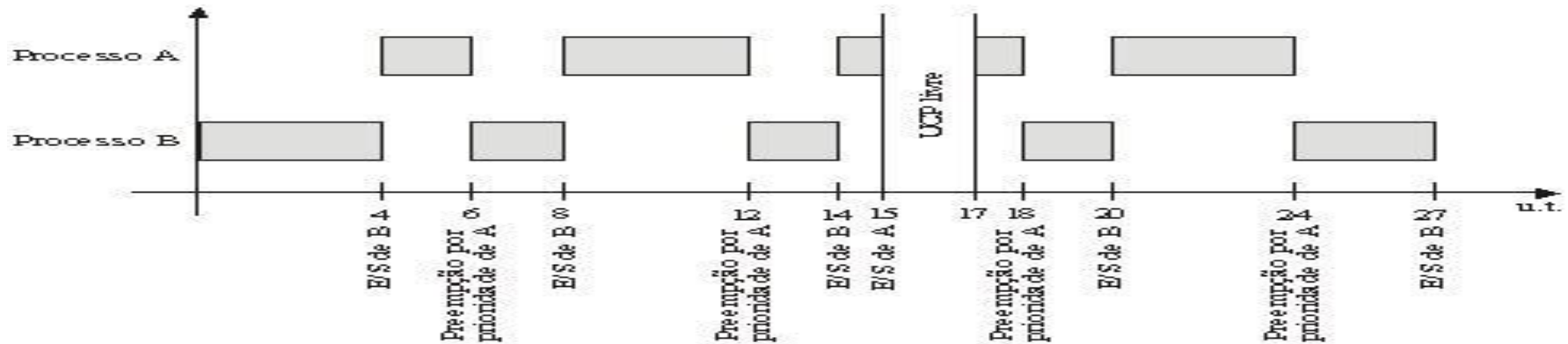


Processo	Tempo de processador (u.t.)	Característica
A	15	CPU-bound
B	10	I/O-bound



# POLÍTICA DE ESCALONAMENTO EM SISTEMAS DE TEMPO COMPARTILHADO

## CIRCULAR COM PRIORIDADE



Processo	Tempo de processador (u.t.)	Característica	Prioridade
A	12	CPU-bound	Baixa
B	13	I/O-bound	Alta

# POLÍTICA DE ESCALONAMENTO EM SISTEMAS DE TEMPO REAL

- Não utiliza o conceito de fatias de tempo.
- Os processos devem ser escalonados de acordo com a sua prioridade.
- O escalonamento por prioridades é o mais indicado.