

SISTEMAS OPERACIONAIS

ADS

SANDRO ROBERTO ARMELIN



ESCALONAMENTO

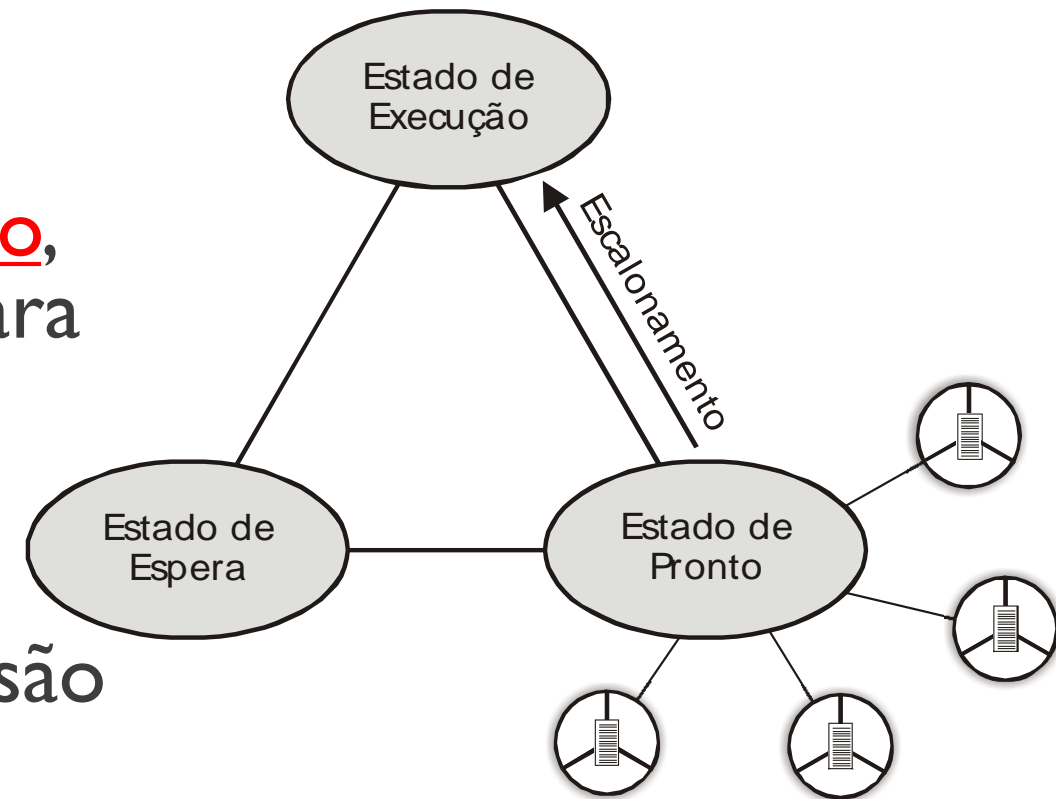
POLÍTICA DE ESCALONAMENTO

ESCALONAMENTO

- 2 ou + processos fila de pronto → **ocorrência de escalonamento.**
- Escolha de qual processo será executado através dos algoritmos de escalonamento.
- Ocorre em S.O. **multiprogramado.**
- **Múltiplos** processos ou threads **competem pelo uso da CPU** ao mesmo tempo.
- Objetivo do escalonamento: Manter CPU ocupada a maior parte do tempo e balancear utilização do processador entre diversos processos.

GERENCIA DE PROCESSADOR.

- A partir do momento que vários processos estão no estado de pronto, devem ser estabelecidos critérios para determinar qual processo será escolhido para fazer uso do processador.
- Os critérios utilizados para seleção são chamados de política de escalonamento.



FUNÇÕES BÁSICAS POLÍTICA DE ESCALONAMENTO;

- Manter o processador ocupado maior parte do tempo,
- Privilegiar execução de aplicações críticas,
- Oferecer tempo de resposta razoáveis para o usuário.
- Balancear utilização do processador entre diversos processos
- Maximizar throughput (Taxa de transferência) do sistema.

CHAVEAMENTOS DE PROCESSOS.

- Além escolher processo para ser executado, escalonador deve preocupar-se uso **eficiente da CPU**.
- **Chaveamento** de processo muito **custoso**. Quem Faz? **Processador**.
- Chaveamento (Para continuar posteriormente):
 - Salvar estado atual do processo – armazenar registradores da tabela processos.
 - Salvar o mapa de memória (bits de referencia à memória na tabela de páginas).
 - Selecionar outro processo.
 - Carregar o mapa de memória do novo processo.
 - Chavear as informações de memória cache para memória principal.
 - Iniciar o processo.

QUANDO ESCALONAR.

- Processo sendo executado e termina.
- Quando um processo bloqueia para E/S.
- Quando ocorre uma interrupção de E/S. Um dispositivo de E/S que acabou de realizar seu trabalho e o processo estava bloqueado volta para fila de pronto e o escalonador quem decide se executa o processo que acabou de ficar pronto.
- Essas decisões dependem dos algoritmos de escalonamento que o S.O. utiliza.

INTERRUPÇÕES PERIÓDICAS

- Decisão de escalonamento pode ser tomada a cada interrupção periódica, sendo relacionado ao hardware (processador).
- **Preempção** – possibilidade ou não de interrupção de um processo em execução e substituir por outro.
- Algoritmos divididos em 2 categorias:
 - Preemptivo.
 - Não preemptivo.

ESCALONAMENTO PREEMPTIVOS E NÃO-PREEMPTIVO.

- **Não preemptivo** – Algoritmo que escolhe um processo para executar e o deixa executar até que seja bloqueado ou que libere voluntariamente a CPU.
- **Preemptivo** – Algoritmo escolhe um processo e o deixa em execução por um tempo máximo fixado. Se ainda estiver executando ao final desse tempo será suspenso e escalonador escolhe outro.

CRITÉRIOS DE ESCALONAMENTO

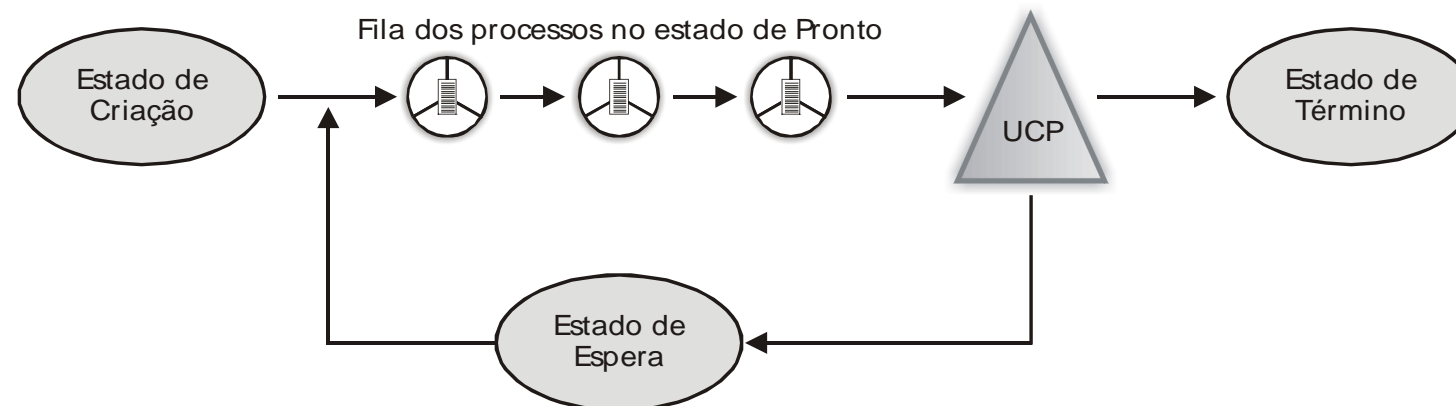
- Aspectos que os Sistemas Operacionais levam em consideração para sua política de escalonamento (variáveis para gestão):
 - Utilização do processador: Processador ocupado maior parte do tempo.
 - Throughput: Qtd de processos executados em intervalo de tempo.
 - Tempo de Processador (UCP): Tempo que o processo leva no estado de execução.
 - Tempo Turnaround: Tempo do processo desde a sua criação até seu término. Todo o tempo deve ser considerado. Objetivo S.O. minimizar esse tempo.
 - Resposta do processador: Diferença entre uma requisição à aplicação e o instante que a resposta ocorre.

ALGORITMOS DE ESCALONAMENTO

- **FIFO** - First In First Out – **FCFS** – Primeiro a chegar primeiro a ser servido.
- **SJF** Preemptivo e não preemptivo - Shortest-job-first – Menor trabalho primeiro.
- **Round-Robin** – Circular – equivalente FIFO, ao ser executado processo tem uma fatia tempo (Quantum).
- **Prioridade** – prioridade de execução, cada processo recebe uma prioridade, o maior tem vantagem(tempo não importa).
- **Circular por prioridade** – escalonamento por tempo e prioridade (leva em consideração os dois).
- **Loteria** - escalonamento por sorteio – função Random.
- **Circular virtual** – igual ao Round Robin, porem cria uma lista virtual para os estados I/O que tendem a atrasar o processamento pois ficam em espera.

ESCALONAMENTO FIFO - FIRST-IN FIRST-OUT.

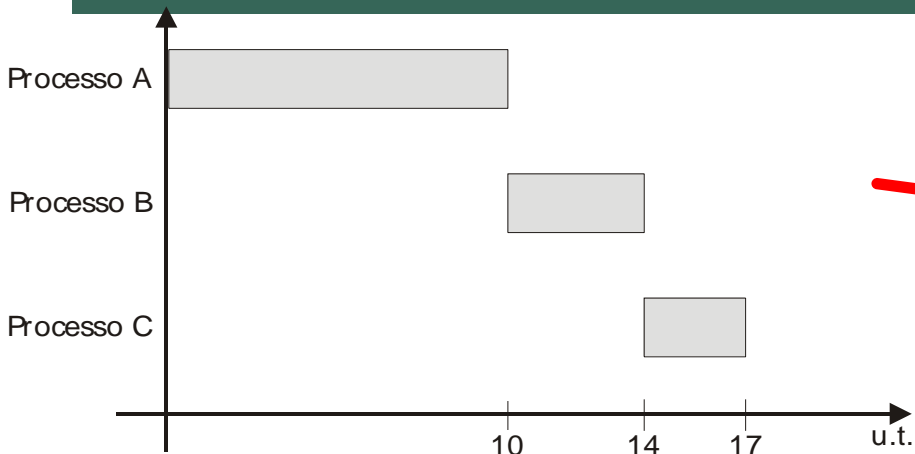
- **Não-preemptivo.**
- O processo que chega primeiro ao estado de pronto é o selecionado para execução.
- FCFS – First come, First served – Primeiro a chegar, primeiro a ser servido.
- Algoritmo simples, sendo necessária apenas uma FILA única de processos prontos.
- Processo escalonado utiliza a CPU durante o tempo que desejar. Até que seja bloqueado. Então outro processo é selecionado.
- Quando processo bloqueado fica pronto, volta para fim da fila.



ESCALONAMENTO FIFO - FIRST-IN FIRST-OUT.

- Algoritmo fácil de compreensão e implementação.
- Algoritmo Justo – Comparação com fila para escassos ingressos para um show, por exemplo. Quem está disposto a ficar na fila para conseguir os ingressos...
- **Grande desvantagem:** atrasos de processos com pouca I/O junto com processos de dependência maior por I/O.
Exemplo...

ESCALONAMENTO FIFO – TEMPO DE ESPERA E TEMPO DE RETORNO

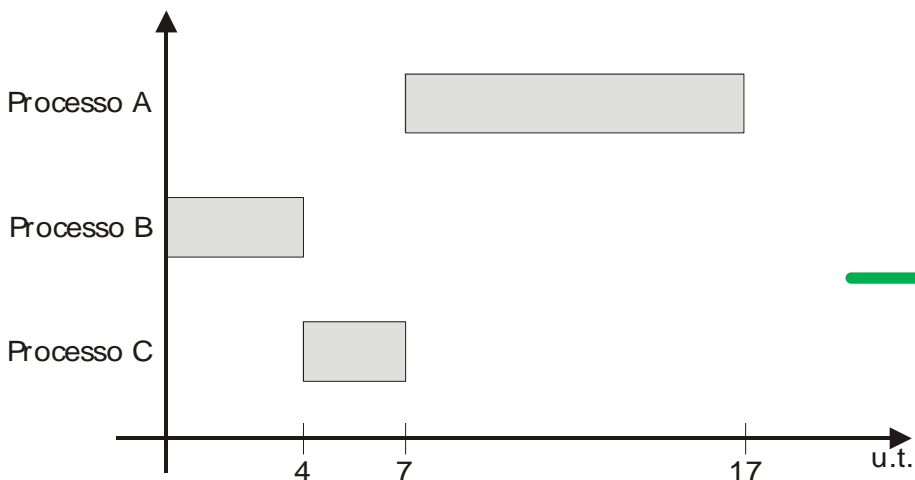


Process A é executado primeiro,
Logo o processo B espera 10 u.t para
Ganhar o processador e o C 14 u.t.
TEMPO MÉDIO ESPERA: $0+10+14 = 24/3 = 8$ u.t.

Tempo de Retorno (TR): A com 10 unidades de
tempo, B 14 u.t. e c 17 u.t.

$$TR = (T_{ra} + T_{rb} + T_{rc}) / 3 = (10 + 14 + 17) / 3 = 41 / 3 = 13,6$$

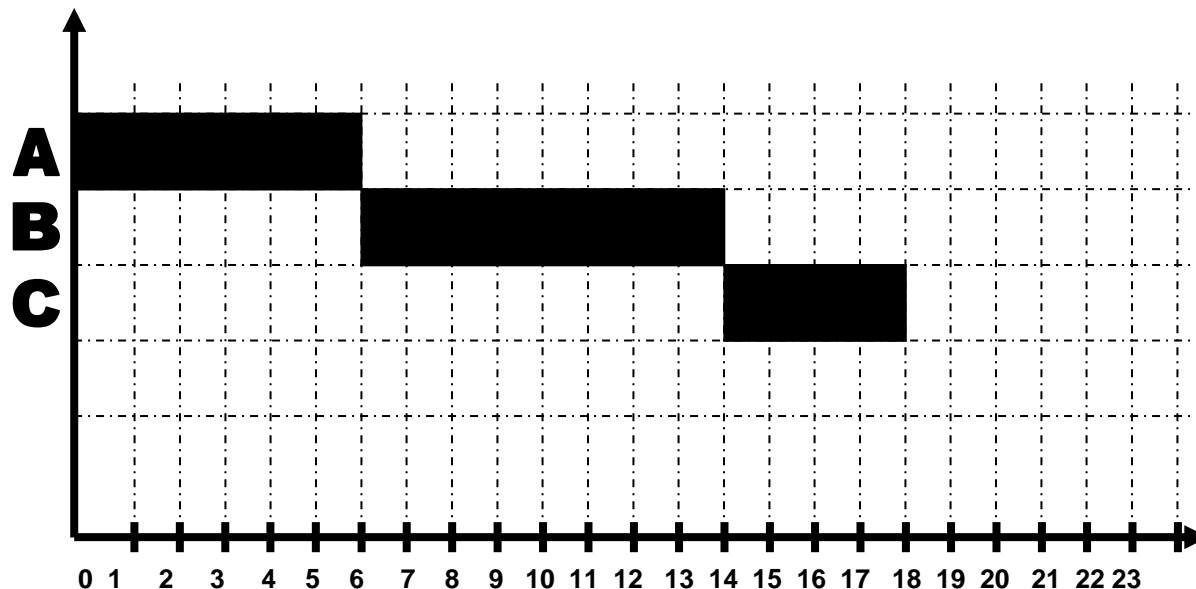
Processo	Tempo de processador (u.t.)
A	10
B	4
C	3



Processo B é executado primeiro,
Logo o processo A espera 7 u.t para
Ganhar o processador e o C 4 u.t.
TEMPO MÉDIO ESPERA: $7+0+4 = 11/3 = 3,7$ u.t.

Tempo de Retorno (TR): A 17 u.t., B 4.u.t e c 7 u.t
 $(17+4+7)/3 = 9,33$

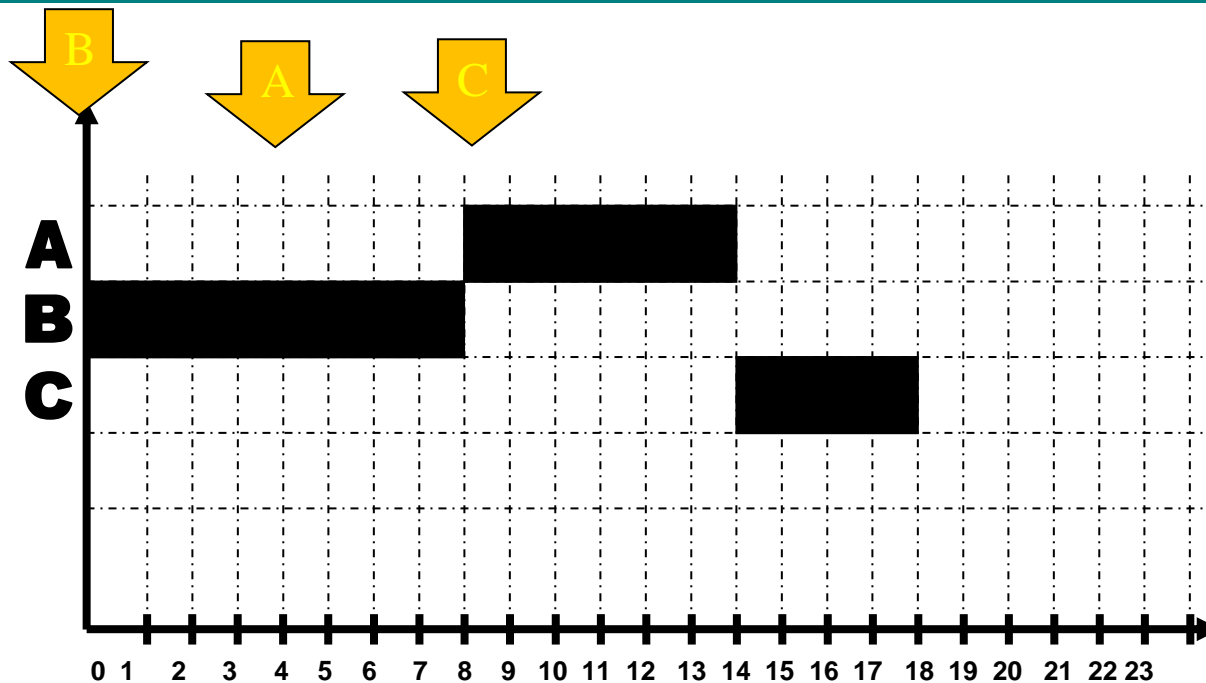
EXEMPLO FIFO



Ordem	Processo	Tempo Execução
1	A	6
2	B	8
3	C	4

- ♦ Tempo turnaround (tempo da criação ao termino, considera-se a espera) - **A=6 B=14, C=18**
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR): **A=6 B=14, C=18 → $38/3 = 12,66$**
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP): **A=0 B=6, C=14**
- ♦ Tempo médio de espera (TME): **A=0 B=6, C=14 → $20/3 = 6,6$**
- ♦ Tempo de processamento de cada processo **A=6 B=8, C=4**
- ♦ Tempo de processamento total do processador **18**

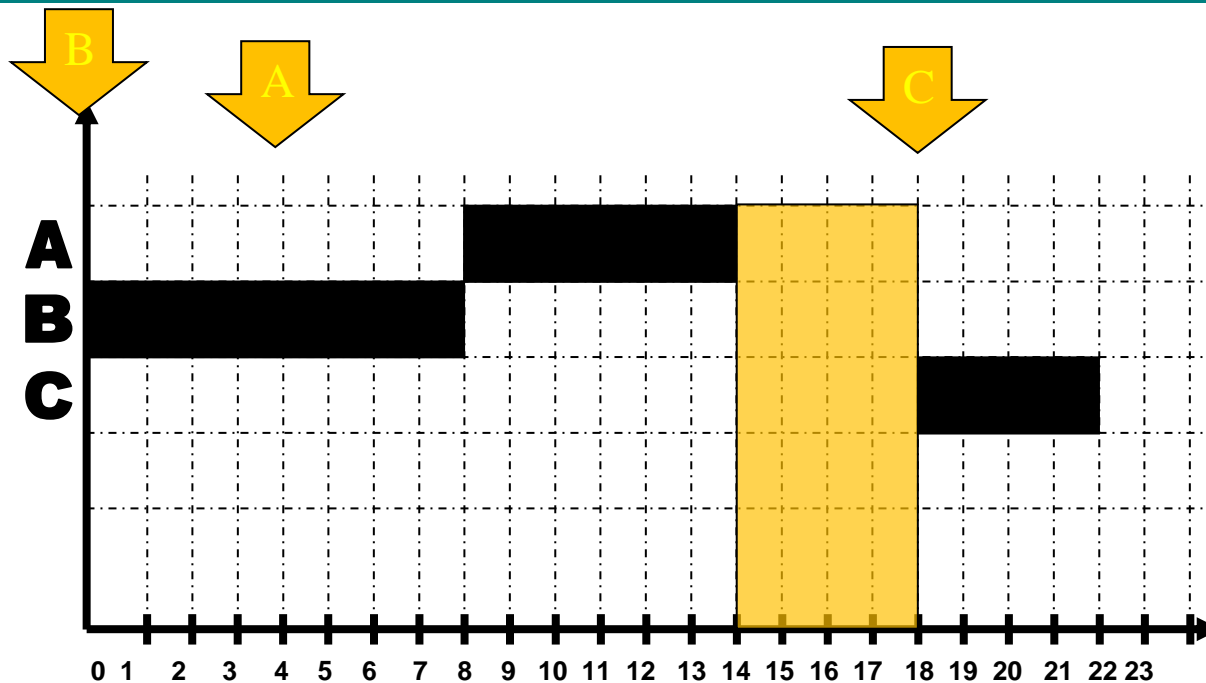
EXEMPLO FIFO (TEMPO CRIAÇÃO DIFERENTE) |



Tempo chegada	Processo	Tempo Execução
4	A	6
0	B	8
8	C	4

- ♦ Tempo turnaround (tempo da criação ao termino, considera-se a espera) - **A=10 B=8, C=10**
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR): **A=10 B=8, C=10 → $28/3 = 9,33$**
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP): **A=4 B=0, C=6**
- ♦ Tempo médio de espera (TME): **A=4 B=0, C=6 → $10/3 = 3,33$**
- ♦ Tempo de processamento de cada processo **A=6 B=8, C=4**
- ♦ Tempo de processamento total do processador **18**

EXEMPLO FIFO (TEMPO CRIAÇÃO DIFERENTE) 2



Tempo chegada	Processo	Tempo Execução
4	A	6
0	B	8
18	C	4

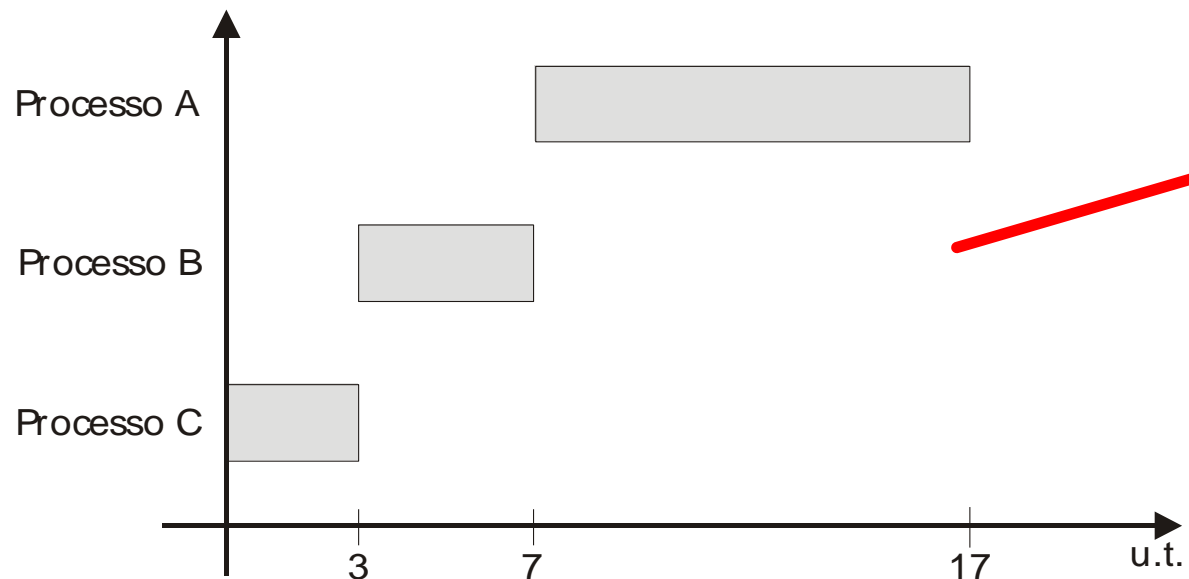
- ♦ Tempo turnaround (tempo da criação ao termino, considera-se a espera) - **A=10 B=8, C=4**
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR): **A=10 B=8, C=4** → $22/3 = 7,33$
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP): **A=4 B=0, C=0**
- ♦ Tempo médio de espera (TME): **A=4 B=0, C=6** → $4/3 = 1,33$
- ♦ Tempo de processamento de cada processo **A=6 B=8, C=4**
- ♦ Tempo de processamento total do processador **22**

TAREFA MAIS CURTA PRIMEIRO (SJF NÃO-PREEMPTIVO)

- SJF – shortest job first
- Não-preemptivo.
- Supõe como previamente conhecidos todos os tempos de execução do processos.
- Ao avaliar a fila de pronto o escalonador escolhe a tarefa mais curta primeiro.

SJF – TEMPO DE ESPERA E TEMPO DE RETORNO.

- Processos A com execução 10, processo B execução 4 e processo C com execução 3.



No início do processo os tempos de execução são conhecidos pelo Processador*

Processa C é executado primeiro, Logo o processo B espera 3 u.t para ganhar o processador e o A 7 u.t.
 $7+3+0 = 10/3 = 3,33$ u.t.

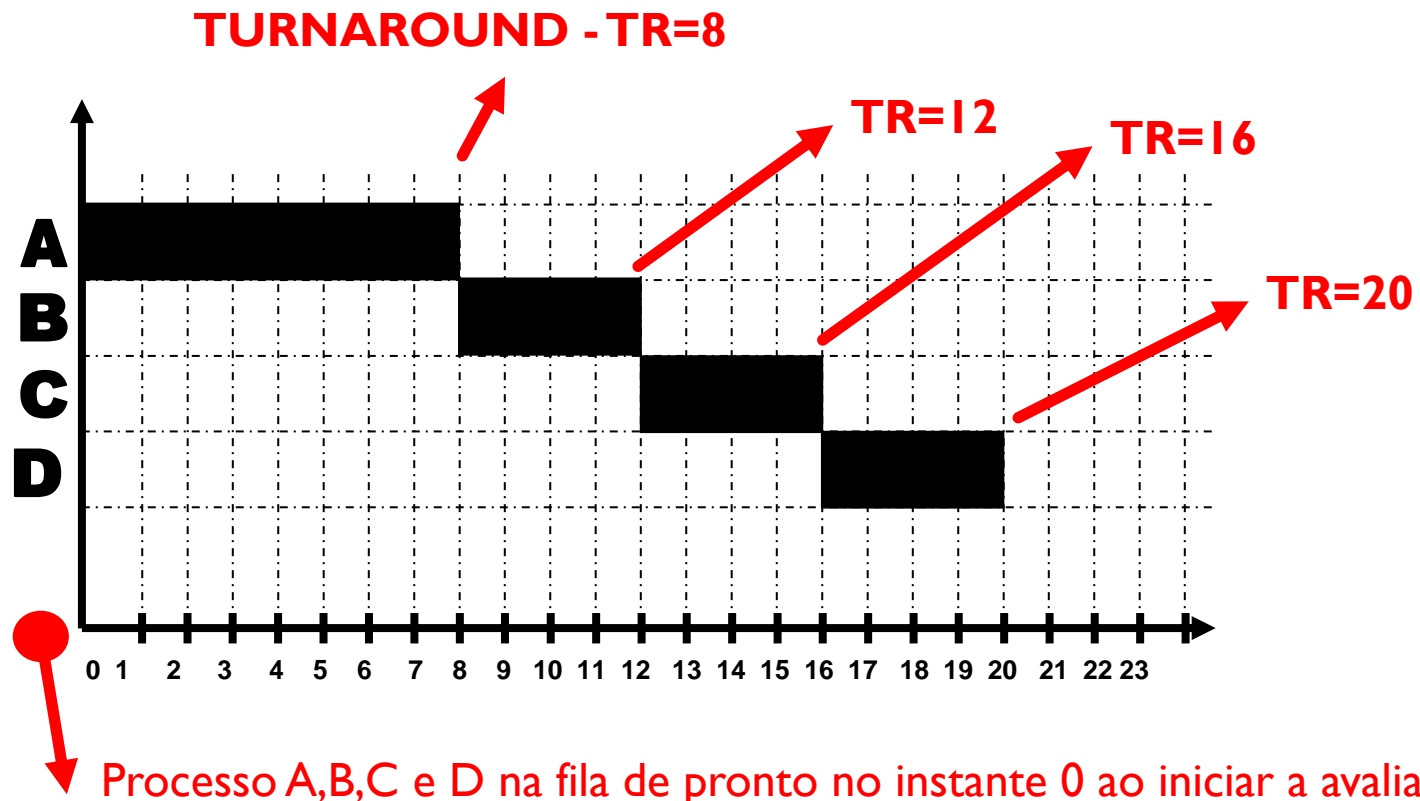
Tempo de Retorno (TR): A com 17 unidades de tempo, B 7 u.t. e c 3 u.t.
 $TR = (Tra+Trb+Trc)/3 = (17+7+3)/3 = 27/3 = 9$

QUESTIONAMENTO:

- **Como o S.O. deve conhecer o tempo de execução antecipadamente dos processos?**
- “Como não é possível precisar previamente o tempo de processador para cada processo, uma estimativa era realizada com base em análises estatísticas de execuções passadas” [MACHADO, Francis B.; MAIA, Luiz P..Arquitetura de Sistemas Operacionais].
- Dificuldade neste processo devido estimar tempo de processador para processos interativos com ações imprevisíveis.

AVALIANDO...

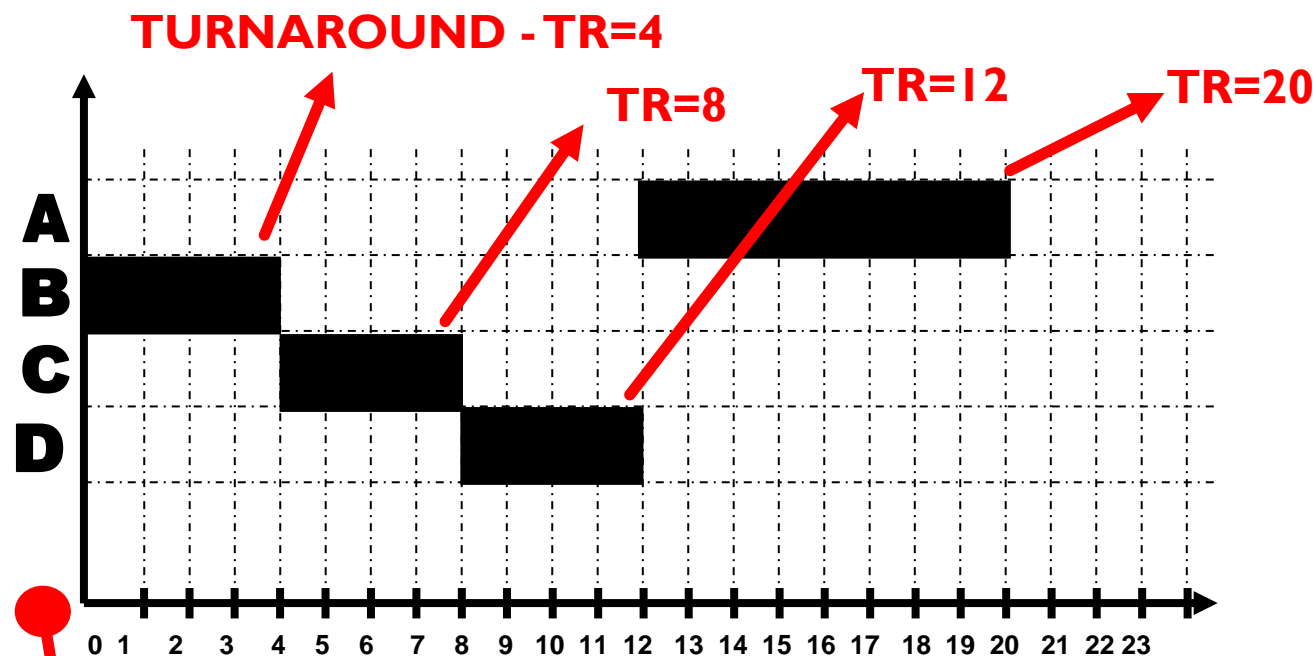
- Consideramos 4 processos (A,B,C e D) com seus respectivos tempo de execução: 8,4,4 e 4. Execução na ordem apresentada...



TEMPO MÉDIO RETORNO-TMR
 $(8+12+16+20)/4=56/4 = 14$

CONSIDERANDO EXECUTAR TAREFA MENOR PRIMEIRO.

- Consideramos os mesmos 4 processos (A,B,C e D) com seus respectivos tempo de execução: 8,4,4 e 4. Execução na ordem do processo menor primeiro: B,C,D e A, com tempos 4,4,4 e 8, respectivo.



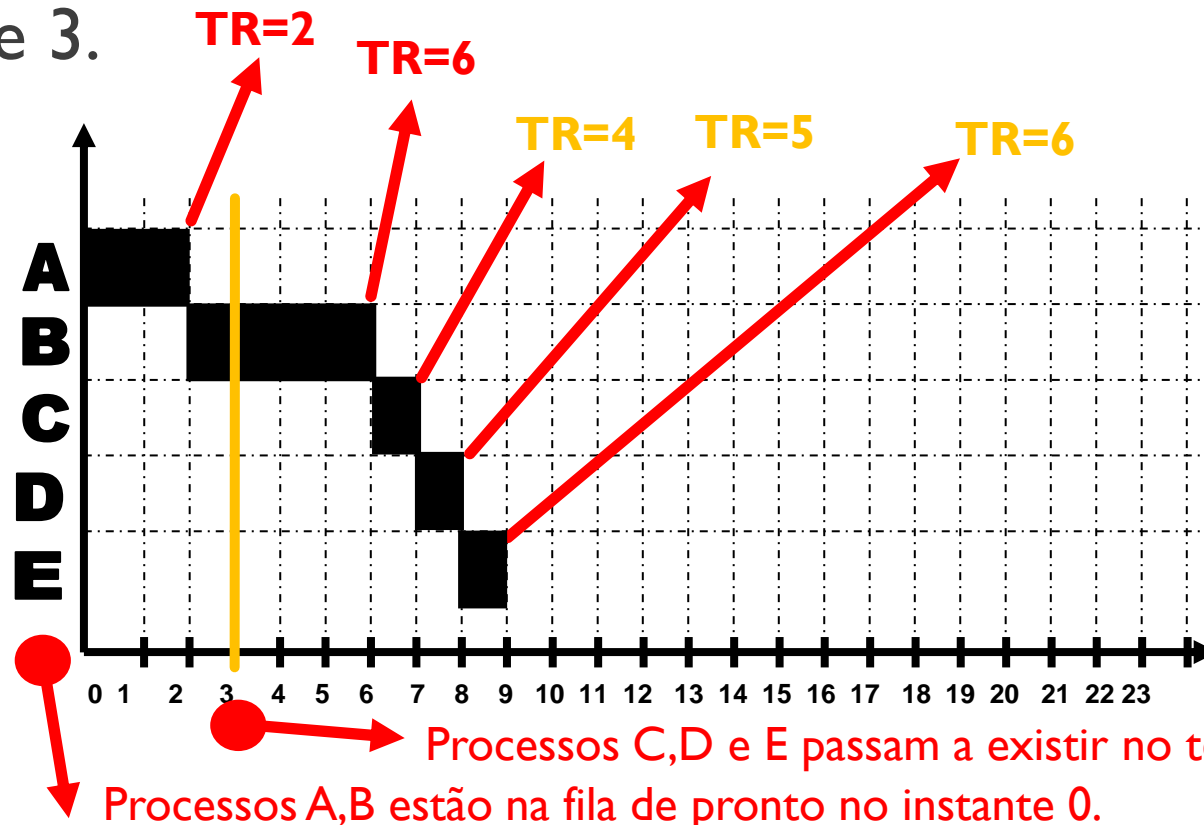
TEMPO MÉDIO RETORNO - TMR
 $(4+8+12+20)/4=44/4 = 11$

Processo A,B,C e D na fila de pronto no instante 0 ao iniciar a avaliação.

UTILIZANDO SJF QUANDO PROCESSOS NÃO DISPONÍVEIS SIMULTANEAMENTE.

- Processos A,B,C,D e E com tempos de execução 2,4,1,1 e 1, respectivamente. E com tempo de chegada 0, 0, 3, 3 e 3.

Processo	Tempo Execução	Tempo chegada
A	2	0
B	4	0
C	1	3
D	1	3
E	1	3



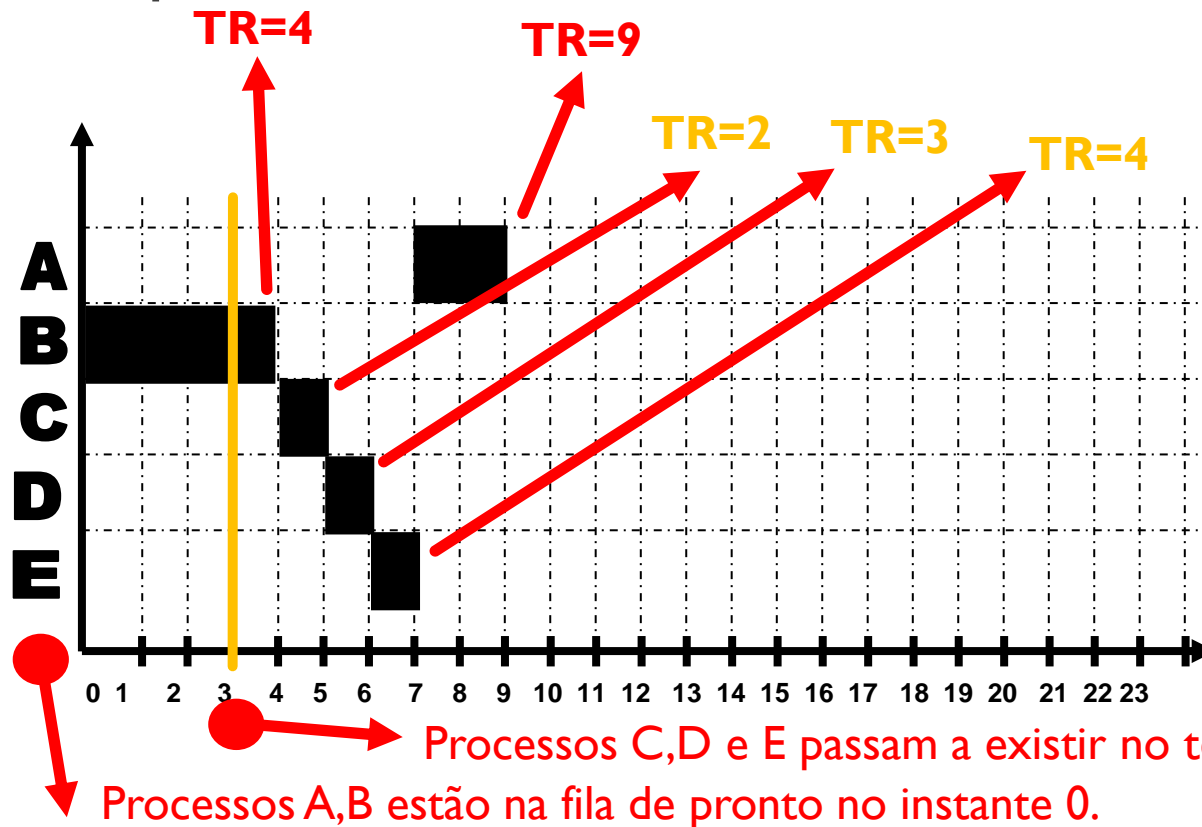
TEMPO MÉDIO RETORNO (TMR)
 $(2+6+4+5+6)/5 = 23/5 = 4,6$

TEMPO MEDIO ESPERA (TME)
A=0, B=2, C=3, D=4 e E=5
 $(0+2+3+4+5)/5 = 14/5 = 2.8$

ALTERANDO A ORDEM APENAS DO PROCESSO A.

- Ordem B,C,D, E e A com tempos de execução 4,1,1, 1 e 2, respectivamente.

Processo	Tempo Execução	Tempo chegada
A	2	0
B	4	0
C	1	3
D	1	3
E	1	3



TEMPO MÉDIO RETORNO (TMR)
 $(9+4+2+3+4)/5 = 22/5 = 4,4$

TEMPO MEDIO ESPERA (TME)
A=7, B=0, C=1, D=2 e E=3
 $(7+0+1+2+3)/5 = 13/5 = 2.6$

CONCLUI-SE QUE...

- EXECUTANDO NO CONTEXTO GERAL O PROCESSO DE MAIOR TEMPO, OS DEMAIS POR AINDA NÃO EXISTIR E AINDA ASSIM DEIXANDO O PROCESSO POR ÚLTIMO O TEMPO DE RETORNO EO TEMPO DE ESPERA POUCO SE ALTEROU.

TEMPO MÉDIO RETORNO (TMR)

$$(2+6+4+5+6)/5 = 23/5 = 4,6$$

TEMPO MEDIO ESPERA (TME)

A=0, B=2, C=3, D=4 e E=5

$$(0+2+3+4+5)/5 = 14/5 = 2.8$$



TEMPO MÉDIO RETORNO (TMR)

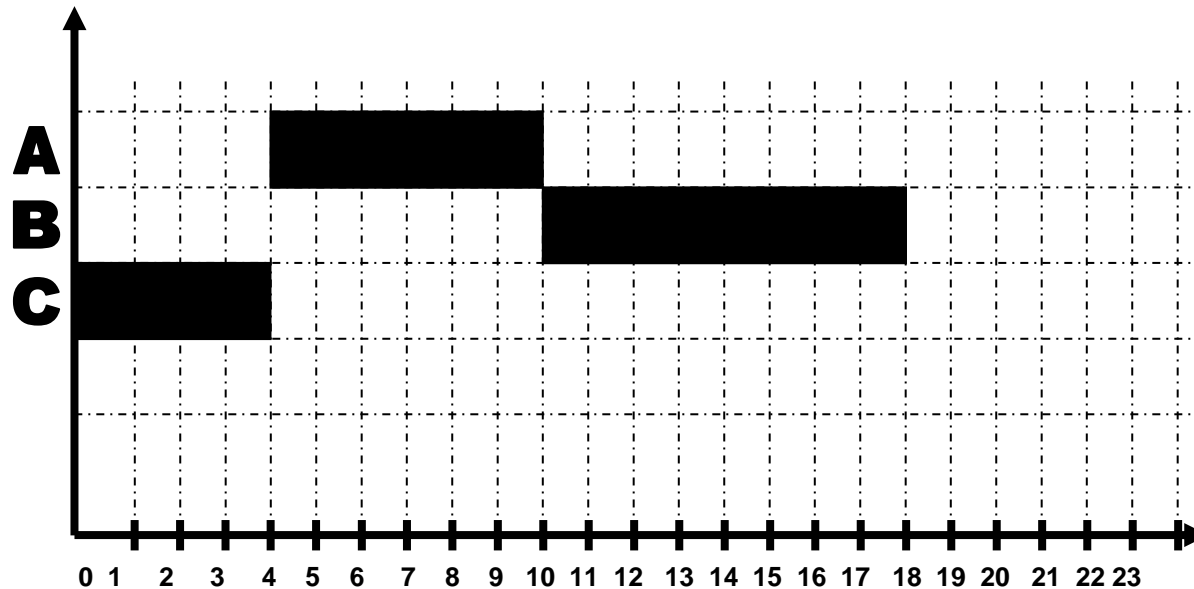
$$(9+4+2+3+4)/5 = 22/5 = 4,4$$

TEMPO MEDIO ESPERA (TME)

A=7, B=0, C=1, D=2 e E=3

$$(7+0+1+2+3)/5 = 13/5 = 2.6$$

OUTRO EXEMPLO SJF.



Ordem	Processo	Tempo
1	A	6
2	B	8
3	C	4

- ♦ Tempo turnaround (tempo da criação ao termino, considera-se a espera) - **A=10 B=18, C=4**
- ♦ Tempo médio de retorno (TRE): **A=10 B=8, C=4 → $22/3 = 7,33$**
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP): **A=4 B=10, C=0**
- ♦ Tempo médio de espera (TME): **A=4 B=10, C=0 → $14/3 = 4,6$**
- ♦ Tempo de processamento de cada processo **A=6 B=8, C=4**
- ♦ Tempo de processamento total do processador **18**

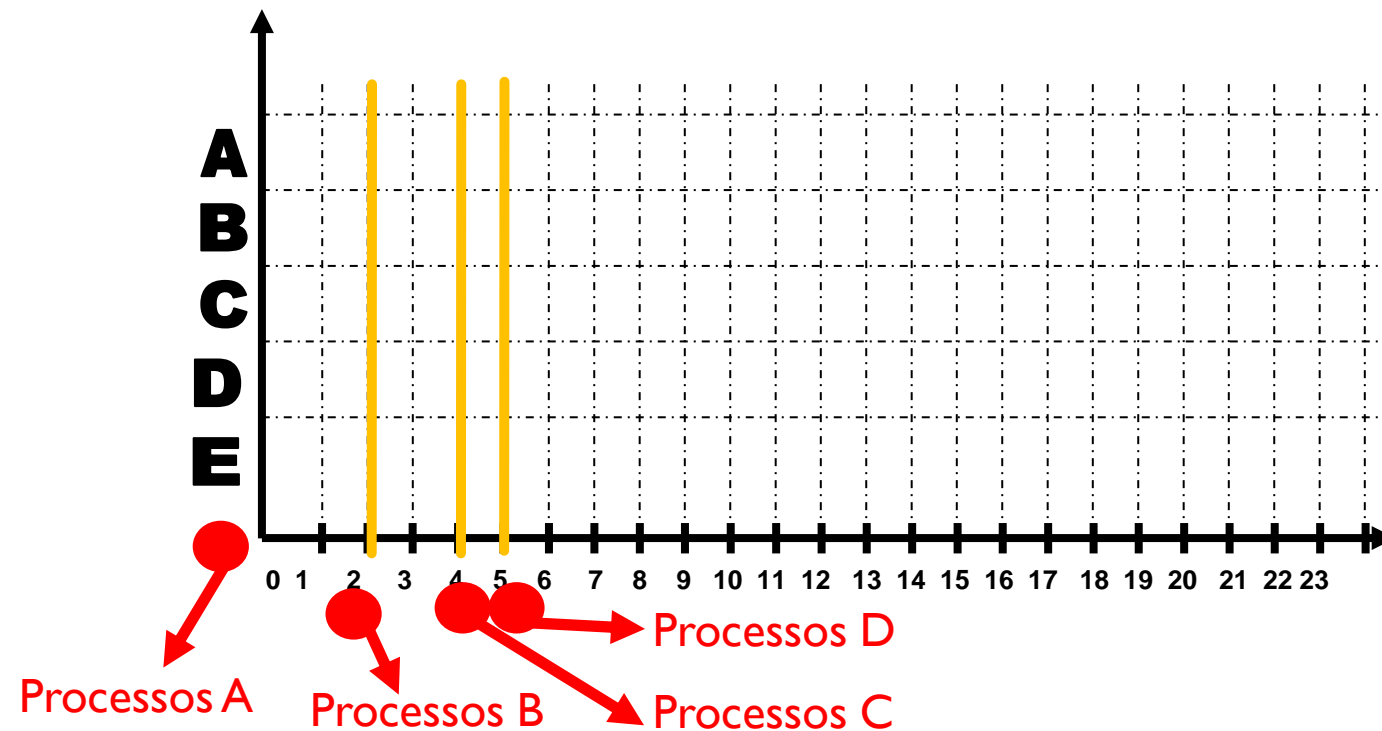
SHORTEST REMAINING TIME NEXT – PRÓXIMO DE MENOR TEMPO RESTANTE.

- Versão **preemptiva** da tarefa mais curta primeiro (SJF).
- Escalonador escolhe o processo cujo tempo de execução restante seja menor.
- Tempo de execução deve ser previamente conhecido.
- **AO CHEGAR** uma nova tarefa, seu tempo é comparado ao tempo restante do processo em execução.
- Se para terminar a tarefa precisa de menos tempo que o processo corrente. Ele dará a vez para a nova tarefa.

EXEMPLO (TIME LINE 0).

- Processos A, B, C e D com tempos de execução 7, 4, 1 e 4, respectivamente.

Processo	Tempo Execução	Tempo chegada
A	7	0
B	4	2
C	1	4
D	4	5

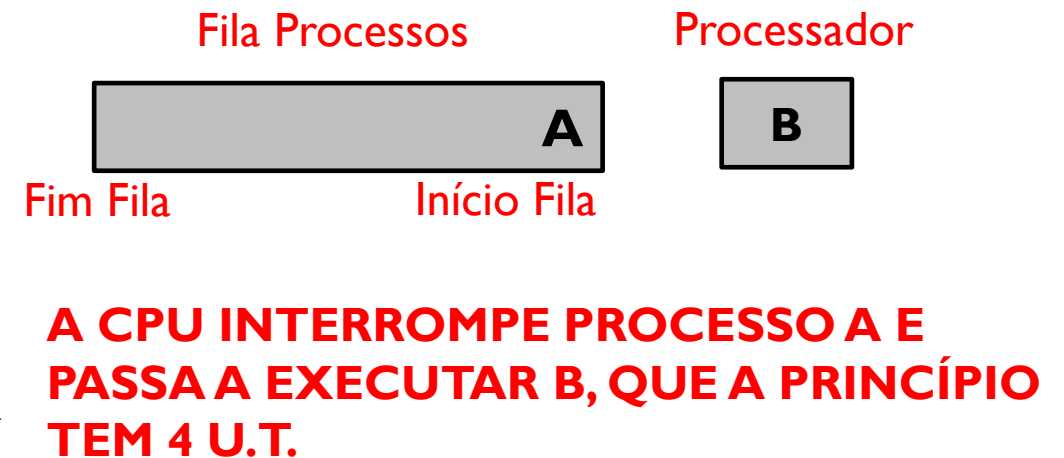
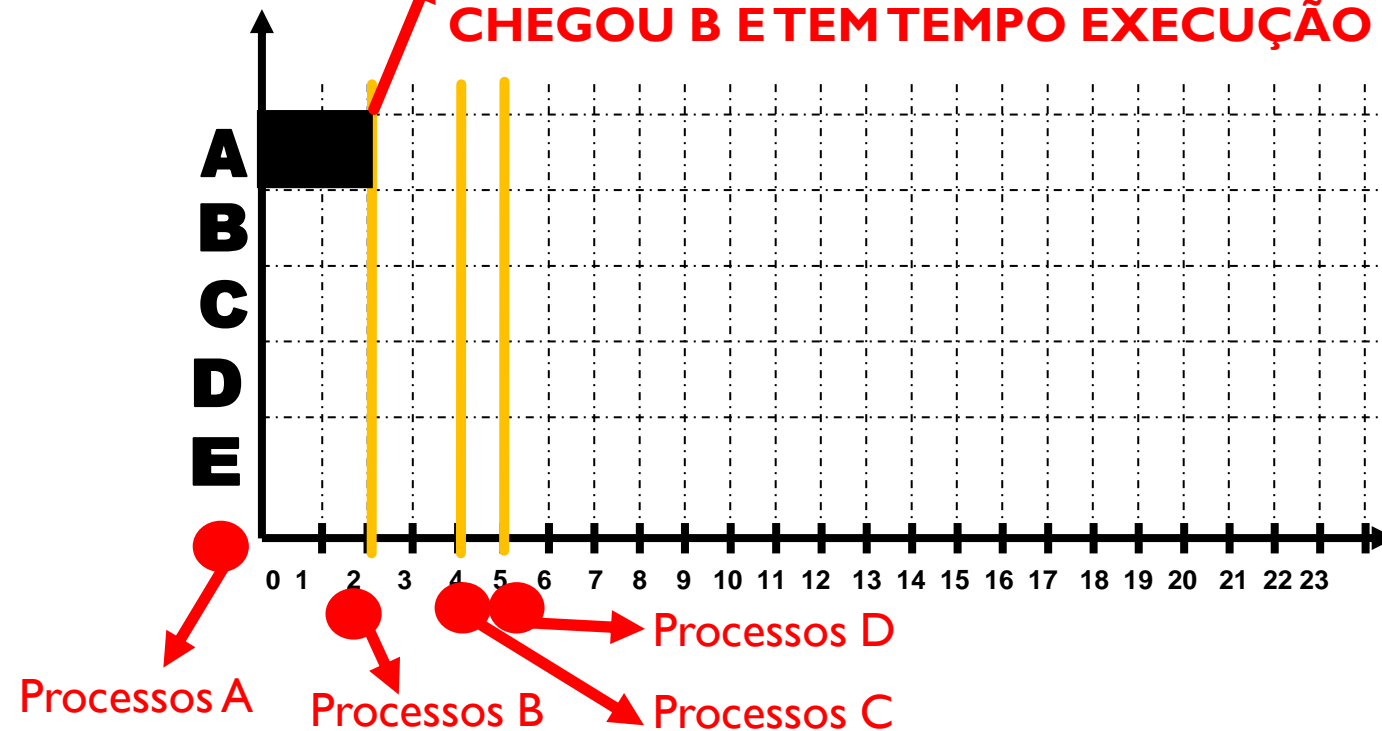


EXEMPLO (TIME LINE 2).

- Processo A,B,C e D com tempos de execução 7,4,1 e 4, respectivamente.

Processo	Tempo Execução	Tempo chegada
A	5	0
B	4	2
C	1	4
D	4	5

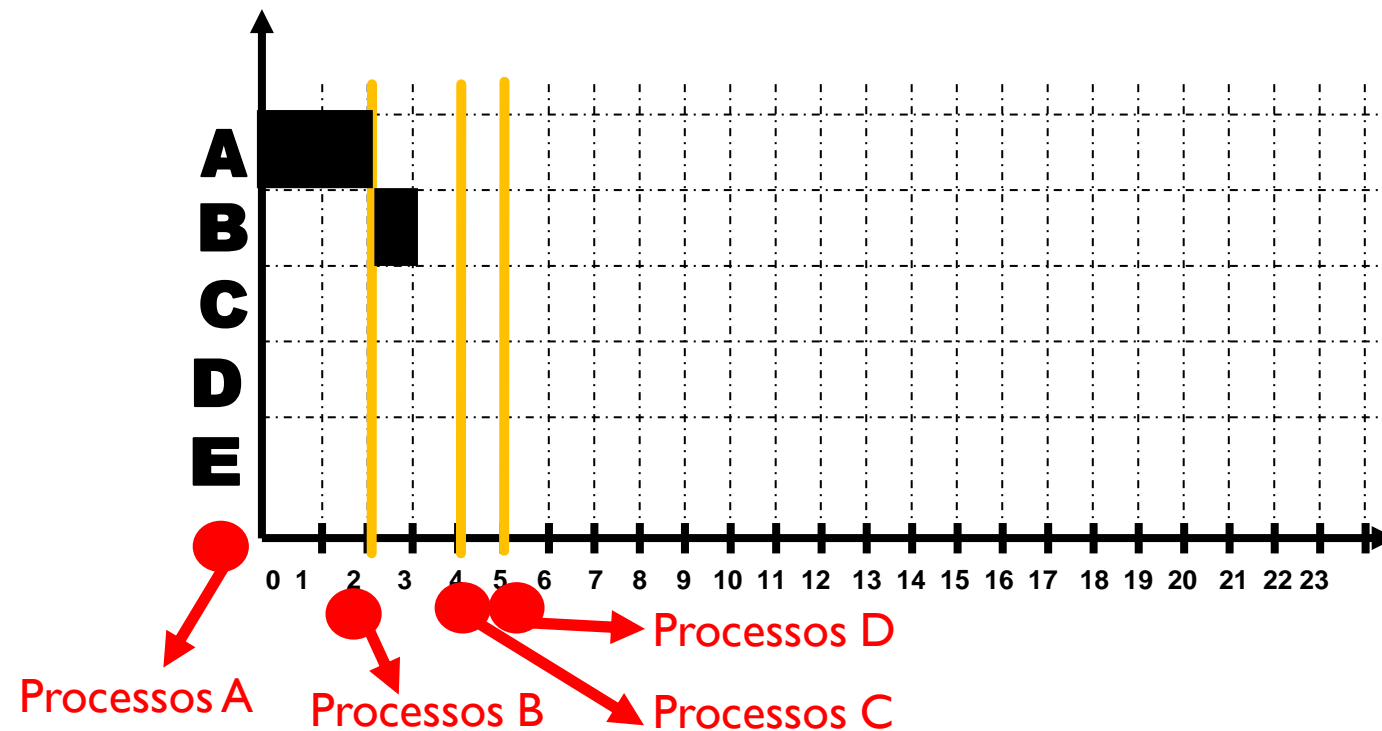
PROCESSO A UTILIZARIA 7 U.T. CPU MAS NO TEMPO 2 CHEGOU B E TEM TEMPO EXECUÇÃO INFERIOR DO QUE A



EXEMPLO (TIME LINE 3).

- Processo A,B,C e D com tempos de execução 7,4,1 e 4, respectivamente.

Processo	Tempo Execução	Tempo chegada
A	5	0
B	3	2
C	1	4
D	4	5

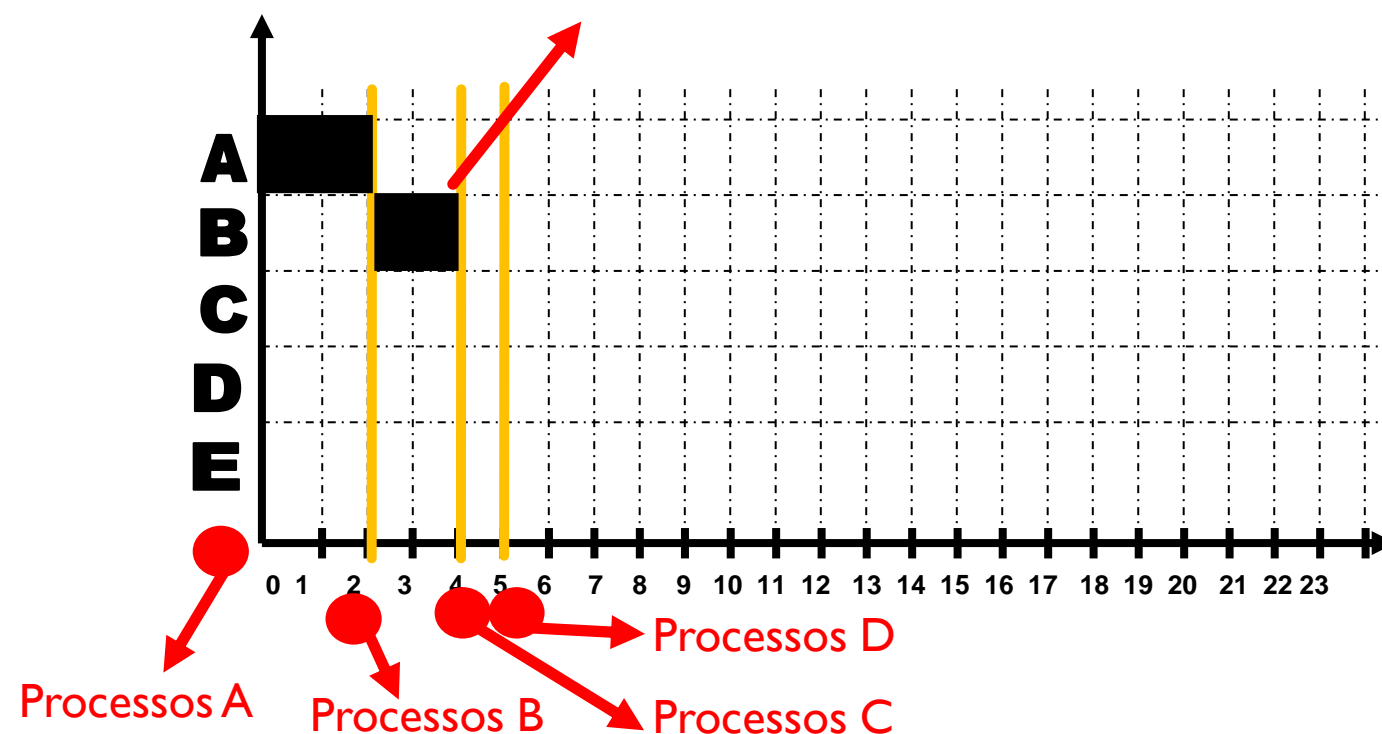


EXEMPLO (TIME LINE 4).

- Processo A,B,C e D com tempos de execução 7,4,1 e 4, respectivamente.

PROCESSO B ESTAVA UTILIZANDO CPU MAS CHEGOU C E TEM TEMPO EXECUÇÃO 1

Processo	Tempo Execução	Tempo chegada
A	5	0
B	2	2
C	1	4
D	4	5



Fila Processos

Processador



Fim Fila

Início Fila

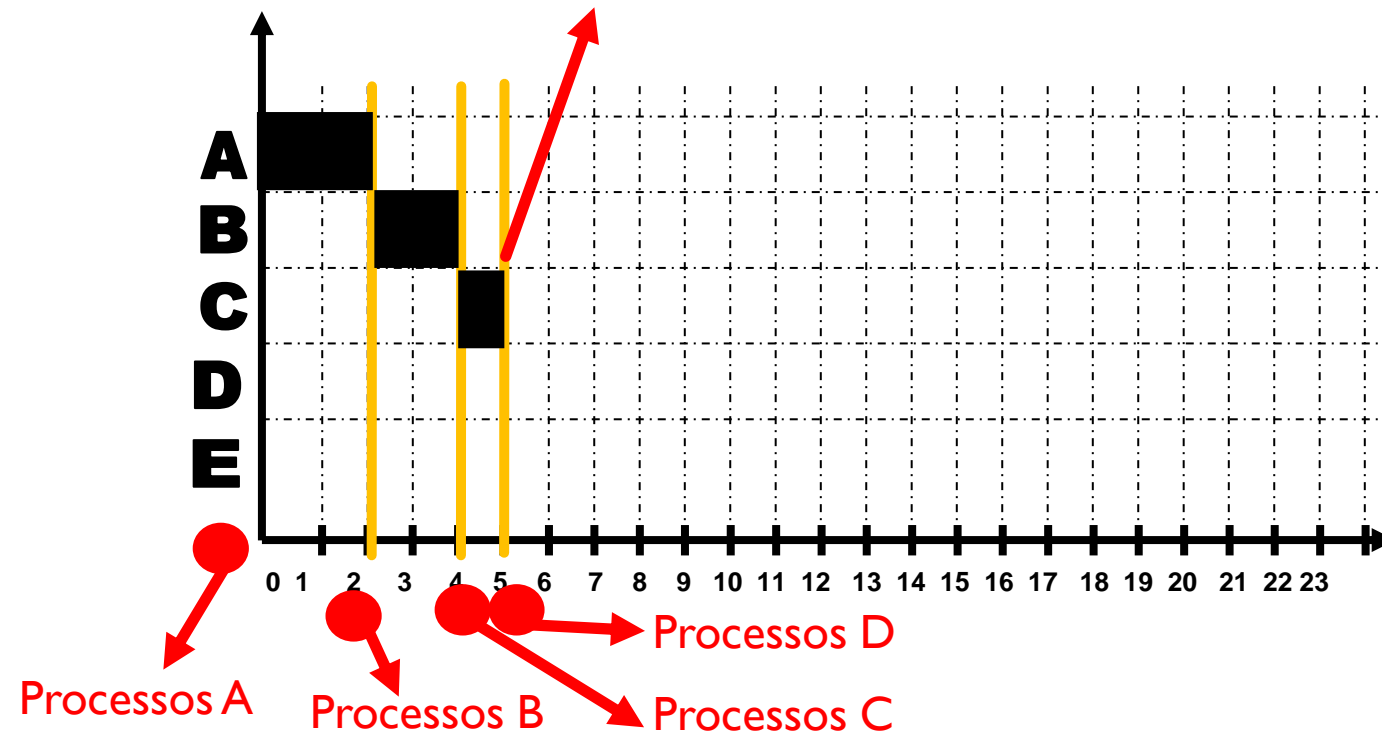
PROCESSO B VOLTA PARA FILA E O PROCESSO A JÁ ESTAVA NO INÍCIO DA FILA!!!! A CADA INTERÇÃO EXISTE UMA REORDENAÇÃO DA FILA.

EXEMPLO (TIME LINE 5).

- Processo A,B,C e D com tempos de execução 7,4,1 e 4, respectivamente.

Processo	Tempo Execução	Tempo chegada
A	5	0
B	2	2
C	0	4
D	4	5

PROCESSO C TERMINA E CHEGA PROCESSO D.

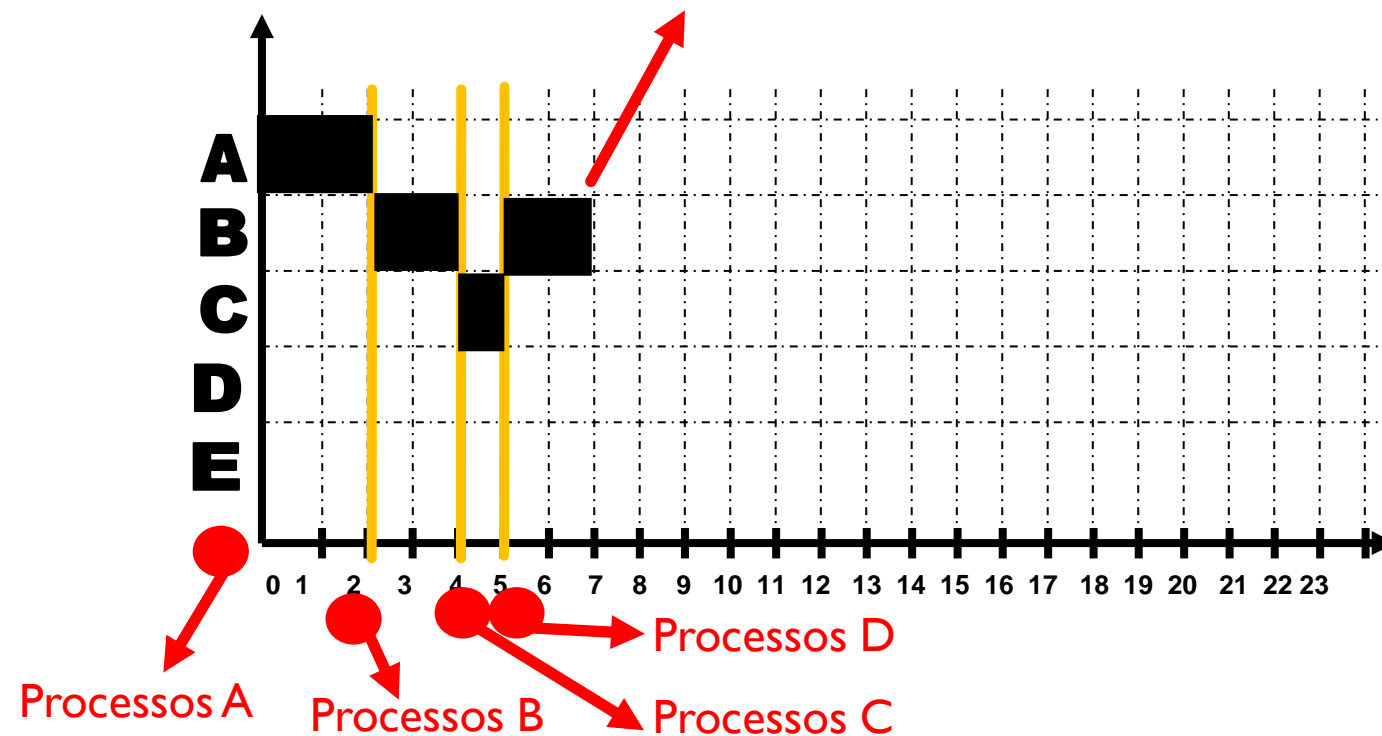


EXEMPLO (TIME LINE 7).

- Processo A,B,C e D com tempos de execução 7,4,1 e 4, respectivamente.

Processo	Tempo Execução	Tempo chegada
A	5	0
B	0	2
C	0	4
D	4	5

PROCESSO B TERMINA.

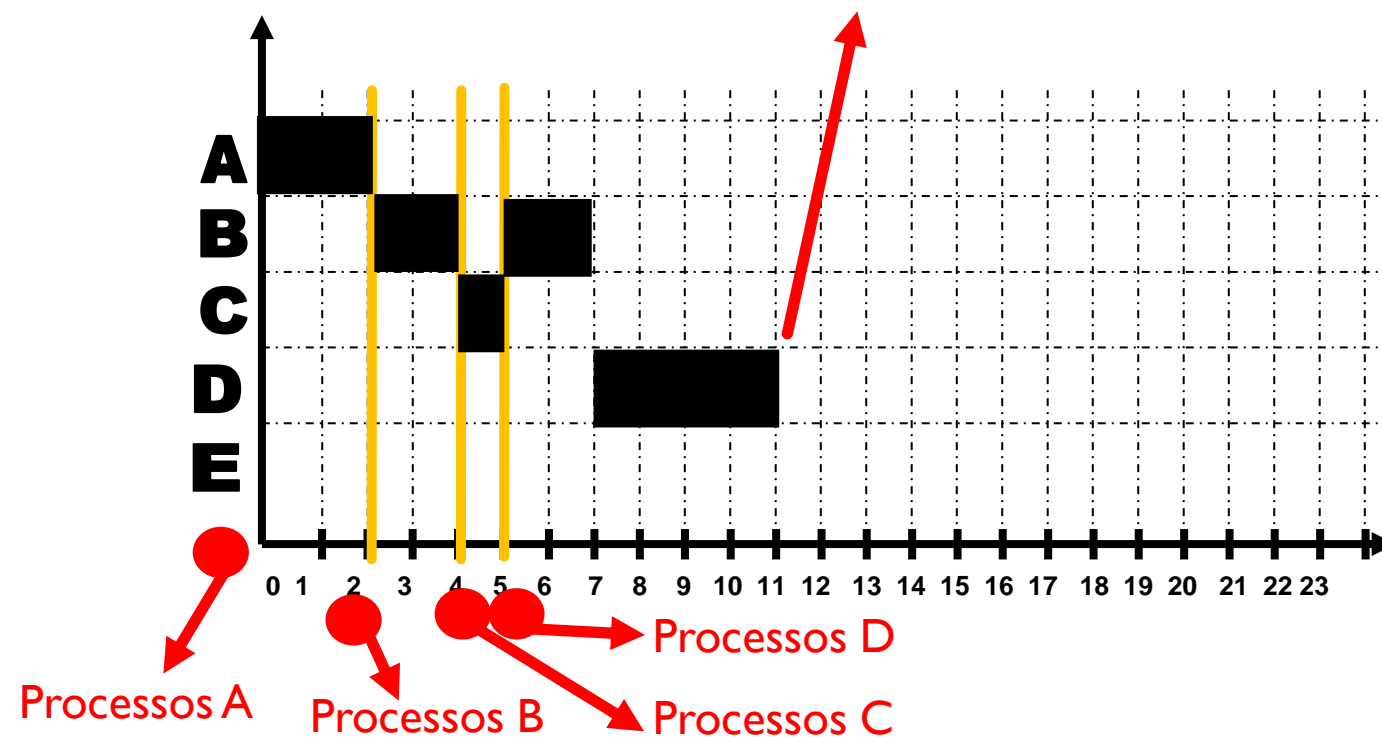


EXEMPLO (TIME LINE II).

- Processos A, B, C e D com tempos de execução 7, 4, 1 e 4, respectivamente.

Processo	Tempo Execução	Tempo chegada
A	5	0
B	0	2
C	0	4
D	0	5

PROCESSO D TERMINA.

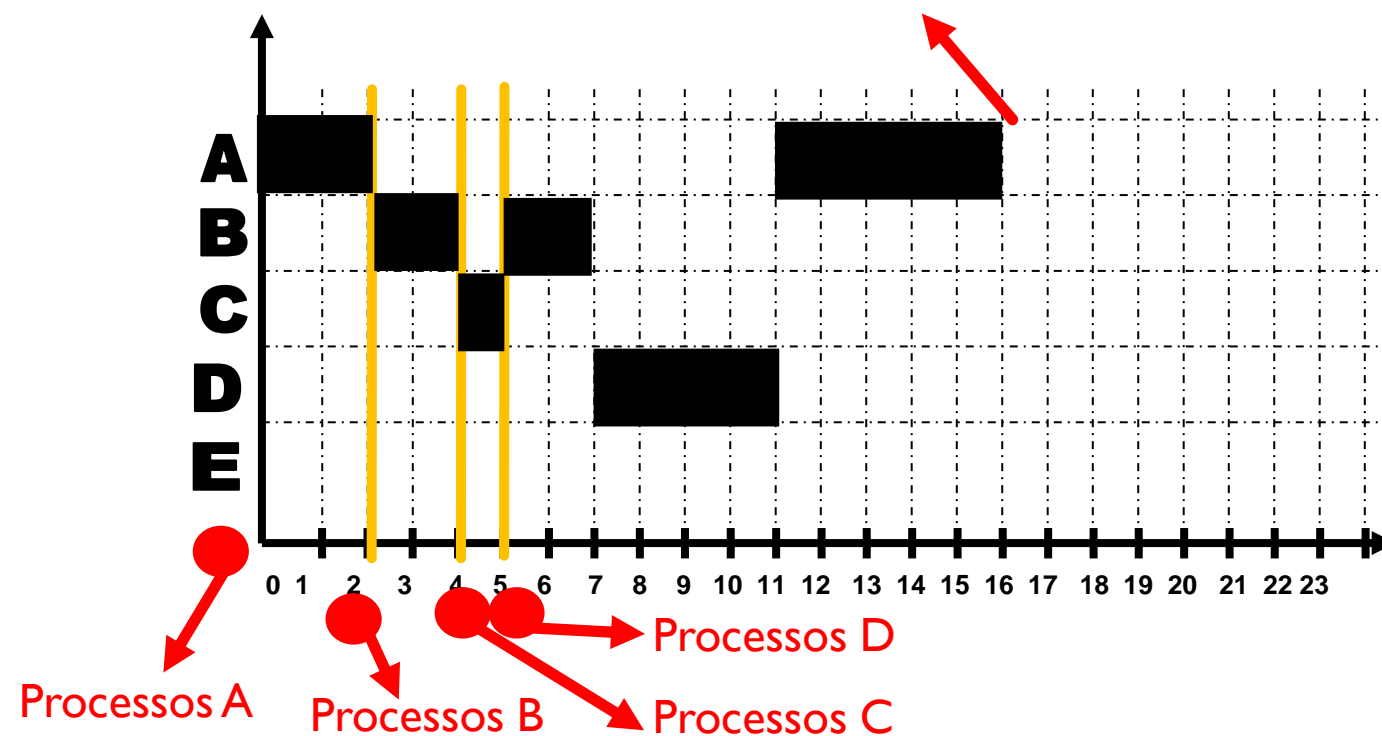


EXEMPLO (TIME LINE 16).

- Processos A, B, C e D com tempos de execução 7, 4, 1 e 4, respectivamente.

Processo	Tempo Execução	Tempo chegada
A	0	0
B	0	2
C	0	4
D	0	5

PROCESSO A TERMINA.

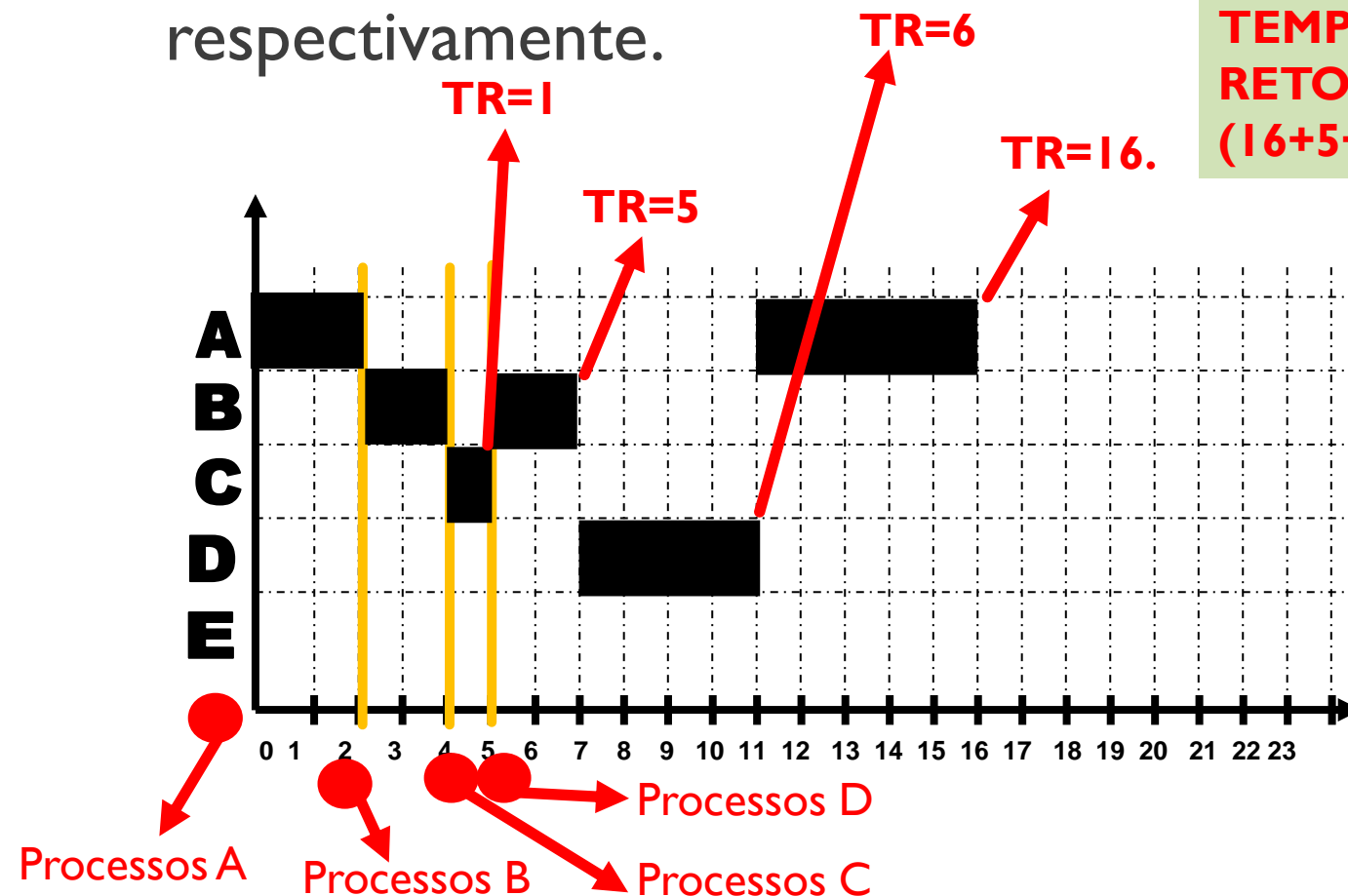


EXEMPLO (TIME LINE 16).

- Processo A,B,C e D com tempos de execução 7,4,1 e 4, respectivamente.

Processo	Tempo Execução	Tempo criação
A	0	0
B	0	2
C	0	4
D	0	5

**TEMPO MÉDIO
RETORNO (TMR)**
 $(16+5+1+6)/4 = 28/4 = 7$

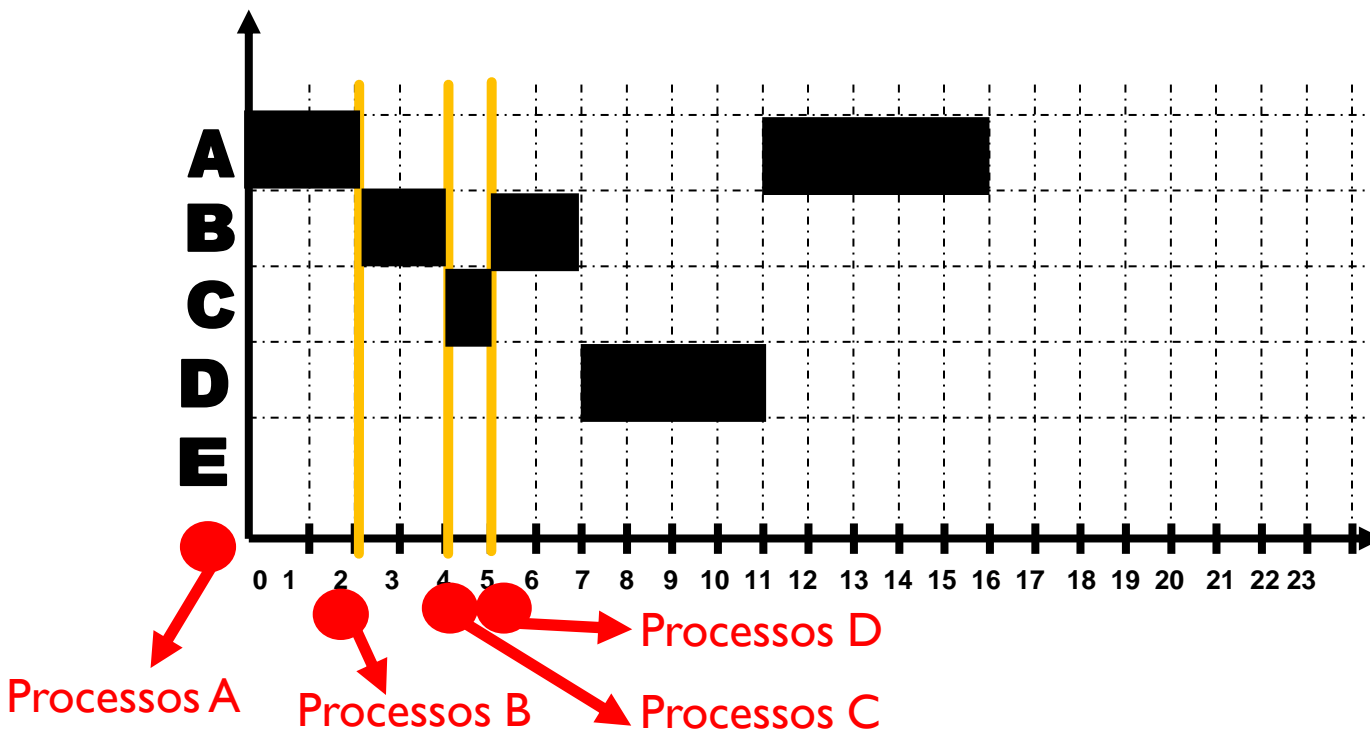


TEMPO MEDIO ESPERA (TME)
TEP (TEMPO DE ESPERA DO PROCESSO)
TEP = FINAL - CRIAÇÃO - EXECUÇÃO
A seguir...

TEMPO DE ESPERA DO PROCESSO (TEP) E TEMPO MÉDIO DE ESPERA (TME)

- Tempo de espera do processo (TEP): Tempo execução final – tempo de criação – tempo de execução.
- Tempo média de espera (TME) – Somatório do tempo dos TEP de cada processo dividido pela quantidade de processos.

CALCULANDO O TEP E TME.



TEP (TEMPO DE ESPERA DO PROCESSO)

TEP = FINAL - CRIAÇÃO - EXECUÇÃO

$$\text{TEP A} = 16 - 0 - 7 = 9$$

$$\text{TEP B} = 7 - 2 - 4 = 1$$

$$\text{TEP C} = 5 - 4 - 1 = 0$$

$$\text{TEP D} = 11 - 5 - 4 = 2$$

TEMPO MEDIO ESPERA (TME)

$$\text{TME} = (9 + 1 + 0 + 2) / 4 = 3$$

EXERCÍCIOS.

- Representar os algoritmos de escalonamento Fifo, Sjf Preemptivo, Sjf não preemptivo os processos das tabelas:

Ordem (tempo 0)	Processo	Tempo Execução
1	P1	6
2	P2	8
3	P3	4
4	P4	2
5	P5	1

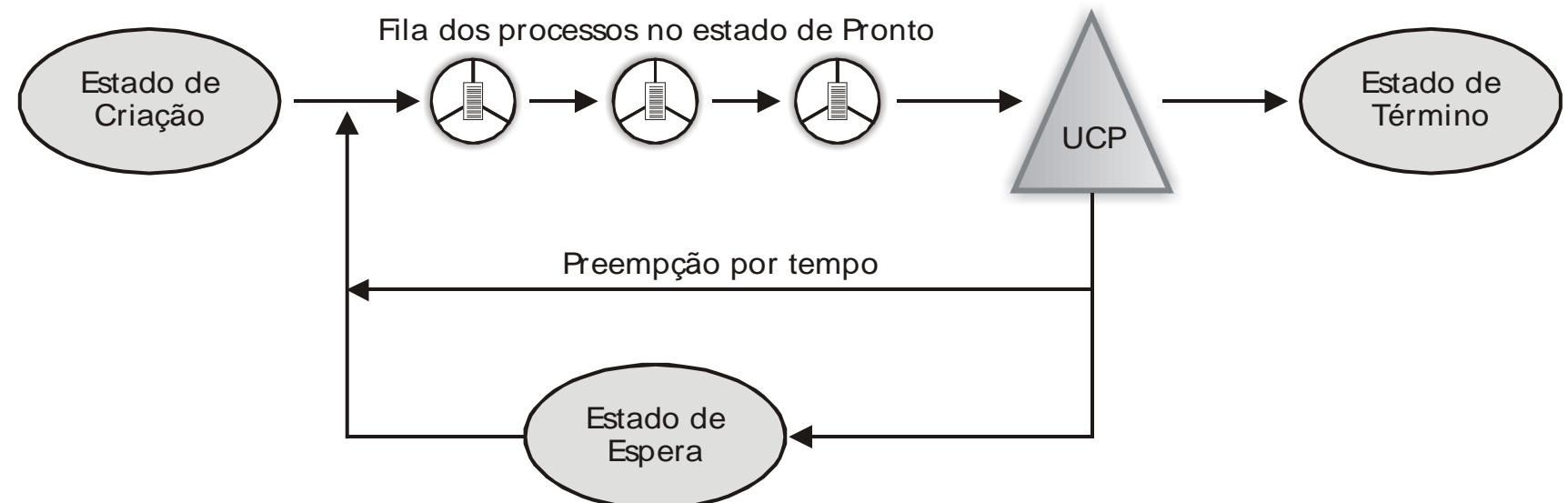
Tempo de Chegada	Processo	Tempo Execução
3	P1	6
0	P2	8
7	P3	4
1	P4	2
0	P5	1

ESCALONAMENTO POR CHAVEAMENTO CIRCULAR (ROUND ROBIN).

- Atribui frações de tempo para cada processo em partes iguais de forma circular.
- Imune a problema de Starvation (Processos que nunca são executados em função de ter prioridade inferior às demais).
- Bastante semelhante ao FIFO, porem, quando um processo passa para o estado de execução existe um tempo limite para o uso contínuo do processador.
- **Fatia de tempo** ou **QUANTUM** – Medida de tempo entre cada sinal de interrupção.

ESCALONAMENTO CIRCULAR (ROUND ROBIN)

- Processo permanecerá em processamento até que:
 - Termine seu processamento;
 - Voluntariamente passe para estado de espera / bloqueado
 - Ou que sua fatia de tempo termine, sofrendo **preempção** pelo S.O.



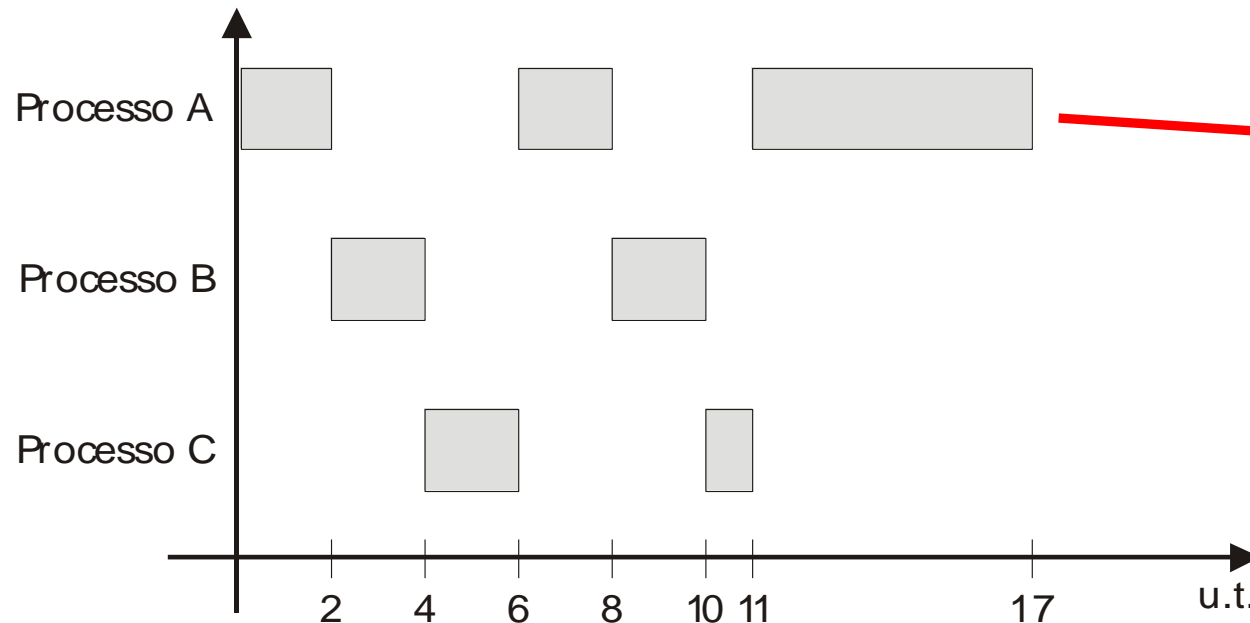
UMA OBSERVAÇÃO SOBRE A FATIA DE TEMPO.

- Valor da fatia de tempo determinada pelo S.O.
- Este valor afeta diretamente o desempenho da política.
 - MUITO ALTO: Tende a ter mesmo comportamento FIFO.
 - MUITO BAIXO: Tendência que haja grande número de preempções, causando excessivas mudanças de contexto. PREJUDICA DESEMPENHO.
- Outras políticas de escalonamento podem ser utilizadas em conjunto para solucionar os problemas.

VANTAGEM X DESVANTAGEM

- Principal **vantagem**: Não permite que um processo monopolize a CPU.
- Principal **desvantagem**: Processos CPU são beneficiados no uso do processador com relação ao I/O. CPU utilizam por completo sua fatia de tempo. Já os I/O passam para espera antes de sofrer preempção por tempo.

EXEMPLO ESCALONAMENTO CIRCULAR



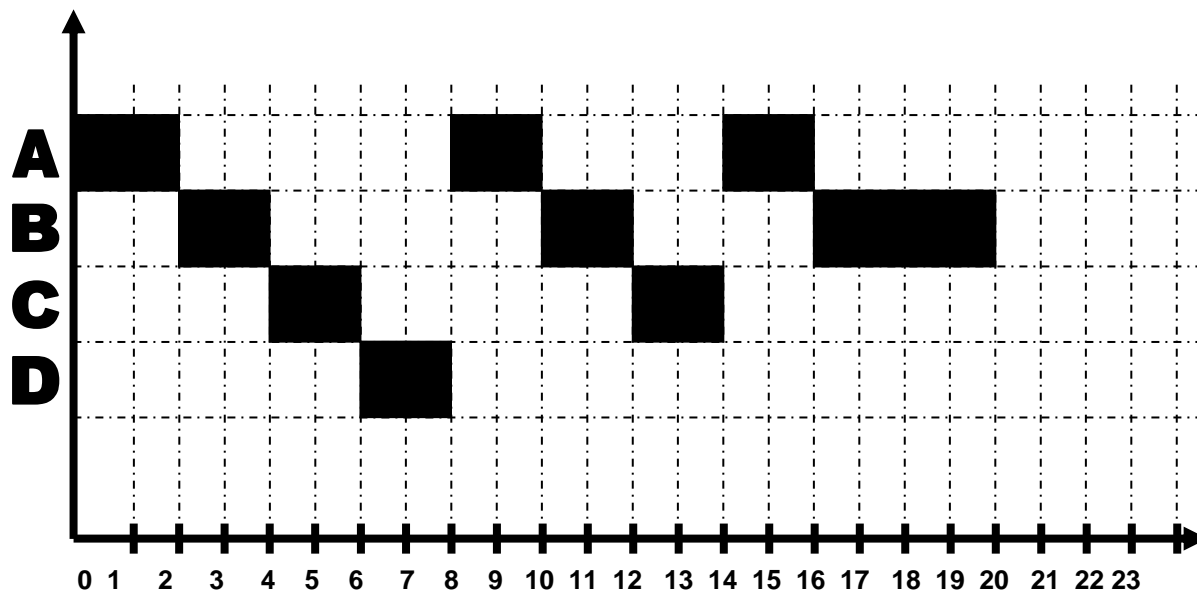
Processo	Tempo de processador (u.t.)
A	10
B	4
C	3

Tipo de cada processo?
CPU ou I/O.

Quantum = 2.

- ◆ Processo A inicia e para cada um foi determinado 2 u.t.
- ◆ Processo A executa 2 u.t passa para o B, que também executa em 2 u.t. e progressivamente ate que todos acabem e sobre tempo para o A finalizar.

DETALHANDO TEMPOS NO EXEMPLO



Ordem	Processo	Tempo
1	A	6
2	B	8
3	C	4
4	D	2

TEP = FINAL – CRIAÇÃO – EXECUÇÃO

$$\text{TEP A} = 16 - 0 - 6 = 10$$

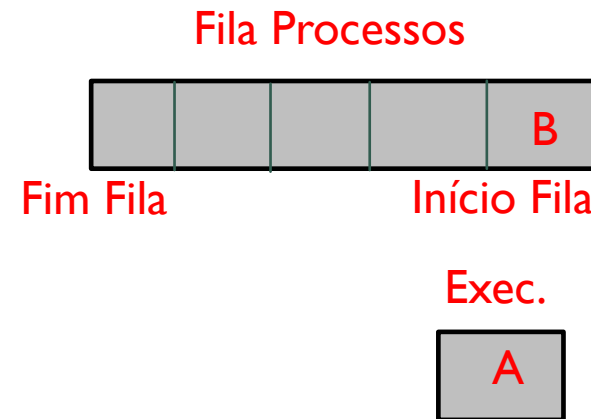
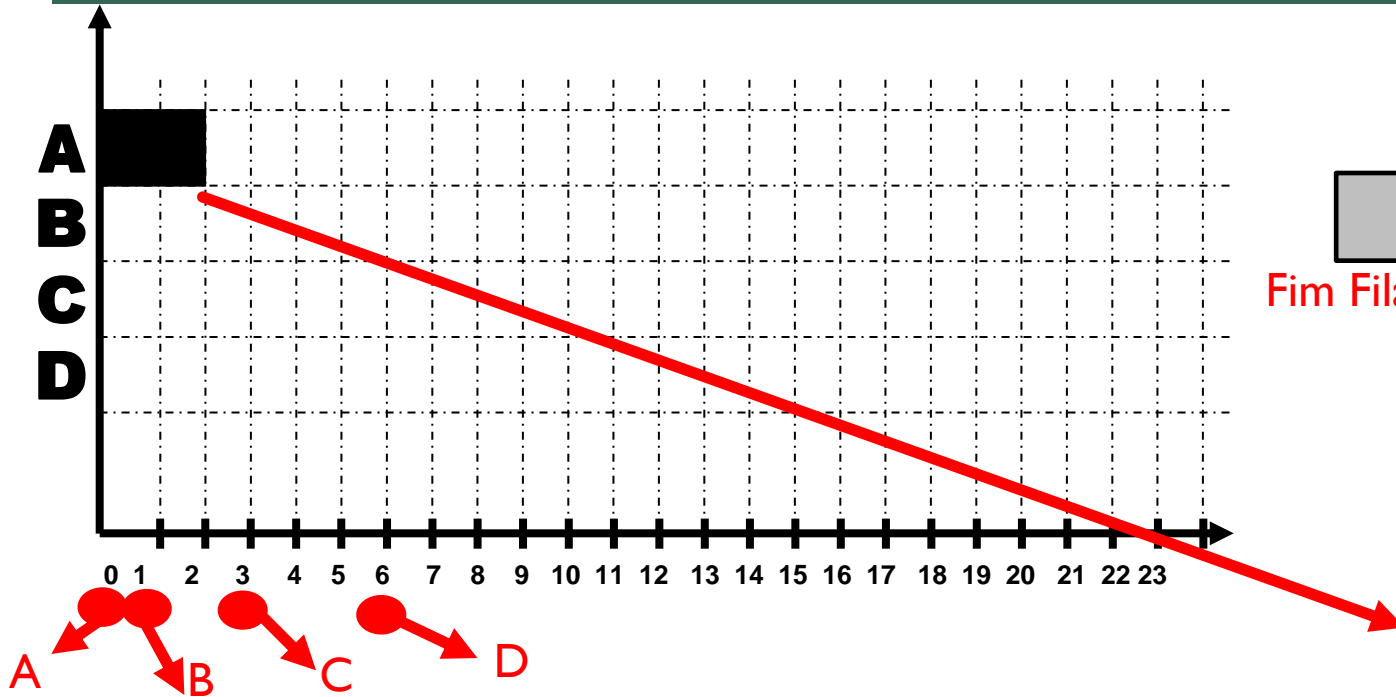
$$\text{TEP B} = 20 - 0 - 8 = 12$$

$$\text{TEP C} = 14 - 0 - 4 = 10$$

$$\text{TEC D} = 8 - 0 - 2 = 6$$

- ♦ Tempo turnaround: **A=16 B=20, C=14 e D=8**
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) : **A=16 B=20, C=14, D=8 → $58/4 = 14,5$**
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP) **A=10 B=12, C=10 e D=6**
- ♦ Tempo médio de espera (TME) **A=10 B=12, C=10 e D=6 → $38/4 = 9,5$**
- ♦ Tempo de processamento de cada processo **A=6 B=8, C=4 e D=2**
- ♦ Tempo de processamento total do processador **20**

UM EXEMPLO COM TEMPO DE CRIAÇÃO DIFERENTE.

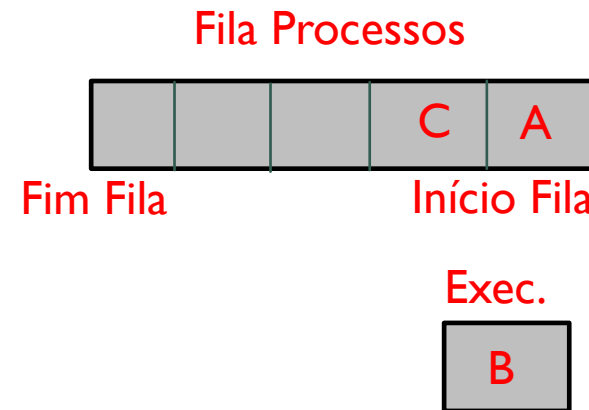
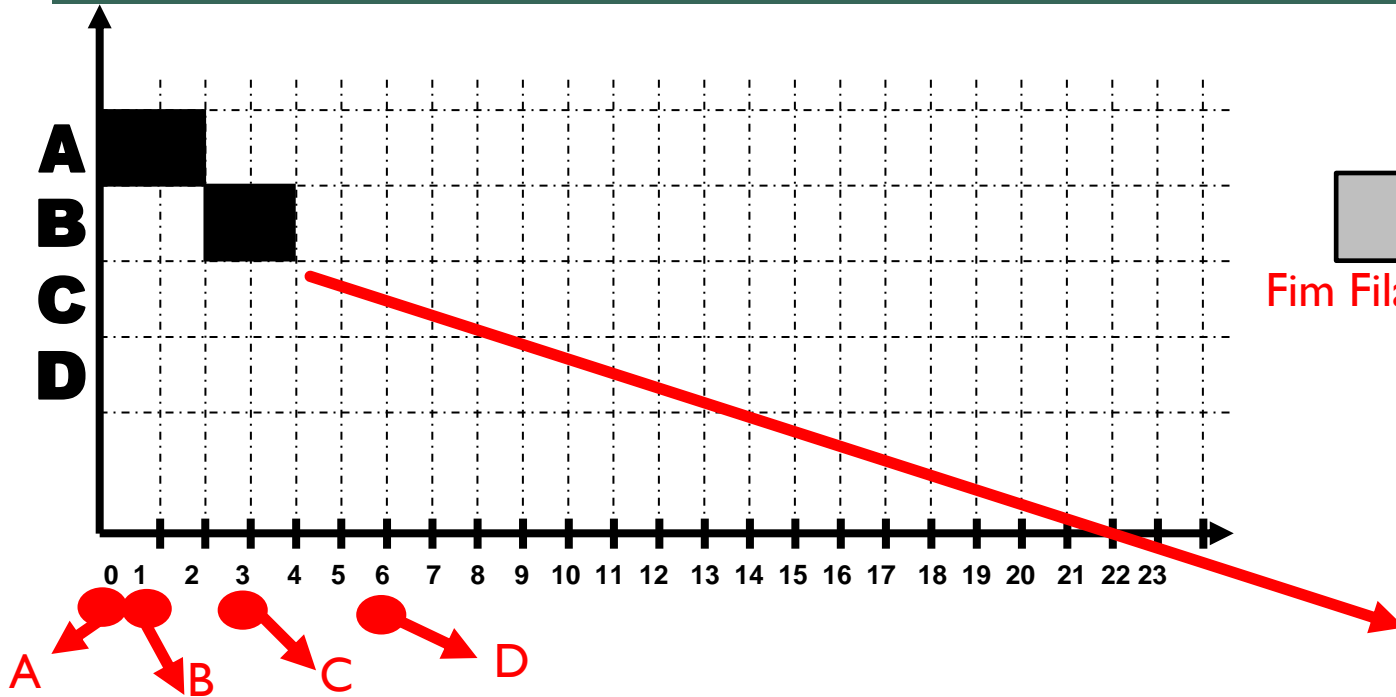


Tempo criação	Processo	Tempo Execução
0	A	8
1	B	5
3	C	1
6	D	4
Quantum = 2		

Preempção por tempo de quantum de A.

- ♦ Tempo turnaround:
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP):
- ♦ Tempo médio de espera (TME):
- ♦ Tempo de processamento de cada processo:
- ♦ Tempo de processamento total do processador:

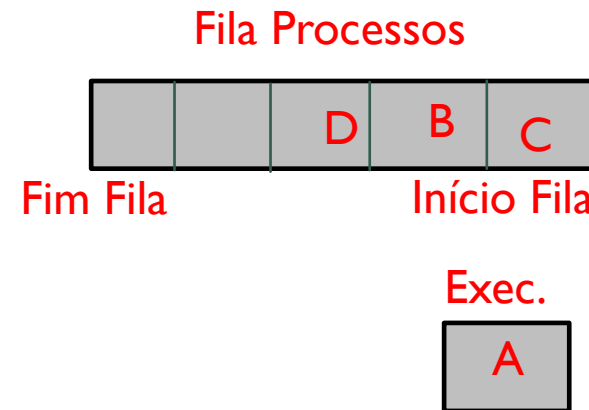
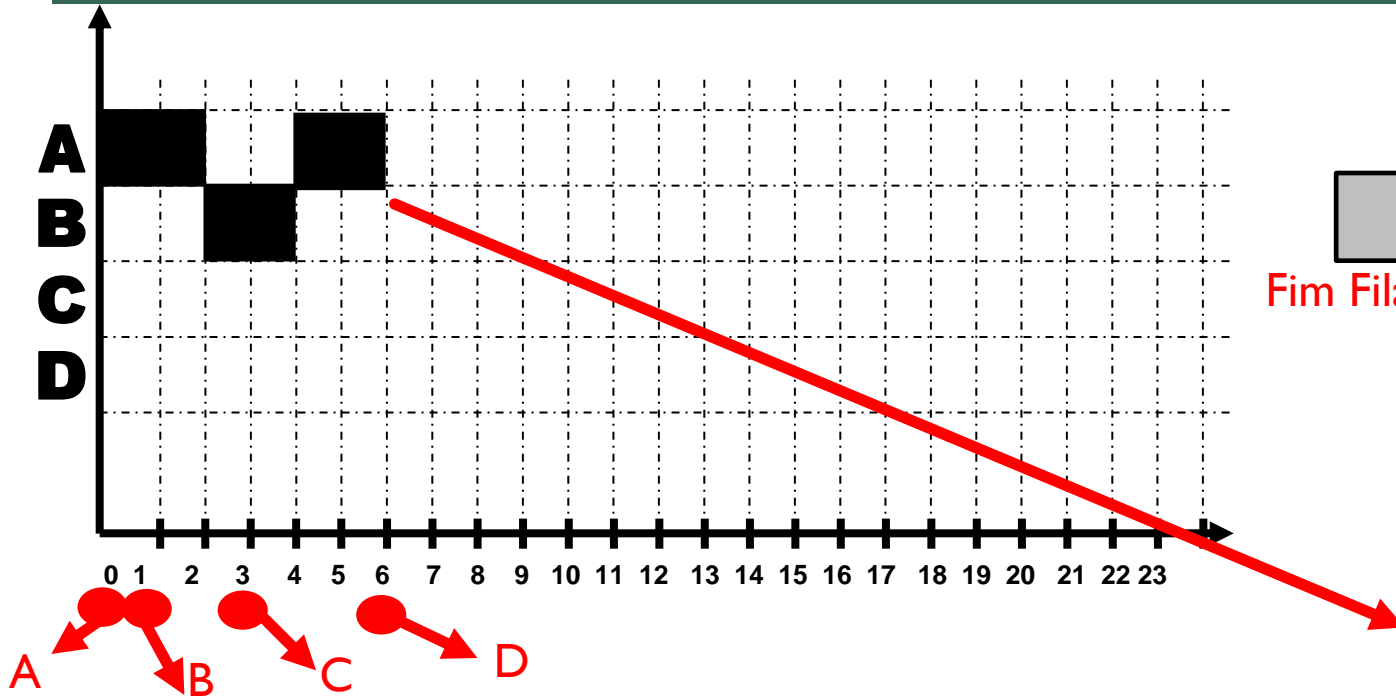
UM EXEMPLO COM TEMPO DE CRIAÇÃO DIFERENTE.



Tempo criação	Processo	Tempo Execução
0	A	8
1	B	5
3	C	1
6	D	4
Quantum = 2		

- ♦ Tempo turnaround:
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP):
- ♦ Tempo médio de espera (TME):
- ♦ Tempo de processamento de cada processo:
- ♦ Tempo de processamento total do processador:

UM EXEMPLO COM TEMPO DE CRIAÇÃO DIFERENTE.

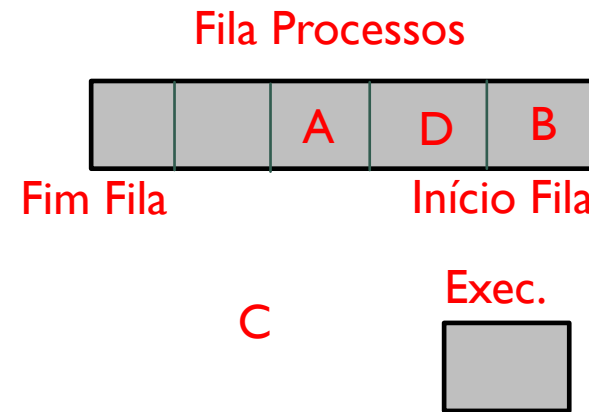
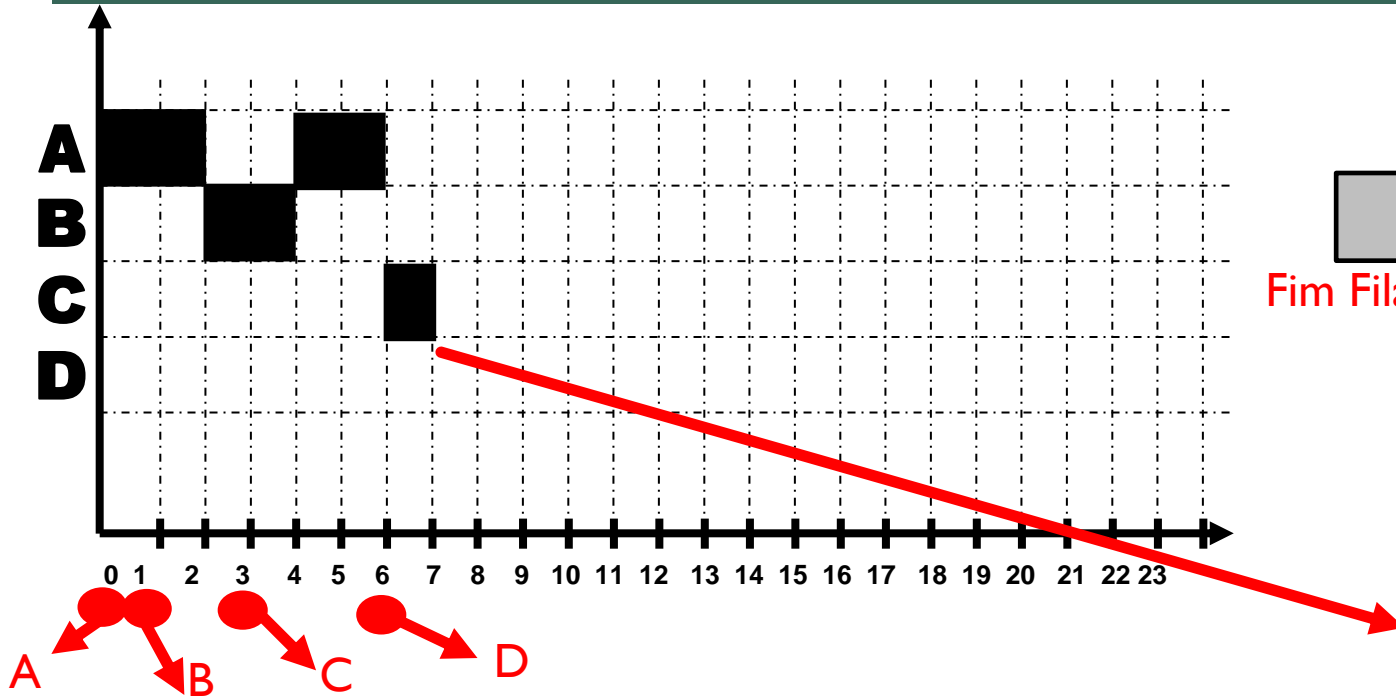


Tempo criação	Processo	Tempo Execução
0	A	8
1	B	5
3	C	1
6	D	4
Quantum = 2		

Preempção por tempo de quantum de A.

- ♦ Tempo turnaround:
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP):
- ♦ Tempo médio de espera (TME):
- ♦ Tempo de processamento de cada processo:
- ♦ Tempo de processamento total do processador:

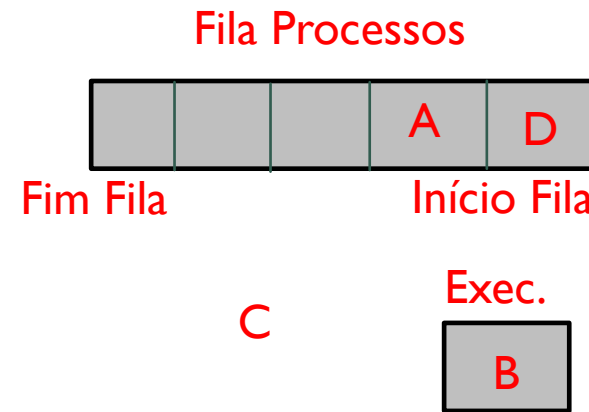
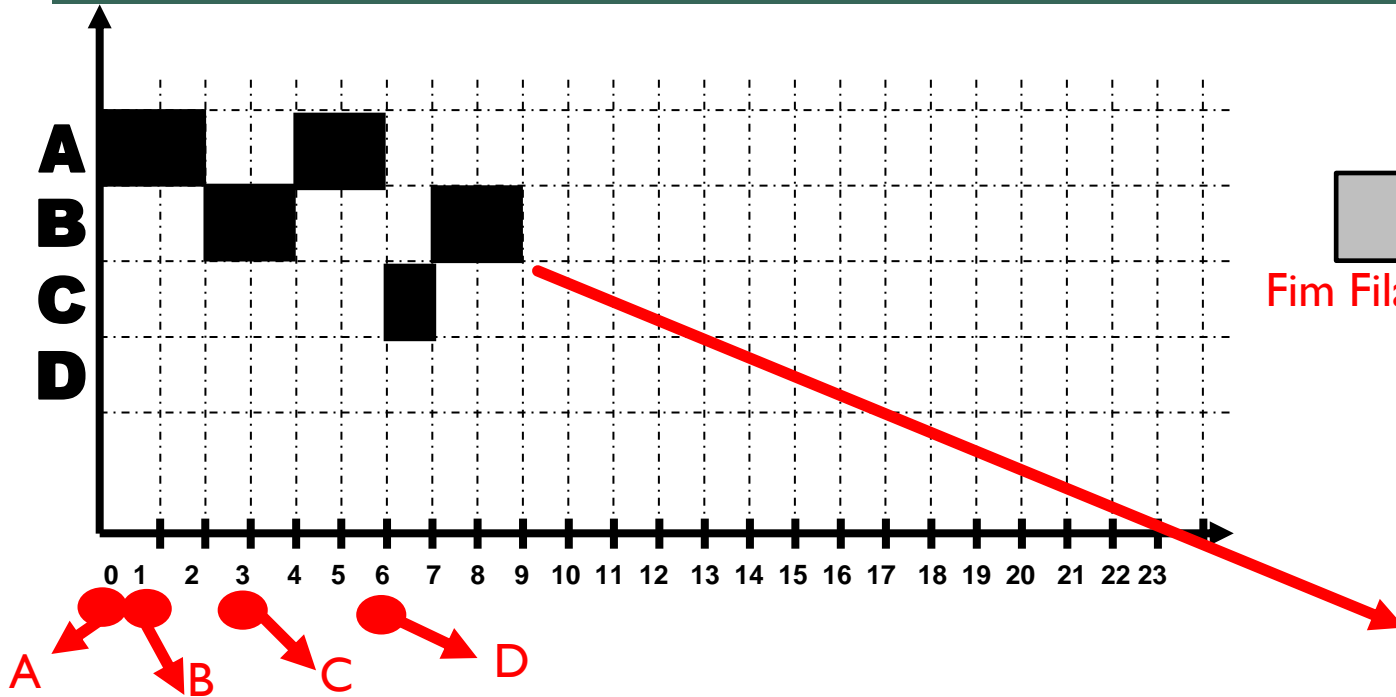
UM EXEMPLO COM TEMPO DE CRIAÇÃO DIFERENTE.



Tempo criação	Processo	Tempo Execução
0	A	8
1	B	5
3	C	1
6	D	4
Quantum = 2		

- ♦ Tempo turnaround:
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP):
- ♦ Tempo médio de espera (TME):
- ♦ Tempo de processamento de cada processo:
- ♦ Tempo de processamento total do processador:

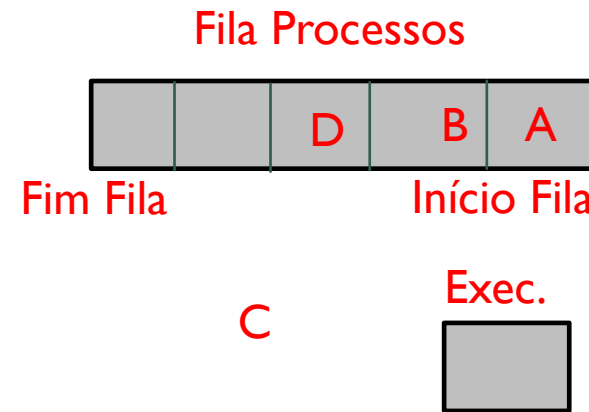
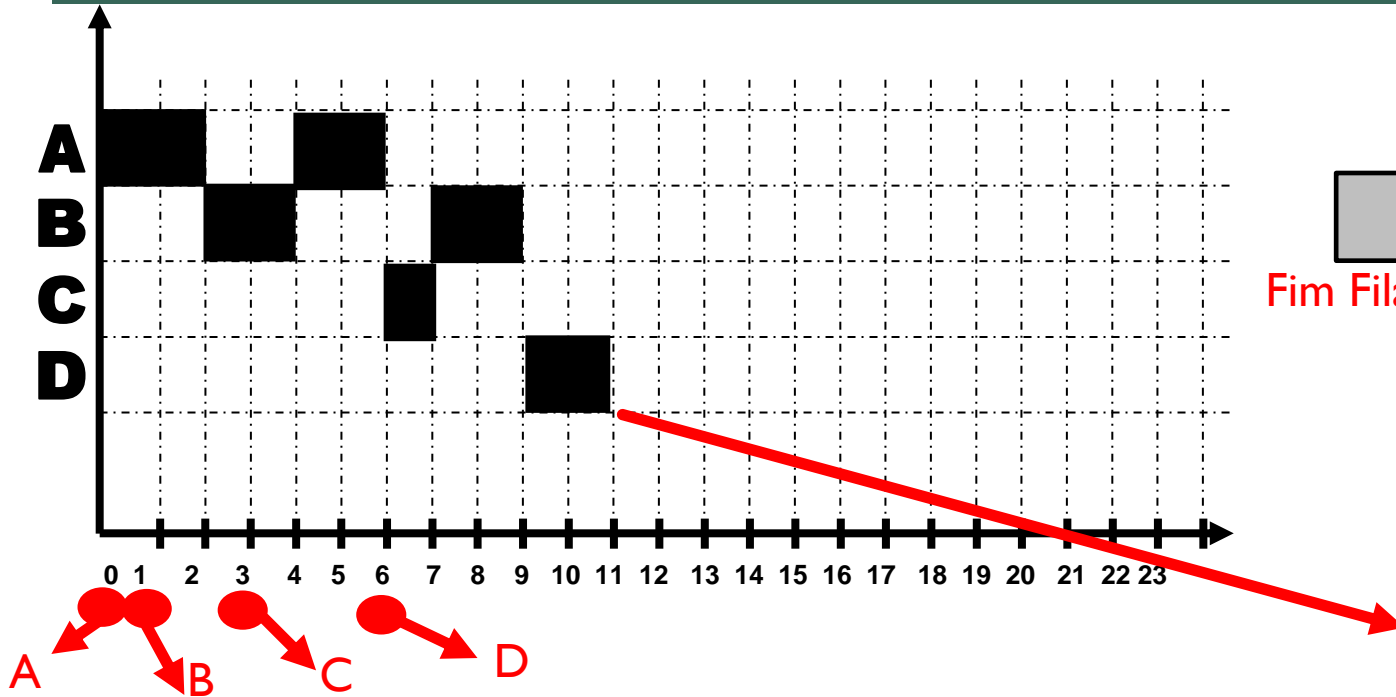
UM EXEMPLO COM TEMPO DE CRIAÇÃO DIFERENTE.



Tempo criação	Processo	Tempo Execução
0	A	8
1	B	5
3	C	1
6	D	4
Quantum = 2		

- ♦ Tempo turnaround:
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP):
- ♦ Tempo médio de espera (TME):
- ♦ Tempo de processamento de cada processo:
- ♦ Tempo de processamento total do processador:

UM EXEMPLO COM TEMPO DE CRIAÇÃO DIFERENTE.

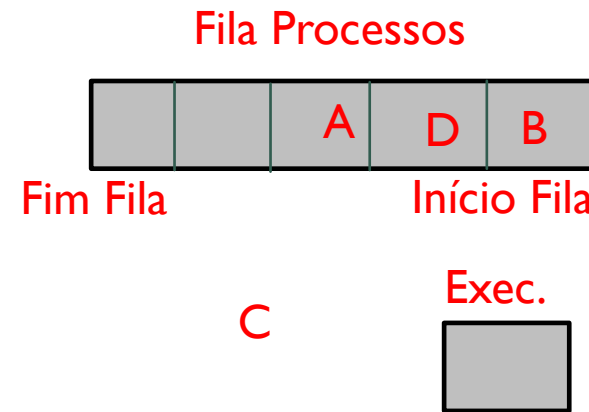
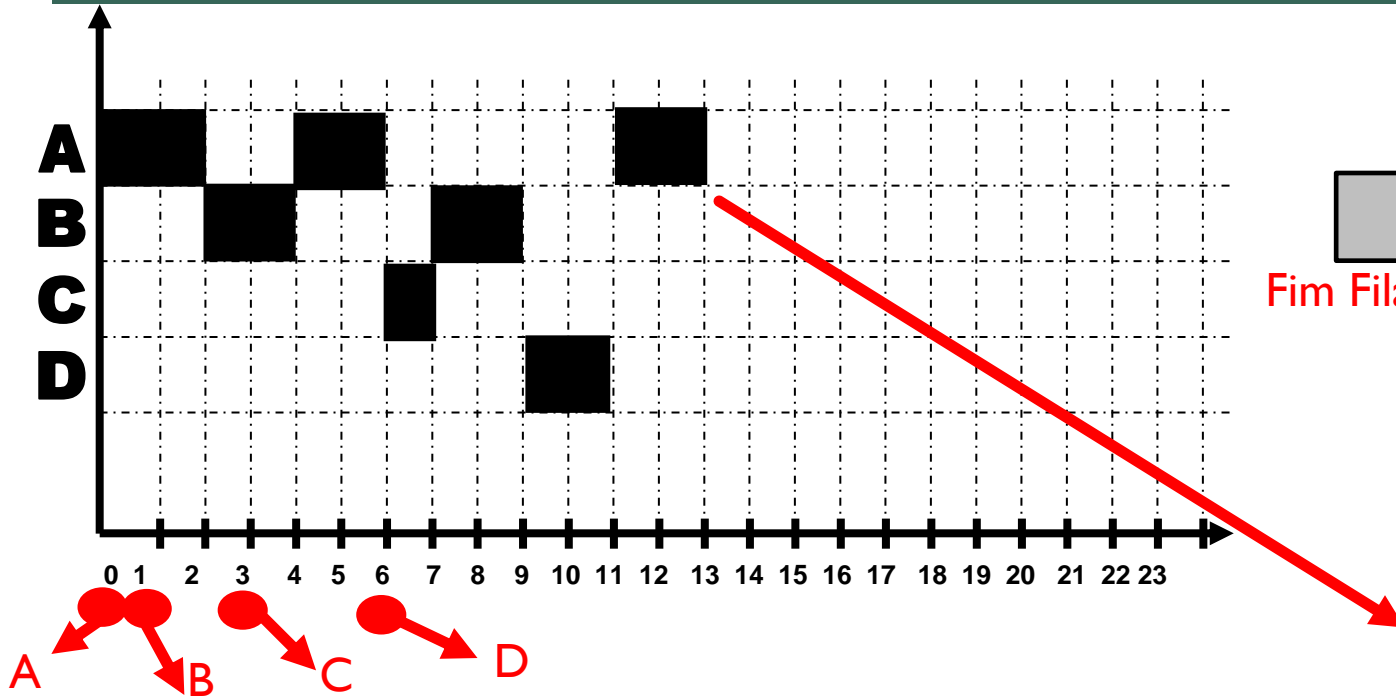


Tempo criação	Processo	Tempo Execução
0	A	8
1	B	5
3	C	1
6	D	4
Quantum = 2		

- ♦ Tempo turnaround:
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP):
- ♦ Tempo médio de espera (TME):
- ♦ Tempo de processamento de cada processo:
- ♦ Tempo de processamento total do processador:

Preempção por
quantum de D.

UM EXEMPLO COM TEMPO DE CRIAÇÃO DIFERENTE.

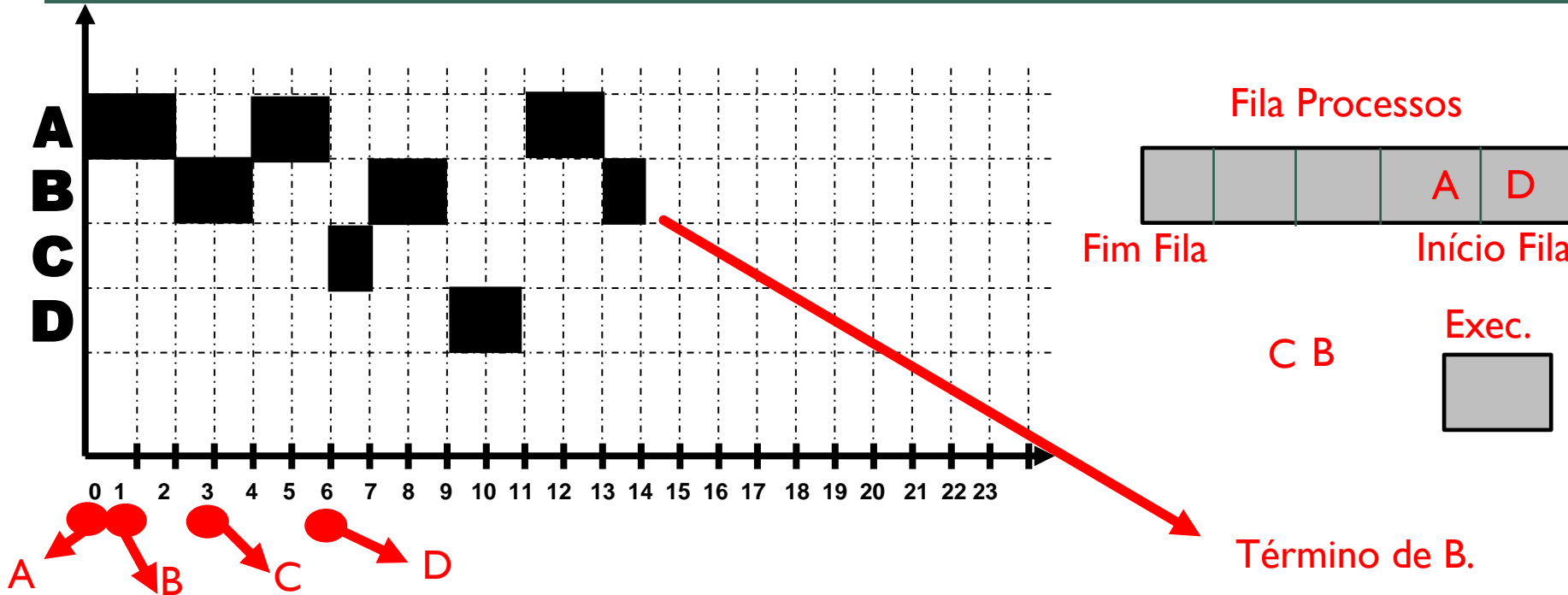


Tempo criação	Processo	Tempo Execução
0	A	8
1	B	5
3	C	1
6	D	4
Quantum = 2		

- ♦ Tempo turnaround:
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP):
- ♦ Tempo médio de espera (TME):
- ♦ Tempo de processamento de cada processo:
- ♦ Tempo de processamento total do processador:

Preempção por quantum de A.

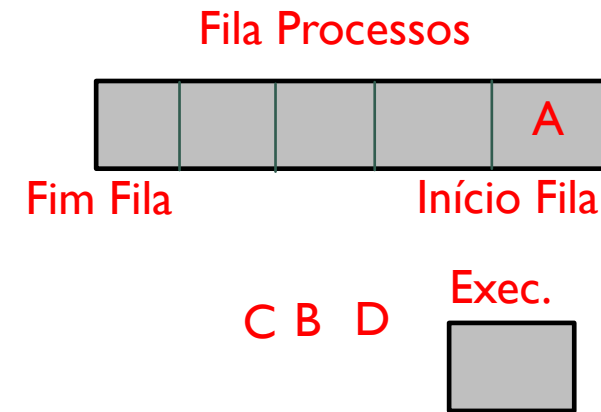
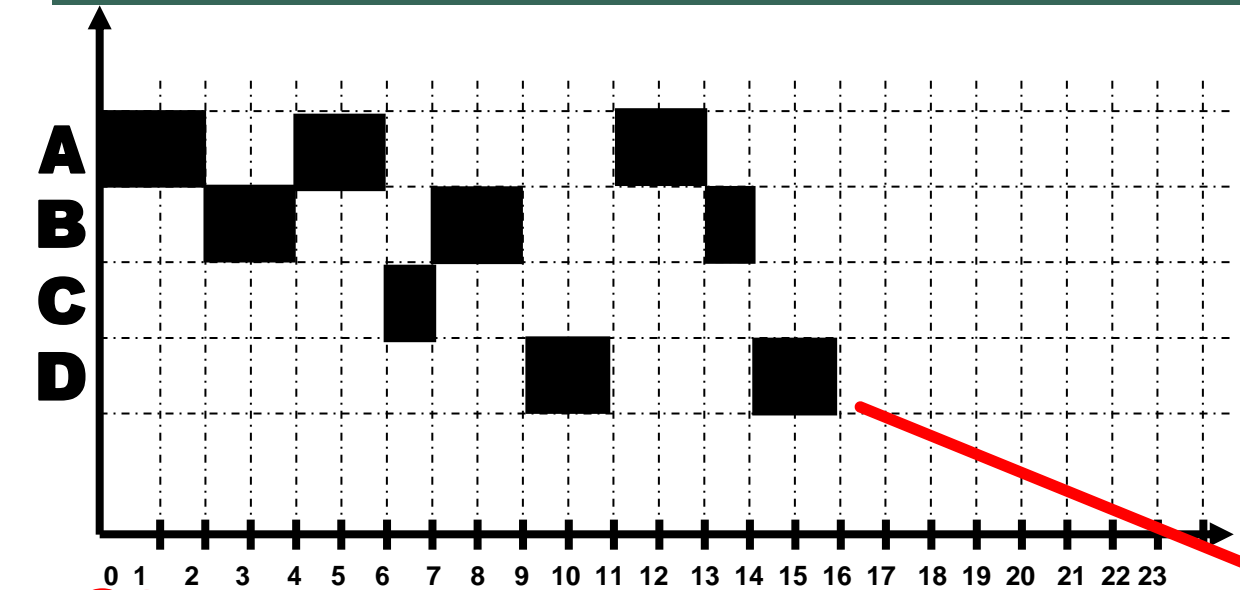
UM EXEMPLO COM TEMPO DE CRIAÇÃO DIFERENTE.



Tempo criação	Processo	Tempo Execução
0	A	8
1	B	5
3	C	1
6	D	4
Quantum = 2		

- ♦ Tempo turnaround:
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP):
- ♦ Tempo médio de espera (TME):
- ♦ Tempo de processamento de cada processo:
- ♦ Tempo de processamento total do processador:

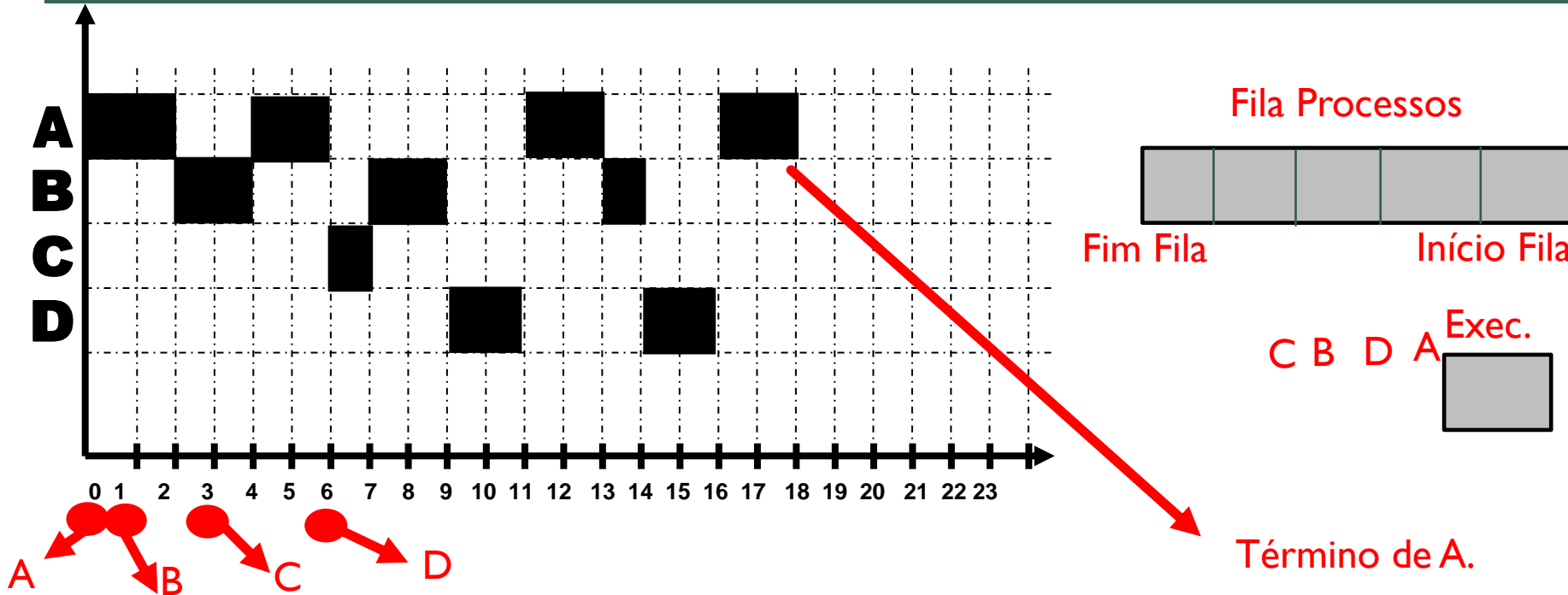
UM EXEMPLO COM TEMPO DE CRIAÇÃO DIFERENTE.



Tempo criação	Processo	Tempo Execução
0	A	8
1	B	5
3	C	1
6	D	4
Quantum = 2		

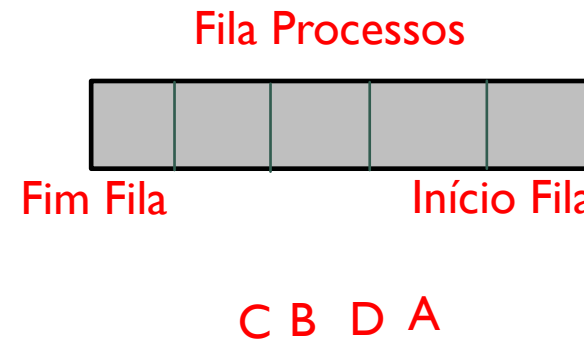
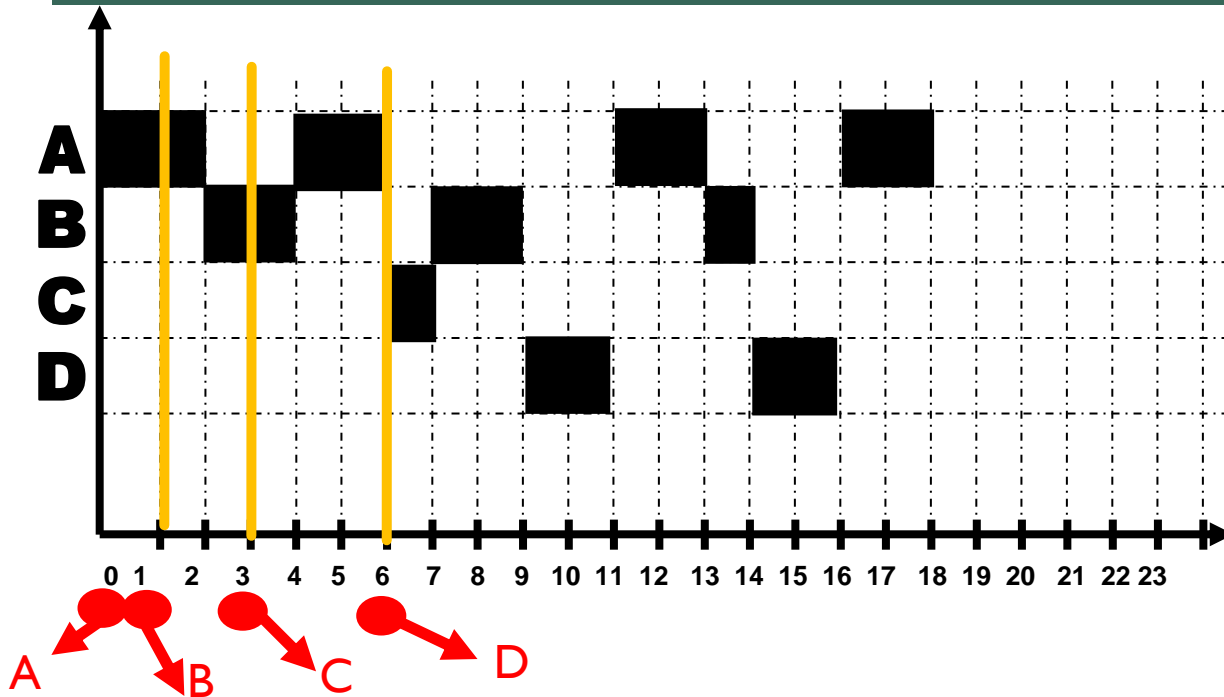
- ♦ Tempo turnaround:
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP):
- ♦ Tempo médio de espera (TME):
- ♦ Tempo de processamento de cada processo:
- ♦ Tempo de processamento total do processador:

UM EXEMPLO COM TEMPO DE CRIAÇÃO DIFERENTE.



- ♦ Tempo turnaround:
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP):
- ♦ Tempo médio de espera (TME):
- ♦ Tempo de processamento de cada processo:
- ♦ Tempo de processamento total do processador:

UM EXEMPLO COM TEMPO DE CRIAÇÃO DIFERENTE.



Tempo criação	Processo	Tempo Execução
0	A	8
1	B	5
3	C	1
6	D	4
Quantum = 2		

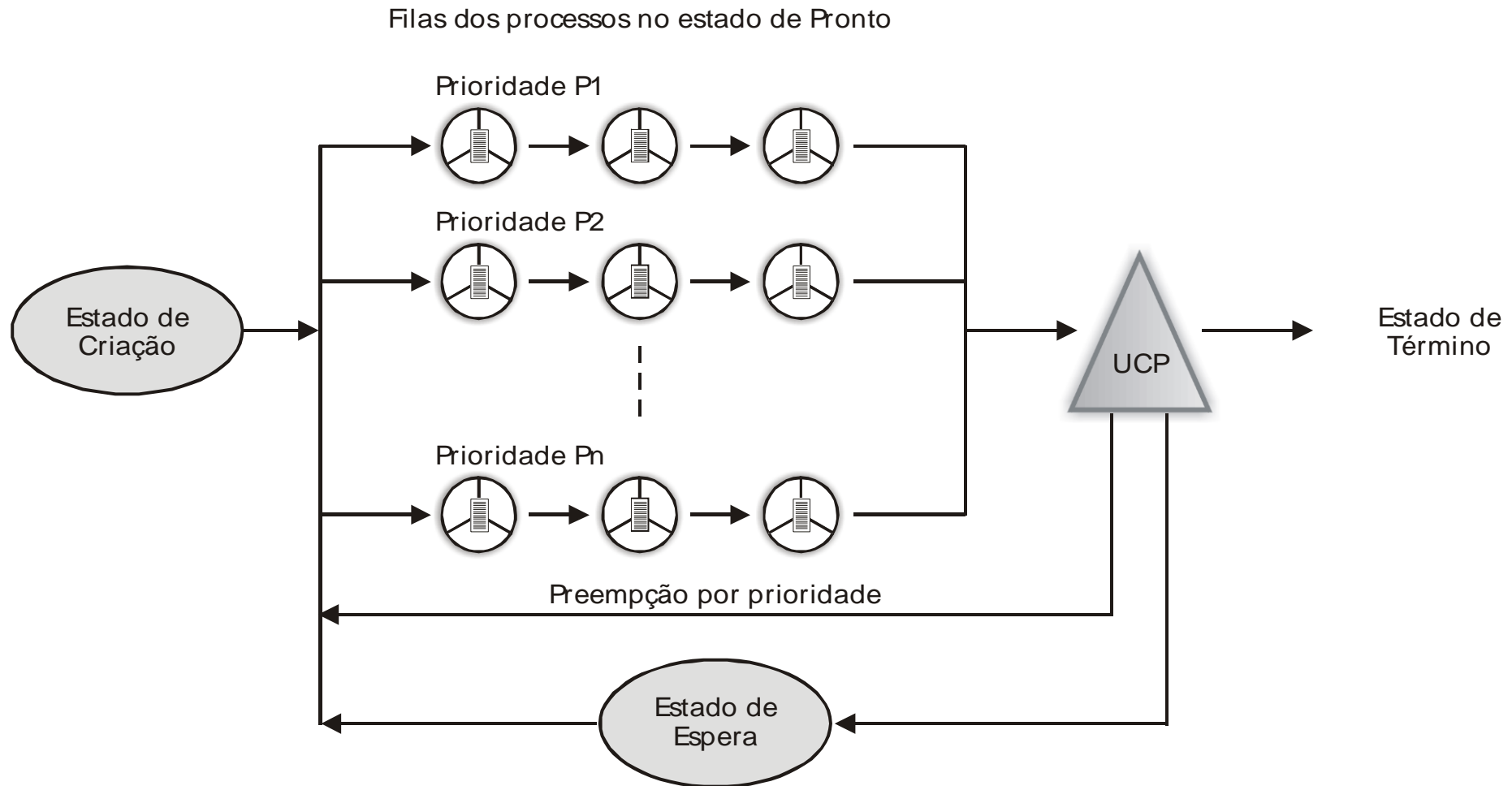
TEP = Final – criação – execução
 TEPA = $18 - 0 - 8 = 10$
 TEP B = $14 - 1 - 5 = 8$
 TEP C = $7 - 3 - 1 = 3$
 TEC D = $16 - 6 - 4 = 6$

- ♦ Tempo turnaround: **A=18 B=13, C=4 e D=10**
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) : **A=18 B=13, C=4, D=10 $\rightarrow 45/4 = 11,25$**
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP) **A=10 B=12, C=10 e D=6**
- ♦ Tempo médio de espera (TME) **A=10 B=8, C=3 e D=6 $\rightarrow 27/4 = 6,75$**
- ♦ Tempo de processamento de cada processo **A=8 B=5, C=1 e D=4**
- ♦ Tempo de processamento total do processador **18**

ESCALONAMENTO POR PRIORIDADE

- Preemptivo ou não-preemptivo.
- Escalonamento baseado em uma prioridade de execução associado a cada processo.
- Processo com maior prioridade no estado de pronto é sempre escolhido para execução, e processos com valores iguais são escalonados seguindo o critério FIFO.
- Fatia de tempo não existe.
- Processos que envia mensagens de correio eletrônico em segundo plano tem prioridade mais baixa que processo que exibe um vídeo na tela.

ESCALONAMENTO POR PRIORIDADES



ESCALONAMENTO POR PRIORIDADES

- Para evitar processos alta prioridade executem indefinidamente.
- Escalonador pode alterar sua prioridade a cada interrupção. Processos com prioridades maior que o alterado permitirá chaveamento de processos.
- Prioridade pode ser atribuída aos processos **estáticas ou dinamicamente**.

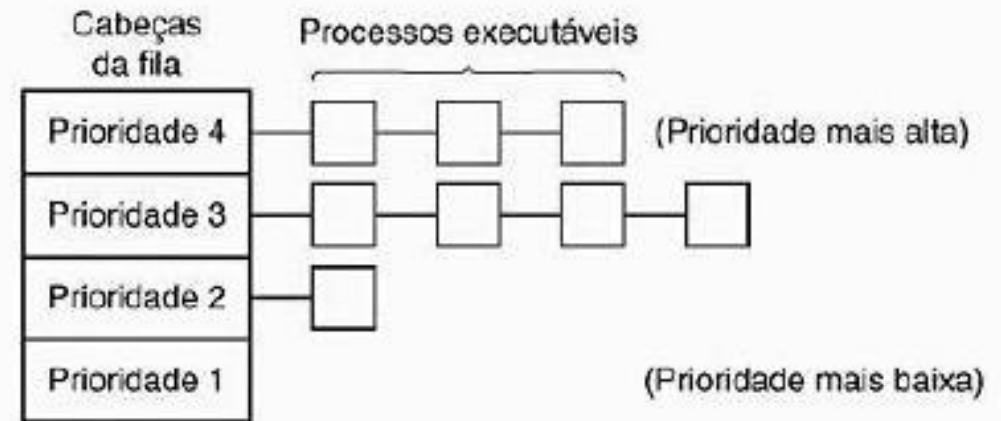
ALOCAÇÃO POR PRIORIDADE ESTÁTICA E DINÂMICA

- **Estática:** Não tem seu valor alterado durante a existência do processo.
- **Dinâmica:** Pode ser ajustada sua prioridade de acordo com os critérios definidos pelo S.O.

ESCALONAMENTO POR PRIORIDADE.

- Determinado intervalo de tempo, através de interrupção de clock, a rotina de escalonamento reavalia a fila se tem algum processo com prioridade superior ao de execução.
- Se alguém da fila de pronto estiver com prioridade maior que o processo em execução, o S.O. realiza a preempção.

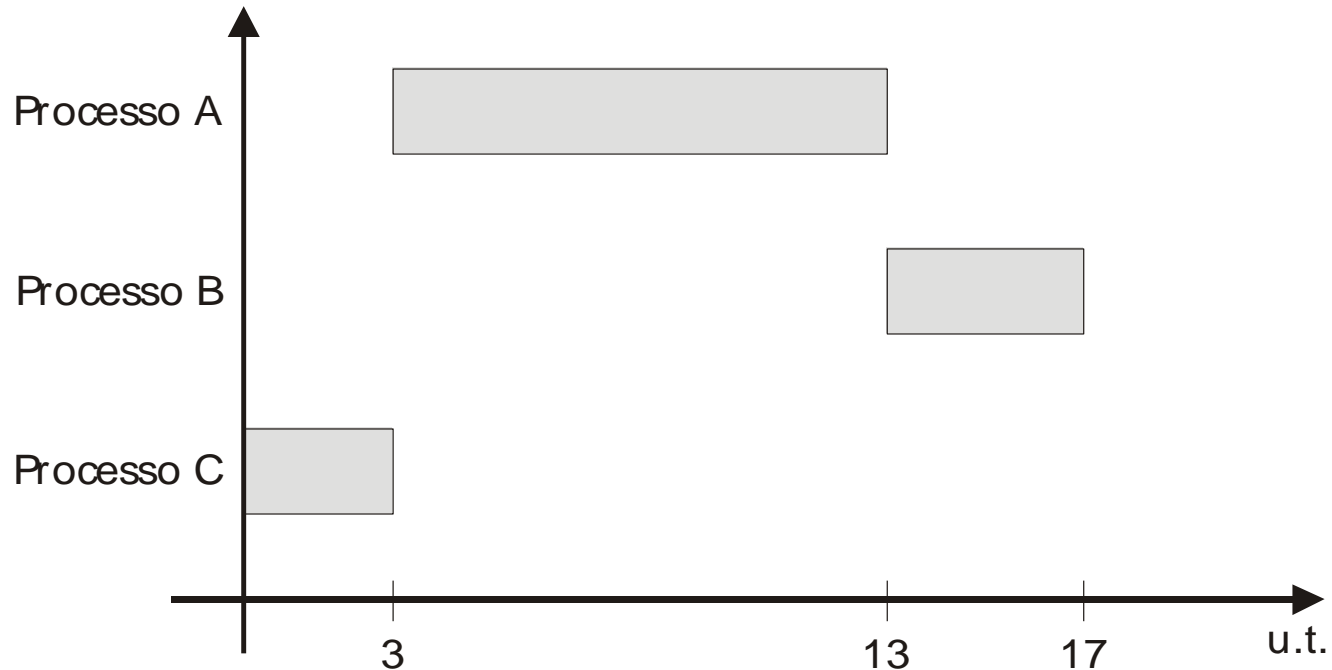
CLASSES DE PRIORIDADE



- Agrupamento de processos em classes de prioridade.
- Dentro de cada classe usa o escalonamento circular.
- Exemplo 4 classes de prioridade: Enquanto houver processos na classe 4, execute apenas um por quantum (escalonamento circular) não perdendo tempo com as classes inferiores.
- Se tiver vazia, a classe inferior recebe o chaveamento circular.
- **SE AS PRIORIDADE NÃO FOREM AJUSTADAS AS CLASSES INFERIORES PODEM “MORRER DE FOME” = STARVATION.**

EXEMPLO COM PROCESSOS CONHECIDOS NO TEMPO 0.

- Processo C com maior prioridade é executado primeiro. Na sequência o processo A e finalmente o processo B.



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

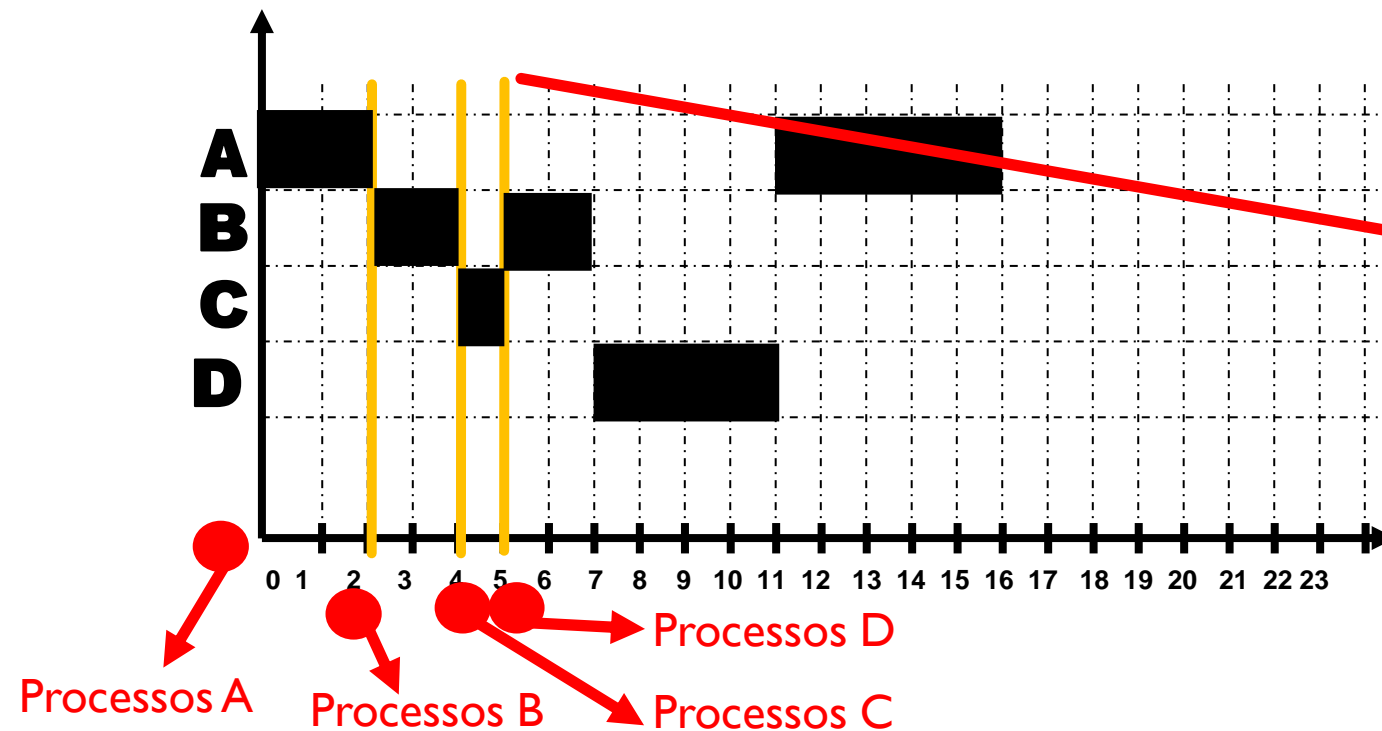
PERDA DE PROCESSAMENTO.

- Mudança do processo para estado de espera/Bloqueado (O que não simulamos no exemplo).
- Ou quando um processo de prioridade maior entra no estado de pronto.
- Ou no termino de algum processo.

EXEMPLO PREEMPTIVO COM INTERRUPÇÕES PARA REAVALIAÇÃO.

- Escalonador reavalia a cada intervalo de tempo as prioridades.
- Nesta caso ocorre preempção por prioridade.

Processo	Tempo Execução	Tempo criação	Prioridade
A	8	0	2
B	4	2	5
C	1	4	6
D	4	5	4

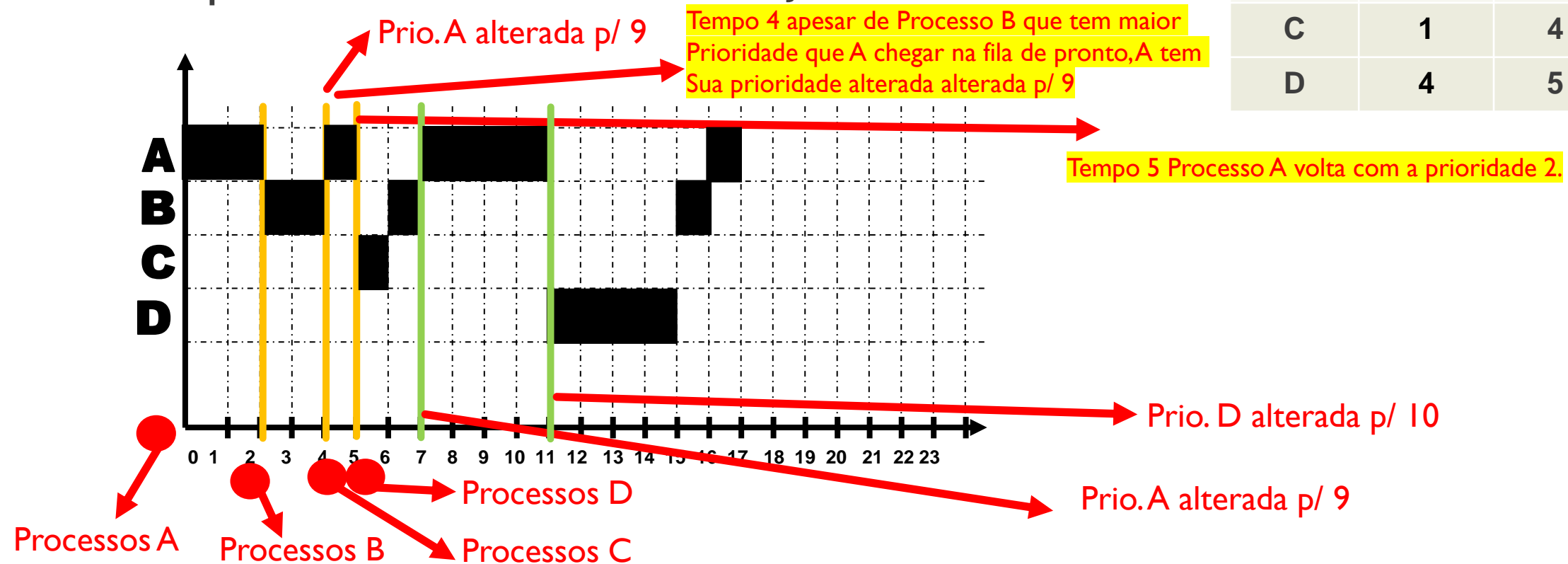


Reavaliação ocorreu a cada interação de novos processos. E quando algum processo terminou.

EXEMPLO PREEMPTIVO COM ALOCAÇÃO DINÂMICA.

- Escalonador ajusta dinamicamente a prioridade dos processos durante a execução.

Processo	Tempo Execução	Tempo criação	Prioridade
A	8	0	2
B	4	2	5
C	1	4	6
D	4	5	4



PRINCIPAIS PROBLEMAS ESCALONAMENTO PRIORIDADE:

- É o **Starvation** (Processo nunca é executado, escalonado).
- Processos baixa prioridade **podem** não ser escalonados, permanecendo indefinidamente na fila de pronto.
- Uma **solução** na **alocação dinâmica** é **incrementar a prioridade dos processos que permanecem** muito tempo na fila de pronto.

EXERCÍCIOS.

- Representar os algoritmos de escalonamento Round-Robin (Circular) e por prioridade os processos das tabelas:

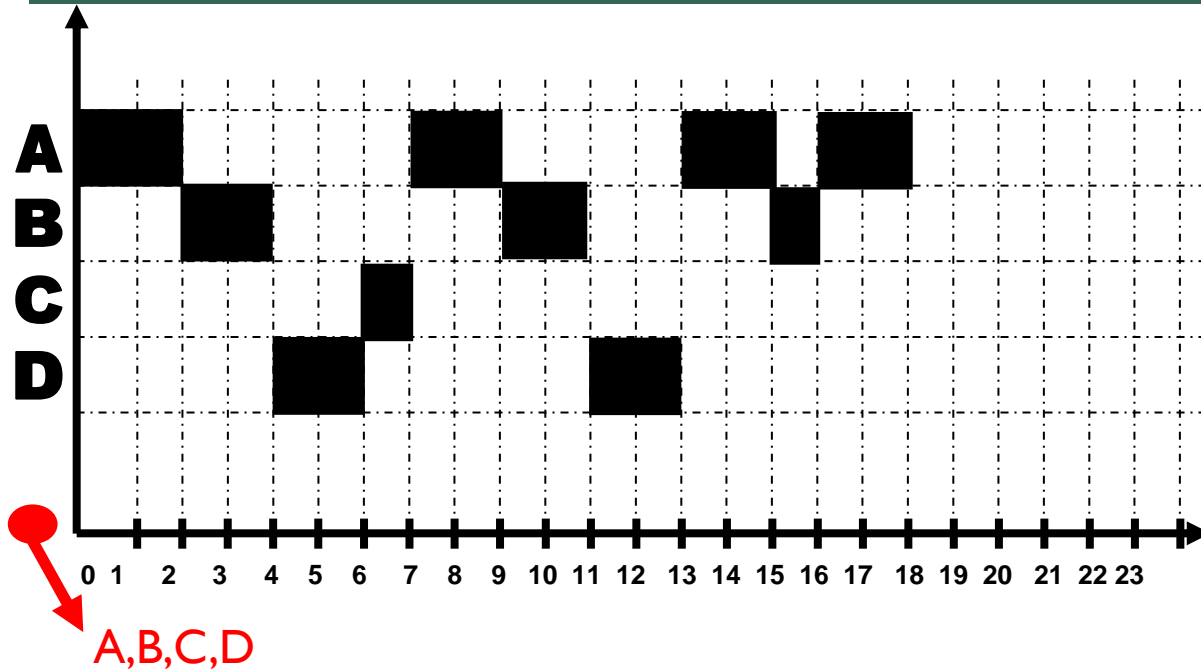
Ordem (tempo 0)	Processo	Tempo Execução	Prioridade
1	P1	6	4
2	P2	8	5
3	P3	4	2
4	P4	2	1
5	P5	1	3
Quantum =2			

Tempo de Criação	Processo	Tempo Execução	Prioridade
3	P1	6	4
0	P2	8	5
7	P3	4	2
1	P4	2	1
0	P5	1	3
Quantum =2			

ESCALONAMENTO CIRCULAR COM PRIORIDADE.

- Implementa conceito de fatia de tempo e prioridade de execução associada a cada processo.
- Processo **permanece em execução** até que termine seu processamento, voluntariamente passe para estado de espera/bloqueado ou sofra preempção por tempo ou prioridade.
- Permite melhor balanceamento no uso da CPU.

UM EXEMPLO APENAS COM PREEMPÇÃO POR TEMPO.

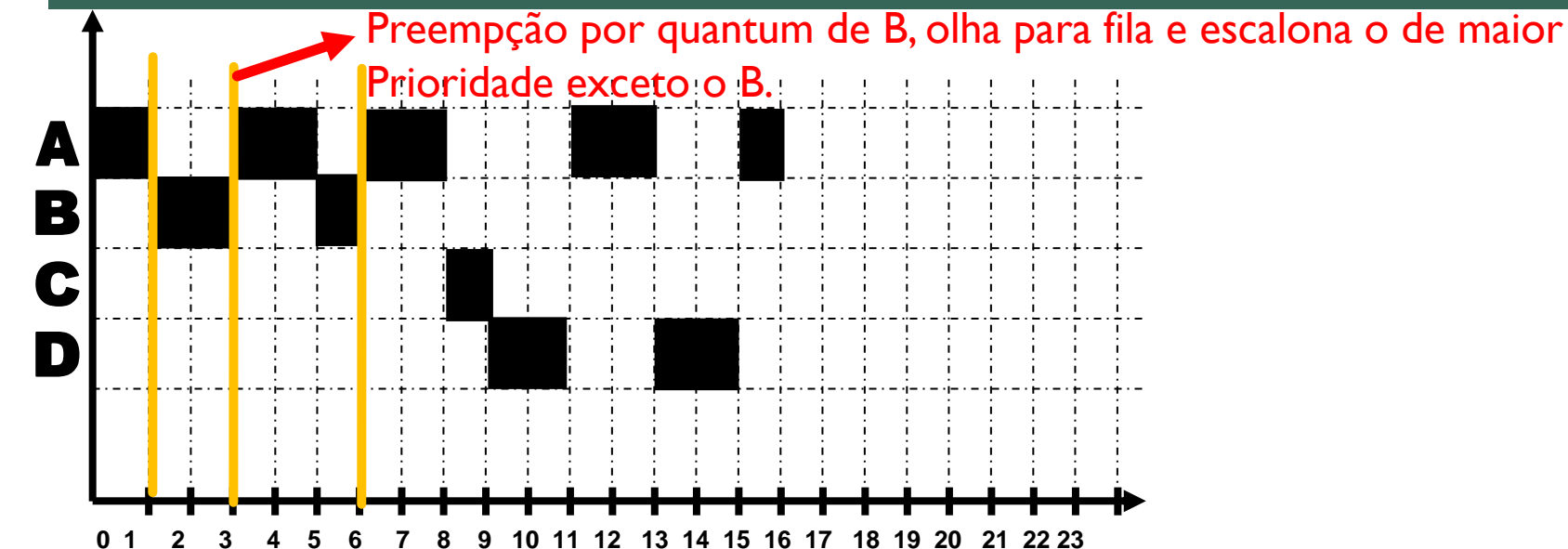


Ordem (Tempo 0)	Processo	Tempo Execução	Prioridade
1	A	8	5
2	B	5	4
3	C	1	2
4	D	4	4
Quantum = 2			

- ♦ Tempo turnaround: **A=18 B=16, C=7 e D=13**
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) : **$54/4 = 13,25$**
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP) **A=10 B=11, C=6 e D=9**
- ♦ Tempo médio de espera (TME) **$36/4 = 9$**
- ♦ Tempo de processamento de cada processo **A=8 B=5, C=1 e D=4**
- ♦ Tempo de processamento total do processador **18**

TEP = Final – criação – execução
TEP A = $18 - 0 - 8 = 10$
TEP B = $16 - 0 - 5 = 11$
TEP C = $7 - 0 - 1 = 6$
TEC D = $13 - 0 - 4 = 9$

UM EXEMPLO COM PREEMPÇÃO POR TEMPO E PRIORIDADE.



Tempo criação	Processo	Tempo Execução	Prioridade
0	A	8	4
1	B	3	5
3	C	1	1
6	D	4	1
Quantum = 2			

TURNAROUND = FINAL - CRIAÇÃO

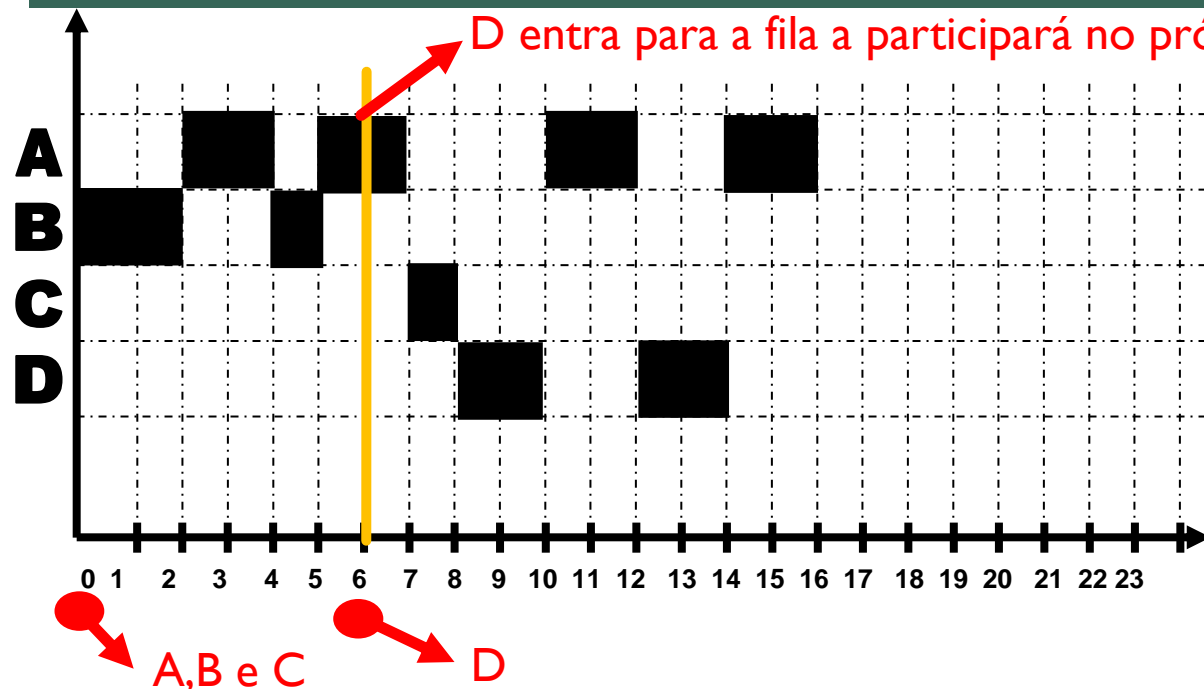
- ♦ Tempo turnaround: **A=16 B=5, C=6 e D=9**
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) : **$36/4 = 9$**
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP) **A=8 B=2, C=5 e D=5**
- ♦ Tempo médio de espera (TME) **$20/4 = 5$**
- ♦ Tempo de processamento de cada processo **A=8 B=3, C=1 e D=4**
- ♦ Tempo de processamento total do processador **16**

TEP = Final – criação – execução
 TEPA = $16 - 0 - 8 = 8$
 TEP B = $6 - 1 - 3 = 2$
 TEP C = $9 - 3 - 1 = 5$
 TEC D = $15 - 6 - 4 = 5$

ESCALONAMENTO POR LOTERIA

- Dar bilhetes de loteria aos processos, cujos prêmios são vários recursos do sistema, como o tempo de CPU.
- Ao escalonar, um bilhete é sorteado aleatoriamente e o processo que tem o bilhete conseguira o recurso.
- Aos processos mais **importantes** poder ser atribuídos bilhetes extras para aumentar suas **chances** de vitória.

ESCALONAMENTO POR LOTERIA.



Tempo criação	Processo	Tempo Execução	Qtd Bilhetes	ID Bilhetes
0	A	8	4	1,6,7,10
0	B	3	2	2,8
0	C	1	1	3
6	D	4	3	4,5,9
Prêmio: 2 u.t de utilização de CPU.				

CHANCE DE CADA PROCESSO NO TEMPO 0:

A = 57% (4 SOBRE 7 BILHETES)

B = 29% (2 SOBRE 7 BILHETES)

C = 14% (1 SOBRE 7 BILHETES)

D = Ainda não foi criado em tempo 0.

ORDEM SORTEIO BILHETES:

TEMPO 0 – 2 (Processo B)

TEMPO 2 – 6

TEMPO 4 – 8

TEMPO 5 – 10,

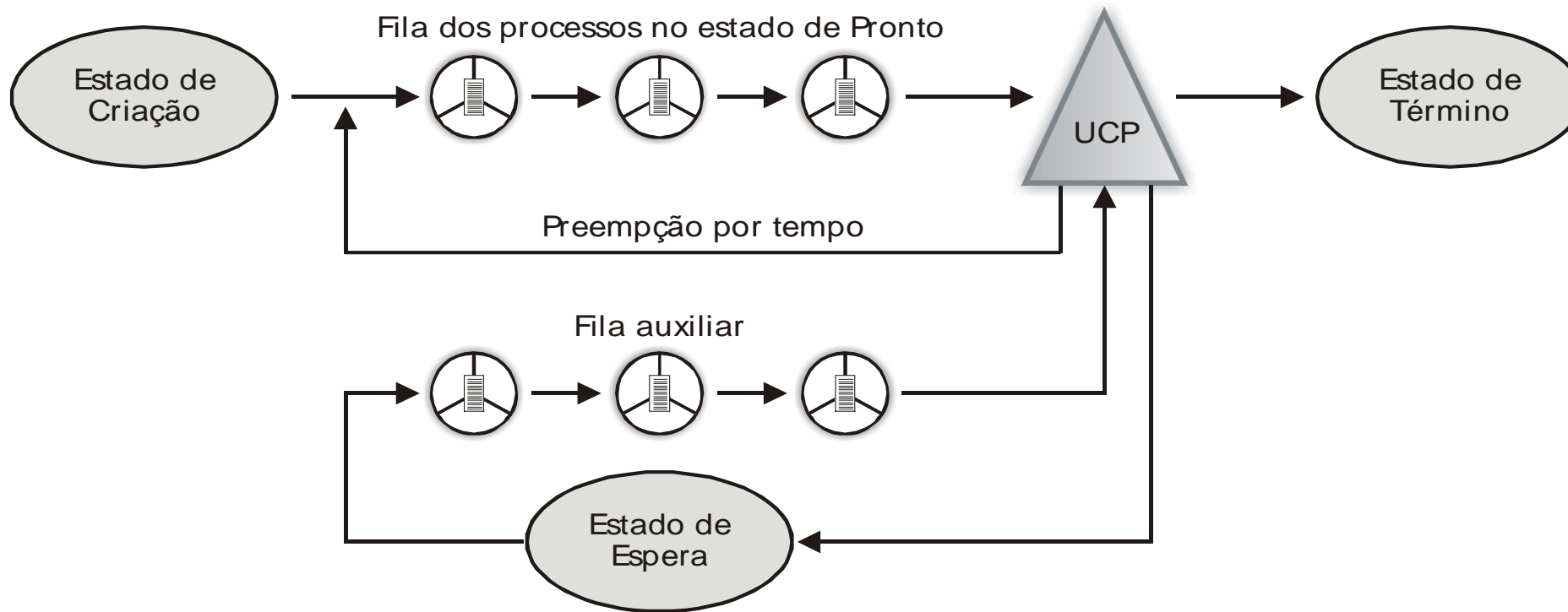
TEMPO 7 - 3, 4, 1, 9, 5 (D acabou), e 7

- ♦ Tempo turnaround: **A=16 B=5, C=8 e D=14**
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) : **$43/4 = 10,75$**
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP) **A=8 B=2, C=7 e D=4**
- ♦ Tempo médio de espera (TME) **$21/4 = 5,25$**
- ♦ Tempo de processamento de cada processo **A=8 B=3, C=1 e D=4**
- ♦ Tempo de processamento total do processador **16**

ESCALONAMENTO CIRCULAR VIRTUAL.

- Refinamento do algoritmo de escalonamento circular.
- Os processos que saem do estado de espera vão para uma fila de pronto auxiliar.
- Processos da fila auxiliar possuem preferência de escalonamento em relação à fila de pronto.
- Escalonador somente seleciona processos da fila de pronto quando a auxiliar estiver vazia.
- **Sua fatia de tempo é definida como a fatia de tempo do sistema menos o tempo de processador que o processo utilizou na ultima vez que foi escalonado.**

ESCALONAMENTO CIRCULAR VIRTUAL.



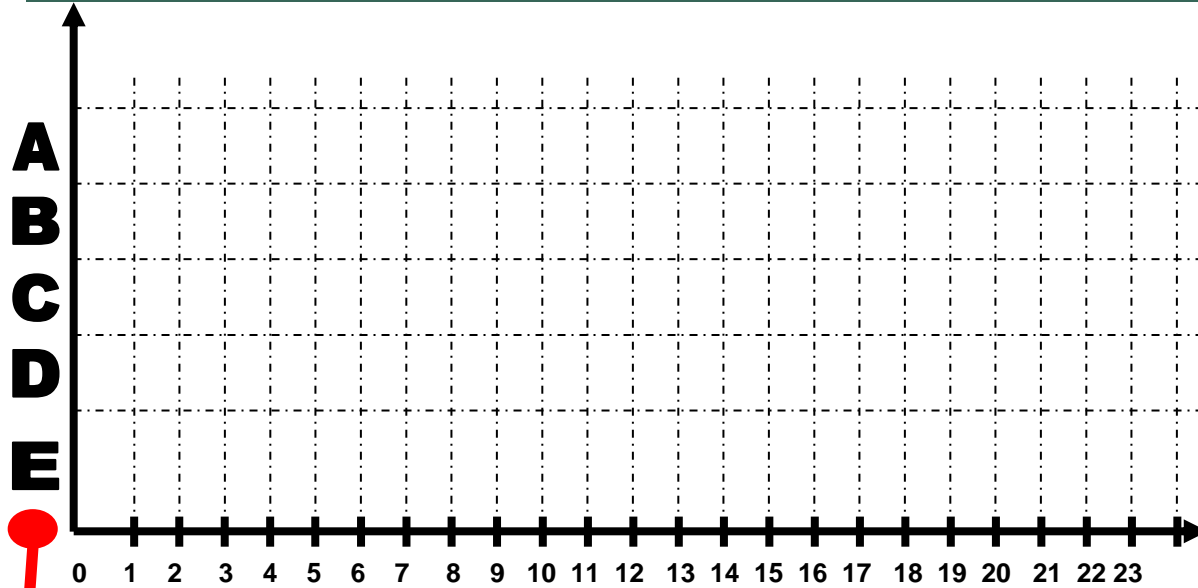
TIPO DE CADA PROCESSO, UMA OBSERVAÇÃO.

- Observe que para simular os **algoritmos escalonamento** não estávamos preocupados **com o tipo do processo** (cpu bound ou I/O Bound), o que iremos simular agora com o circular virtual.
- Também estamos “congelando” o uso dos processos pelo S.O, para conseguir simular o escalonamento. Passo que na realidade pelo SO vários processos estão sendo recebidos pelo sistema a todo instante...

EXEMPLO CIRCULAR VIRTUAL (TIME LINE 0).

Ordem (Tempo 0)	Processo	Tempo Execução	Tipo	Tempo Espera	Tempo Processador
1	A	6	CPU		
2	B	8	I/O	1	1
3	C	4	I/O CPU	1	1
4	D	2	CPU		
5	E	1	I/O	2	1

Quantum = 2



Fila Pronto:
A,B,C,D,E

Fila Pronto Aux:

Espera:
Execução:

- ♦ Tempo turnaround: **A= B=, C= , D= e E=**
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP) **A= B=, C= D= e E=**
- ♦ Tempo médio de espera (TME)
- ♦ Tempo de processamento de cada processo **A= B=, C= D= e E=**
- ♦ Tempo de processamento total do processador

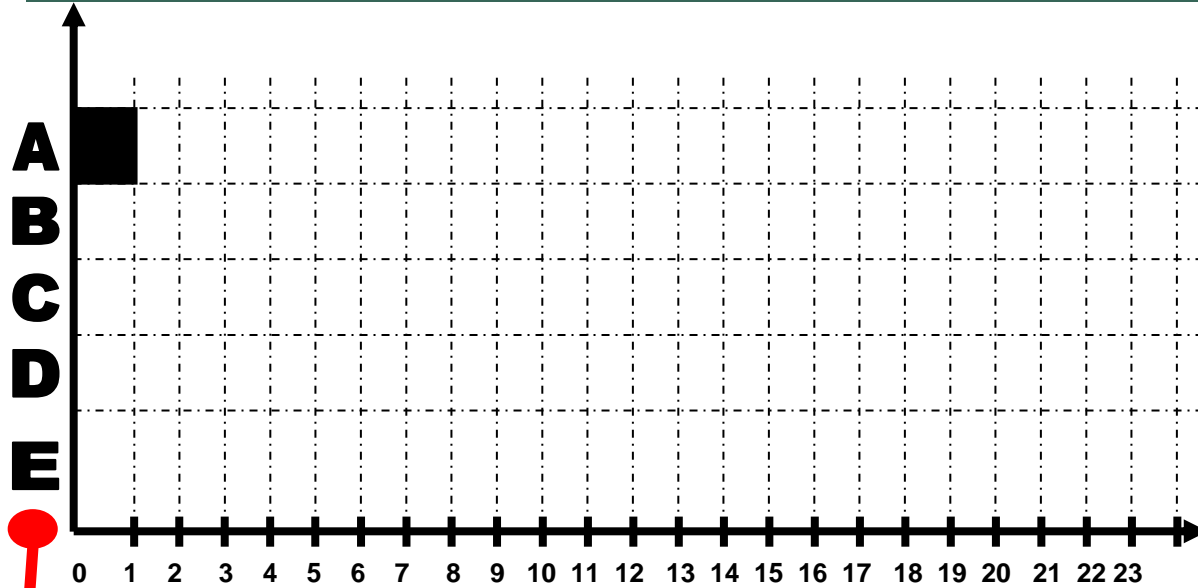
TEP = Final – criação – execução

TEP A =
TEP B =
TEP C =
TEP D =
TEP E =

EXEMPLO CIRCULAR VIRTUAL (TIME LINE I).

Ordem (Tempo 0)	Processo	Tempo Execução	Tipo	Tempo Espera	Tempo Processador
1	A	6	CPU		
2	B	8	I/O	1	1
3	C	4	I/O CPU	1	1
4	D	2	CPU		
5	E	1	I/O	2	1

Quantum = 2



A,B,C,D,E

TURNAROUND = FINAL - CRIAÇÃO

- ♦ Tempo turnaround: $A=$ $B=$, $C=$, $D=$ e $E=$
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP) $A=$ $B=$, $C=$ $D=$ e $E=$
- ♦ Tempo médio de espera (TME)
- ♦ Tempo de processamento de cada processo $A=$ $B=$, $C=$ $D=$ e $E=$
- ♦ Tempo de processamento total do processador

Fila Pronto:
B,C,D,E

Fila Pronto Aux:

Espera:
Execução:A

TEP = Final - criação - execução

TEP A =

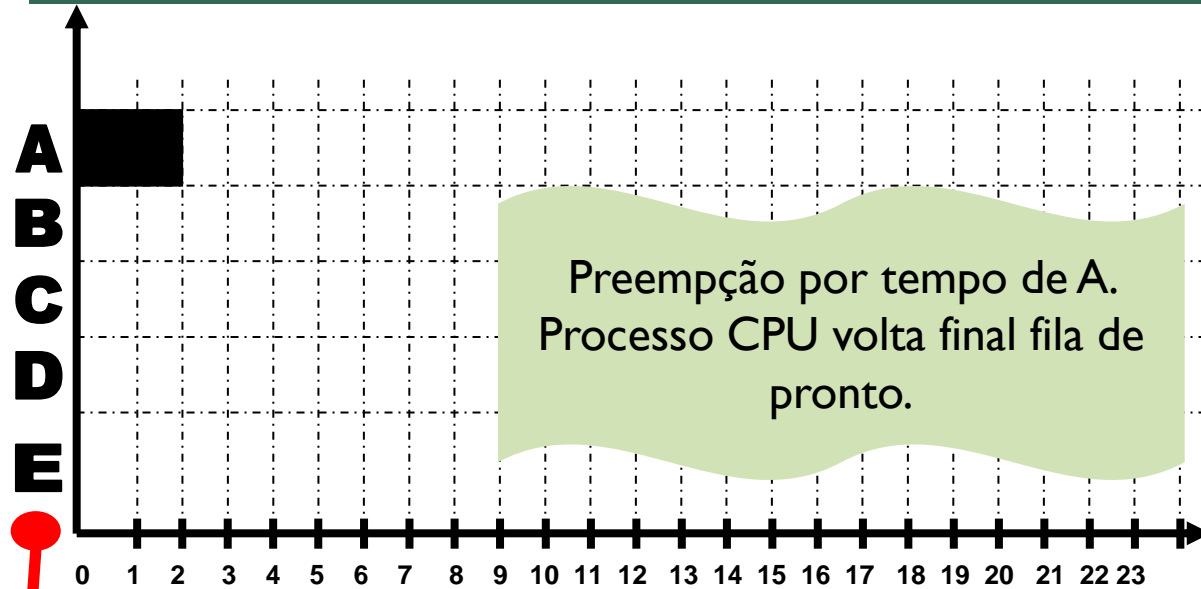
TEP B =

TEP C =

TEP D =

TEP E =

EXEMPLO CIRCULAR VIRTUAL (TIME LINE 2).



TURNAROUND = FINAL - CRIAÇÃO

- ♦ Tempo turnaround: **A= B=, C= , D= e E=**
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP) **A= B=, C= D= e E=**
- ♦ Tempo médio de espera (TME)
- ♦ Tempo de processamento de cada processo **A= B=, C= D= e E=**
- ♦ Tempo de processamento total do processador

Ordem (Tempo 0)	Processo	Tempo Execução	Tipo	Tempo Espera	Tempo Processador
1	A	6	CPU		
2	B	8	I/O	1	1
3	C	4	I/O CPU	1	1
4	D	2	CPU		
5	E	1	I/O	2	1
Quantum = 2					

Fila Pronto:

B,C,D,E,A

Fila Pronto Aux:

Espera:

Execução:

TEP = Final – criação – execução

TEP A =

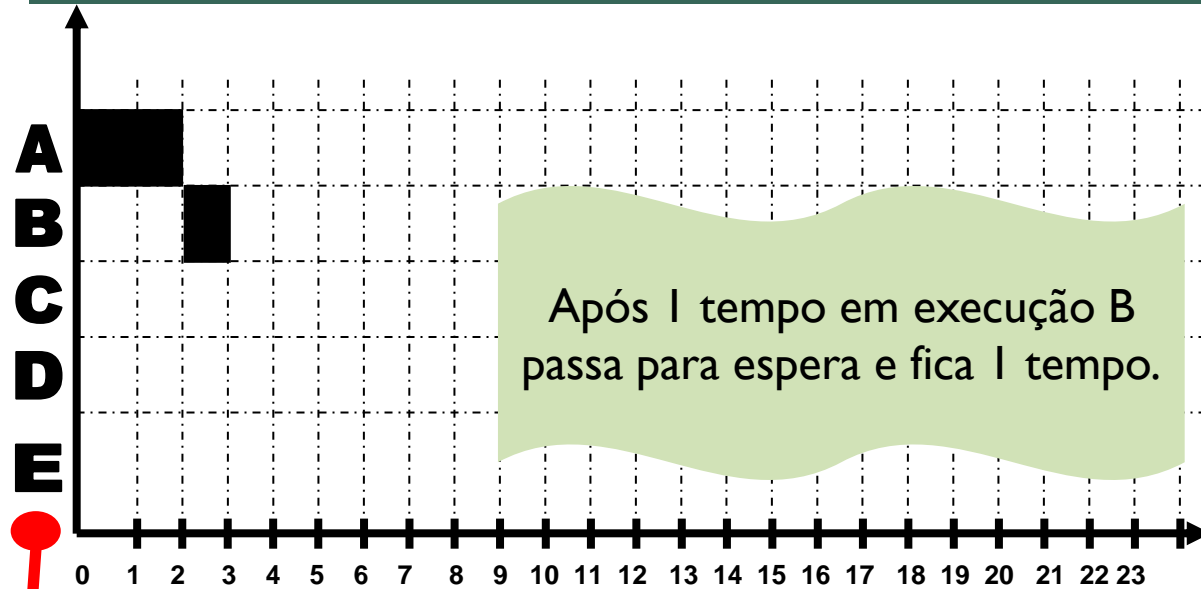
TEP B =

TEP C =

TEP D =

TEP E =

EXEMPLO CIRCULAR VIRTUAL (TIME LINE 3).



A,B,C,D,E

TURNAROUND = FINAL - CRIAÇÃO

- ♦ Tempo turnaround: $A = B =, C =, D = e E =$
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP) $A = B =, C = D = e E =$
- ♦ Tempo médio de espera (TME)
- ♦ Tempo de processamento de cada processo $A = B =, C = D = e E =$
- ♦ Tempo de processamento total do processador

Ordem (Tempo 0)	Processo	Tempo Execução	Tipo	Tempo Espera	Tempo Processador
1	A	6	CPU		
2	B	8	I/O	1	1
3	C	4	I/O CPU	1	1
4	D	2	CPU		
5	E	1	I/O	2	1

Quantum = 2

Fila Pronto:

C,D,E,A

Fila Pronto Aux:

Espera:

Execução: B

TEP = Final - criação - execução

TEP A =

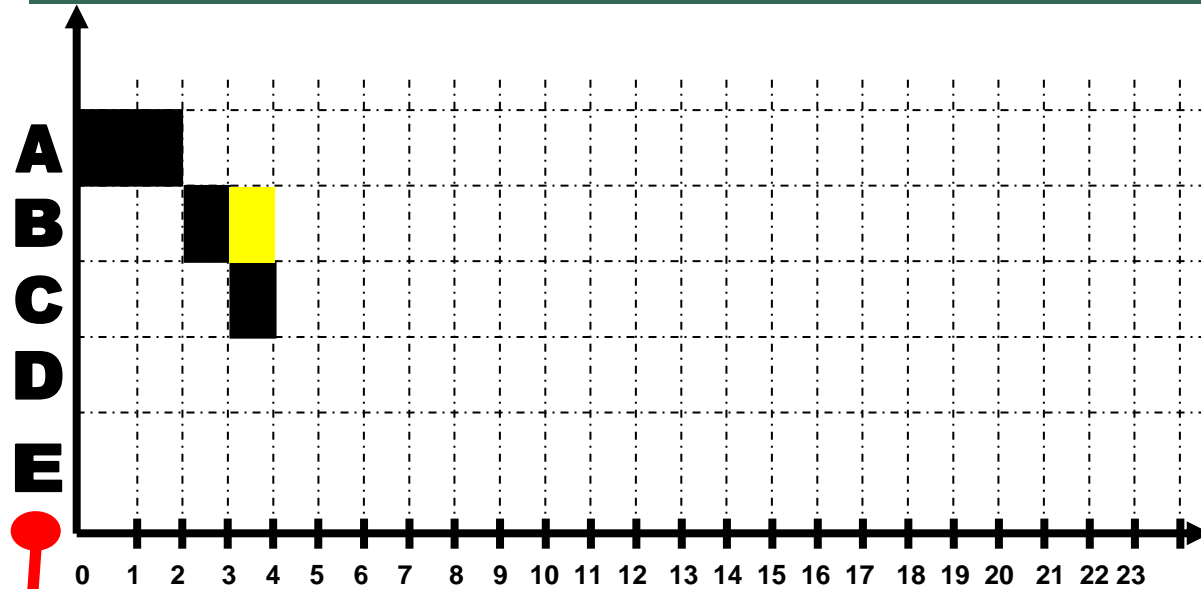
TEP B =

TEP C =

TEP D =

TEP E =

EXEMPLO CIRCULAR VIRTUAL (TIME LINE 4).



A,B,C,D,E

TURNAROUND = FINAL - CRIAÇÃO

- ♦ Tempo turnaround: $A=$ $B=$, $C=$, $D=$ e $E=$
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP) $A=$ $B=$, $C=$ $D=$ e $E=$
- ♦ Tempo médio de espera (TME)
- ♦ Tempo de processamento de cada processo $A=$ $B=$, $C=$ $D=$ e $E=$
- ♦ Tempo de processamento total do processador

Ordem (Tempo 0)	Processo	Tempo Execução	Tipo	Tempo Espera	Tempo Processador
1	A	6	CPU		
2	B	8	I/O	1	1
3	C	4	I/O CPU	1	1
4	D	2	CPU		
5	E	1	I/O	2	1

Quantum = 2

Fila Pronto:

D,E,A

Fila Pronto Aux:

Espera: B

Execução: C

TEP = Final - criação - execução

TEP A =

TEP B =

TEP C =

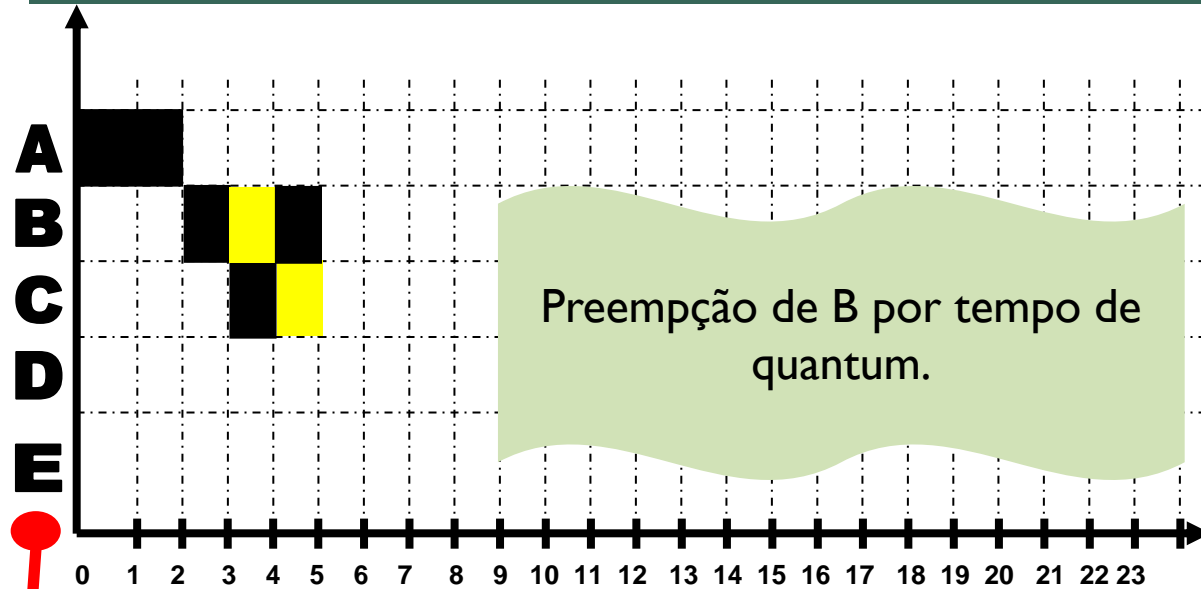
TEP D =

TEP E =

EXEMPLO CIRCULAR VIRTUAL (TIME LINE 5).

Ordem (Tempo 0)	Processo	Tempo Execução	Tipo	Tempo Espera	Tempo Processador
1	A	6	CPU		
2	B	8	I/O	1	1
3	C	4	I/O CPU	1	1
4	D	2	CPU		
5	E	1	I/O	2	1

Quantum = 2



A,B,C,D,E

TURNAROUND = FINAL - CRIAÇÃO

- ♦ Tempo turnaround: $A = B =, C =, D = e E =$
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP) $A = B =, C = D = e E =$
- ♦ Tempo médio de espera (TME)
- ♦ Tempo de processamento de cada processo $A = B =, C = D = e E =$
- ♦ Tempo de processamento total do processador

**Fila Pronto:
D,E,A**

Fila Pronto Aux: B

**Espera: C
Execução: B**

TEP = Final - criação - execução

TEP A =

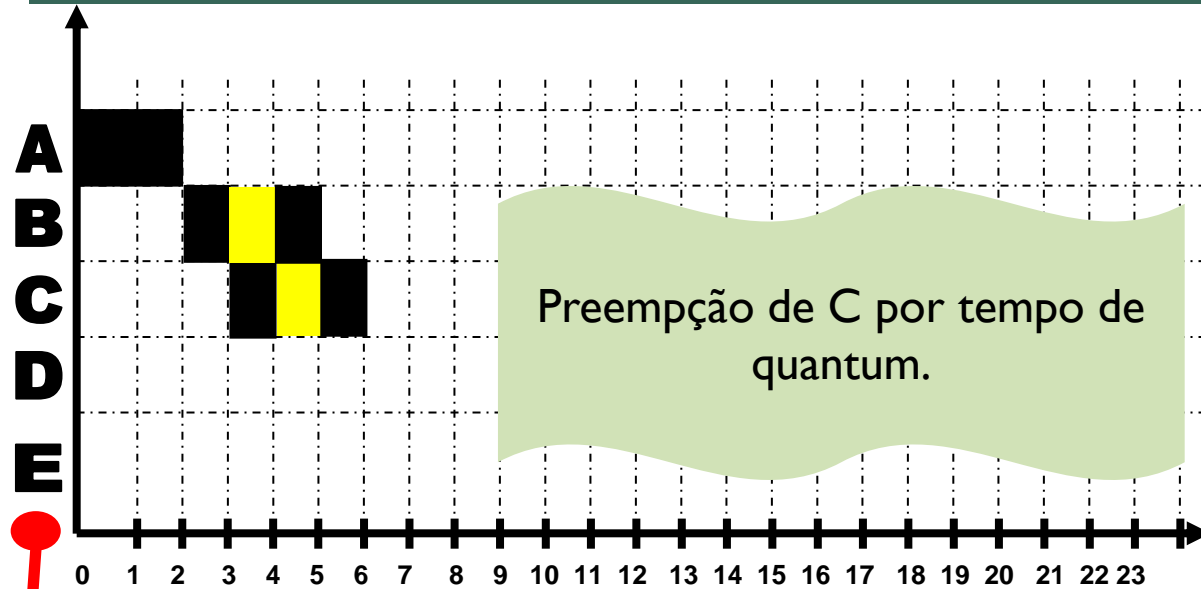
TEP B =

TEP C =

TEP D =

TEP E =

EXEMPLO CIRCULAR VIRTUAL (TIME LINE 6).



A,B,C,D,E

TURNAROUND = FINAL - CRIAÇÃO

- ♦ Tempo turnaround: $A = B =, C =, D = e E =$
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP) $A = B =, C = D = e E =$
- ♦ Tempo médio de espera (TME)
- ♦ Tempo de processamento de cada processo $A = B =, C = D = e E =$
- ♦ Tempo de processamento total do processador

Ordem (Tempo 0)	Processo	Tempo Execução	Tipo	Tempo Espera	Tempo Processador
1	A	6	CPU		
2	B	8	I/O	1	1
3	C	4	I/O CPU	1	1
4	D	2	CPU		
5	E	1	I/O	2	1

Quantum = 2

Fila Pronto:
D,E,A,B

Fila Pronto Aux: C

Espera:
Execução: C

TEP = Final - criação - execução

TEP A =

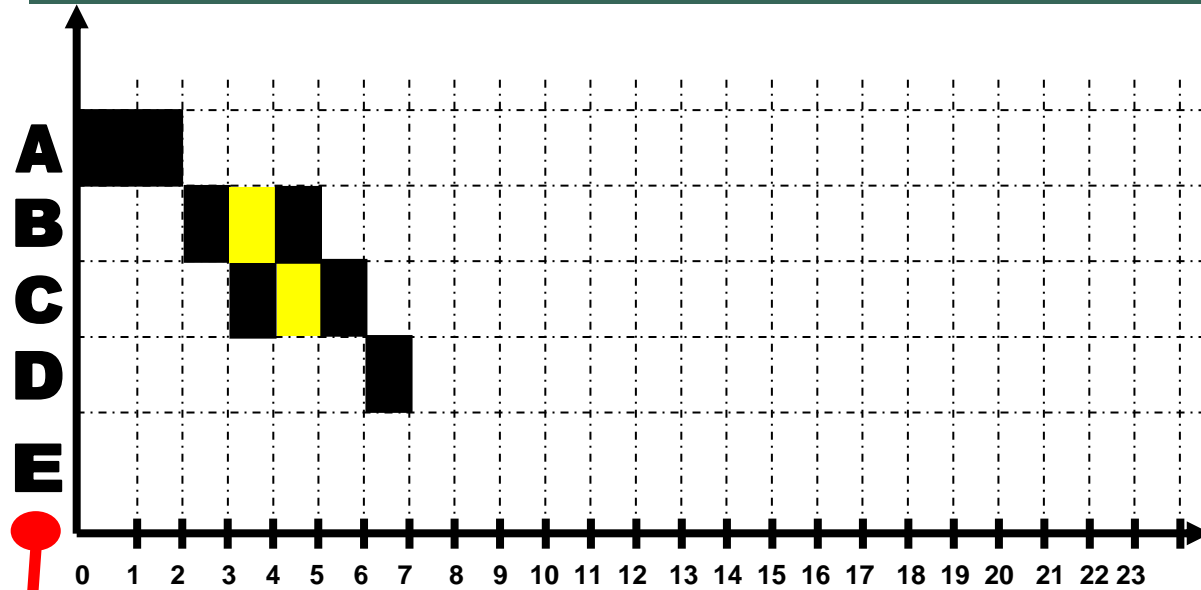
TEP B =

TEP C =

TEP D =

TEP E =

EXEMPLO CIRCULAR VIRTUAL (TIME LINE 7).



A,B,C,D,E

TURNAROUND = FINAL - CRIAÇÃO

- ♦ Tempo turnaround: **A= B=, C= , D= e E=**
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP) **A= B=, C= D= e E=**
- ♦ Tempo médio de espera (TME)
- ♦ Tempo de processamento de cada processo **A= B=, C= D= e E=**
- ♦ Tempo de processamento total do processador

Ordem (Tempo 0)	Processo	Tempo Execução	Tipo	Tempo Espera	Tempo Processador
1	A	6	CPU		
2	B	8	I/O	1	1
3	C	4	I/O CPU	1	1
4	D	2	CPU		
5	E	1	I/O	2	1

Quantum = 2

Fila Pronto:

E,A,B,C

Fila Pronto Aux:

Espera:

Execução: D

TEP = Final - criação - execução

TEP A =

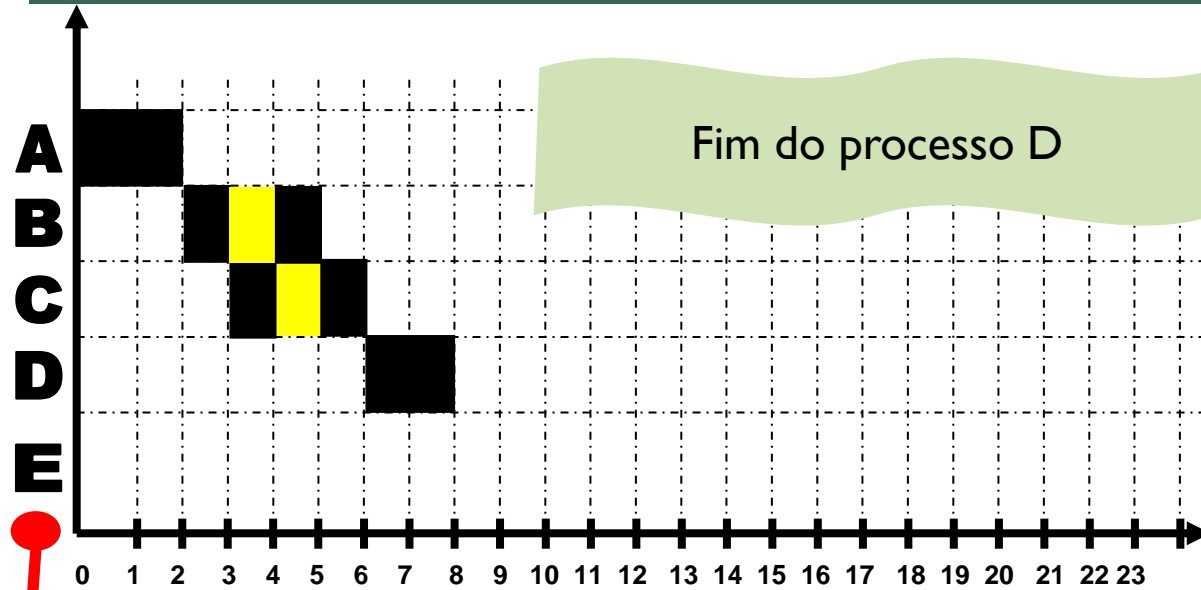
TEP B =

TEP C =

TEP D =

TEP E =

EXEMPLO CIRCULAR VIRTUAL (TIME LINE 8).



Ordem (Tempo 0)	Processo	Tempo Execução	Tipo	Tempo Espera	Tempo Processador
1	A	6	CPU		
2	B	8	I/O	1	1
3	C	4	I/O CPU	1	1
4	D	2	CPU		
5	E	1	I/O	2	1

Quantum = 2

Fila Pronto:

E,A,B,C

Fila Pronto Aux:

Espera:

Execução: D

A,B,C,D,E

TURNAROUND = FINAL - CRIAÇÃO

- Tempo turnaround: A= B=, C= , D= e E=
- Tempo médio de retorno (TMR) :
- Tempo de espera de cada processo (TEP) A= B=, C= D= e E=
- Tempo médio de espera (TME)
- Tempo de processamento de cada processo A= B=, C= D= e E=
- Tempo de processamento total do processador

TEP = Final - criação - execução

TEP A =

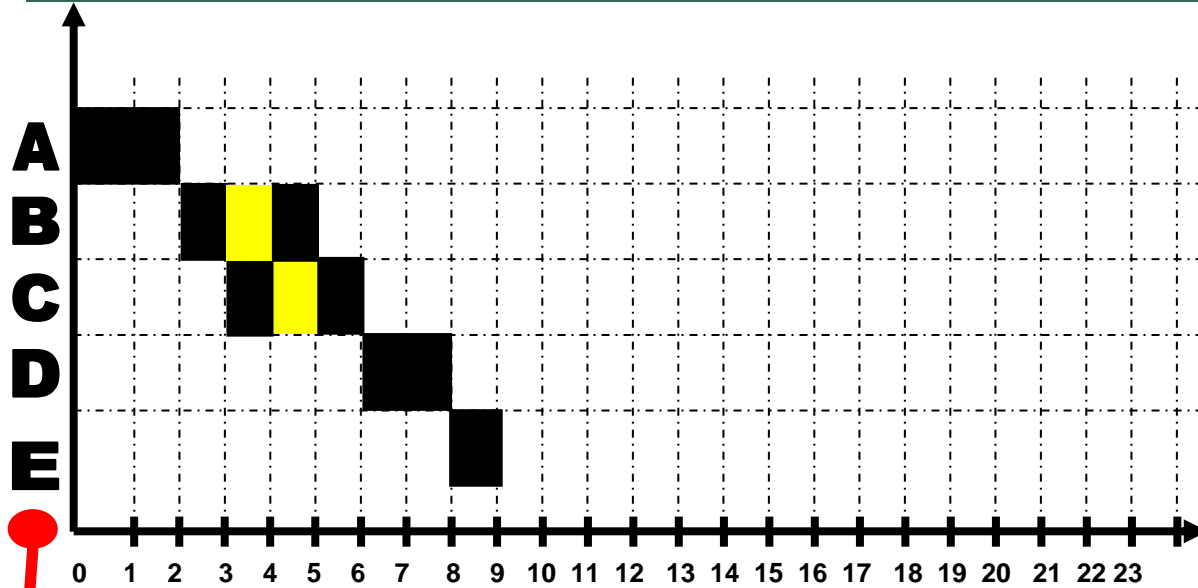
TEP B =

TEP C =

TEP D =

TEP E =

EXEMPLO CIRCULAR VIRTUAL (TIME LINE 9).



A,B,C,D,E

TURNAROUND = FINAL - CRIAÇÃO

- ♦ Tempo turnaround: **A= B=, C= , D= e E=**
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP) **A= B=, C= D= e E=**
- ♦ Tempo médio de espera (TME)
- ♦ Tempo de processamento de cada processo **A= B=, C= D= e E=**
- ♦ Tempo de processamento total do processador

Ordem (Tempo 0)	Processo	Tempo Execução	Tipo	Tempo Espera	Tempo Processador
1	A	6	CPU		
2	B	8	I/O	1	1
3	C	4	I/O CPU	1	1
4	D	2	CPU		
5	E	1	I/O	2	1

Quantum = 2

Fila Pronto:

A,B,C

Fila Pronto Aux:

Espera:

Execução: E

TEP = Final - criação - execução

TEP A =

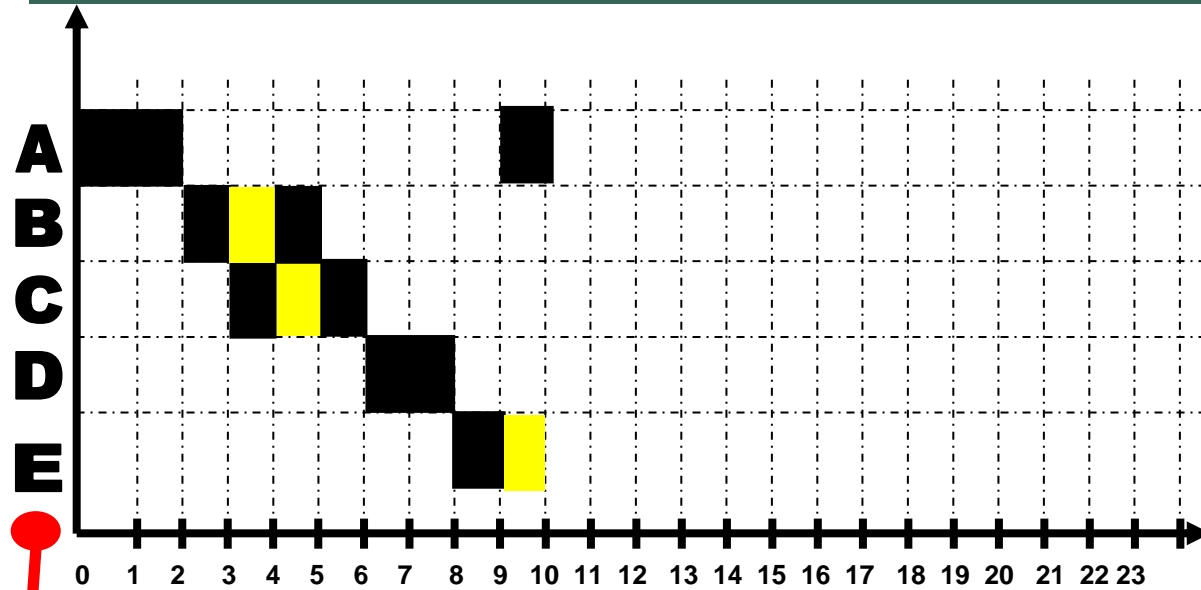
TEP B =

TEP C =

TEP D =

TEP E =

EXEMPLO CIRCULAR VIRTUAL (TIME LINE 10).



A,B,C,D,E

TURNAROUND = FINAL - CRIAÇÃO

- ♦ Tempo turnaround: $A=$ $B=$, $C=$, $D=$ e $E=$
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP) $A=$ $B=$, $C=$ $D=$ e $E=$
- ♦ Tempo médio de espera (TME)
- ♦ Tempo de processamento de cada processo $A=$ $B=$, $C=$ $D=$ e $E=$
- ♦ Tempo de processamento total do processador

Ordem (Tempo 0)	Processo	Tempo Execução	Tipo	Tempo Espera	Tempo Processador
1	A	6	CPU		
2	B	8	I/O	1	1
3	C	4	I/O CPU	1	1
4	D	2	CPU		
5	E	1	I/O	2	1

Quantum = 2

Fila Pronto:

B,C

Fila Pronto Aux:

Espera: E

Execução: A

TEP = Final - criação - execução

TEP A =

TEP B =

TEP C =

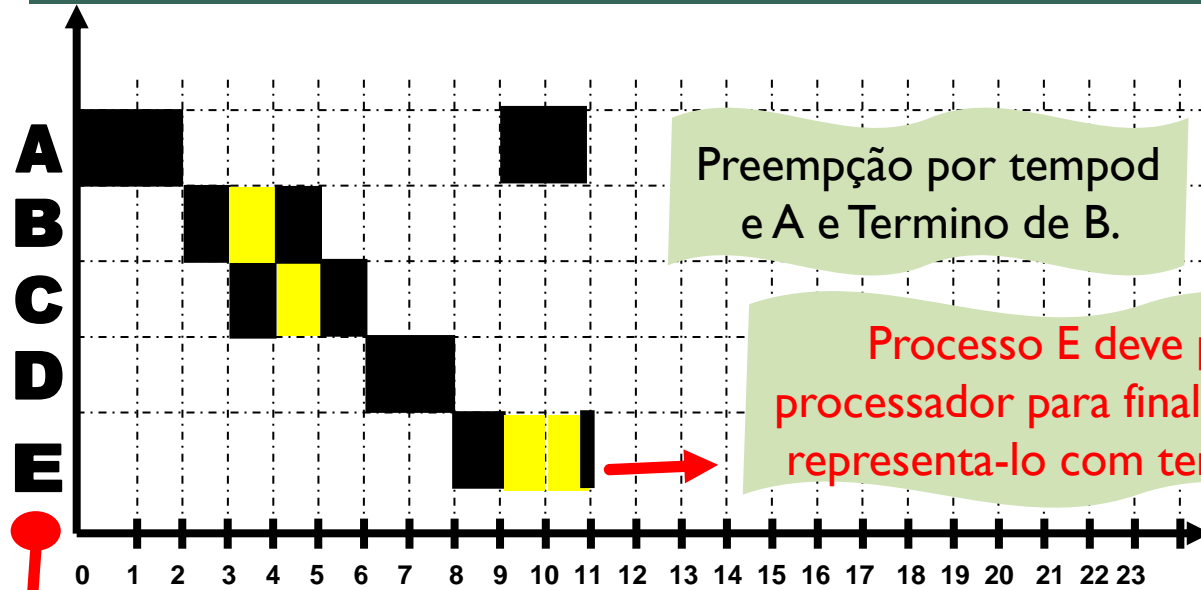
TEP D =

TEP E =

EXEMPLO CIRCULAR VIRTUAL (TIME LINE II).

Ordem (Tempo 0)	Processo	Tempo Execução	Tipo	Tempo Espera	Tempo Processador
1	A	6	CPU		
2	B	8	I/O	1	1
3	C	4	I/O CPU	1	1
4	D	2	CPU		
5	E	1	I/O	2	1

Quantum = 2



A,B,C,D,E

TURNAROUND = FINAL - CRIAÇÃO

Fila Pronto:
B,C

Fila Pronto Aux:

Espera: E
Execução: A

- ♦ Tempo turnaround: **A= B=, C= , D= e E=**
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP) **A= B=, C= D= e E=**
- ♦ Tempo médio de espera (TME)
- ♦ Tempo de processamento de cada processo **A= B=, C= D= e E=**
- ♦ Tempo de processamento total do processador

TEP = Final - criação - execução

TEP A =

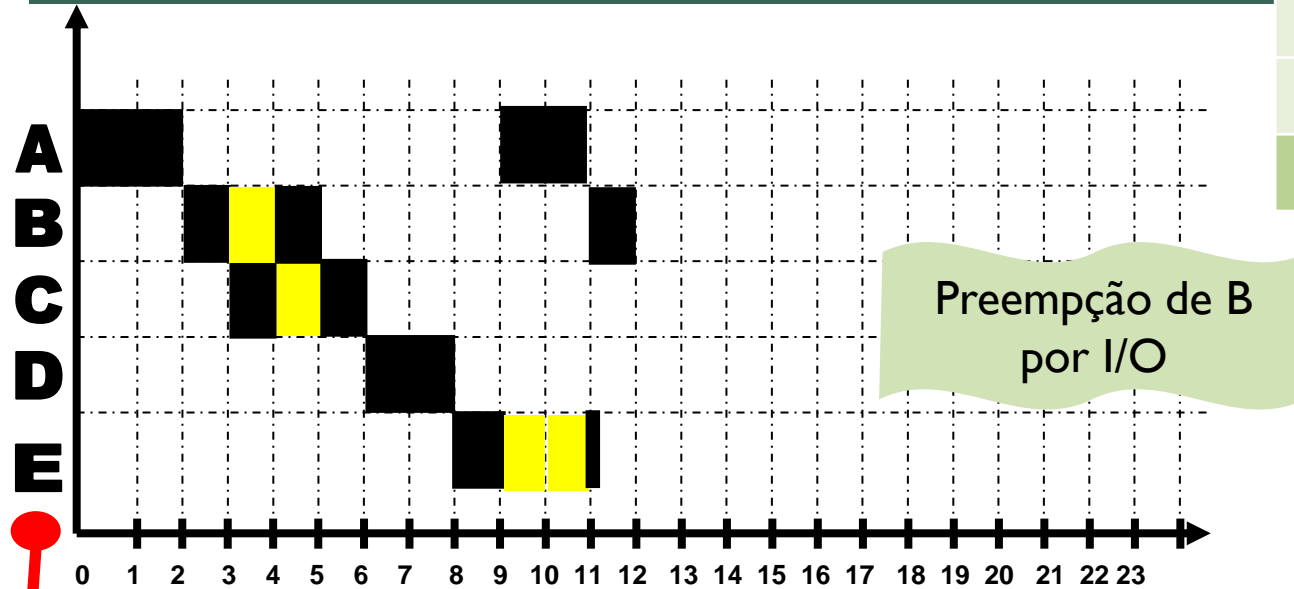
TEP B =

TEP C =

TEP D =

TEP E =

EXEMPLO CIRCULAR VIRTUAL (TIME LINE 12).



Ordem (Tempo 0)	Processo	Tempo Execução	Tipo	Tempo Espera	Tempo Processador
1	A	6	CPU		
2	B	8	I/O	1	1
3	C	4	I/O CPU	1	1
4	D	2	CPU		
5	E	1	I/O	2	1

Quantum = 2

Fila Pronto:

C,A

Fila Pronto Aux:

Espera:

Execução: B

A,B,C,D,E

TURNAROUND = FINAL - CRIAÇÃO

- ♦ Tempo turnaround: **A= B=, C= , D= e E=**
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP) **A= B=, C= D= e E=**
- ♦ Tempo médio de espera (TME)
- ♦ Tempo de processamento de cada processo **A= B=, C= D= e E=**
- ♦ Tempo de processamento total do processador

TEP = Final – criação – execução

TEP A =

TEP B =

TEP C =

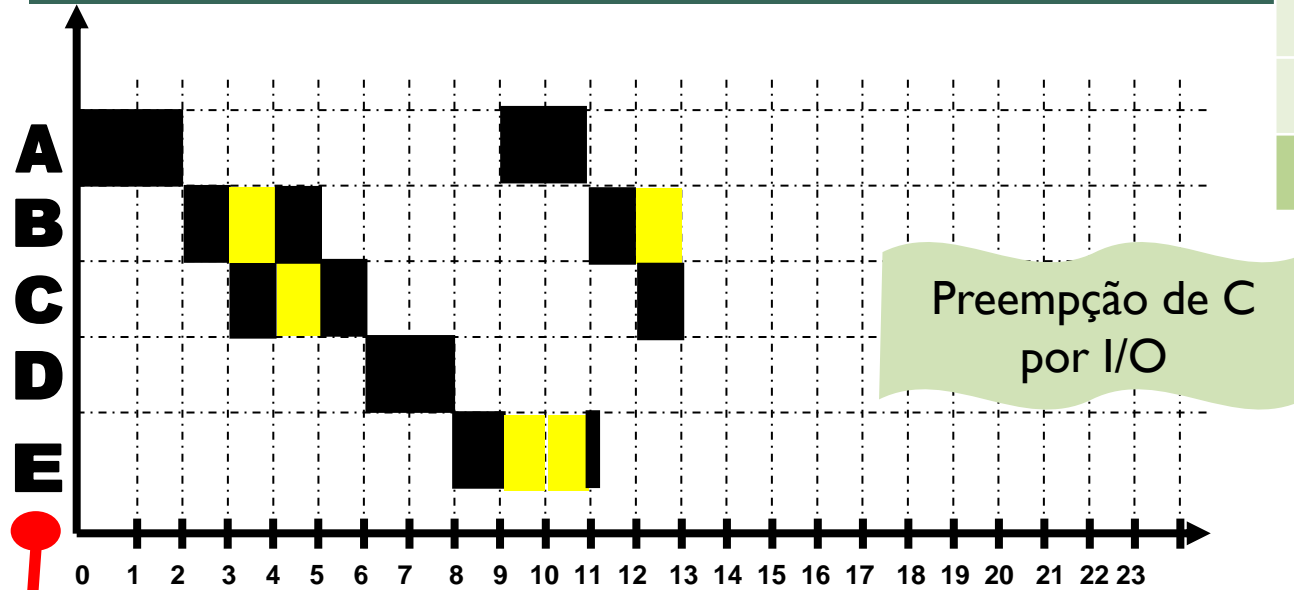
TEP D =

TEP E =

EXEMPLO CIRCULAR VIRTUAL (TIME LINE 13).

Ordem (Tempo 0)	Processo	Tempo Execução	Tipo	Tempo Espera	Tempo Processador
1	A	6	CPU		
2	B	8	I/O	1	1
3	C	4	I/O CPU	1	1
4	D	2	CPU		
5	E	1	I/O	2	1

Quantum = 2



Fila Pronto:

A

Fila Pronto Aux:

Espera: B

Execução: C

A,B,C,D,E

TURNAROUND = FINAL - CRIAÇÃO

- ♦ Tempo turnaround: **A= B=, C= , D= e E=**
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP) **A= B=, C= D= e E=**
- ♦ Tempo médio de espera (TME)
- ♦ Tempo de processamento de cada processo **A= B=, C= D= e E=**
- ♦ Tempo de processamento total do processador

TEP = Final – criação – execução

TEP A =

TEP B =

TEP C =

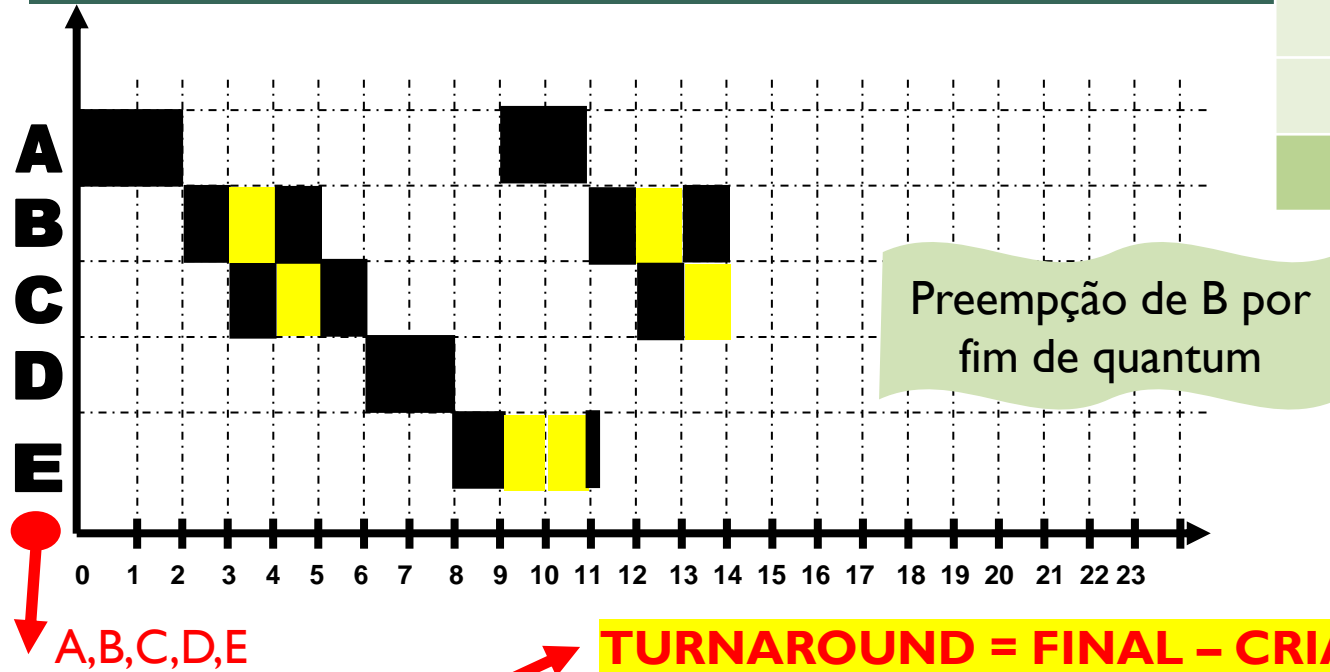
TEP D =

TEP E =

EXEMPLO CIRCULAR VIRTUAL (TIME LINE 14).

Ordem (Tempo 0)	Processo	Tempo Execução	Tipo	Tempo Espera	Tempo Processador
1	A	6	CPU		
2	B	8	I/O	1	1
3	C	4	I/O CPU	1	1
4	D	2	CPU		
5	E	1	I/O	2	1

Quantum = 2



Fila Pronto:

A

Fila Pronto Aux: B

Espera: C

Execução: B

- ♦ Tempo turnaround: **A= B=, C= , D= e E=**
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP) **A= B=, C= D= e E=**
- ♦ Tempo médio de espera (TME)
- ♦ Tempo de processamento de cada processo **A= B=, C= D= e E=**
- ♦ Tempo de processamento total do processador

TEP = Final – criação – execução

TEP A =

TEP B =

TEP C =

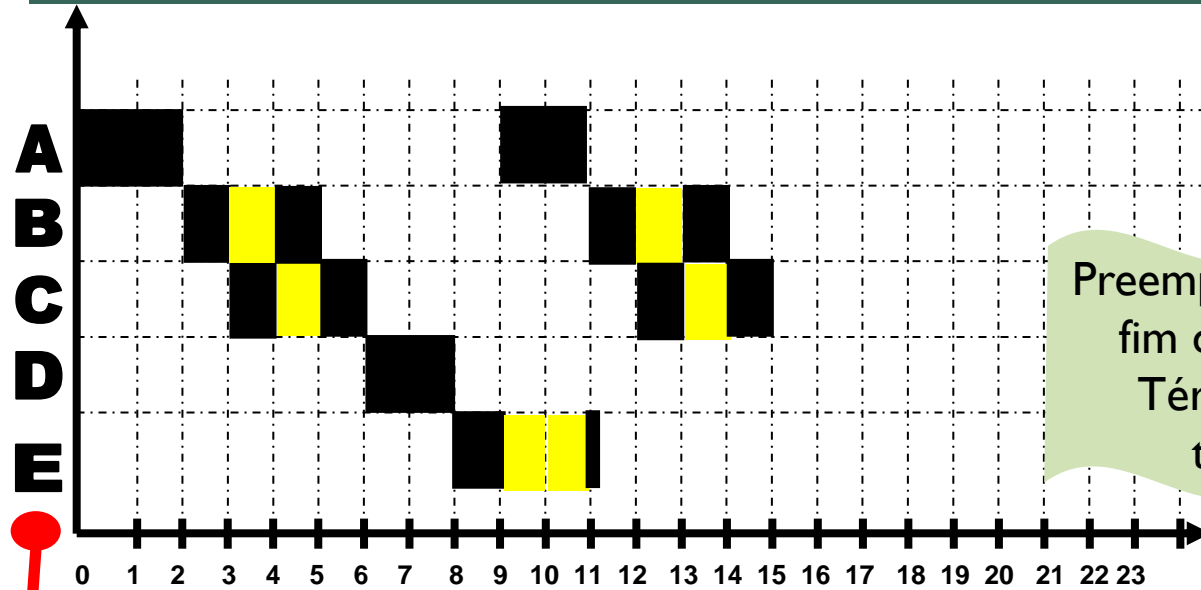
TEP D =

TEP E =

EXEMPLO CIRCULAR VIRTUAL (TIME LINE 15).

Ordem (Tempo 0)	Processo	Tempo Execução	Tipo	Tempo Espera	Tempo Processador
1	A	6	CPU		
2	B	8	I/O	1	1
3	C	4	I/O CPU	1	1
4	D	2	CPU		
5	E	1	I/O	2	1

Quantum = 2



Preempção de C por
fim de quantum.
Término de C
também.

Fila Pronto:
A,B

Fila Pronto Aux: C

Espera:
Execução: C

A,B,C,D,E

TURNAROUND = FINAL - CRIAÇÃO

- ♦ Tempo turnaround: **A= B=, C= , D= e E=**
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP) **A= B=, C= D= e E=**
- ♦ Tempo médio de espera (TME)
- ♦ Tempo de processamento de cada processo **A= B=, C= D= e E=**
- ♦ Tempo de processamento total do processador

TEP = Final – criação – execução

TEP A =

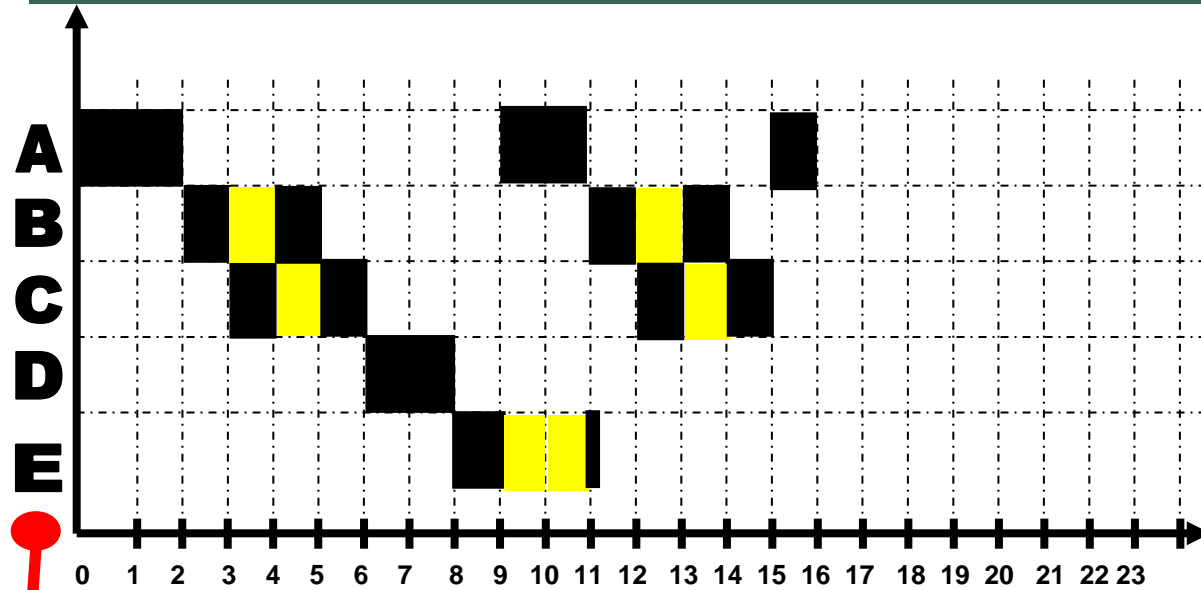
TEP B =

TEP C =

TEP D =

TEP E =

EXEMPLO CIRCULAR VIRTUAL (TIME LINE 16).



A,B,C,D,E

TURNAROUND = FINAL - CRIAÇÃO

- ♦ Tempo turnaround: **A= B=, C= , D= e E=**
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP) **A= B=, C= D= e E=**
- ♦ Tempo médio de espera (TME)
- ♦ Tempo de processamento de cada processo **A= B=, C= D= e E=**
- ♦ Tempo de processamento total do processador

Ordem (Tempo 0)	Processo	Tempo Execução	Tipo	Tempo Espera	Tempo Processador
1	A	6	CPU		
2	B	8	I/O	1	1
3	C	4	I/O CPU	1	1
4	D	2	CPU		
5	E	1	I/O	2	1

Quantum = 2

Fila Pronto:

B

Fila Pronto Aux:

Espera:

Execução:A

TEP = Final - criação - execução

TEP A =

TEP B =

TEP C =

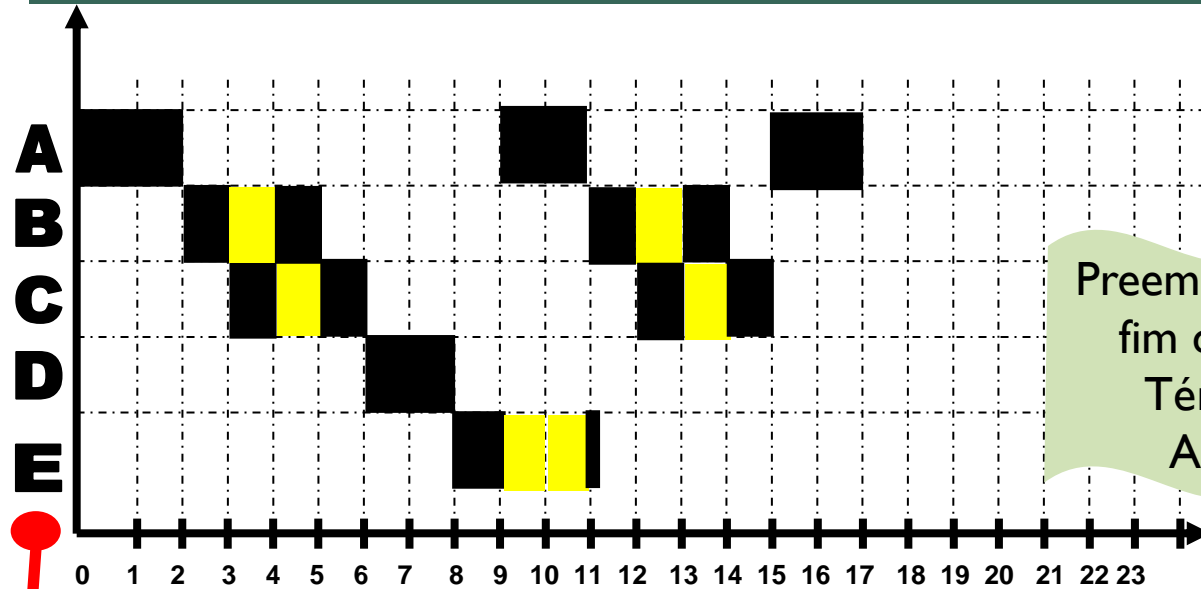
TEP D =

TEP E =

EXEMPLO CIRCULAR VIRTUAL (TIME LINE 17).

Ordem (Tempo 0)	Processo	Tempo Execução	Tipo	Tempo Espera	Tempo Processador
1	A	6	CPU		
2	B	8	I/O	1	1
3	C	4	I/O CPU	1	1
4	D	2	CPU		
5	E	1	I/O	2	1

Quantum = 2



Preempção de A por
fim de quantum.
Término de a
A também.

Fila Pronto:

B

Fila Pronto Aux:

Espera:

Execução: A

A,B,C,D,E

TURNAROUND = FINAL - CRIAÇÃO

- ♦ Tempo turnaround: **A= B=, C= , D= e E=**
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP) **A= B=, C= D= e E=**
- ♦ Tempo médio de espera (TME)
- ♦ Tempo de processamento de cada processo **A= B=, C= D= e E=**
- ♦ Tempo de processamento total do processador

TEP = Final – criação – execução

TEP A =

TEP B =

TEP C =

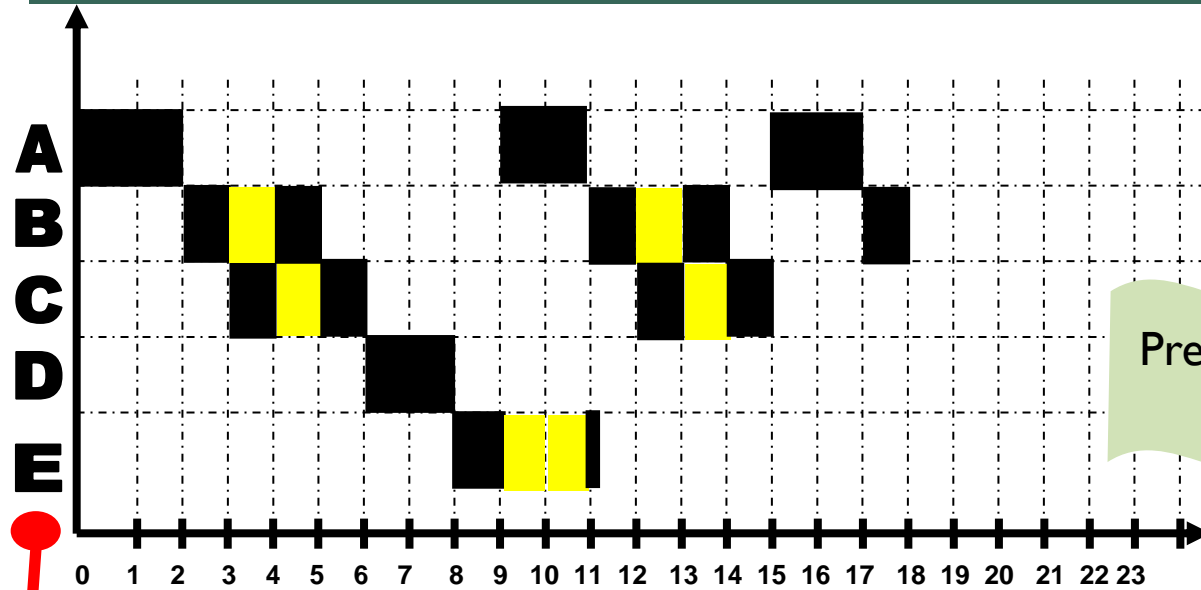
TEP D =

TEP E =

EXEMPLO CIRCULAR VIRTUAL (TIME LINE 18).

Ordem (Tempo 0)	Processo	Tempo Execução	Tipo	Tempo Espera	Tempo Processador
1	A	6	CPU		
2	B	8	I/O	1	1
3	C	4	I/O CPU	1	1
4	D	2	CPU		
5	E	1	I/O	2	1

Quantum = 2



Preempção de B
por I/O.

Fila Pronto:

Fila Pronto Aux:

Espera:

Execução: B

A,B,C,D,E

TURNAROUND = FINAL - CRIAÇÃO

- ♦ Tempo turnaround: A= B=, C= , D= e E=
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP) A= B=, C= D= e E=
- ♦ Tempo médio de espera (TME)
- ♦ Tempo de processamento de cada processo A= B=, C= D= e E=
- ♦ Tempo de processamento total do processador

TEP = Final – criação – execução

TEP A =

TEP B =

TEP C =

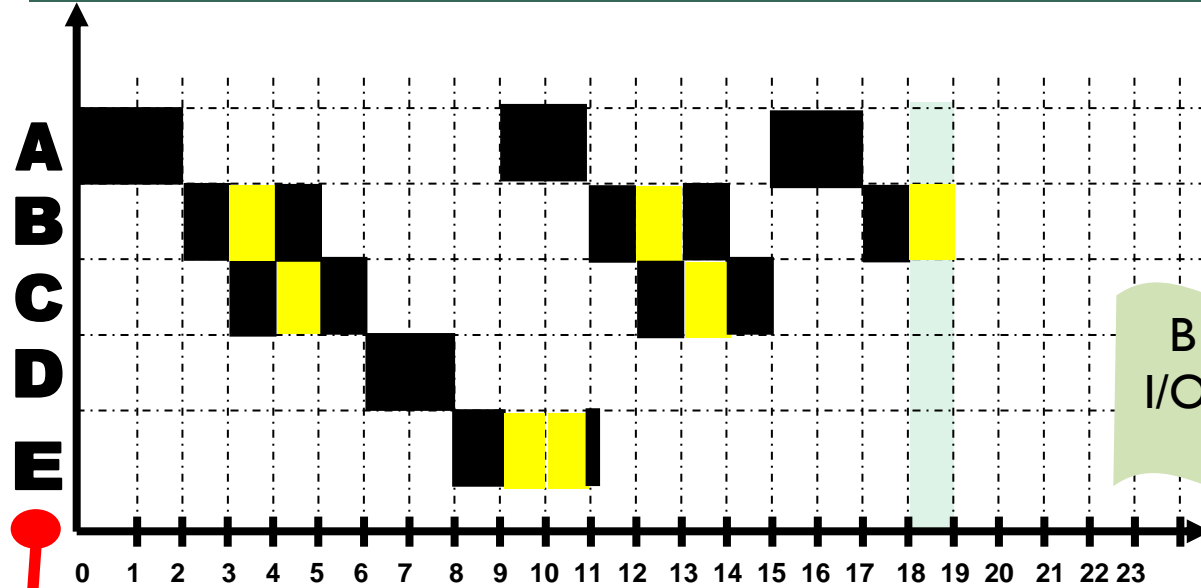
TEP D =

TEP E =

EXEMPLO CIRCULAR VIRTUAL (TIME LINE 19).

Ordem (Tempo 0)	Processo	Tempo Execução	Tipo	Tempo Espera	Tempo Processador
1	A	6	CPU		
2	B	8	I/O	1	1
3	C	4	I/O CPU	1	1
4	D	2	CPU		
5	E	1	I/O	2	1

Quantum = 2



B Aguardando
I/O. Processador
ocioso.

Fila Pronto:

Fila Pronto Aux:

Espera: B

Execução:

TURNAROUND = FINAL - CRIAÇÃO

TEP = Final – criação – execução

TEP A =

TEP B =

TEP C =

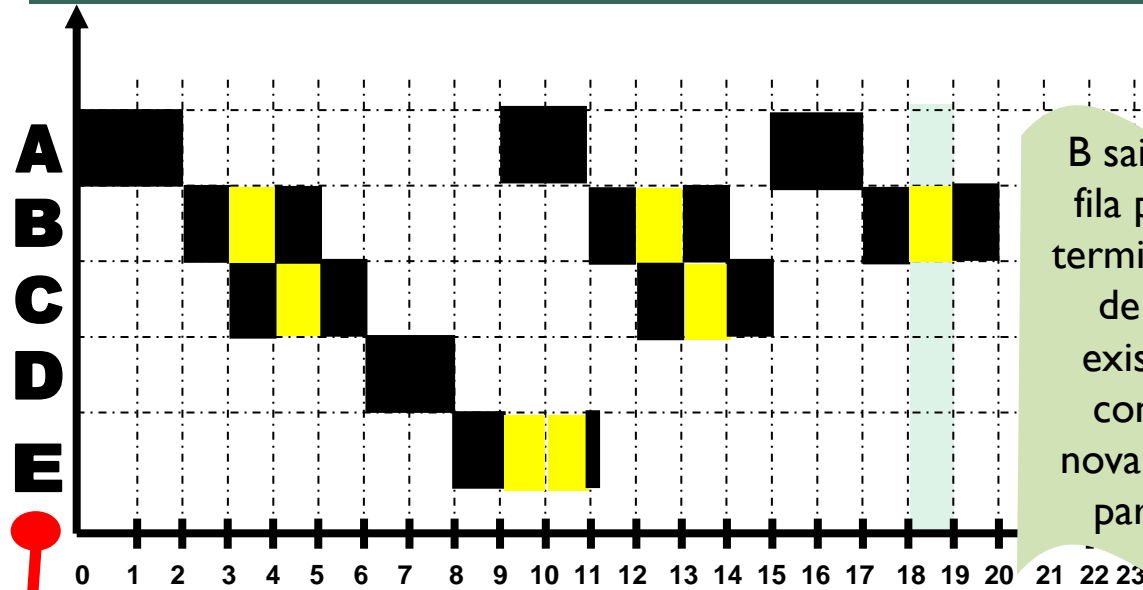
TEP D =

TEP E =

- ♦ Tempo turnaround: **A= B=, C= , D= e E=**
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP) **A= B=, C= D= e E=**
- ♦ Tempo médio de espera (TME)
- ♦ Tempo de processamento de cada processo **A= B=, C= D= e E=**
- ♦ Tempo de processamento total do processador

EXEMPLO CIRCULAR VIRTUAL (TIME LINE 20).

Ordem (Tempo 0)	Processo	Tempo Execução	Tipo	Tempo Espera	Tempo Processador
1	A	6	CPU		
2	B	8	I/O	1	1
3	C	4	I/O CPU	1	1
4	D	2	CPU		
5	E	1	I/O	2	1



B sai de espera e vai para fila pront aux. Depois de terminar quantum volta fila de pronto. Como não existem mais processos concorrente ele ganha novamente o processador para um novo ciclo de quantum.

Quantum = 2

Fila Pronto:

Fila Pronto Aux: B

Espera:
Execução: B

TURNAROUND = FINAL - CRIAÇÃO

- ♦ Tempo turnaround: **A= B=, C= , D= e E=**
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP) **A= B=, C= D= e E=**
- ♦ Tempo médio de espera (TME)
- ♦ Tempo de processamento de cada processo **A= B=, C= D= e E=**
- ♦ Tempo de processamento total do processador

TEP = Final – criação – execução

TEP A =

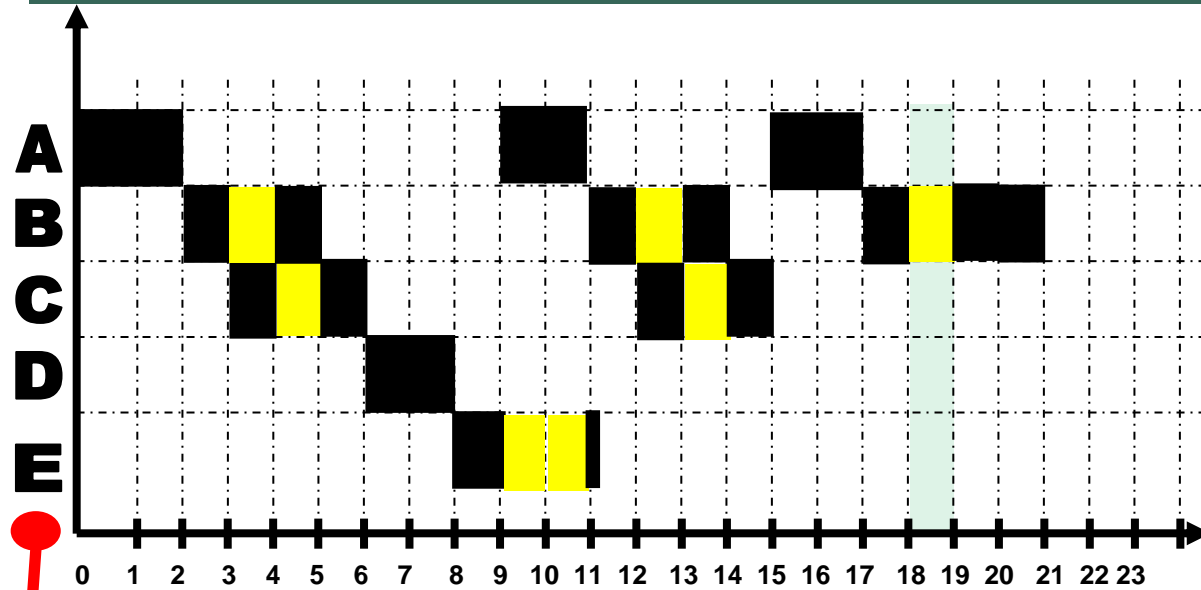
TEP B =

TEP C =

TEP D =

TEP E =

EXEMPLO CIRCULAR VIRTUAL (TIME LINE 21).



A,B,C,D,E

TURNAROUND = FINAL - CRIAÇÃO

- ♦ Tempo turnaround: $A = B =, C =, D =$ e $E =$
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP) $A = B =, C = D =$ e $E =$
- ♦ Tempo médio de espera (TME)
- ♦ Tempo de processamento de cada processo $A = B =, C = D =$ e $E =$
- ♦ Tempo de processamento total do processador

Ordem (Tempo 0)	Processo	Tempo Execução	Tipo	Tempo Espera	Tempo Processador
1	A	6	CPU		
2	B	8	I/O	1	1
3	C	4	I/O CPU	1	1
4	D	2	CPU		
5	E	1	I/O	2	1

Quantum = 2

Fila Pronto: B

Fila Pronto Aux:

Espera:
Execução: B

TEP = Final - criação - execução

TEP A =

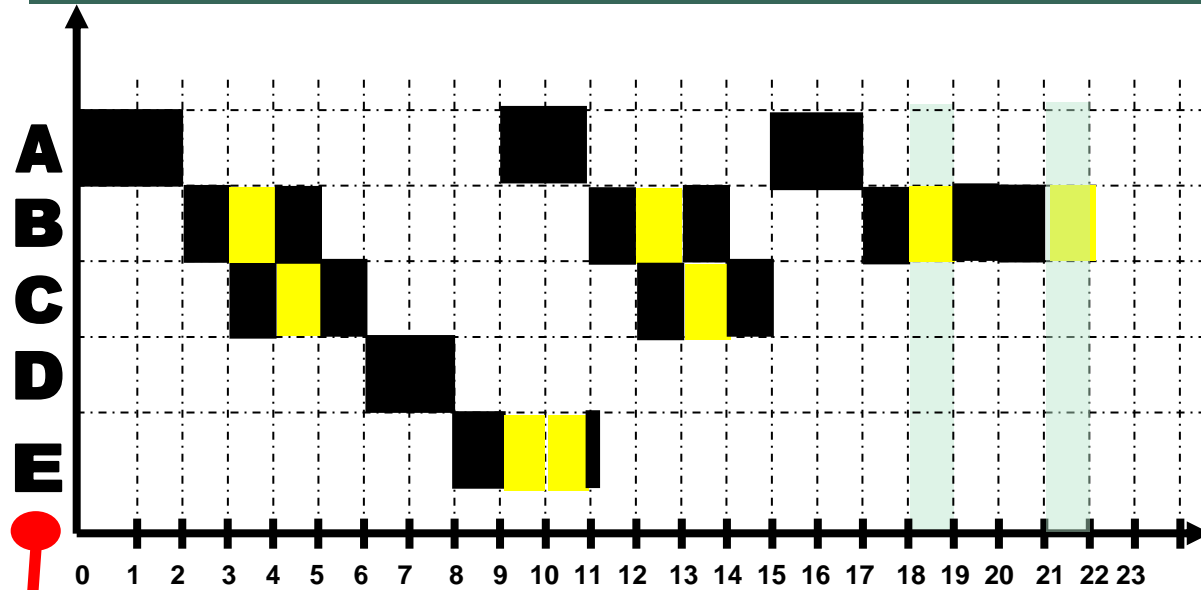
TEP B =

TEP C =

TEP D =

TEP E =

EXEMPLO CIRCULAR VIRTUAL (TIME LINE 22).



A,B,C,D,E

TURNAROUND = FINAL - CRIAÇÃO

- ♦ Tempo turnaround: **A= B=, C= , D= e E=**
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP) **A= B=, C= D= e E=**
- ♦ Tempo médio de espera (TME)
- ♦ Tempo de processamento de cada processo **A= B=, C= D= e E=**
- ♦ Tempo de processamento total do processador

Ordem (Tempo 0)	Processo	Tempo Execução	Tipo	Tempo Espera	Tempo Processador
1	A	6	CPU		
2	B	8	I/O	1	1
3	C	4	I/O CPU	1	1
4	D	2	CPU		
5	E	1	I/O	2	1
Quantum = 2					

Fila Pronto:

Fila Pronto Aux: B

Espera: B

Execução:

TEP = Final - criação - execução

TEP A =

TEP B =

TEP C =

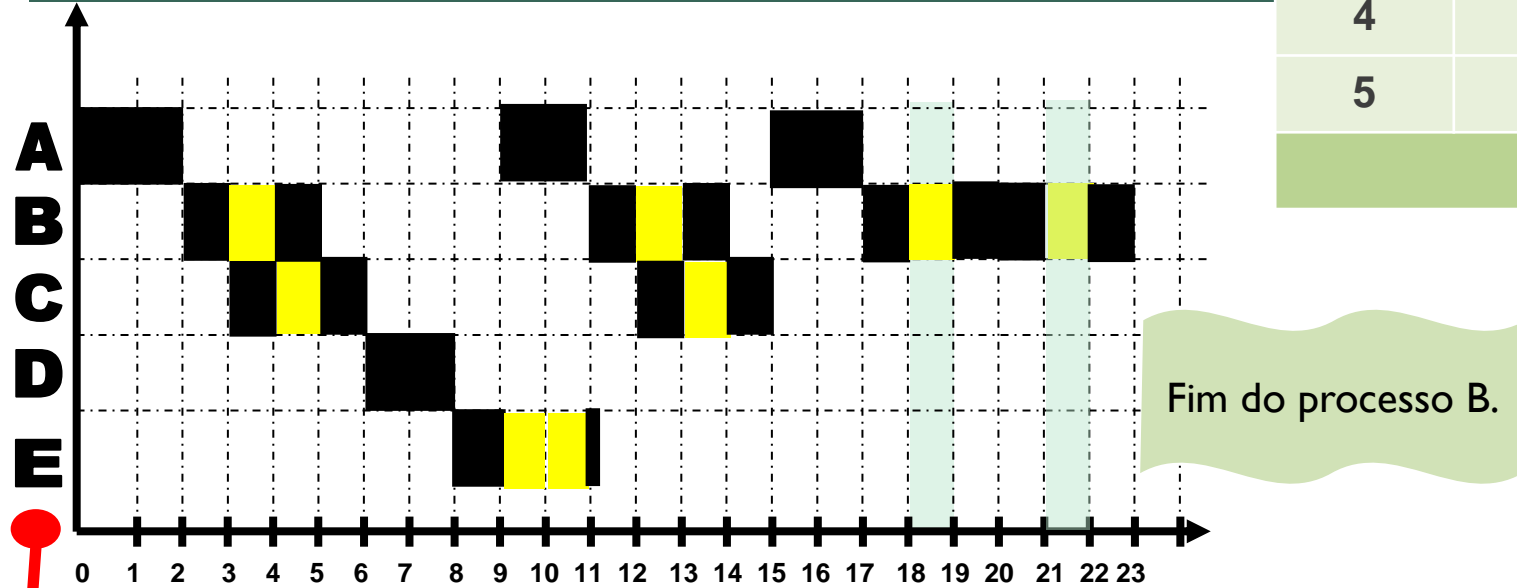
TEP D =

TEP E =

EXEMPLO CIRCULAR VIRTUAL (TIME LINE 23).

Ordem (Tempo 0)	Processo	Tempo Execução	Tipo	Tempo Espera	Tempo Processador
1	A	6	CPU		
2	B	8	I/O	1	1
3	C	4	I/O CPU	1	1
4	D	2	CPU		
5	E	1	I/O	2	1

Quantum = 2



Fila Pronto:

Fila Pronto Aux: B

Espera:

Execução: B

A,B,C,D,E

TURNAROUND = FINAL - CRIAÇÃO

- ♦ Tempo turnaround: A= B=, C= , D= e E=
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) :
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP) A= B=, C= D= e E=
- ♦ Tempo médio de espera (TME)
- ♦ Tempo de processamento de cada processo A= B=, C= D= e E=
- ♦ Tempo de processamento total do processador

TEP = Final – criação – execução

TEP A =

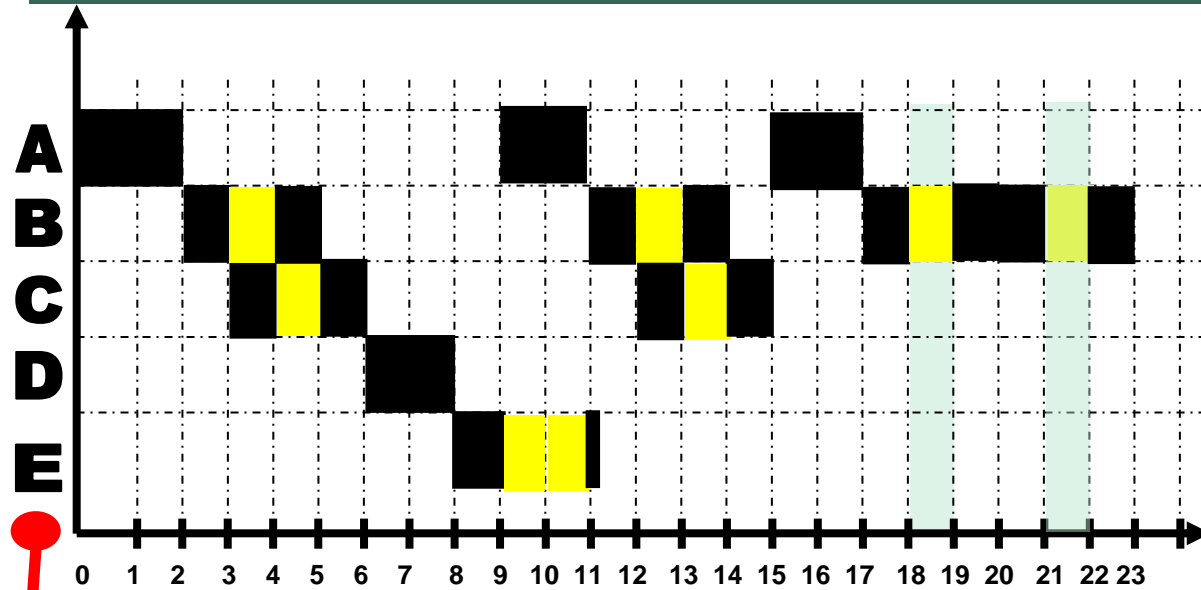
TEP B =

TEP C =

TEP D =

TEP E =

EXEMPLO CIRCULAR VIRTUAL .



A,B,C,D,E

TURNAROUND = FINAL - CRIAÇÃO

- ♦ Tempo turnaround: **A=17 B=23, C=15, D=8 e E=11**
- ♦ Tempo médio de retorno (TMR) : **$74/5 = 14,8$**
- ♦ Tempo de espera de cada processo (TEP) **A=11 B=15, C=11 D=6 e E= 10**
- ♦ Tempo médio de espera (TME): **$53/5 = 10,6$**
- ♦ Tempo de processamento de cada processo **A=6 B=8, C=4 D=2 e E=1**
- ♦ Tempo de processamento total do processador **23**

Ordem (Tempo 0)	Processo	Tempo Execução	Tipo	Tempo Espera	Tempo Processador
1	A	6	CPU		
2	B	8	I/O	1	1
3	C	4	I/O CPU	1	1
4	D	2	CPU		
5	E	1	I/O	2	1
Quantum = 2					

TEP = Final – criação – execução

$$\text{TEP A} = 17 - 0 - 6 = 11$$

$$\text{TEP B} = 23 - 0 - 8 = 15$$

$$\text{TEP C} = 15 - 0 - 4 = 11$$

$$\text{TEP D} = 8 - 0 - 2 = 6$$

$$\text{TEP E} = 11 - 0 - 1 = 10$$

EXERCÍCIOS.

- Representar os algoritmos de escalonamento Circular por prioridade os processos da tabela:

Ordem (tempo 0)	Processo	Tempo Execução	Prioridade
1	P1	6	4
2	P2	8	5
3	P3	4	2
4	P4	2	1
5	P5	1	3
Quantum =2			

Tempo de Criação	Processo	Tempo Execução	Prioridade
3	P1	6	4
0	P2	8	5
7	P3	4	2
1	P4	2	1
0	P5	1	3
Quantum =2			

EXERCÍCIOS.

- Representar os algoritmos de escalonamento por loteria os processos da tabela:

Tempo de Criação	Processo	Tempo Execução	Prioridade	Qtd Bilhetes	ID Bilhetes
3	P1	6	4	4	1,2,10,11
0	P2	8	5	2	3,9
7	P3	4	2	1	8,12
1	P4	2	1	3	4,5,7
0	P5	1	3	1	6
Prêmio: 2 u.t de utilização de CPU.					

EXERCÍCIOS.

- Representar o algoritmo de escalonamento circular virtual os processos da tabela:

Ordem (Tempo 0)	Processo	Tempo Execução	Tipo	Tempo na Espera	Tempo executando
1	P1	4	CPU		
2	P2	2	I/O	1	1
3	P3	8	CPU		
4	P4	2	I/O	2	1
5	P5	4	I/O	2	2
6	P6	6	CPU		
Quantum = 2					

ALGORITMO...

E:\-- Files\Faculdade Santa Lucia Sistemas Operacionais Engenharia\003

```
1 - Inserir
2 - Mostrar
3 - FIFO
4 - Sair
```

Escolha sua opcao: 1

Entre com o nome do processo:

```
1 - Inserir
2 - Mostrar
3 - FIFO
4 - Sair
```

Escolha sua opcao: 2

```
-----
Nome do processo: a
Tempo de processamento: 6
```

```
-----
Nome do processo: b
Tempo de processamento: 1
```

```
-----
Nome do processo: c
Tempo de processamento: 4
-----
```

```
1 - Inserir
2 - Mostrar
3 - FIFO
4 - Sair
```

Escolha sua opcao: 3

```
Processo: a
Tempo de Espera: 0
Tempo de Resposta: 6
```

```
Processo: b
Tempo de Espera: 6
Tempo de Resposta: 7
```

```
Processo: c
Tempo de Espera: 7
Tempo de Resposta: 11
Espera: 13.000000
Resposta: 24.000000
```

```
Tempo medio espera (tme): 4.333333
Tempo medio retorno (tmr): 8.000000
```

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.

- TANEMBAUM, Andrew S. Sistemas Operacionais Modernos. 2º Ed. Pearson, 2005.
- MACHADO, Francis Berenger; MAIA, Luiz Paulo. Arquitetura de Sistemas Operacionais. 4º Edição, LTC, 1996.