

Sistemas Operacionais

Josuel Pinheiro Barros Junior
Thiago Augusto Pereira Amaral

Escalonamento de Processos



Conceitos básicos

Definição de processo, ciclo de vida, concorrência.



O que é escalonamento de processos?

definição escalonamento de processos, importância do escalonamento, mudança de contexto.



Tipos de escalonamento

escalonamento preemptivo e não preemptivo.

Escalonamento de Processos



Critérios do escalonador

utilização do processador, throughput, tempo de processador, tempo de espera, tempo de turnaround, tempo de resposta.



Sistemas por Lote

Conceito e exemplos.



Sistemas interativos

Conceito e exemplos.

Escalonamento de Processos



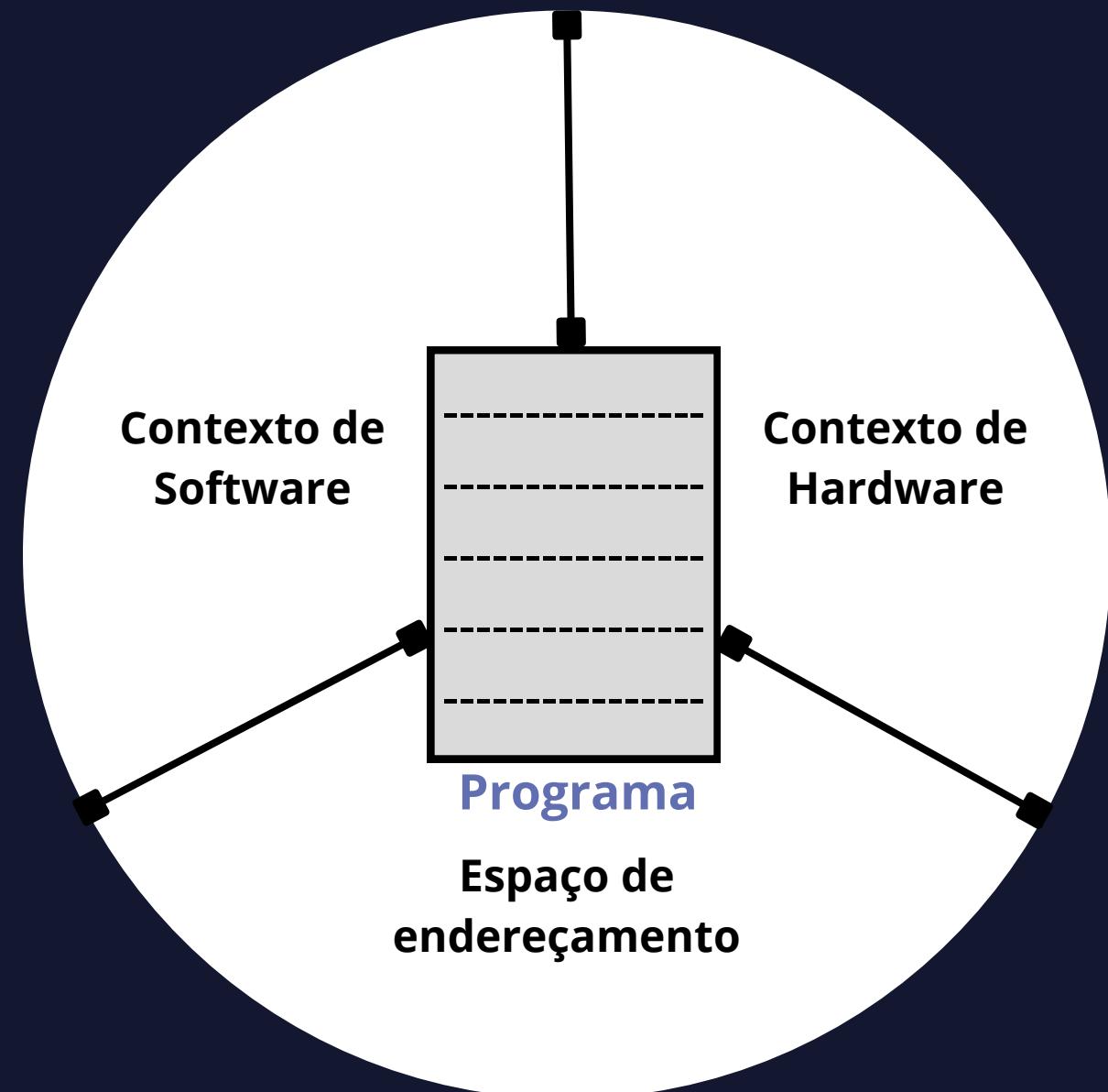
Sistema de tempo real

Conceito e exemplos.

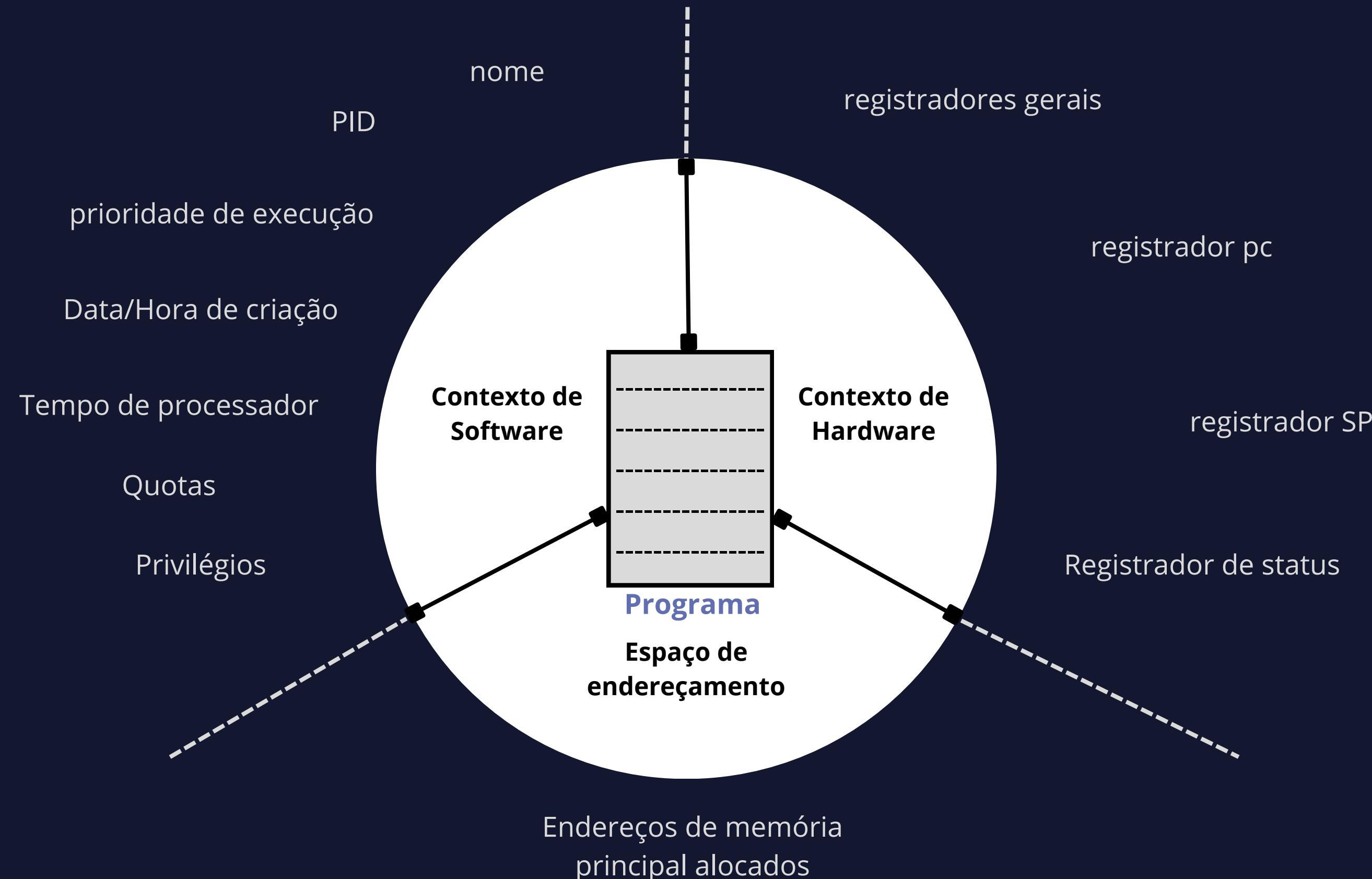
O que é um Processo?

- “Um processo é basicamente um programa em execução. Associado a cada processo está o espaço de endereçamento, registradores, uma lista de arquivos abertos, alarmes pendentes, listas de processos relacionados e todas as demais informações necessárias para executar um programa.Um processo é na essência um contêiner que armazena todas as informações necessárias para executar um programa”
- Referência: TANENBAUM, A. S.; BOS, H. Sistemas Operacionais Modernos. 4^a Edição. Editora Pearson, 2016.

O que é um Processo?



O que é um Processo?



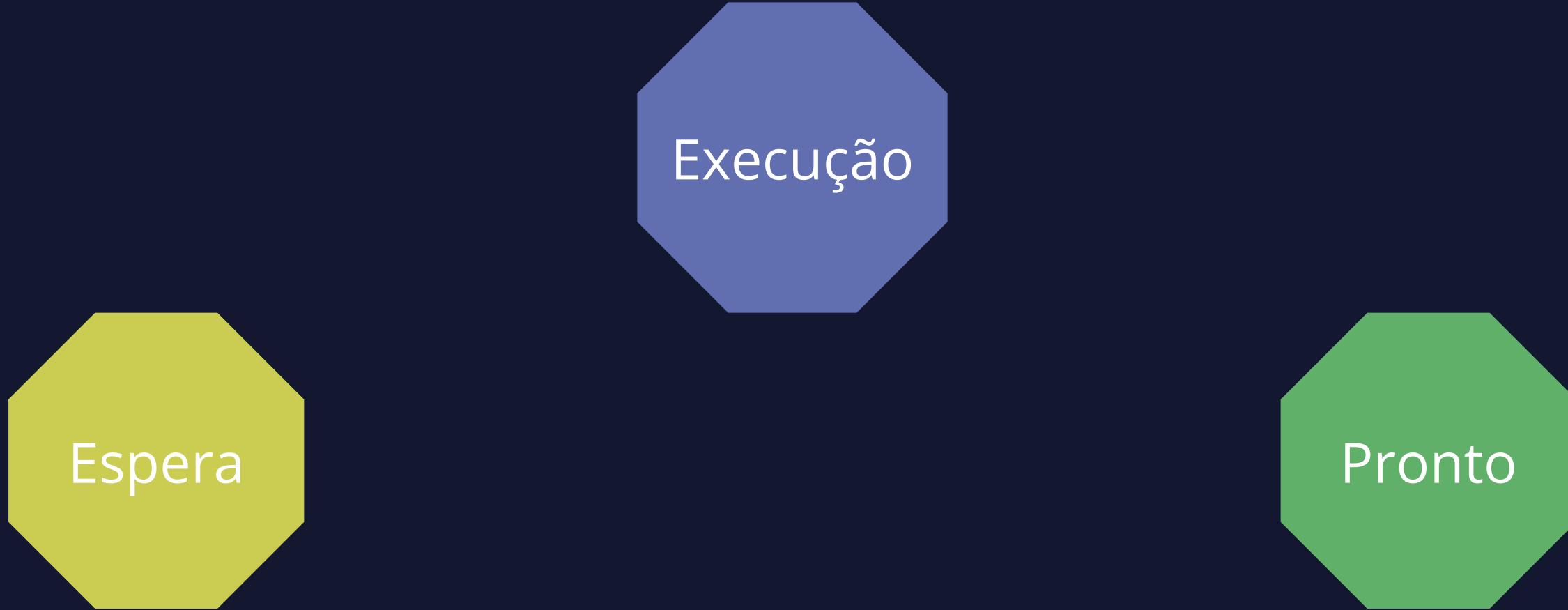
Ciclo de vida de um processo

- O ciclo de vida de um processo é uma sequência de estados pelos quais um processo passa desde o momento de sua criação até o término de sua execução. Ele descreve as fases de transição de um processo durante sua vida útil

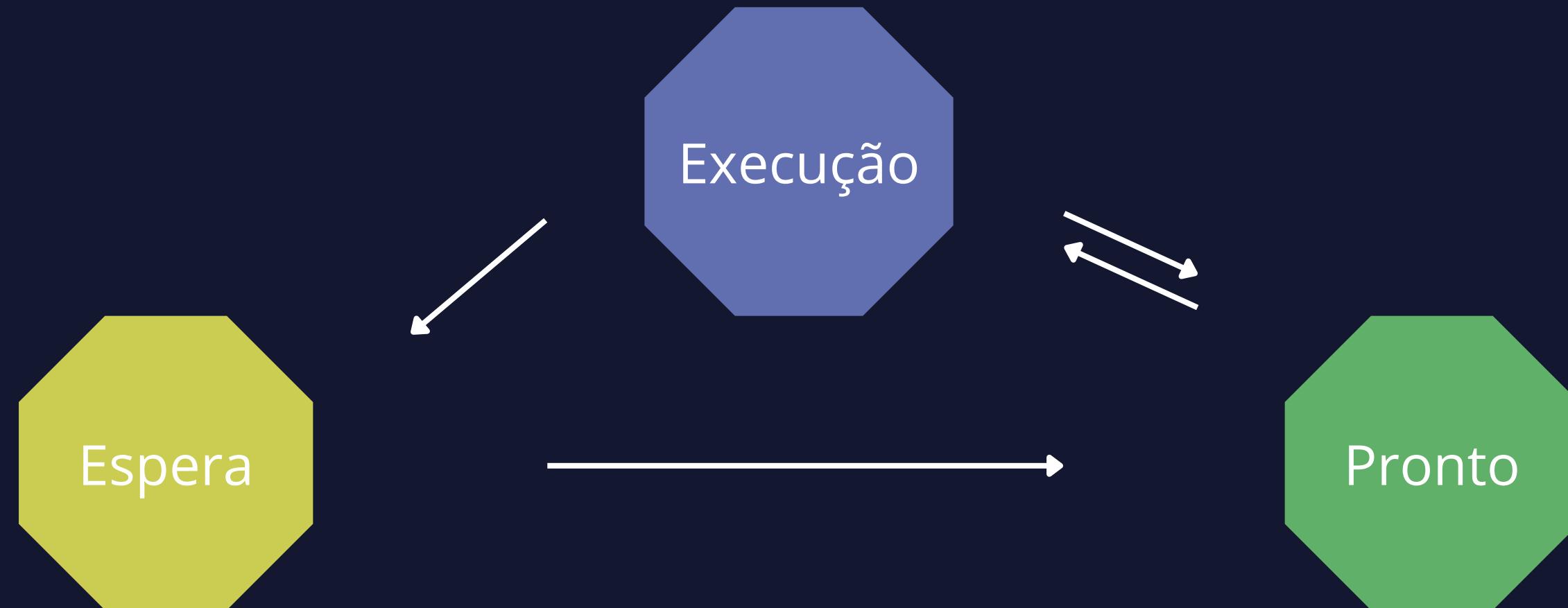
Ciclo de vida de um processo

- O ciclo de vida de um processo é uma sequência de estados pelos quais um processo passa desde o momento de sua criação até o término de sua execução. Ele descreve as fases de transição de um processo durante sua vida útil
- As fases são:
 1. **Novo**: O processo está sendo criado.
 2. **Em execução**: Instruções estão sendo executadas.
 3. **Em espera**: O processo está esperando por algum evento para ocorrer
 4. **Pronto**: O processo está esperando para ser atribuído a um processador
 5. **Terminado**: O processo concluiu a execução

Ciclo de vida de um processo



Ciclo de vida de um processo



Concorrência de processos

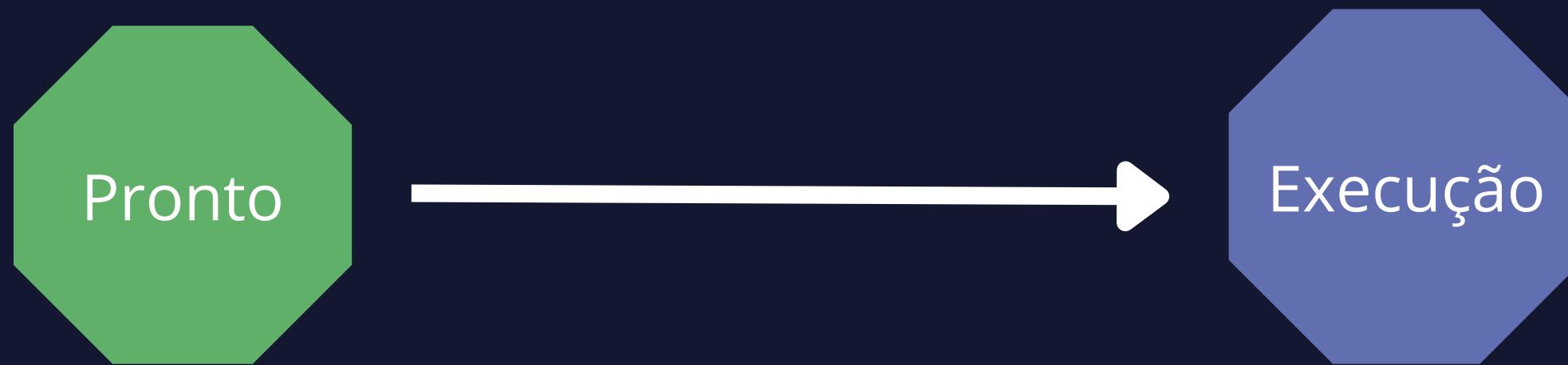
- A concorrência em sistemas operacionais é a capacidade do processador de executar mais de uma instrução ao mesmo tempo
- Isso permite que várias aplicações sejam executadas simultaneamente de forma concorrente.
- Para que isso funcione, a CPU precisa retomar a execução do programa no mesmo estado em que o deixou.



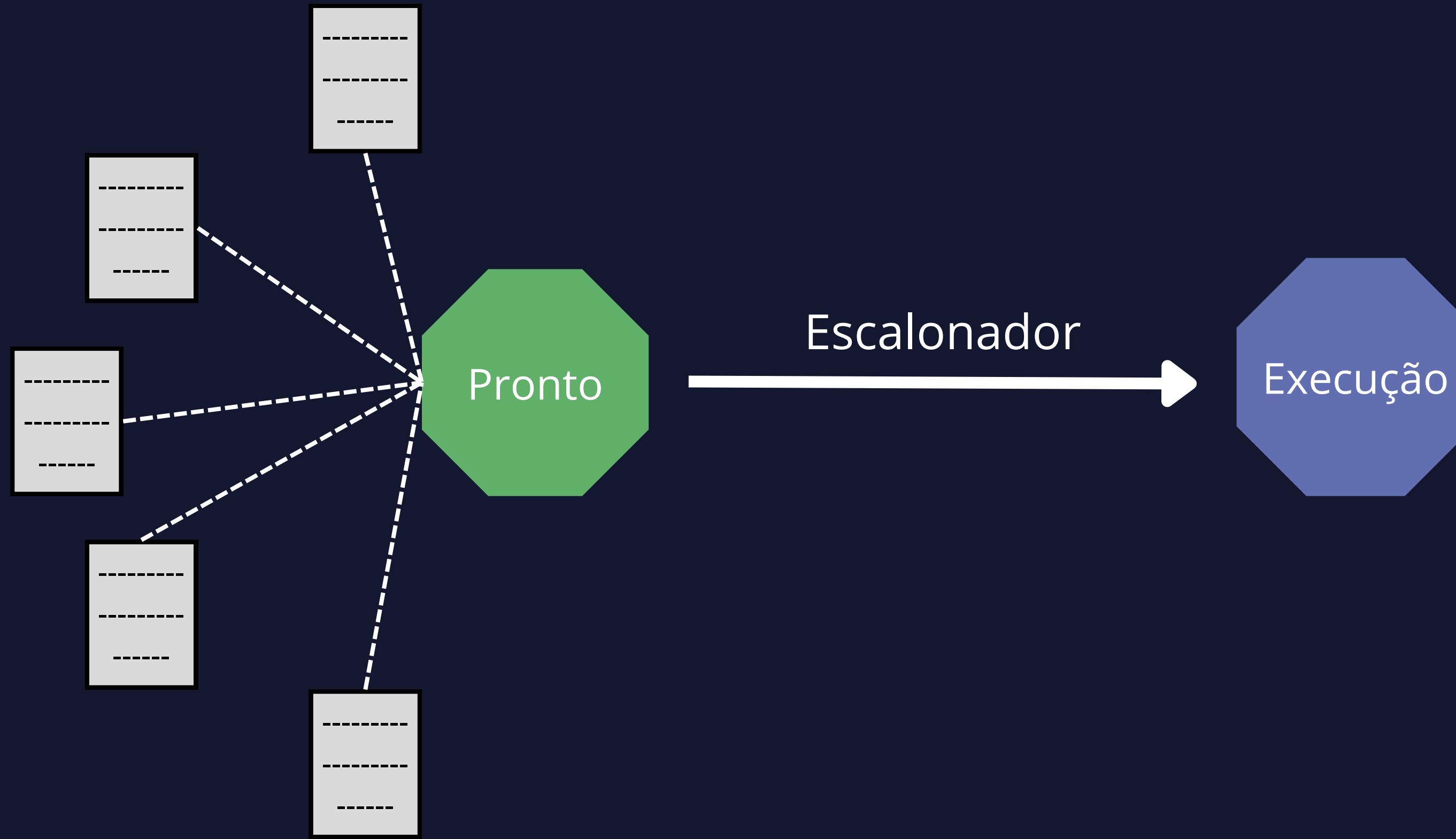
Escalonamento de processos

- É o processo do sistema operacional que é responsável por gerenciar a execução de múltiplos processos concorrentes
- **Escalonador:** Ele é responsável por decidir qual processo será executado pela CPU em um determinado momento.
- Realizado pelo **Escalonador** e o **Dispatcher**
- Existem diferentes tipos de escalonadores, cada um com suas próprias políticas e algoritmos para determinar a ordem de execução dos processos

Escalonamento de processos



Escalonamento de processos



Importância do escalonamento de processos

- Sem o escalonamento adequado, um único processo poderia monopolizar o processador indefinidamente, impedindo que outros processos fossem executados e tornando o sistema inutilizável
- Além disso, o escalonamento de processos é essencial para garantir que todos os processos recebam um tempo justo de CPU e que o processador seja utilizado de maneira eficiente
- Ele também ajuda a evitar que o processador fique ocioso, escolhendo o processo que tem mais prioridade e menos tempo e colocando-o na memória principal





tempo: indefinido

tempo: X



tempo: X

tempo: X

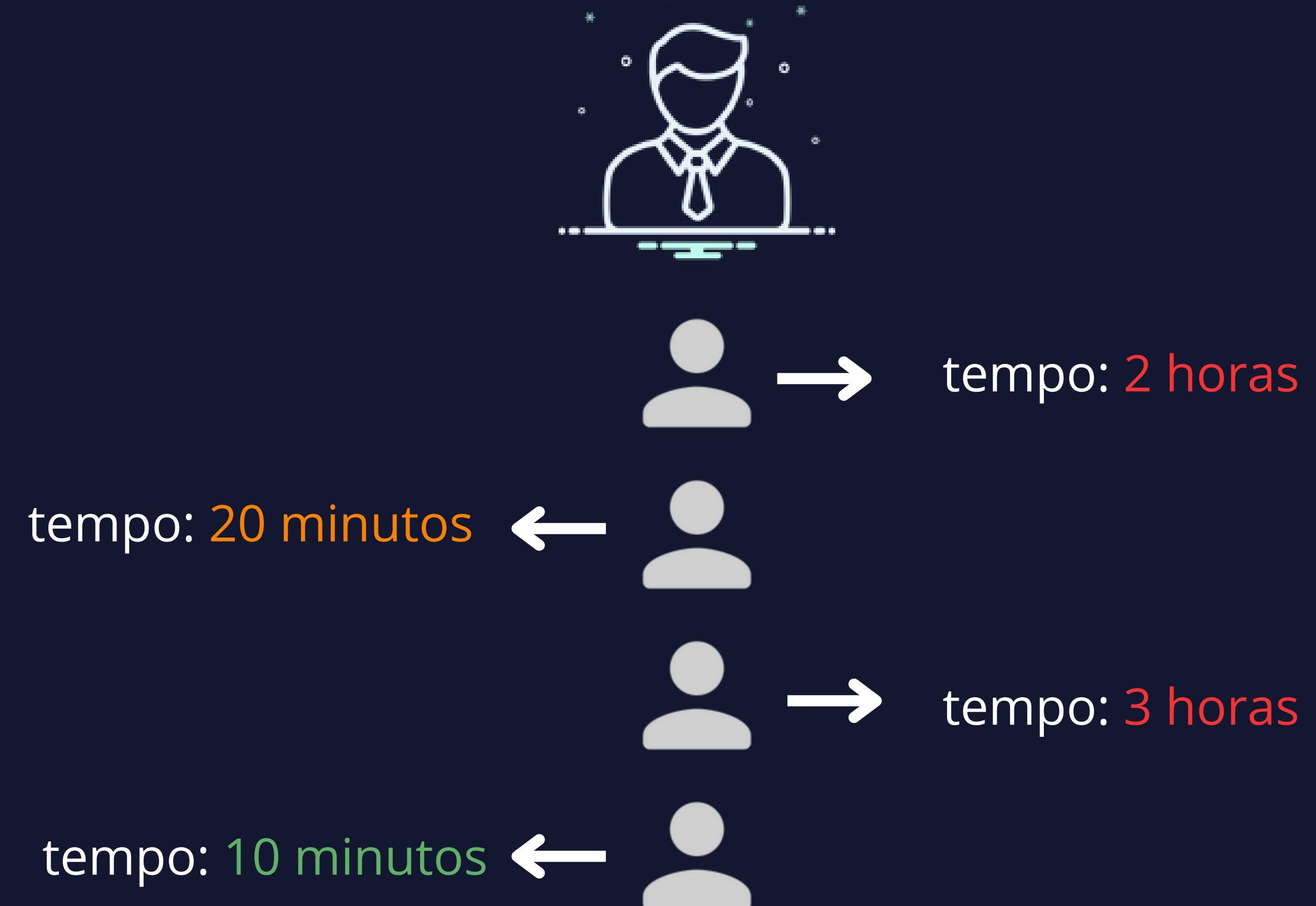




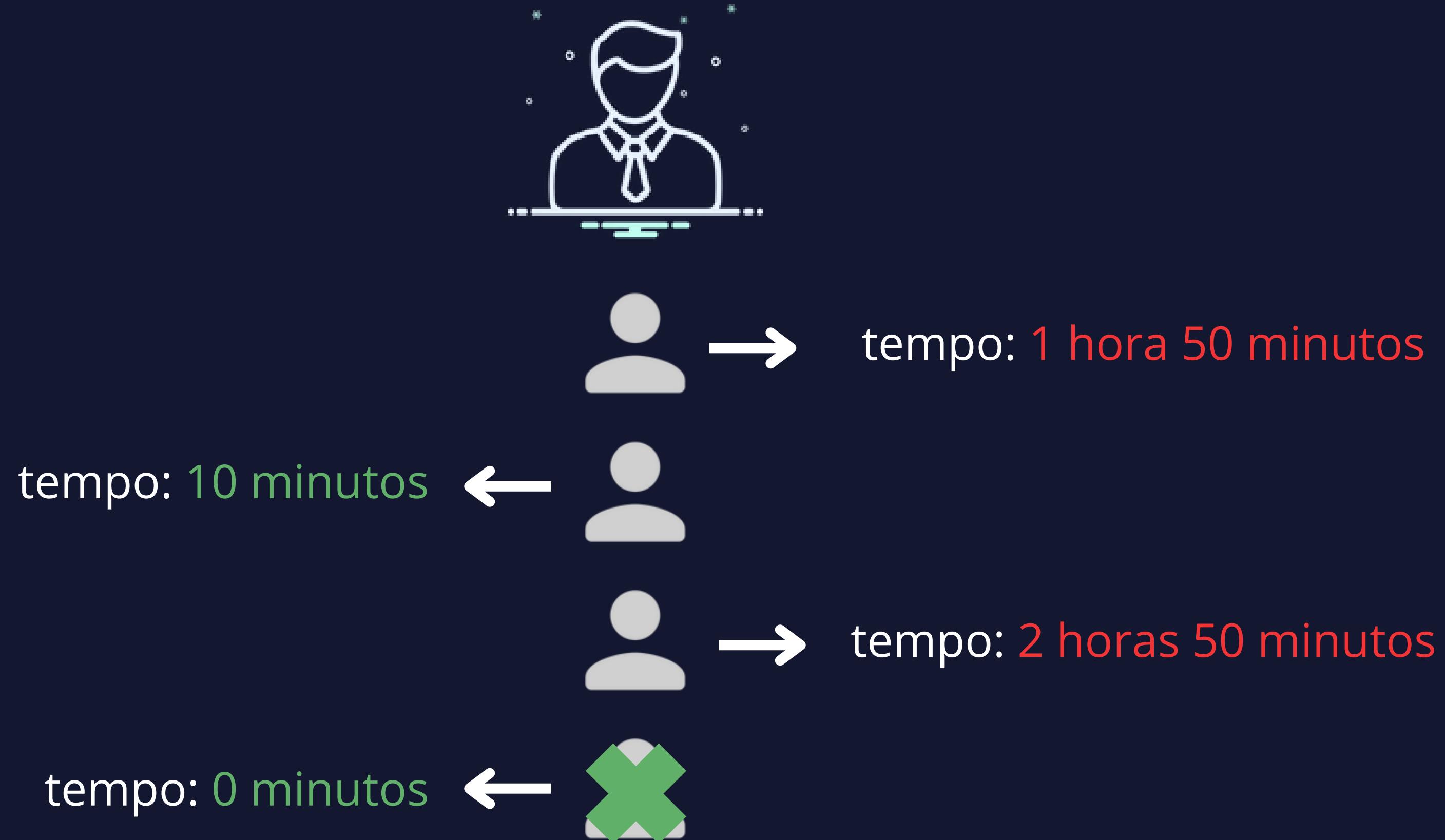
Mudança de Contexto

- O escalonamento é feito pelo **Escalonador** e o **Dispatcher**
- **Escalonador:** Ele é responsável por decidir qual processo será executado pela CPU em um determinado momento.
- **Dispatcher:** É o módulo que vai efetivamente realizar a troca de contexto. Ele é responsável por salvar o contexto do processo que está saindo da CPU e restaurar o contexto do processo que está entrando na CPU
- Em resumo: o escalonador **decide o processo**, o dispatcher **implementa a decisão**

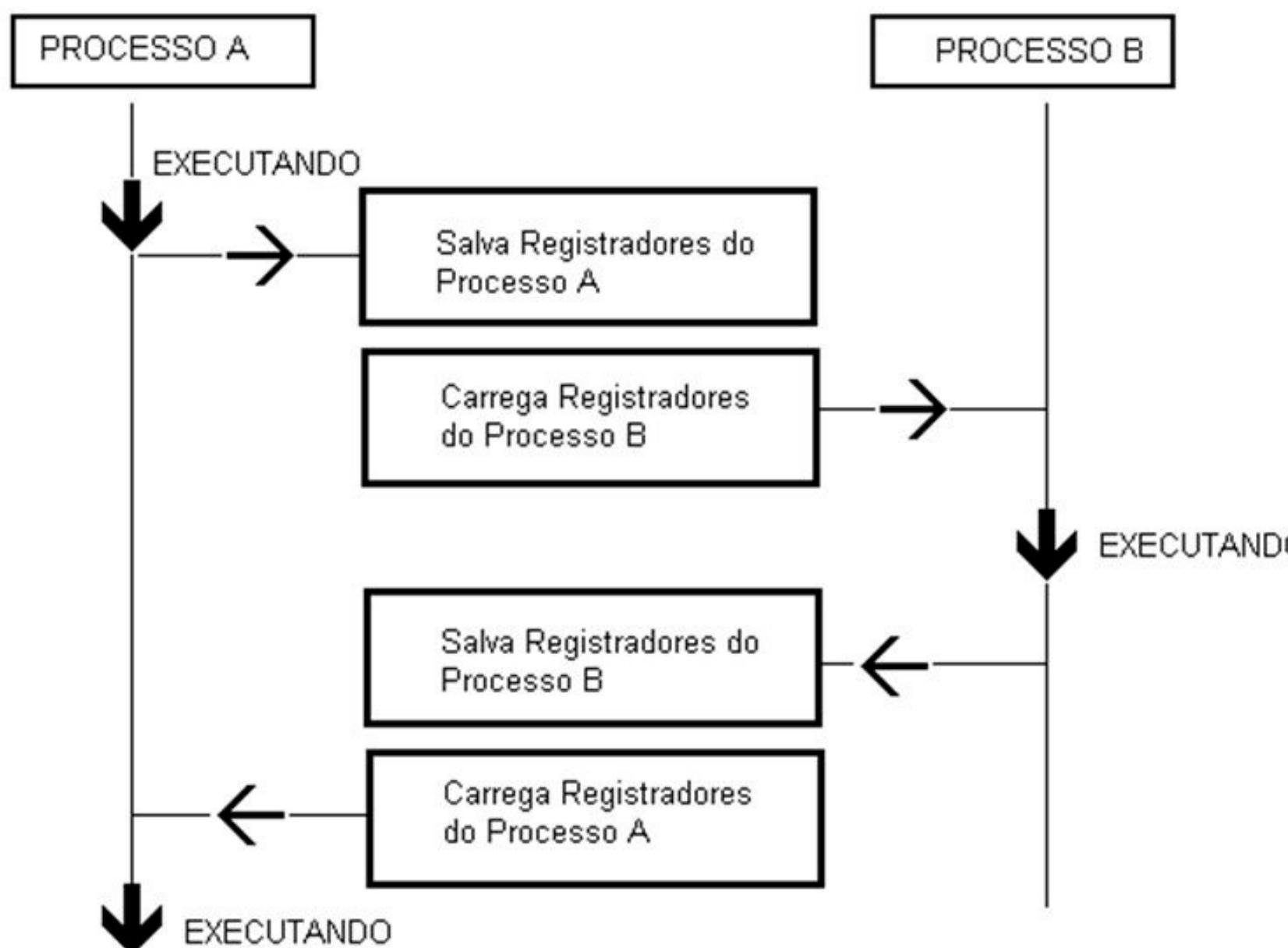
Escalonamento por tempo: 10 minutos



Escalonamento por tempo: 10 minutos

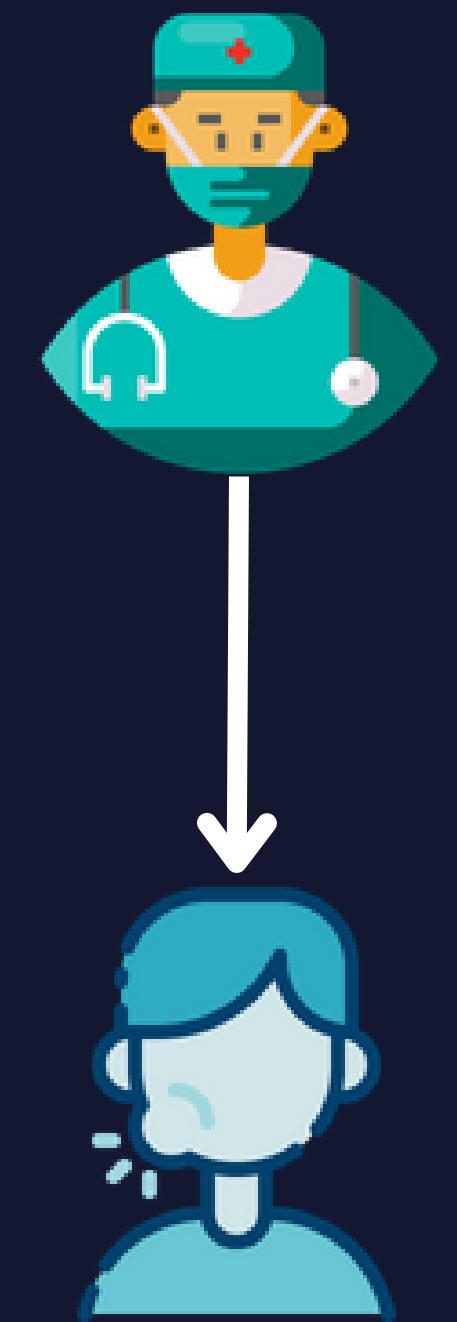


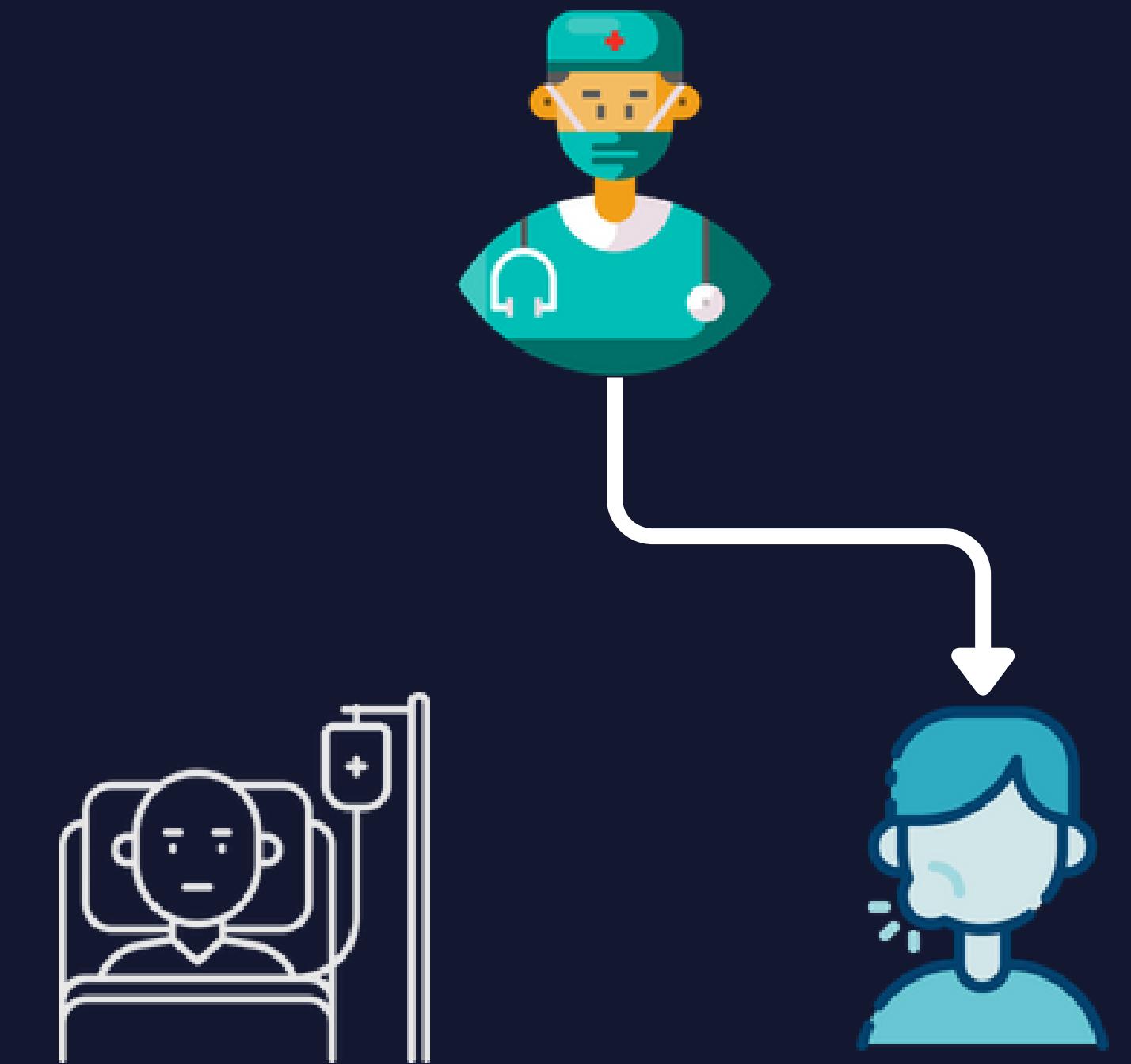
CONTEXTO DE HARDWARE DO PROCESSO - MUDANÇA DE CONTEXTO

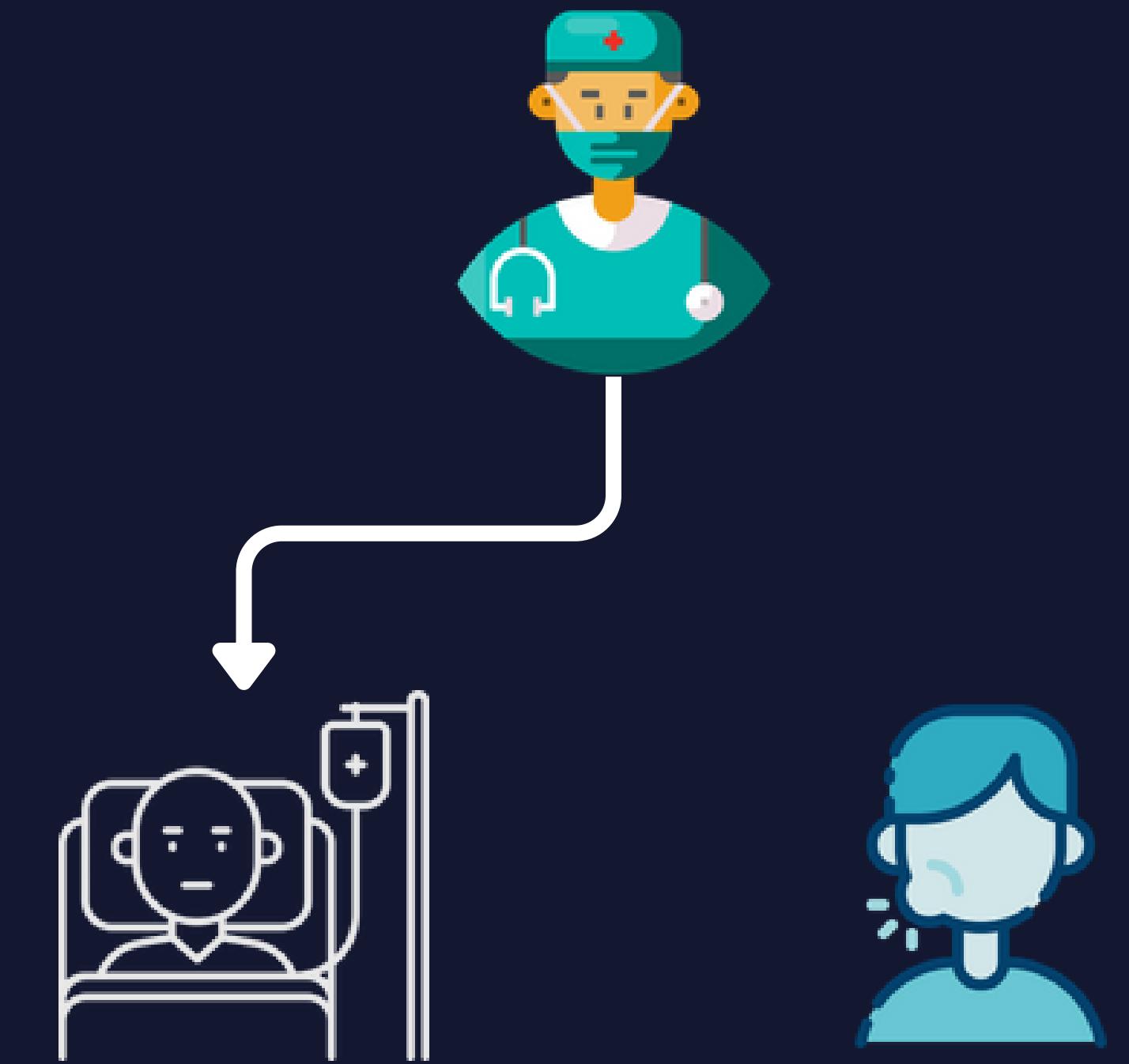


Tipos de escalonamento

- O escalonamento em sistemas operacionais pode ser classificado em duas categorias principais: **preemptivo** e **não preemptivo**.
- No escalonamento **não-preemptivo**, uma vez que um processo começa a executar, ele continua até terminar ou ser interrompido por uma operação de E/S.
- No escalonamento **preemptivo**, o sistema operacional pode interromper o processo em execução para retirá-lo da CPU e dar lugar a outro.







Critérios do escalonador

- Os critérios do escalonador em sistemas operacionais são fundamentais para determinar a ordem e o tempo que cada processo terá para executar na CPU
- Alguns deles:

Critérios do escalonador

- Os critérios do escalonador em sistemas operacionais são fundamentais para determinar a ordem e o tempo que cada processo terá para executar na CPU
- Alguns deles:
 - 1.Utilização de processador.
 - 2.Throughput.
 - 3.Tempo de processador.
 - 4.Tempo de espera.
 - 5.Tempo de turnaround.
 - 6.Tempo de resposta.

Critérios do escalonador

Utilização do processador

- A utilização do processador se refere à eficiência com que o sistema operacional usa o processador.
- O objetivo é maximizar a utilização do processador, mantendo-o o mais ocupado possível.

Critérios do escalonador

Throughput

- Se refere ao número de processos que são completados em um determinado intervalo de tempo.
- O objetivo é maximizar o throughput, ou seja, terminar o maior número de tarefas possível.

Critérios do escalonador

Tempo de processador

- O critério de “Tempo de Processador” em sistemas operacionais se refere ao tempo que um processo passa na CPU.
- O objetivo é minimizar o tempo de processador para cada processo, a fim de permitir que mais processos sejam executados em um determinado período de tempo.

Critérios do escalonador

Tempo de espera

- Se refere à quantidade de tempo que um processo passa na fila de pronto, esperando para ser executado.
- O objetivo é minimizar o tempo de espera para cada processo, a fim de melhorar a eficiência e a justiça do sistema.

Critérios do escalonador

Tempo de turnaround

- É o tempo total que um processo leva desde a sua criação até o seu término.
- Isso inclui o tempo que o processo passa na fila de prontos, o tempo que passa executando na CPU e o tempo que passa esperando por uma operação de E/S.

Critérios do escalonador

Tempo de resposta

- É o tempo que decorre desde a submissão de uma requisição até a produção da primeira resposta.
- Este critério é especialmente relevante em sistemas onde a interação do usuário é crítica, como sistemas de tempo real ou sistemas operacionais de desktop.

Sistemas Batch

- Também conhecidos como sistemas de processamento em lote, são um tipo de aplicação que processa uma grande quantidade de dados durante a sua execução.
- Existem vários algoritmos de escalonamento que são usados em sistemas batch, incluindo:

Sistemas Batch

- Também conhecidos como sistemas de processamento em lote, são um tipo de aplicação que processa uma grande quantidade de dados durante a sua execução
- Existem vários algoritmos de escalonamento que são usados em sistemas batch, incluindo:
 1. FIFO (First In, First Out).
 2. Shortest Job First .
 3. Shortest Remaining Time.



Sistemas Batch

FIFO(first in, first out)

- Implementação de uma fila.
- O primeiro processo a chegar é o primeiro a ser executado.
- Novos processos vão para o final da fila.
- Não preemptivo.

Sistemas Batch

FIFO(first in, first out)

Processo	Tempo
----------	-------

A	12 ms
---	-------

B	8 ms
---	------

C	15 ms
---	-------

D	5 ms
---	------

A

B

C

D

0

Sistemas Batch

FIFO(first in, first out)

Processo	Tempo
----------	-------

A	12 ms
---	-------



B	8 ms
---	------

B

C	15 ms
---	-------

C

D	5 ms
---	------

D

0

12

Sistemas Batch

FIFO(first in, first out)

Processo	Tempo
----------	-------

A	12 ms
---	-------

B	8 ms
---	------

C	15 ms
---	-------

D	5 ms
---	------



Sistemas Batch

FIFO(first in, first out)

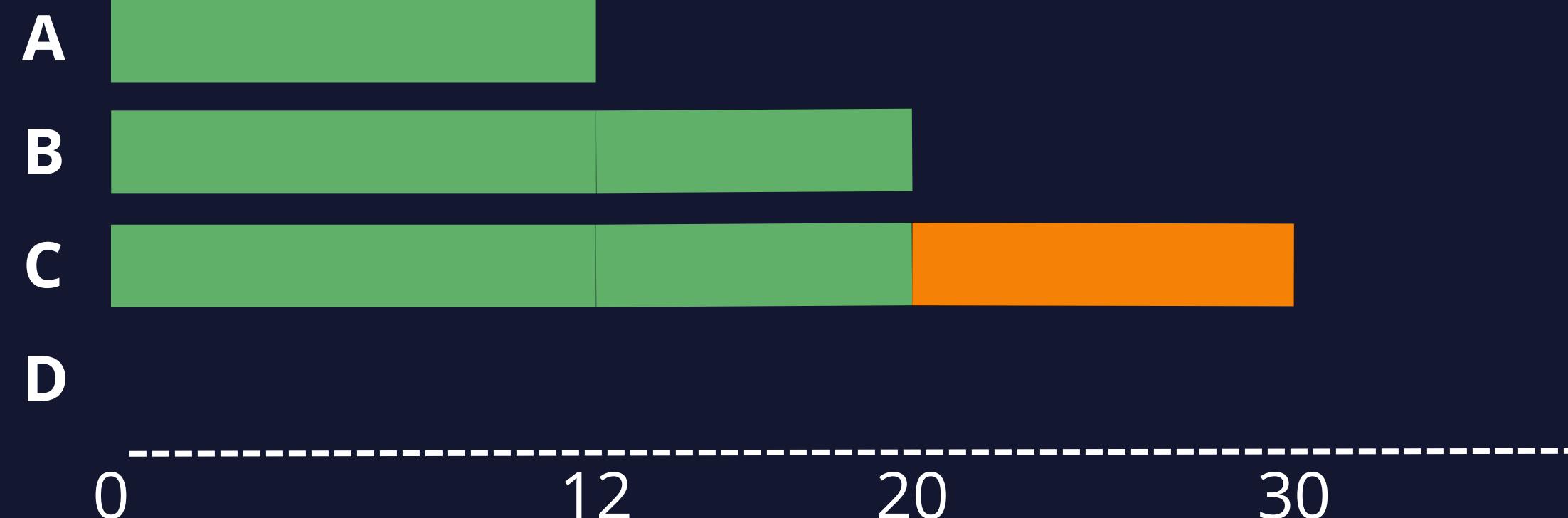
Processo	Tempo
----------	-------

A	12 ms
---	-------

B	8 ms
---	------

C	10 ms
---	-------

D	5 ms
---	------



Sistemas Batch

FIFO(first in, first out)

Processo	Tempo
----------	-------

A	12 ms
---	-------

B	8 ms
---	------

C	10 ms
---	-------

D	5 ms
---	------



Sistemas Batch

FIFO(first in, first out)

Processo	Tempo
----------	-------

A	12 ms
---	-------

B	8 ms
---	------

C	10 ms
---	-------

D	5 ms
---	------

Tempo total: 35 ms



Sistemas Batch

Shortest Job First

- O processo com menor tempo de processador é executado primeiro.
- Não preemptivo.
- Pode ser implementado com uma fila crescente.

Sistemas Batch

Shortest Job First

Processo Tempo

A 12 ms

B 8 ms

C 10 ms

D 5 ms

A

B

C

D

0

The diagram illustrates the execution of four processes (A, B, C, D) over time. A horizontal dashed line at the bottom represents the timeline, with the value '0' marked at its origin. Above the timeline, the processes are listed vertically from top to bottom: A, B, C, and D. To the right of each process name, its execution duration is indicated: A (12 ms), B (8 ms), C (10 ms), and D (5 ms). This visual representation shows that Process D is the shortest job, followed by Process B, then Process C, and finally Process A.

Sistemas Batch

Shortest Job First

Processo Tempo

A 12 ms

B 8 ms

C 10 ms

D 5 ms

A

B

C

D

0

5



Sistemas Batch

Shortest Job First

Processo Tempo

A 12 ms

B 8 ms

C 10 ms

D 5 ms

A

B

C

D



0 5 13

Sistemas Batch

Shortest Job First

Processo Tempo

A 12 ms

B 8 ms

C 10 ms

D 5 ms

A

B

C

D

0 5 13 23



Sistemas Batch

Shortest Job First

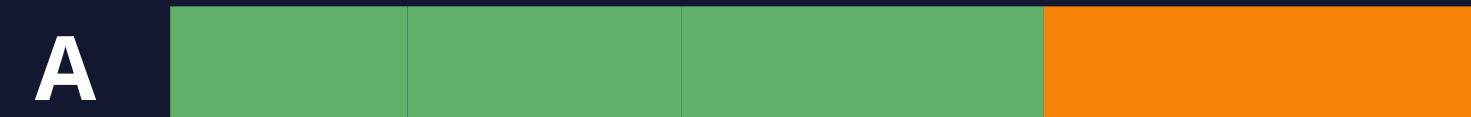
Processo Tempo

A 12 ms

B 8 ms

C 10 ms

D 5 ms



0 5 13 23 35

Sistemas Batch

Shortest Job First

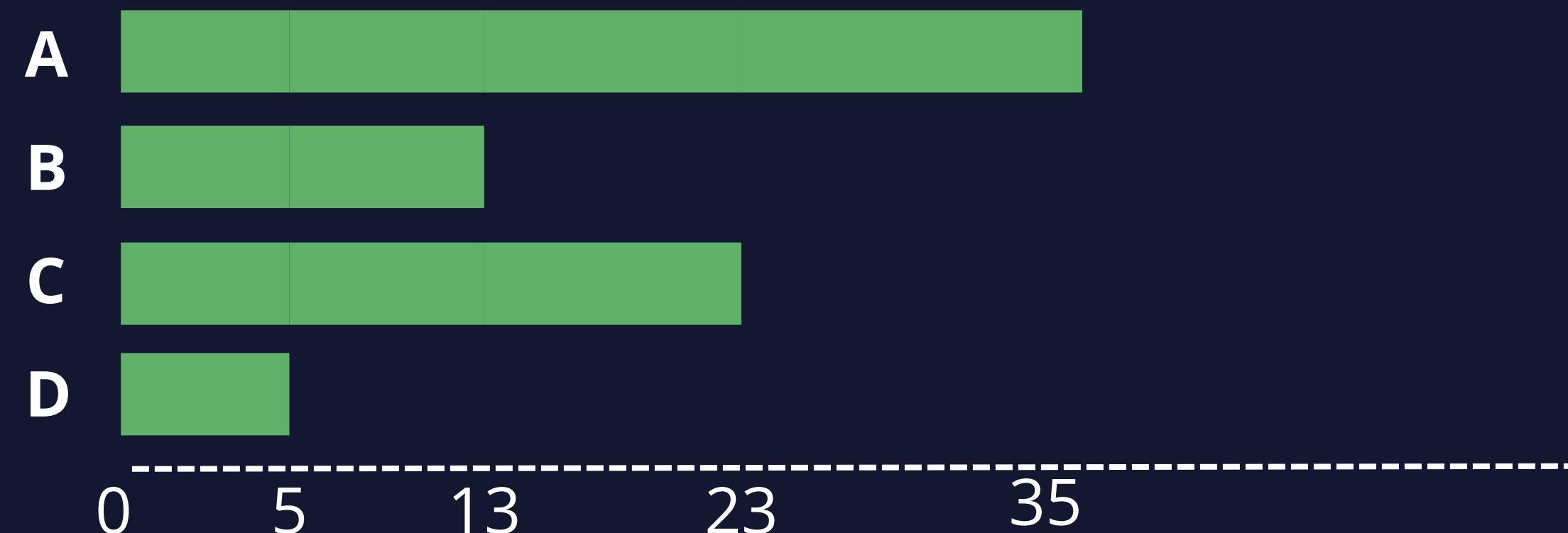
Processo	Tempo
----------	-------

A	12 ms
---	-------

B	8 ms
---	------

C	10 ms
---	-------

D	5 ms
---	------



$$\text{Tempo médio: } (0 + 5 + 13 + 23) / 4 = 8.75 \text{ ms}$$

Sistemas Batch

Shortest Remaining Time Next

- É uma variação preemptiva do SJF.
- No SRTF, o processo com a menor quantidade de tempo restante até a conclusão é selecionado primeiro para execução.

Sistemas Batch

Shortest Remaining Time Next

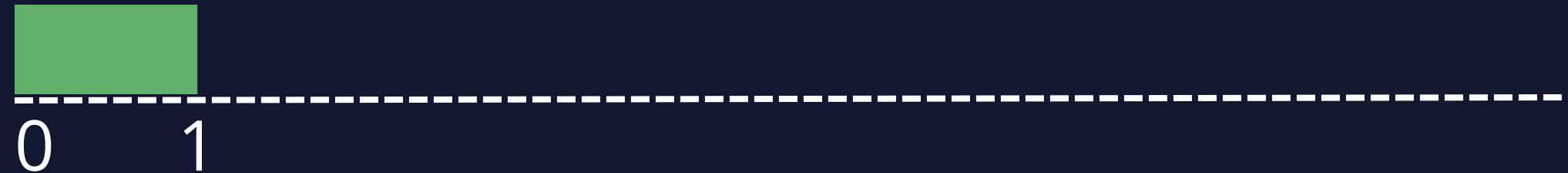
Processo	Tempo
A	7 ms

0

Sistemas Batch

Shortest Remaining Time Next

Processo	Tempo
A	7 ms



Sistemas Batch

Shortest Remaining Time Next

Processo	Tempo
A	6 ms
B	3 ms



Sistemas Batch

Shortest Remaining Time Next

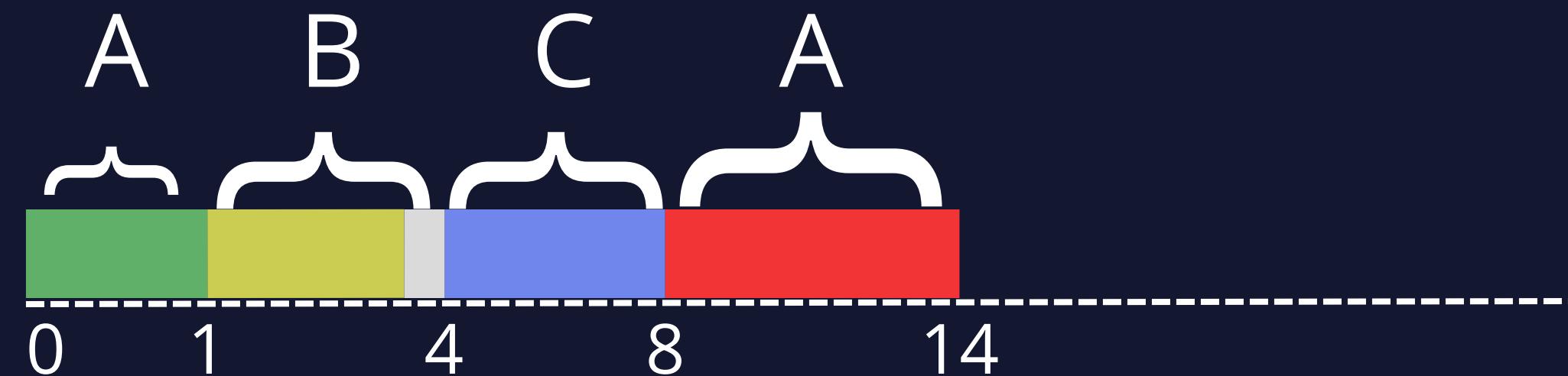
Processo	Tempo
A	6 ms
B	1 ms
C	4 ms



Sistemas Batch

Shortest Remaining Time Next

Processo	Tempo
A	6 ms
B	1 ms
C	4 ms



Sistemas Interativos

- sistema que permite a interação e comunicação entre o usuário e o computador. Esses sistemas possibilitam a entrada de dados pelos usuários e proporcionam respostas imediatas, promovendo uma interação ativa e dinâmica.
- Permitem a execução de múltiplos processos.
- O Usuário têm a sensação que o sistema está dedicado a ele.



Sistemas Interativos

Round Robin

- Cada processo recebe um tempo fixo para utilizar a CPU chamado de Quantum .
- Preemptivo.
- O Sistema mantém uma lista de pronto.
- Possui um melhor tempo de resposta.

Sistemas Interativos

Round Robin

- É possível calcular o tempo máximo de espera de um processo, ele vai ser igual $(n - 1)q$ unidades de tempo.
- Quando menor for o quantum maior o número de troca de contexto, diminuindo a eficiência da CPU.
- Quanto maior o quantum mais próximo do funcionamento de um algoritmo FIFO.

Sistemas Interativos

Round Robin

EXEMPLO (Quantum = 2) .

Processos	Tempo de CPU
A	5
B	4
C	8



Sistemas Interativos

Round Robin

EXEMPLO (Quantum = 2) .

Processos	Tempo de CPU
A	3
B	4
C	8



Sistemas Interativos

Round Robin

EXEMPLO (Quantum = 2) .

Processos	Tempo de CPU
A	3
B	2
C	6



Sistemas Interativos

Round Robin

EXEMPLO (Quantum = 2) .

Processos	Tempo de CPU
A	3
B	2
C	8



Sistemas Interativos

Round Robin

EXEMPLO (Quantum = 2) .

Processos	Tempo de CPU
A	1
B	2
C	8

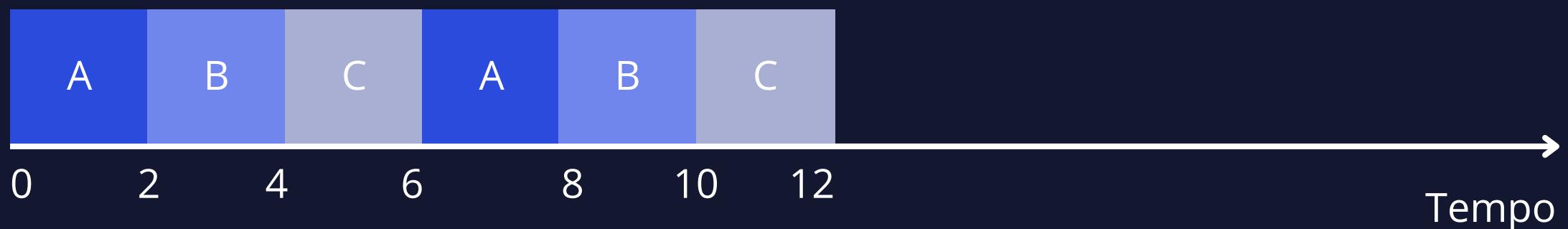


Sistemas Interativos

Round Robin

EXEMPLO (Quantum = 2) .

Processos	Tempo de CPU
A	1
B	0
C	6



Sistemas Interativos

Round Robin

EXEMPLO (Quantum = 2) .

Processos	Tempo de CPU
A	1
B	0
C	6



Sistemas Interativos

Round Robin

EXEMPLO (Quantum = 2) .

Processos	Tempo de CPU
A	0
B	0
C	4



Sistemas Interativos

Round Robin

EXEMPLO (Quantum = 2) .

Processos	Tempo de CPU
A	0
B	0
C	0



Tempo Maximo de Espera = 4

Sistemas Interativos

Prioridade

- Cada processo recebe um número(inteiro) de prioridade. Quanto menor o número, maior a prioridade .
- As prioridades podem ser atribuídas dinâmica ou estaticamente.
- Problema = estagnação , processos com baixa prioridade podem nunca ser executados.
- Solução: envelhecimento(aging) - a medida que o tempo vai passando, aumenta a prioridade do processo .

Sistemas Interativos

Prioridade

Exemplo :

processos	Tempo de CPU	Prioridade
A	14	4
B	9	2
C	10	1



Sistemas Interativos

Prioridade

Exemplo :

processos	Tempo de CPU	Prioridade
A	14	3
B	9	1
C	0	1



Sistemas Interativos

Prioridade

Exemplo :

processos	Tempo de CPU	Prioridade
A	14	2
B	0	finalizado
C	0	finalizado



Sistemas Interativos

Prioridade

Exemplo :

processos	Tempo de CPU	Prioridade
A	14	2
B	0	finalizado
C	0	finalizado
D	12	3

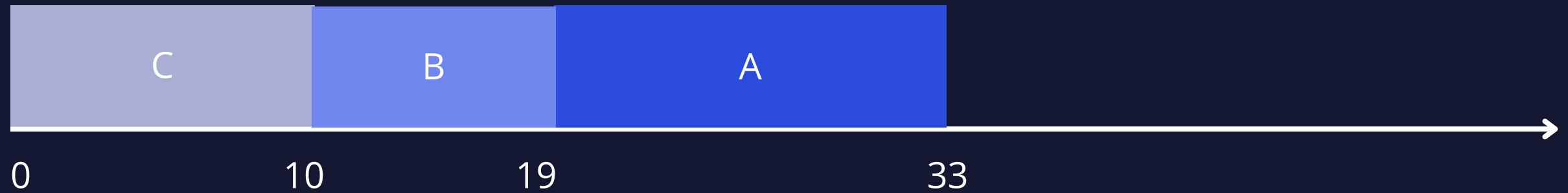


Sistemas Interativos

Prioridade

Exemplo :

processos	Tempo de CPU	Prioridade
A	0	finalizado
B	0	finalizado
C	0	finalizado
D	12	3

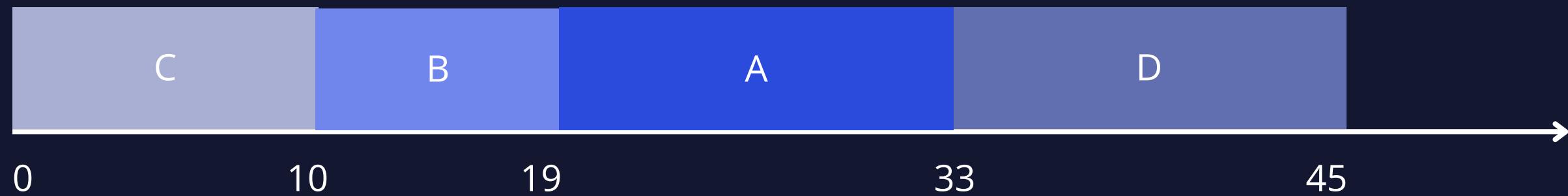


Sistemas Interativos

Prioridade

Exemplo :

processos	Tempo de CPU	Prioridade
A	0	finalizado
B	0	finalizado
C	0	finalizado
D	12	3



Sistemas Interativos

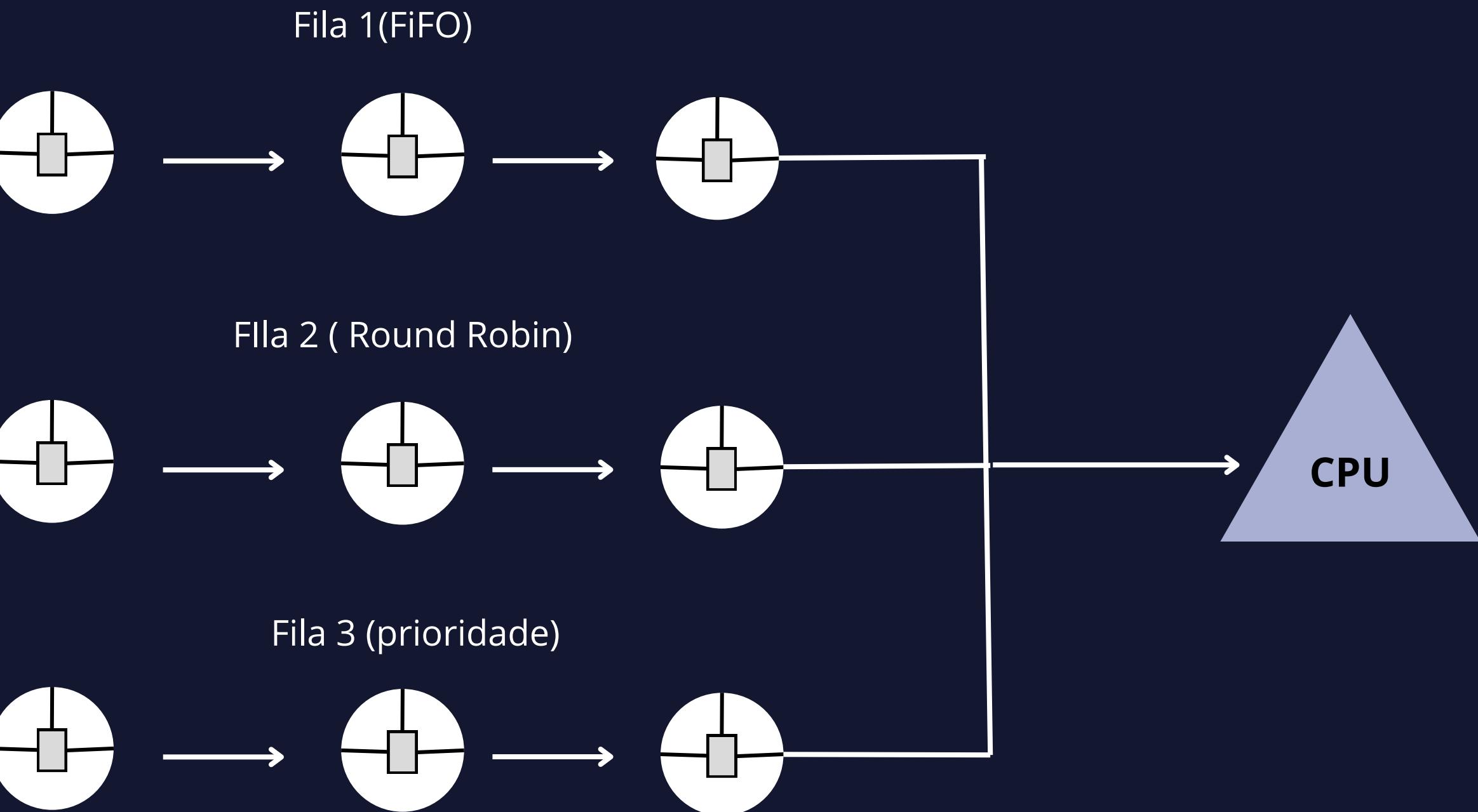
Multiplas filas

- existem diversos processos no estado de pronto, cada qual com uma prioridade específica.
- cada fila possui um mecanismo próprio de escalonamento.
- o sistema só passa para a próxima fila, caso a fila de maior prioridade esteja vazia.

Sistemas Interativos

Multiplas filas

Maior prioridade



Menor Prioridade

Sistemas de Tempo Real

- É aquele em que o tempo de resposta é crucial, possuem requisitos rigoroso de temporização, garantindo que certas operações ocorram dentro dos prazos específicos.
- a prioridade de escalonamento podem ser fixa ou dinâmica.
- Tipos de STR:
 - Hard Real Time: atrasos não são tolerados.
 - Soft Real Time: atrasos são tolerados.

Sistemas de Tempo Real

- Período: É o tempo decorrido entre duas execuções consecutivas da mesma instância de uma tarefa periódica.
- DeadLine: refere-se ao tempo limite que uma tarefa deve ser concluída.

Sistema de Tempo Real

Rate Monotonic

- Preemptivo e Fixo .
- Quanto menor o periodo, maior a prioridade.
- Premissas:
 - Tarefas Periodicas.
 - DeadLine = Periodo.
 - Tempo de computação é conhecido e constante.

Sistema de Tempo Real

Rate Monotonic

Exemplo:

Tarefas	Periodo/deadLine	Tempo de computação	Prioridade
A	100	20	Alta
B	150	40	Média
C	300	100	Baixa



Sistema de Tempo Real

Rate Monotonic

Exemplo:

Tarefas	Periodo/deadLine	Tempo de computação	Prioridade
A	100	20	Alta
B	150	40	Média
C	300	100	Baixa



Sistema de Tempo Real

Rate Monotonic

Exemplo:

Tarefas	Periodo/deadLine	Tempo de computação	Prioridade
A	100	20	Alta
B	150	40	Média
C	300	100	Baixa

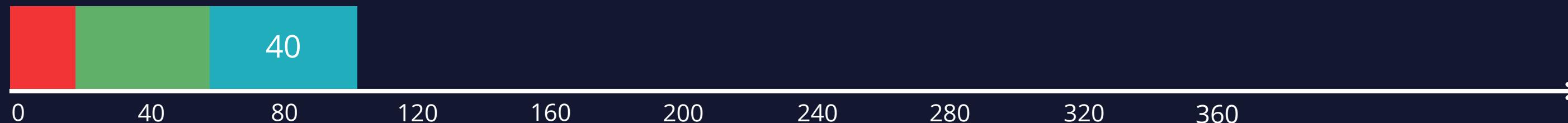


Sistema de Tempo Real

Rate Monotonic

Exemplo:

Tarefas	Periodo/deadLine	Tempo de computação	Prioridade
A	100	20	Alta
B	150	40	Média
C	300	100	Baixa

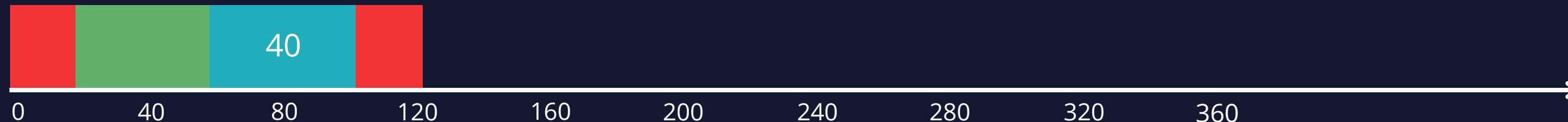


Sistema de Tempo Real

Rate Monotonic

Exemplo:

Tarefas	Periodo/deadLine	Tempo de computação	Prioridade
A	100	20	Alta
B	150	40	Média
C	300	100	Baixa



Sistema de Tempo Real

Rate Monotonic

Exemplo:

Tarefas	Periodo/deadLine	Tempo de computação	Prioridade
A	100	20	Alta
B	150	40	Média
C	300	100	Baixa

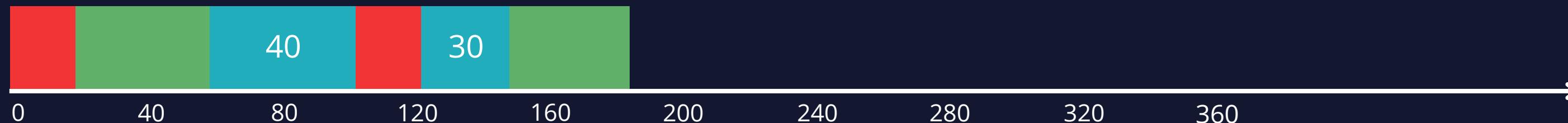


Sistema de Tempo Real

Rate Monotonic

Exemplo:

Tarefas	Periodo/deadLine	Tempo de computação	Prioridade
A	100	20	Alta
B	150	40	Média
C	300	100	Baixa



Sistema de Tempo Real

Rate Monotonic

Exemplo:

Tarefas	Periodo/deadLine	Tempo de computação	Prioridade
A	100	20	Alta
B	150	40	Média
C	300	100	Baixa

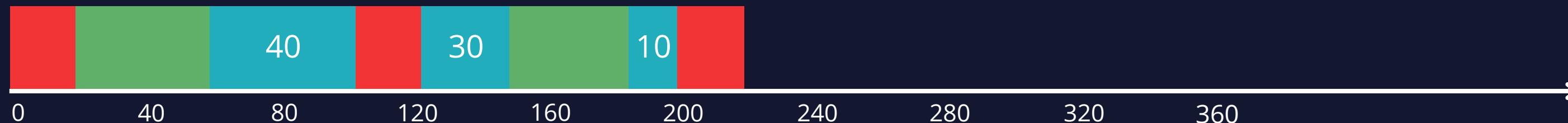


Sistema de Tempo Real

Rate Monotonic

Exemplo:

Tarefas	Periodo/deadLine	Tempo de computação	Prioridade
A	100	20	Alta
B	150	40	Média
C	300	100	Baixa

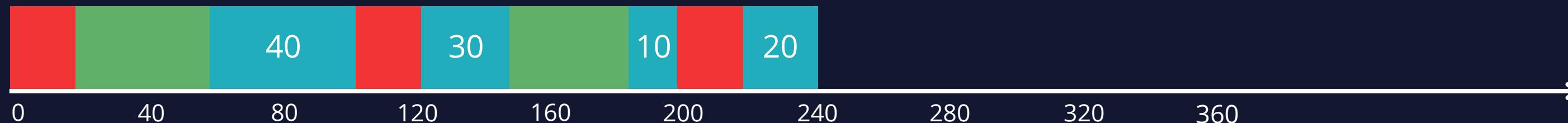


Sistema de Tempo Real

Rate Monotonic

Exemplo:

Tarefas	Periodo/deadLine	Tempo de computação	Prioridade
A	100	20	Alta
B	150	40	Média
C	300	100	Baixa

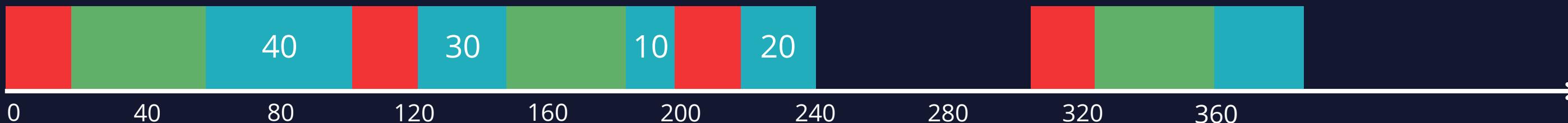


Sistema de Tempo Real

Rate Monotonic

Exemplo:

Tarefas	Periodo/deadLine	Tempo de computação	Prioridade
A	100	20	Alta
B	150	40	Média
C	300	100	Baixa



Sistema de Tempo Real

Earliest Deadline First

- Preemptivo e Dinâmico.
- Quanto menor o DeadLine absoluto, maior a prioridade.
- Premissas:
 - Tarefas Periódicas .
 - DeadLine = Período.
 - Tempo de computação é conhecido e constante.

Sistema de Tempo Real

Earliest Deadline First(EDF)

Exemplo:

Tarefas	Periodo/deadLine	Tempo de computação	DeadLine Absoluto
A	20	10	20
B	50	25	50



Sistema de Tempo Real

Earliest Deadline First(EDF)

Exemplo:

Tarefas	Periodo/deadLine	Tempo de computação	DeadLine Absoluto
A	20	10	20
B	50	25	50



Sistema de Tempo Real

Earliest Deadline First(EDF)

Exemplo:

Tarefas	Periodo/deadLine	Tempo de computação	DeadLine Absoluto
A	20	10	40
B	50	25	50

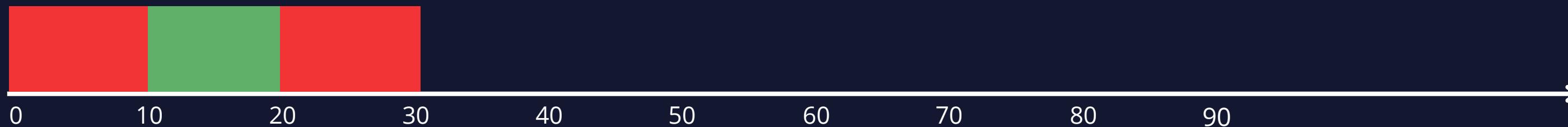


Sistema de Tempo Real

Earliest Deadline First(EDF)

Exemplo:

Tarefas	Periodo/deadLine	Tempo de computação	DeadLine Absoluto
A	20	10	60
B	50	25	50



Sistema de Tempo Real

Earliest Deadline First(EDF)

Exemplo:

Tarefas	Periodo/deadLine	Tempo de computação	DeadLine Absoluto
A	20	10	60
B	50	25	100

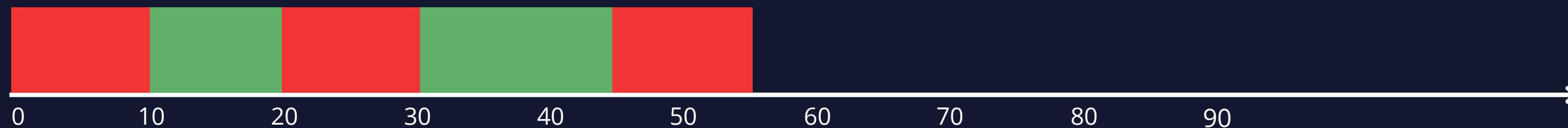


Sistema de Tempo Real

Earliest Deadline First(EDF)

Exemplo:

Tarefas	Periodo/deadLine	Tempo de computação	DeadLine Absoluto
A	20	10	80
B	50	25	100



Sistema de Tempo Real

Earliest Deadline First(EDF)

Exemplo:

Tarefas	Periodo/deadLine	Tempo de computação	DeadLine Absoluto
A	20	10	80
B	50	25	100



Sistema de Tempo Real

Comparativo

- **Adaptabilidade**

- RSM: Menos adaptável a mudanças dinâmicas nos tempos de execução ou prazos.
- EDF: Mais flexível, pois pode se ajustar dinamicamente a mudanças nos prazos das tarefas.

Referências:

DEITEL H. M.; DEITEL P. J.; CHOFFNES D. R. Sistemas Operacionais. 3^a ed. São Paulo, Editora Prentice-Hall, 2005.

OLIVEIRA, R. S., CARISSIMI, A. S., TOSCANI, S. S. Sistemas Operacionais. 4^a ed. Porto Alegre : Editora Bookman, 2010

TANENBAUM, A. S.; BOS, H. Sistemas Operacionais Modernos. 4^a Edição. Editora Pearson, 2016.

Obrigado



Reconhecimentos e Direitos Autorais

@autor: Thiago Augusto Pereira Amaral e Josuel Pinheiro Barros Junior

@data última versão: 05/11/2023

@versão: 1.0

@Agradecimentos: Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Professor Doutor Thales Levi Azevedo Valente, e colegas de curso.

@Copyright/License

Este material é resultado de um trabalho acadêmico para a disciplina SISTEMAS OPERACIONAIS, sobre a orientação do professor Dr. THALES LEVI AZEVEDO VALENTE, semestre letivo 2023.2, curso Engenharia da Computação, na Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Todo o material sob esta licença é software livre: pode ser usado para fins acadêmicos e comerciais sem nenhum custo. Não há papelada, nem royalties, nem restrições de "copyleft" do tipo GNU. Ele é licenciado sob os termos da licença MIT reproduzida abaixo e, portanto, é compatível com GPL e também se qualifica como software de código aberto. É de domínio público. Os detalhes legais estão abaixo. O espírito desta licença é que você é livre para usar este material para qualquer finalidade, sem nenhum custo. O único requisito é que, se você usá-lo, nos dê crédito.

Copyright © 2023 Educational Material

Este material está licenciado sob a Licença MIT. É permitido o uso, cópia, modificação, e distribuição deste material para qualquer fim, desde que acompanhado deste aviso de direitos autorais.

O MATERIAL É FORNECIDO "COMO ESTÁ", SEM GARANTIA DE QUALQUER TIPO, EXPRESSA OU IMPLÍCITA, INCLUINDO, MAS NÃO SE LIMITANDO ÀS GARANTIAS DE COMERCIALIZAÇÃO, ADEQUAÇÃO A UM DETERMINADO FIM E NÃO VIOLAÇÃO. EM HIPÓTESE ALGUMA OS AUTORES OU DETENTORES DE DIREITOS AUTORAIS SERÃO RESPONSÁVEIS POR QUALQUER RECLAMAÇÃO, DANOS OU OUTRA RESPONSABILIDADE, SEJA EM UMA AÇÃO DE CONTRATO,ATO ILÍCITO OU DE OUTRA FORMA, DECORRENTE DE, OU EM CONEXÃO COM O MATERIAL OU O USO OU OUTRAS NEGOCIAÇÕES NO MATERIAL.

Para mais informações sobre a Licença MIT: <https://opensource.org/licenses/MIT>