

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**PROJETO 2 DA DISCIPLINA DE ARQUITETURA DE COMPUTADORES E
SISTEMAS OPERACIONAIS**

SIMULADOR DE ESCALONADOR DE PROCESSOS UTILIZANDO O
ALGORITMO ROUND ROBIN COM FEEDBACK

EDUARDA DE SOUZA MARQUES
DANIEL NOCITO FALCÃO LOPES
HELENA MARQUES BATISTA

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVO

O algoritmo Round Robin com feedback é uma variação do algoritmo de escalonamento de processos Round Robin utilizado em sistemas operacionais. O Round Robin é um algoritmo de escalonamento de processos que atribui a cada processo um intervalo de tempo fixo (quantum) durante o qual o processo pode executar. Após o término desse intervalo, o sistema operacional concede a posse da *Central Processing Unit* (CPU) para o próximo processo na fila de prontidão.

O Round Robin com feedback acrescenta uma camada adicional de complexidade ao Round Robin tradicional, introduzindo múltiplas filas de prontidão e a capacidade de os processos se movimentarem entre essas filas. Cada fila representa um nível de prioridade diferente, e os processos podem ser promovidos ou rebaixados entre as filas.

A ideia principal do Round Robin com feedback é fornecer maior prioridade a processos que estão executando há menos tempo ou que tiveram menos oportunidades de execução recentemente. Por exemplo, em um dos casos, se um processo não conseguir ser concluído dentro de seu quantum atual, ele é movido para uma fila de prioridade mais baixa. Isso permite que processos que não estão sendo concluídos rapidamente tenham oportunidades mais frequentes de execução.

Tendo em vista a importância deste algoritmo, que evita problemas como *starvation* (inanição), no qual um processo pode ficar na fila por muito tempo sem receber a CPU, e faz com que o sistema operacional lide com uma grande carga de trabalho, de forma democrática, a implementação de um Simulador de escalonador Round Robin com feedback é bastante útil para ilustrar com exemplos próximos da prática o funcionamento deste algoritmo, facilitando o entendimento. Portanto, o presente documento consiste em um relato do processo de desenvolvimento de um Simulador de escalonador Round Robin com feedback na Linguagem

C, que será executado no próprio terminal e deverá fornecer para os usuários, de forma gráfica, o resultado deste tipo de escalonamento aplicado à uma quantidade limitada de processos.

2. PROCEDIMENTOS PARA A IMPLEMENTAÇÃO

A construção do Simulador de escalonador Round Robin com feedback na Linguagem C foi dividida em algumas etapas, sendo elas:

1. Estudo do algoritmo de Round Robin

Nesta etapa, a equipe de desenvolvimento do Simulador se dedicou à pesquisa e entendimento das regras que regem o funcionamento do escalonador Round Robin com feedback, por meio dos Slides disponíveis no Google Classroom da disciplina e revisão da solução, feita na mão, da questão envolvendo este tipo de escalonamento presente em uma das listas de exercícios, que apesar de não abordar a técnica de feedback foi bastante útil para o conhecimento das etapas principais do escalonador.

2. Elaboração das premissas

Após compreender melhor o método de operação do escalonador Round Robin com feedback, a equipe iniciou uma discussão inicial na plataforma Discord para definir as premissas consideradas para a elaboração do simulador, já que implementar todos os passos feitos por ele, de forma a aproximar da realidade de operação de um sistema operacional real seria inviável dentro do tempo estipulado. Dessa forma, uma abordagem mais objetiva e com funcionalidades bem definidas já é o suficiente para o propósito deste simulador.

Como resultado desta discussão, foram definidas as seguintes premissas baseadas nos requisitos do próprio Round Robin com Feedback e outras como decisão de projeto:

- Limite máximo de processos inseridos no simulador é de 50 processos;
- O valor da fatia de tempo dada aos processos em execução é de 8 unidades de tempo;
- O tempo de duração das operações de I/O de disco, fita magnética e impressora são de, respectivamente, 4, 5 e 2 unidades de tempo;
- São armazenadas para cada processo as informações de: PID, instante em que começou a ser escalonado (pela primeira vez), o instante em que terminou por completo, o tempo

restante de execução , o tempo de serviço (tempo de CPU), o status de execução e as operações de IO , caso existam. Além disso, nesta implementação, também será armazenado o tempo de CPU rodado, chamado de tempo interno do processo;

- Serão utilizadas as filas de prioridade alta e baixa. Além disso, existem filas separadas para cada tipo de operação de I/O (disco, fita e impressora) e uma para processos finalizados;
- São armazenadas para cada operação de I/O o início do tempo interno do processo em que começa a operação de I/O, o tipo da operação e o tempo restante para a conclusão dela;
- A entrada do simulador é um arquivo do tipo txt, previamente preenchido de forma não aleatória, que contém em cada uma das linhas as informações de um processo, sendo elas: o PID, o tempo de CPU e as operações de I/O, caso existam. Para a operação de I/O, será informado, em primeiro lugar, o tempo em que essa operação será iniciada seguida de um código, que corresponde ao tipo de I/O, variando de 0 a 2;
- Todo processo que realiza operação de disco retorna para a fila de **baixa** prioridade;
- Todo processo que realiza operação de fita retorna para a fila de **alta** prioridade;
- Todo processo que realiza operação de impressora retorna para a fila de **alta** prioridade;
- Todos os processos novos entram na fila de **alta** prioridade;
- Todos os processos que terminam a operação de I/O retornam para uma fila de prioridade diferente, dependendo do seu tipo, como foi explicitado acima;
- Todos processos que sofreram preempção, ou seja, tem o seu *time slice* esgotado retornam na fila de baixa prioridade;

3. Definição das funções principais, que são necessárias para a execução do jogo.

Com os requisitos definidos na etapa 1 do projeto, a equipe elaborou um rascunho de quais funções precisavam ser implementadas. Dessa forma, foi definido que seriam necessárias funções para:

- **Gerenciar as filas:** iniciar fila, inserir na fila, remover da fila e checar se ela está vazia;
- **Gerenciar execução de processos:** salva quem foi executado e quando (em ordem);
- **Ler das informações dos processos escritas no arquivo txt;**
- **Adicionar um tipo operação de IO em um processo;**
- **Gerenciar as operações de IO dos processos:** verificar qual é o tipo de IO que um processo possui;
- **Verificar fim de uma operação de IO em qualquer uma das filas de IO;**
- **Exibir informações de um único processo;**
- **Exibir informações de todos os processos;**
- **Gerenciar o escalonamento:** verificar se um processo tem IO e se o IO ta no tempo interno dele de acontecer, verifica se o processo já acabou por completo e se o quantum dele acabou;
- **Gerenciador principal:** responsável por agrupar as diversas funcionalidades, consistindo no provedor do round robin em si;
- **Exibir gráfico:** ilustrar de forma gráfica, como saída, os ciclos de execução dos processos, de forma que seja possível identificar, facilmente, quais processos tomaram posse da CPU em um determinado período e a ordem em que isso aconteceu.

4. Definição dos métodos de validação

A fim de validar a saída do simulador, sem entrar nos detalhes de implementação, partiu-se de um exemplo simples de três processos escalonados manualmente, conforme a teoria vista em sala de aula. A partir daí, foi possível ajustar o simulador para corresponder com a saída prevista e expandir para mais processos.

5. Codificação

Para a elaboração do simulador da forma mais eficiente possível, a grande tarefa de produzir um simulador do round robin com feedback foi dividida em tarefas menores, a serem realizadas por membros específicos e, posteriormente, integradas. Nesse sentido, foram pontuadas as tarefas de:

- Interface de linha de comando do programa com o usuário por meio de saída gráfica - **Daniel**
- Entrada e exibição dos processos a serem escalonados via arquivo de texto - **Helena**
- Criação das estruturas de dados utilizadas pelo programa e definição do escopo das funções de gerenciamento delas - **Eduarda**
- Codificação do Round Robin com Feedback (inclui a escrita das funções principais) - **Todos**
- Depuração do código após a integração - **Todos**

Nos últimos dois pontos, a equipe se reuniu por meio da plataforma Google Meet e pela extensão Live Share do Visual Studio Code. Assim, foi possível integrar as partes do código desenvolvidas individualmente, anteriormente, e pensar em comunhão no desenvolvimento do coração do simulador: o escalonador. Além disso, diversos problemas aconteceram durante a integração do escalonador e do gerenciador principal. Neste momento, todos os membros da equipe estavam presentes e puderam dar sugestões e tentar corrigir as falhas de forma mais rápida.

6. Testes

Nesta etapa, cada membro da equipe se dedicou à realização de testes do Simulador com diferentes entradas, de forma separada, a fim de encontrar inconsistências e pontos de melhoria. Apesar de serem realizados testes em etapas anteriores, como por exemplo, a cada inserção de uma nova estrutura e funcionalidade, por parte do membro que a implementou, houve um bateria de testes ao final do projeto para garantir que as funções estavam sendo integradas corretamente. Com isso, foi possível garantir que todas estavam operando em conjunto e detectar falhas que poderiam não ter sido localizadas anteriormente, enquanto o código se dividia em módulos.

7. Revisão do código

Neste ponto da elaboração do simulador round robin com feedback , a equipe revisou o código que foi criado, comparando-o com os requisitos definidos no escopo do projeto que haviam sido previstas e especificadas nas etapas anteriores, para assegurar que o objetivo do Projeto não havia sido comprometido.

3. FERRAMENTAS UTILIZADAS E REFERÊNCIAS

Para a codificação das funcionalidades previstas pela equipe de desenvolvimento, foi necessário a adoção de diversas ferramentas da Linguagem C, incluindo:

- Uso de bibliotecas da linguagem (stdio.h e stdlib.h)
- Implementação e manipulação de Structs
- Criação de ENUM
- Manipulação de ponteiros
- Modularização de Programas
- Construção e Uso de Funções
- Variáveis
- Aplicação dos Comandos de Teste (if, else e switch) e os Comandos de Repetição while
- Operadores(! , || , &&, !=, ==, <, >, <=, >=, ++, --)
- Manipulação de Arquivos de texto (leitura)

Durante o uso dos recursos anteriores, foi utilizado como referência, nos casos de dúvida, os Slides correspondentes às aulas do Prof. Adriano Cruz e os correspondentes às aulas da Prof. Valéria Bastos.

4. INSTRUÇÕES PARA O USUÁRIO

4.1. Regras de Formatação do Arquivo de Processos PADRÃO

- Cada linha corresponde a um processo;

- O texto da linha deve conter apenas números no formato “A B C D-E F-G ...”, em que:
 - A é o PID do processo;
 - B é o instante de ativação do processo;
 - C é o tempo de CPU;
 - D é o instante que o processo pede I/O;
 - E é o código do tipo de I/O, que deve variar de 0 a 2.
 - Código 0 corresponde a disco;
 - Código 1 corresponde a fita magnética; e
 - Código 2 corresponde a impressora.
 - F-G corresponde a D-E, podendo se repetir indefinidamente.

4.2. Execução do Simulador

- O simulador deve ser compilado pelo GCC, sem a necessidade de flags adicionais, gerando o arquivo executável.
- **O executável deve receber como primeiro (e único) argumento, o arquivo de texto com a descrição dos processos.**
 - Por exemplo, com o comando `gcc -o escalonador main.c && ./escalonador arquivo_de_processos`

ANEXO - SAÍDAS DA EXECUÇÃO DO SIMULADOR

```
=====
|| Bem-vindo ao Simulador Round Robin com feedback ||
=====
```

OBS: O escalonador só lê até 50 processos!

```
=====
|| PROCESSOS INSERIDOS NO ESCALONADOR: ||
=====
```

PID: 1
Início I/O: 2, Código: 1

PID: 2
Início I/O: 1, Código: 2

PID: 3
Início I/O: 3, Código: 0

```
=====
|| 0 escalonamento dos processos começará! ||
=====
```

Unidade de tempo: 1
PID: 1
Status: 1
Tempo restante 5
Tempo interno 1

```
=====
|| Lista de processos na fila de ESPERA ||
=====
```

PID: 1
Início I/O: 2, Código: 1

```
=====
|| Lista de processos na fila de ALTA prioridade ||
=====
```

PID: 1
Início I/O: 2, Código: 1

```
=====
|| Lista de processos na fila de BAIXA prioridade ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
|| Lista de processos na fila de FINALIZADOS ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
|| Lista de processos na fila de DISCO (I/O) ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de FITA (I/O)  ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de IMPRESSORA (I/O)  ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

Unidade de tempo: 2

PID: 1

Status: 0

Tempo restante 5

Tempo interno 2

```
=====
||  Lista de processos na fila de ESPERA          ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de ALTA prioridade  ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de BAIXA prioridade ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de FINALIZADOS     ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de DISCO (I/O)      ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de FITA (I/O)      ||
=====
```

PID: 1

Não tem I/O.

```
=====
||  Lista de processos na fila de IMPRESSORA (I/O)  ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

Unidade de tempo: 3

PID: 2

Status: 0

Tempo restante 2

Tempo interno 1

```
=====
||  Lista de processos na fila de ESPERA          ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de ALTA prioridade  ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de BAIXA prioridade  ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de FINALIZADOS      ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de DISCO (I/O)      ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de FITA (I/O)       ||
=====
```

PID: 1

Não tem I/O.

```
=====
||  Lista de processos na fila de IMPRESSORA (I/O) ||
=====
```

PID: 2

Não tem I/O.

Unidade de tempo: 4

PID: 2

Status: 0

Tempo restante 1

Tempo interno 1

```
=====
||  Lista de processos na fila de ESPERA          ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de ALTA prioridade  ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de BAIXA prioridade  ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de FINALIZADOS      ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de DISCO (I/O)      ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de FITA (I/O)  ||
=====
```

PID: 1
Não tem I/O.

```
=====
||  Lista de processos na fila de IMPRESSORA (I/O) ||
=====
```

PID: 2
Não tem I/O.

Unidade de tempo: 5
PID: 3
Status: 1
Tempo restante 5
Tempo interno 1

```
=====
||  Lista de processos na fila de ESPERA          ||
=====
```

PID: 3
Início I/O: 3, Código: 0

```
=====
||  Lista de processos na fila de ALTA prioridade  ||
=====
```

PID: 3
Início I/O: 3, Código: 0

```
=====
||  Lista de processos na fila de BAIXA prioridade ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de FINALIZADOS      ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de DISCO (I/O)      ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de FITA (I/O)      ||
=====
```

PID: 1
Não tem I/O.

```
=====
||  Lista de processos na fila de IMPRESSORA (I/O) ||
=====
```

PID: 2
Não tem I/O.

Unidade de tempo: 6

PID: 3
 Status: 0
 Tempo restante 4
 Tempo interno 2

```
=====
||  Lista de processos na fila de ESPERA      ||
=====
```

PID: 2
 Não tem I/O.

```
=====
||  Lista de processos na fila de ALTA prioridade  ||
=====
```

PID: 2
 Não tem I/O.

```
=====
||  Lista de processos na fila de BAIXA prioridade ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de FINALIZADOS    ||
=====
```

PID: 3
 Início I/O: 3, Código: 0

```
=====
||  Lista de processos na fila de DISCO (I/O)    ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de FITA (I/O)     ||
=====
```

PID: 1
 Não tem I/O.

```
=====
||  Lista de processos na fila de IMPRESSORA (I/O) ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

Unidade de tempo: 7

PID: 2
 Status: 1
 Tempo restante 5
 Tempo interno 2

```
=====
||  Lista de processos na fila de ESPERA      ||
=====
```

PID: 2
 Não tem I/O.

```
=====
||  Lista de processos na fila de ALTA prioridade  ||
=====
```

PID: 2
 Não tem I/O.

```
=====
||  Lista de processos na fila de BAIXA prioridade  ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de FINALIZADOS      ||
=====
```

PID: 3
 Inicio I/O: 3,Codigo: 0

```
=====
||  Lista de processos na fila de DISCO (I/O)      ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de FITA (I/O)       ||
=====
```

PID: 1
 Não tem I/O.

```
=====
||  Lista de processos na fila de IMPRESSORA (I/O) ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

Unidade de tempo: 8

PID: 2
 Status: 1
 Tempo restante 4
 Tempo interno 3

```
=====
||  Lista de processos na fila de ESPERA           ||
=====
```

PID: 2
 Não tem I/O.

PID: 1
 Não tem I/O.

```
=====
||  Lista de processos na fila de ALTA prioridade  ||
=====
```

PID: 2
 Não tem I/O.

PID: 1
 Não tem I/O.

```
=====
||  Lista de processos na fila de BAIXA prioridade ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de FINALIZADOS      ||
=====
```

```

=====
PID: 3
Início I/O: 3, Código: 0

=====
||  Lista de processos na fila de DISCO (I/O)  ||
=====

Não tem ninguém na fila.
=====
||  Lista de processos na fila de FITA (I/O)  ||
=====

Não tem ninguém na fila.
=====
||  Lista de processos na fila de IMPRESSORA (I/O) ||
=====

Não tem ninguém na fila.

Unidade de tempo: 9
PID: 2
Status: 1
Tempo restante 3
Tempo interno 4

=====
||  Lista de processos na fila de ESPERA      ||
=====

PID: 2
Não tem I/O.

PID: 1
Não tem I/O.

=====
||  Lista de processos na fila de ALTA prioridade  ||
=====

PID: 2
Não tem I/O.

PID: 1
Não tem I/O.

=====
||  Lista de processos na fila de BAIXA prioridade ||
=====

Não tem ninguém na fila.
=====
||  Lista de processos na fila de FINALIZADOS    ||
=====

PID: 3
Início I/O: 3, Código: 0

=====
||  Lista de processos na fila de DISCO (I/O)  ||
=====

Não tem ninguém na fila.
=====
||  Lista de processos na fila de FITA (I/O)  ||
=====

```

```

=====
Não tem ninguém na fila.
=====
||  Lista de processos na fila de IMPRESSORA (I/O)  ||
=====

Não tem ninguém na fila.

Unidade de tempo: 10
PID: 2
Status: 1
Tempo restante 2
Tempo interno 5

=====
||  Lista de processos na fila de ESPERA          ||
=====

PID: 2
Não tem I/O.

PID: 1
Não tem I/O.

=====
||  Lista de processos na fila de ALTA prioridade  ||
=====

PID: 2
Não tem I/O.

PID: 1
Não tem I/O.

=====
||  Lista de processos na fila de BAIXA prioridade ||
=====

Não tem ninguém na fila.
=====
||  Lista de processos na fila de FINALIZADOS      ||
=====

PID: 3
Inicio I/O: 3, Codigo: 0

=====
||  Lista de processos na fila de DISCO (I/O)      ||
=====

Não tem ninguém na fila.
=====
||  Lista de processos na fila de FITA (I/O)        ||
=====

Não tem ninguém na fila.
=====
||  Lista de processos na fila de IMPRESSORA (I/O)  ||
=====

Não tem ninguém na fila.

Unidade de tempo: 11
PID: 2
Status: 1

```


Tempo restante 1
Tempo interno 6

```
=====
||  Lista de processos na fila de ESPERA      ||
=====
```

PID: 2
Não tem I/O.

PID: 1
Não tem I/O.

```
=====
||  Lista de processos na fila de ALTA prioridade  ||
=====
```

PID: 2
Não tem I/O.

PID: 1
Não tem I/O.

```
=====
||  Lista de processos na fila de BAIXA prioridade ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de FINALIZADOS      ||
=====
```

PID: 3
Início I/O: 3, Código: 0

```
=====
||  Lista de processos na fila de DISCO (I/O)      ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de FITA (I/O)      ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de IMPRESSORA (I/O) ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

Unidade de tempo: 12
PID: 2
Status: 0
Tempo restante 0
Tempo interno 7

```
=====
||  Lista de processos na fila de ESPERA      ||
=====
```

PID: 1
Não tem I/O.

```
=====
||  Lista de processos na fila de ALTA prioridade  ||
=====
```

```

=====

PID: 1
Não tem I/O.

=====
||  Lista de processos na fila de BAIXA prioridade  ||
=====

PID: 2
Não tem I/O.

=====
||  Lista de processos na fila de FINALIZADOS      ||
=====

PID: 3
Início I/O: 3, Código: 0

=====
||  Lista de processos na fila de DISCO (I/O)      ||
=====

Não tem ninguém na fila.
=====
||  Lista de processos na fila de FITA (I/O)       ||
=====

Não tem ninguém na fila.
=====
||  Lista de processos na fila de IMPRESSORA (I/O) ||
=====

Não tem ninguém na fila.

Unidade de tempo: 13
PID: 1
Status: 1
Tempo restante 5
Tempo interno 3

=====
||  Lista de processos na fila de ESPERA          ||
=====

PID: 1
Não tem I/O.

=====
||  Lista de processos na fila de ALTA prioridade  ||
=====

PID: 1
Não tem I/O.

=====
||  Lista de processos na fila de BAIXA prioridade ||
=====

PID: 2
Não tem I/O.

=====
||  Lista de processos na fila de FINALIZADOS      ||
=====

```

PID: 3
Início I/O: 3, Código: 0

```
=====
||  Lista de processos na fila de DISCO (I/O)  ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de FITA (I/O)  ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de IMPRESSORA (I/O)  ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

Unidade de tempo: 14

PID: 1
Status: 1
Tempo restante 4
Tempo interno 4

```
=====
||  Lista de processos na fila de ESPERA  ||
=====
```

PID: 1
Não tem I/O.

```
=====
||  Lista de processos na fila de ALTA prioridade  ||
=====
```

PID: 1
Não tem I/O.

```
=====
||  Lista de processos na fila de BAIXA prioridade  ||
=====
```

PID: 2
Não tem I/O.

```
=====
||  Lista de processos na fila de FINALIZADOS  ||
=====
```

PID: 3
Início I/O: 3, Código: 0

```
=====
||  Lista de processos na fila de DISCO (I/O)  ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de FITA (I/O)  ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de IMPRESSORA (I/O)  ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

Unidade de tempo: 15

PID: 1

Status: 1

Tempo restante 3

Tempo interno 5

```
=====
||  Lista de processos na fila de ESPERA      ||
=====
```

PID: 1

Não tem I/O.

```
=====
||  Lista de processos na fila de ALTA prioridade  ||
=====
```

PID: 1

Não tem I/O.

```
=====
||  Lista de processos na fila de BAIXA prioridade ||
=====
```

PID: 2

Não tem I/O.

```
=====
||  Lista de processos na fila de FINALIZADOS    ||
=====
```

PID: 3

Início I/O: 3, Código: 0

```
=====
||  Lista de processos na fila de DISCO (I/O)    ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de FITA (I/O)     ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de IMPRESSORA (I/O) ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

Unidade de tempo: 16

PID: 1

Status: 0

Tempo restante 2

Tempo interno 6

```
=====
||  Lista de processos na fila de ESPERA      ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de ALTA prioridade  ||
=====
```

```

=====
Não tem ninguém na fila.
=====
||  Lista de processos na fila de BAIXA prioridade  ||
=====

PID: 2
Não tem I/O.

=====
||  Lista de processos na fila de FINALIZADOS      ||
=====

PID: 3
Início I/O: 3, Código: 0

PID: 1
Não tem I/O.

=====
||  Lista de processos na fila de DISCO (I/O)      ||
=====

Não tem ninguém na fila.
=====
||  Lista de processos na fila de FITA (I/O)       ||
=====

Não tem ninguém na fila.
=====
||  Lista de processos na fila de IMPRESSORA (I/O) ||
=====

Não tem ninguém na fila.

Unidade de tempo: 17
PID: 2
Status: 1
Tempo restante 5
Tempo interno 8

=====
||  Lista de processos na fila de ESPERA          ||
=====

Não tem ninguém na fila.
=====
||  Lista de processos na fila de ALTA prioridade  ||
=====

Não tem ninguém na fila.
=====
||  Lista de processos na fila de BAIXA prioridade ||
=====

PID: 2
Não tem I/O.

=====
||  Lista de processos na fila de FINALIZADOS      ||
=====

PID: 3
Início I/O: 3, Código: 0

```

PID: 1
 Não tem I/O.

```
=====
||  Lista de processos na fila de DISCO (I/O)  ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de FITA (I/O)  ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de IMPRESSORA (I/O)  ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

Unidade de tempo: 18

PID: 2

Status: 1

Tempo restante 4

Tempo interno 9

```
=====
||  Lista de processos na fila de ESPERA  ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de ALTA prioridade  ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de BAIXA prioridade  ||
=====
```

PID: 2

Não tem I/O.

```
=====
||  Lista de processos na fila de FINALIZADOS  ||
=====
```

PID: 3

Início I/O: 3, Código: 0

PID: 1

Não tem I/O.

```
=====
||  Lista de processos na fila de DISCO (I/O)  ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de FITA (I/O)  ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de IMPRESSORA (I/O)  ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

Unidade de tempo: 19

PID: 2

Status: 0

Tempo restante 3

Tempo interno 10

```
=====
||  Lista de processos na fila de ESPERA      ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de ALTA prioridade  ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de BAIXA prioridade ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de FINALIZADOS      ||
=====
```

PID: 3

Início I/O: 3, Código: 0

PID: 1

Não tem I/O.

PID: 2

Não tem I/O.

```
=====
||  Lista de processos na fila de DISCO (I/O)      ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de FITA (I/O)      ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

```
=====
||  Lista de processos na fila de IMPRESSORA (I/O) ||
=====
```

Não tem ninguém na fila.

FIM DO ESCALONAMENTO: NÃO há processos a serem escalonados.

```
=====
||          GRÁFICO DO ESCALONAMENTO          ||
=====
```

u.t	1	2	3
1	#		
2	#		
3		#	

4				
5				#
6				#
7			#	
8			#	
9			#	
10			#	
11			#	
12			#	
13	#			
14	#			
15	#			
16	#			
17			#	
18			#	
19			#	

DADOS DO ESCALONAMENTO

Em ordem de quem terminou primeiro:

PID 3: Tournaround: 1, Tempo de CPU: 2
 PID 1: Tournaround: 15, Tempo de CPU: 6
 PID 2: Tournaround: 16, Tempo de CPU: 10