

Trabalho 2 de Sistemas Operacionais

Relatório de testes dos escalonadores em diferentes configurações

Yasmin França Garcia

Foram realizados 12 testes, 4 para cada tipo de escalonador. Utilizei 2 intervalos de interrupção (50 e 100) e 2 quantums (5 e 10).

Foram utilizados 3 tipos de escalonadores, como especificado no trabalho.

1. **Escalonador Simples:** Um escalonador simples, que seleciona o primeiro processo pronto na tabela de processos e torna o processo corrente.
2. **Round Robin (RR):** Um escalonador preemptivo baseado em fila (FIFO), focado na justiça e na distribuição igualitária de tempo de CPU.
3. **Prioridade:** Um escalonador preemptivo que seleciona processos com base em uma prioridade calculada dinamicamente, favorecendo processos que historicamente utilizam menos sua fatia de tempo (quantum).

Funcionamento geral:

1. Escalonador simples:

- 1.1. Percorre a tabela de processos, removendo ou marcando como livres os processos que já terminaram.
- 1.2. Verifica se o processo corrente ainda está apto a continuar (por exemplo, se não está bloqueado).
- 1.3. Caso contrário, procura o primeiro processo com estado P_PRONTO e o seleciona como o novo processo corrente.
O algoritmo utilizado é simples, mas garante a alternância e o reaproveitamento dos recursos de forma eficiente.

2. Round Robin (RR):

- 2.1. Quando um processo é criado ou desbloqueado, ele é inserido no **final** da fila de prontos.
- 2.2. Quando o processo corrente sofre preempção (quantum expira), ele é movido para o **final** da fila de prontos.
- 2.3. O escalonador (so_escalona), quando invocado, simplesmente seleciona o processo no **início** da fila de prontos
- 2.4. Funcionamento do escalonador:
 - 2.4.1. Verifica se o processo corrente pode continuar (estado = P_EXECUTANDO).

- 2.4.2. Caso contrário, e se a fila de prontos não estiver vazia, chama desenfileira para obter o pid do **início** da fila.
- 2.4.3. Busca o PCB e o índice correspondente a esse PID.
- 2.4.4. Se o processo for válido e estiver no estado P_PRONTO, ele é despachado (definido como processo_corrente e seu estado é mudado para P_EXECUTANDO).
- 2.4.5. Se o processo retirado não estiver P_PRONTO (um estado de "lixo" na fila), o loop while continua e o próximo da fila é testado.

3. **Escalonador por Prioridade:**

- 3.1. Para implementar este escalonador por prioridade, a inteligência foi movida da estrutura de dados para o algoritmo de escalonamento. A fila de prontos foi mantida como uma estrutura FIFO "burra".

3.2. **Escalonamento:**

- 3.2.1. O so_escalona foi reescrito para conter toda a lógica de seleção de prioridade.
- 3.2.2. Verifica o processo corrente.
- 3.2.3. Verifica se a fila de prontos está vazia.
- 3.2.4. Realiza uma busca linear em toda a fila_prontos, iterando nó por nó, do início ao fim.
- 3.2.5. Durante a varredura, ele compara a prioridade (proc_candidato->prioridade) de cada processo pronto com a melhor prioridade encontrada até agora (melhor_prio_valor).
- 3.2.6. Ao final da busca, o processo de maior prioridade (menor valor numérico) é selecionado. A lógica de despacho e a remoção manual desse processo da fila são executadas na sequência.

Métricas: copiadas do log do console

SIMPLES

===== RELATÓRIO DE MÉTRICAS DO SISTEMA =====

Configurações do Sistema Operacional:

- Política de Escalonamento: simples
- Quantum: nenhum
- Numero de interrupções: 50

MÉTRICAS GLOBAIS DO SISTEMA

1. Número total de processos criados: 4
2. Tempo total de execução do sistema: 109747 ciclos
3. Tempo total em que o sistema ficou ocioso: 85940 ciclos (78.31%)
4. Número de interrupções recebidas:
 - IRQ 0 (Reset): 1
 - IRQ 1 (Erro de execução): 0
 - IRQ 2 (Chamada de sistema): 462
 - IRQ 3 (E/S: relógio): 2066
 - IRQ 4 (E/S: teclado): 0
 - IRQ 5 (E/S: console): 0
5. Número total de preempções (troca por quantum): 0

--- MÉTRICAS POR PROCESSO ---

>> Processo PID: 1

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 32111 ciclos (Criado: 1, Terminado: 32112)
7. Número de preempções sofridas: 0
8. Entradas em cada estado:
 - Desconhecido: 0 vez(es)
 - Pronto: 0 vez(es)
 - Executando: 4 vez(es)
 - Bloqueado: 3 vez(es)
 - Terminou: 1 vez(es)
9. Tempo total em cada estado:
 - Desconhecido: 0 ciclos
 - Pronto: 0 ciclos
 - Executando: 1078 ciclos
 - Bloqueado: 31033 ciclos
 - Terminou: 0 ciclos
10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): N/A (nunca foi desbloqueado)

>> Processo PID: 2

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 15851 ciclos (Criado: 556, Terminado: 16407)
7. Número de preempções sofridas: 0
8. Entradas em cada estado:

- Desconhecido: 0 vez(es)
 - Pronto: 5 vez(es)
 - Executando: 6 vez(es)
 - Bloqueado: 5 vez(es)
 - Terminou: 1 vez(es)
9. Tempo total em cada estado:
- Desconhecido: 0 ciclos
 - Pronto: 4877 ciclos
 - Executando: 10647 ciclos
 - Bloqueado: 327 ciclos
 - Terminou: 0 ciclos
10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 967.60 ciclos (Total: 4838 / 5 eventos)

>> Processo PID: 3

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 19016 ciclos (Criado: 569, Terminado: 19585)
7. Número de preempções sofridas: 0
8. Entradas em cada estado:
- Desconhecido: 0 vez(es)
 - Pronto: 22 vez(es)
 - Executando: 23 vez(es)
 - Bloqueado: 22 vez(es)
 - Terminou: 1 vez(es)
9. Tempo total em cada estado:
- Desconhecido: 0 ciclos
 - Pronto: 12883 ciclos
 - Executando: 4761 ciclos
 - Bloqueado: 1372 ciclos
 - Terminou: 0 ciclos
10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 300.32 ciclos (Total: 6607 / 22 eventos)

>> Processo PID: 4

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 31070 ciclos (Criado: 582, Terminado: 31652)
7. Número de preempções sofridas: 0
8. Entradas em cada estado:
- Desconhecido: 0 vez(es)
 - Pronto: 127 vez(es)
 - Executando: 128 vez(es)
 - Bloqueado: 127 vez(es)
 - Terminou: 1 vez(es)
9. Tempo total em cada estado:
- Desconhecido: 0 ciclos
 - Pronto: 14914 ciclos
 - Executando: 7321 ciclos
 - Bloqueado: 8835 ciclos
 - Terminou: 0 ciclos
10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 49.24 ciclos (Total: 6253 / 127 eventos)

===== RELATÓRIO DE MÉTRICAS DO SISTEMA =====

Configurações do Sistema Operacional:

- **Política de Escalonamento: simples**
- **Quantum: nenhum**
- **Numero de interrupções: 100**

MÉTRICAS GLOBAIS DO SISTEMA

1. Número total de processos criados: 4
2. Tempo total de execução do sistema: 447332 ciclos
3. Tempo total em que o sistema ficou ocioso: 425341 ciclos (95.08%)
4. Número de interrupções recebidas:
 - IRQ 0 (Reset): 1
 - IRQ 1 (Erro de execução): 0
 - IRQ 2 (Chamada de sistema): 462
 - IRQ 3 (E/S: relógio): 4342
 - IRQ 4 (E/S: teclado): 0
 - IRQ 5 (E/S: console): 0
5. Número total de preempções (troca por quantum): 0

--- MÉTRICAS POR PROCESSO ---

>> Processo PID: 1

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 30507 ciclos (Criado: 1, Terminado: 30508)
7. Número de preempções sofridas: 0
8. Entradas em cada estado:
 - Desconhecido: 0 vez(es)
 - Pronto: 0 vez(es)
 - Executando: 4 vez(es)
 - Bloqueado: 3 vez(es)
 - Terminou: 1 vez(es)
9. Tempo total em cada estado:
 - Desconhecido: 0 ciclos
 - Pronto: 0 ciclos
 - Executando: 1014 ciclos
 - Bloqueado: 29493 ciclos
 - Terminou: 0 ciclos
10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): N/A (nunca foi desbloqueado)

>> Processo PID: 2

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 14611 ciclos (Criado: 508, Terminado: 15119)
7. Número de preempções sofridas: 0
8. Entradas em cada estado:
 - Desconhecido: 0 vez(es)
 - Pronto: 5 vez(es)
 - Executando: 6 vez(es)
 - Bloqueado: 5 vez(es)
 - Terminou: 1 vez(es)
9. Tempo total em cada estado:
 - Desconhecido: 0 ciclos
 - Pronto: 4414 ciclos

- Executando: 9799 ciclos
- Bloqueado: 398 ciclos
- Terminou: 0 ciclos

10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 873.40 ciclos (Total: 4367 / 5 eventos)

>> Processo PID: 3

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 17829 ciclos (Criado: 521, Terminado: 18350)

7. Número de preempções sofridas: 0

8. Entradas em cada estado:

- Desconhecido: 0 vez(es)
- Pronto: 21 vez(es)
- Executando: 22 vez(es)
- Bloqueado: 21 vez(es)
- Terminou: 1 vez(es)

9. Tempo total em cada estado:

- Desconhecido: 0 ciclos
- Pronto: 11774 ciclos
- Executando: 4393 ciclos
- Bloqueado: 1662 ciclos
- Terminou: 0 ciclos

10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 285.05 ciclos (Total: 5986 / 21 eventos)

>> Processo PID: 4

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 29538 ciclos (Criado: 542, Terminado: 30080)

7. Número de preempções sofridas: 0

8. Entradas em cada estado:

- Desconhecido: 0 vez(es)
- Pronto: 129 vez(es)
- Executando: 130 vez(es)
- Bloqueado: 129 vez(es)
- Terminou: 1 vez(es)

9. Tempo total em cada estado:

- Desconhecido: 0 ciclos
- Pronto: 13717 ciclos
- Executando: 6785 ciclos
- Bloqueado: 9036 ciclos
- Terminou: 0 ciclos

10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 44.70 ciclos (Total: 5766 / 129 eventos)

ROUND ROBIN

===== RELATÓRIO DE MÉTRICAS DO SISTEMA =====

Configurações do Sistema Operacional:

- **Política de Escalonamento:** round robin
- **Quantum:** 10
- **Numero de interrupções:** 100

MÉTRICAS GLOBAIS DO SISTEMA

1. Número total de processos criados: 4
2. Tempo total de execução do sistema: 178653 ciclos
3. Tempo total em que o sistema ficou ocioso: 156598 ciclos (87.65%)
4. Número de interrupções recebidas:
 - IRQ 0 (Reset): 1
 - IRQ 1 (Erro de execução): 0
 - IRQ 2 (Chamada de sistema): 462
 - IRQ 3 (E/S: relógio): 1733
 - IRQ 4 (E/S: teclado): 0
 - IRQ 5 (E/S: console): 0
5. Número total de preempções (troca por quantum): 16

--- MÉTRICAS POR PROCESSO ---

>> Processo PID: 1

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 29691 ciclos (Criado: 1, Terminado: 29692)
7. Número de preempções sofridas: 1
8. Entradas em cada estado:
 - Pronto: 4 vez(es)
 - Executando: 5 vez(es)
 - Bloqueado: 3 vez(es)
 - Terminou: 1 vez(es)
9. Tempo total em cada estado:
 - Pronto: 80 ciclos
 - Executando: 1014 ciclos
 - Bloqueado: 28597 ciclos
 - Terminou: 0 ciclos
10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 26.67 ciclos (Total: 80 / 3 eventos)

>> Processo PID: 2

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 16599 ciclos (Criado: 508, Terminado: 17107)
7. Número de preempções sofridas: 10
8. Entradas em cada estado:
 - Pronto: 14 vez(es)
 - Executando: 15 vez(es)
 - Bloqueado: 4 vez(es)
 - Terminou: 1 vez(es)
9. Tempo total em cada estado:
 - Pronto: 6415 ciclos
 - Executando: 9863 ciclos
 - Bloqueado: 321 ciclos
 - Terminou: 0 ciclos
10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 128.50 ciclos (Total: 514 / 4 eventos)

>> Processo PID: 3

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 17631 ciclos (Criado: 521, Terminado: 18152)
7. Número de preempções sofridas: 3
8. Entradas em cada estado:

- Pronto: 18 vez(es)
 - Executando: 19 vez(es)
 - Bloqueado: 15 vez(es)
 - Terminou: 1 vez(es)
9. Tempo total em cada estado:
- Pronto: 12029 ciclos
 - Executando: 4385 ciclos
 - Bloqueado: 1217 ciclos
 - Terminou: 0 ciclos
10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 408.87 ciclos (Total: 6133 / 15 eventos)

>> Processo PID: 4

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 28722 ciclos (Criado: 542, Terminado: 29264)
7. Número de preempções sofridas: 2
8. Entradas em cada estado:
- Pronto: 126 vez(es)
 - Executando: 127 vez(es)
 - Bloqueado: 124 vez(es)
 - Terminou: 1 vez(es)
9. Tempo total em cada estado:
- Pronto: 13237 ciclos
 - Executando: 6793 ciclos
 - Bloqueado: 8692 ciclos
 - Terminou: 0 ciclos
10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 64.91 ciclos (Total: 8049 / 124 eventos)

===== RELATÓRIO DE MÉTRICAS DO SISTEMA =====

Configurações do Sistema Operacional:

- Política de Escalonamento: round robin
- Quantum: 5
- Numero de interrupções: 100

MÉTRICAS GLOBAIS DO SISTEMA

1. Número total de processos criados: 4
2. Tempo total de execução do sistema: 299813 ciclos
3. Tempo total em que o sistema ficou ocioso: 277742 ciclos (92.64%)
4. Número de interrupções recebidas:
 - IRQ 0 (Reset): 1
 - IRQ 1 (Erro de execução): 0
 - IRQ 2 (Chamada de sistema): 462
 - IRQ 3 (E/S: relógio): 2909
 - IRQ 4 (E/S: teclado): 0
 - IRQ 5 (E/S: console): 0
5. Número total de preempções (troca por quantum): 33

--- MÉTRICAS POR PROCESSO ---

>> Processo PID: 1

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 29287 ciclos (Criado: 1, Terminado: 29288)

7. Número de preempções sofridas: 1

8. Entradas em cada estado:

- Pronto: 3 vez(es)
- Executando: 4 vez(es)
- Bloqueado: 2 vez(es)
- Terminou: 1 vez(es)

9. Tempo total em cada estado:

- Pronto: 1104 ciclos
- Executando: 1006 ciclos
- Bloqueado: 27177 ciclos
- Terminou: 0 ciclos

10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 29.00 ciclos (Total: 58 / 2 eventos)

>> Processo PID: 2

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 17738 ciclos (Criado: 508, Terminado: 18246)

7. Número de preempções sofridas: 19

8. Entradas em cada estado:

- Pronto: 26 vez(es)
- Executando: 27 vez(es)
- Bloqueado: 7 vez(es)
- Terminou: 1 vez(es)

9. Tempo total em cada estado:

- Pronto: 7356 ciclos
- Executando: 9831 ciclos
- Bloqueado: 551 ciclos
- Terminou: 0 ciclos

10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 20.86 ciclos (Total: 146 / 7 eventos)

>> Processo PID: 3

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 16920 ciclos (Criado: 521, Terminado: 17441)

7. Número de preempções sofridas: 7

8. Entradas em cada estado:

- Pronto: 20 vez(es)
- Executando: 21 vez(es)
- Bloqueado: 13 vez(es)
- Terminou: 1 vez(es)

9. Tempo total em cada estado:

- Pronto: 11435 ciclos
- Executando: 4409 ciclos
- Bloqueado: 1076 ciclos
- Terminou: 0 ciclos

10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 450.85 ciclos (Total: 5861 / 13 eventos)

>> Processo PID: 4

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 27272 ciclos (Criado: 1588, Terminado: 28860)

7. Número de preempções sofridas: 6

8. Entradas em cada estado:

- Pronto: 126 vez(es)
 - Executando: 127 vez(es)
 - Bloqueado: 120 vez(es)
 - Terminou: 1 vez(es)
9. Tempo total em cada estado:
- Pronto: 11758 ciclos
 - Executando: 6825 ciclos
 - Bloqueado: 8689 ciclos
 - Terminou: 0 ciclos
10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 56.98 ciclos (Total: 6837 / 120 eventos)

===== RELATÓRIO DE MÉTRICAS DO SISTEMA =====

Configurações do Sistema Operacional:

- Política de Escalonamento: round robin
- Quantum: 5
- Numero de interrupções: 50

MÉTRICAS GLOBAIS DO SISTEMA

1. Número total de processos criados: 4
2. Tempo total de execução do sistema: 162309 ciclos
3. Tempo total em que o sistema ficou ocioso: 138294 ciclos (85.20%)
4. Número de interrupções recebidas:
 - IRQ 0 (Reset): 1
 - IRQ 1 (Erro de execução): 0
 - IRQ 2 (Chamada de sistema): 462
 - IRQ 3 (E/S: relógio): 3058
 - IRQ 4 (E/S: teclado): 0
 - IRQ 5 (E/S: console): 0
5. Número total de preempções (troca por quantum): 82

--- MÉTRICAS POR PROCESSO ---

>> Processo PID: 1

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 28833 ciclos (Criado: 1, Terminado: 28834)
7. Número de preempções sofridas: 3
8. Entradas em cada estado:
 - Pronto: 5 vez(es)
 - Executando: 6 vez(es)
 - Bloqueado: 2 vez(es)
 - Terminou: 1 vez(es)
9. Tempo total em cada estado:
 - Pronto: 22 ciclos
 - Executando: 1086 ciclos
 - Bloqueado: 27725 ciclos
 - Terminou: 0 ciclos
10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 11.00 ciclos (Total: 22 / 2 eventos)

>> Processo PID: 2

- 6. Tempo de Retorno (Turnaround): 20603 ciclos (Criado: 556, Terminado: 21159)
- 7. Número de preempções sofridas: 43
- 8. Entradas em cada estado:
 - Pronto: 50 vez(es)
 - Executando: 51 vez(es)
 - Bloqueado: 7 vez(es)
 - Terminou: 1 vez(es)
- 9. Tempo total em cada estado:
 - Pronto: 9346 ciclos
 - Executando: 10799 ciclos
 - Bloqueado: 458 ciclos
 - Terminou: 0 ciclos
- 10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 54.43 ciclos (Total: 381 / 7 eventos)

>> Processo PID: 3

- 6. Tempo de Retorno (Turnaround): 15771 ciclos (Criado: 569, Terminado: 16340)
- 7. Número de preempções sofridas: 17
- 8. Entradas em cada estado:
 - Pronto: 30 vez(es)
 - Executando: 31 vez(es)
 - Bloqueado: 13 vez(es)
 - Terminou: 1 vez(es)
- 9. Tempo total em cada estado:
 - Pronto: 10088 ciclos
 - Executando: 4801 ciclos
 - Bloqueado: 882 ciclos
 - Terminou: 0 ciclos
- 10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 231.62 ciclos (Total: 3011 / 13 eventos)

>> Processo PID: 4

- 6. Tempo de Retorno (Turnaround): 27792 ciclos (Criado: 582, Terminado: 28374)
- 7. Número de preempções sofridas: 19
- 8. Entradas em cada estado:
 - Pronto: 121 vez(es)
 - Executando: 122 vez(es)
 - Bloqueado: 102 vez(es)
 - Terminou: 1 vez(es)
- 9. Tempo total em cada estado:
 - Pronto: 14064 ciclos
 - Executando: 7329 ciclos
 - Bloqueado: 6399 ciclos
 - Terminou: 0 ciclos
- 10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 79.33 ciclos (Total: 8092 / 102 eventos)

===== RELATÓRIO DE MÉTRICAS DO SISTEMA =====

Configurações do Sistema Operacional:

- Política de Escalonamento: round robin
- Quantum: 10

- Numero de interrupções: 50

MÉTRICAS GLOBAIS DO SISTEMA

1. Número total de processos criados: 4
2. Tempo total de execução do sistema: 255749 ciclos
3. Tempo total em que o sistema ficou ocioso: 231830 ciclos (90.65%)
4. Número de interrupções recebidas:
 - IRQ 0 (Reset): 1
 - IRQ 1 (Erro de execução): 0
 - IRQ 2 (Chamada de sistema): 462
 - IRQ 3 (E/S: relógio): 4821
 - IRQ 4 (E/S: teclado): 0
 - IRQ 5 (E/S: console): 0
5. Número total de preempções (troca por quantum): 38

--- MÉTRICAS POR PROCESSO ---

>> Processo PID: 1

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 30763 ciclos (Criado: 1, Terminado: 30764)
7. Número de preempções sofridas: 1
8. Entradas em cada estado:
 - Pronto: 3 vez(es)
 - Executando: 4 vez(es)
 - Bloqueado: 2 vez(es)
 - Terminou: 1 vez(es)
9. Tempo total em cada estado:
 - Pronto: 22 ciclos
 - Executando: 1086 ciclos
 - Bloqueado: 29655 ciclos
 - Terminou: 0 ciclos
10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 11.00 ciclos (Total: 22 / 2 eventos)

>> Processo PID: 2

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 19353 ciclos (Criado: 556, Terminado: 19909)
7. Número de preempções sofridas: 20
8. Entradas em cada estado:
 - Pronto: 27 vez(es)
 - Executando: 28 vez(es)
 - Bloqueado: 7 vez(es)
 - Terminou: 1 vez(es)
9. Tempo total em cada estado:
 - Pronto: 8147 ciclos
 - Executando: 10711 ciclos
 - Bloqueado: 495 ciclos
 - Terminou: 0 ciclos
10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 61.29 ciclos (Total: 429 / 7 eventos)

>> Processo PID: 3

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 18428 ciclos (Criado: 569, Terminado: 18997)
7. Número de preempções sofridas: 8
8. Entradas em cada estado:
 - Pronto: 21 vez(es)
 - Executando: 22 vez(es)
 - Bloqueado: 13 vez(es)
 - Terminou: 1 vez(es)
9. Tempo total em cada estado:
 - Pronto: 12882 ciclos
 - Executando: 4761 ciclos
 - Bloqueado: 785 ciclos
 - Terminou: 0 ciclos
10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 444.23 ciclos (Total: 5775 / 13 eventos)

>> Processo PID: 4

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 29722 ciclos (Criado: 582, Terminado: 30304)
7. Número de preempções sofridas: 9
8. Entradas em cada estado:
 - Pronto: 127 vez(es)
 - Executando: 128 vez(es)
 - Bloqueado: 118 vez(es)
 - Terminou: 1 vez(es)
9. Tempo total em cada estado:
 - Pronto: 14668 ciclos
 - Executando: 7361 ciclos
 - Bloqueado: 7693 ciclos
 - Terminou: 0 ciclos
10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 70.62 ciclos (Total: 8333 / 118 eventos)

PRIORIDADE

===== RELATÓRIO DE MÉTRICAS DO SISTEMA =====

Configurações do Sistema Operacional:

- Política de Escalonamento: **prioridade**
- Quantum: **10**
- Numero de interrupções: **50**

MÉTRICAS GLOBAIS DO SISTEMA

1. Número total de processos criados: 4
2. Tempo total de execução do sistema: 208998 ciclos
3. Tempo total em que o sistema ficou ocioso: 185007 ciclos (88.52%)
4. Número de interrupções recebidas:
 - IRQ 0 (Reset): 1
 - IRQ 1 (Erro de execução): 0
 - IRQ 2 (Chamada de sistema): 462

- IRQ 3 (E/S: relógio): 3939
 - IRQ 4 (E/S: teclado): 0
 - IRQ 5 (E/S: console): 0
5. Número total de preempções (troca por quantum): 40

--- MÉTRICAS POR PROCESSO ---

>> Processo PID: 1

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 29365 ciclos (Criado: 1, Terminado: 29366)
7. Número de preempções sofridas: 1
8. Entradas em cada estado:
- Pronto: 3 vez(es)
 - Executando: 4 vez(es)
 - Bloqueado: 2 vez(es)
 - Terminou: 1 vez(es)
9. Tempo total em cada estado:
- Pronto: 25 ciclos
 - Executando: 1086 ciclos
 - Bloqueado: 28254 ciclos
 - Terminou: 0 ciclos
10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 12.50 ciclos (Total: 25 / 2 eventos)

>> Processo PID: 2

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 20125 ciclos (Criado: 556, Terminado: 20681)
7. Número de preempções sofridas: 21
8. Entradas em cada estado:
- Pronto: 26 vez(es)
 - Executando: 27 vez(es)
 - Bloqueado: 5 vez(es)
 - Terminou: 1 vez(es)
9. Tempo total em cada estado:
- Pronto: 9069 ciclos
 - Executando: 10751 ciclos
 - Bloqueado: 305 ciclos
 - Terminou: 0 ciclos
10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 101.20 ciclos (Total: 506 / 5 eventos)

>> Processo PID: 3

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 15782 ciclos (Criado: 569, Terminado: 16351)
7. Número de preempções sofridas: 9
8. Entradas em cada estado:
- Pronto: 25 vez(es)
 - Executando: 26 vez(es)
 - Bloqueado: 16 vez(es)
 - Terminou: 1 vez(es)
9. Tempo total em cada estado:
- Pronto: 9948 ciclos
 - Executando: 4833 ciclos

- Bloqueado: 1001 ciclos
 - Terminou: 0 ciclos
10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 275.12 ciclos (Total: 4402 / 16 eventos)

>> Processo PID: 4

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 28324 ciclos (Criado: 582, Terminado: 28906)
7. Número de preempções sofridas: 9
8. Entradas em cada estado:
- Pronto: 120 vez(es)
 - Executando: 121 vez(es)
 - Bloqueado: 111 vez(es)
 - Terminou: 1 vez(es)
9. Tempo total em cada estado:
- Pronto: 13759 ciclos
 - Executando: 7321 ciclos
 - Bloqueado: 7244 ciclos
 - Terminou: 0 ciclos
10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 84.79 ciclos (Total: 9412 / 111 eventos)

===== RELATÓRIO DE MÉTRICAS DO SISTEMA =====

Configurações do Sistema Operacional:

- Política de Escalonamento: prioridade
- Quantum: 10
- Numero de interrupções: 100

MÉTRICAS GLOBAIS DO SISTEMA

1. Número total de processos criados: 4
2. Tempo total de execução do sistema: 134614 ciclos
3. Tempo total em que o sistema ficou ocioso: 112527 ciclos (83.59%)
4. Número de interrupções recebidas:
 - IRQ 0 (Reset): 1
 - IRQ 1 (Erro de execução): 0
 - IRQ 2 (Chamada de sistema): 462
 - IRQ 3 (E/S: relógio): 1305
 - IRQ 4 (E/S: teclado): 0
 - IRQ 5 (E/S: console): 0
5. Número total de preempções (troca por quantum): 15

--- MÉTRICAS POR PROCESSO ---

>> Processo PID: 1

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 28886 ciclos (Criado: 1, Terminado: 28887)
7. Número de preempções sofridas: 0
8. Entradas em cada estado:
- Pronto: 3 vez(es)
 - Executando: 4 vez(es)
 - Bloqueado: 3 vez(es)
 - Terminou: 1 vez(es)

9. Tempo total em cada estado:

- Pronto: 0 ciclos
- Executando: 1006 ciclos
- Bloqueado: 27880 ciclos
- Terminou: 0 ciclos

10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 0.00 ciclos (Total: 0 / 3 eventos)

>> Processo PID: 2

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 17245 ciclos (Criado: 508, Terminado: 17753)

7. Número de preempções sofridas: 9

8. Entradas em cada estado:

- Pronto: 14 vez(es)
- Executando: 15 vez(es)
- Bloqueado: 5 vez(es)
- Terminou: 1 vez(es)

9. Tempo total em cada estado:

- Pronto: 6879 ciclos
- Executando: 9839 ciclos
- Bloqueado: 527 ciclos
- Terminou: 0 ciclos

10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 191.20 ciclos (Total: 956 / 5 eventos)

>> Processo PID: 3

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 18175 ciclos (Criado: 521, Terminado: 18696)

7. Número de preempções sofridas: 4

8. Entradas em cada estado:

- Pronto: 21 vez(es)
- Executando: 22 vez(es)
- Bloqueado: 17 vez(es)
- Terminou: 1 vez(es)

9. Tempo total em cada estado:

- Pronto: 12478 ciclos
- Executando: 4465 ciclos
- Bloqueado: 1232 ciclos
- Terminou: 0 ciclos

10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 427.24 ciclos (Total: 7263 / 17 eventos)

>> Processo PID: 4

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 27917 ciclos (Criado: 542, Terminado: 28459)

7. Número de preempções sofridas: 2

8. Entradas em cada estado:

- Pronto: 123 vez(es)
- Executando: 124 vez(es)
- Bloqueado: 121 vez(es)
- Terminou: 1 vez(es)

9. Tempo total em cada estado:

- Pronto: 12428 ciclos
- Executando: 6777 ciclos

- Bloqueado: 8712 ciclos
 - Terminou: 0 ciclos
10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 68.17 ciclos (Total: 8248 / 121 eventos)

===== RELATÓRIO DE MÉTRICAS DO SISTEMA =====

Configurações do Sistema Operacional:

- Política de Escalonamento: prioridade
- Quantum: 5
- Numero de interrupções: 100

MÉTRICAS GLOBAIS DO SISTEMA

1. Número total de processos criados: 4
2. Tempo total de execução do sistema: 189293 ciclos
3. Tempo total em que o sistema ficou ocioso: 167158 ciclos (88.31%)
4. Número de interrupções recebidas:
 - IRQ 0 (Reset): 1
 - IRQ 1 (Erro de execução): 0
 - IRQ 2 (Chamada de sistema): 462
 - IRQ 3 (E/S: relógio): 1836
 - IRQ 4 (E/S: teclado): 0
 - IRQ 5 (E/S: console): 0
5. Número total de preempções (troca por quantum): 35

--- MÉTRICAS POR PROCESSO ---

>> Processo PID: 1

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 27658 ciclos (Criado: 1, Terminado: 27659)
7. Número de preempções sofridas: 1
8. Entradas em cada estado:
 - Pronto: 3 vez(es)
 - Executando: 4 vez(es)
 - Bloqueado: 2 vez(es)
 - Terminou: 1 vez(es)
9. Tempo total em cada estado:
 - Pronto: 1068 ciclos
 - Executando: 1006 ciclos
 - Bloqueado: 25584 ciclos
 - Terminou: 0 ciclos
10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 11.00 ciclos (Total: 22 / 2 eventos)

>> Processo PID: 2

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 18792 ciclos (Criado: 508, Terminado: 19300)
7. Número de preempções sofridas: 20
8. Entradas em cada estado:
 - Pronto: 26 vez(es)
 - Executando: 27 vez(es)
 - Bloqueado: 6 vez(es)
 - Terminou: 1 vez(es)

9. Tempo total em cada estado:

- Pronto: 8410 ciclos
- Executando: 9879 ciclos
- Bloqueado: 503 ciclos
- Terminou: 0 ciclos

10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 31.83 ciclos (Total: 191 / 6 eventos)

>> Processo PID: 3

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 13701 ciclos (Criado: 521, Terminado: 14222)

7. Número de preempções sofridas: 9

8. Entradas em cada estado:

- Pronto: 25 vez(es)
- Executando: 26 vez(es)
- Bloqueado: 16 vez(es)
- Terminou: 1 vez(es)

9. Tempo total em cada estado:

- Pronto: 8091 ciclos
- Executando: 4473 ciclos
- Bloqueado: 1137 ciclos
- Terminou: 0 ciclos

10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 207.62 ciclos (Total: 3322 / 16 eventos)

>> Processo PID: 4

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 25643 ciclos (Criado: 1588, Terminado: 27231)

7. Número de preempções sofridas: 5

8. Entradas em cada estado:

- Pronto: 118 vez(es)
- Executando: 119 vez(es)
- Bloqueado: 113 vez(es)
- Terminou: 1 vez(es)

9. Tempo total em cada estado:

- Pronto: 10812 ciclos
- Executando: 6777 ciclos
- Bloqueado: 8054 ciclos
- Terminou: 0 ciclos

10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 67.74 ciclos (Total: 7655 / 113 eventos)

===== RELATÓRIO DE MÉTRICAS DO SISTEMA =====

Configurações do Sistema Operacional:

- Política de Escalonamento: prioridade
- Quantum: 5
- Numero de interrupções: 50

MÉTRICAS GLOBAIS DO SISTEMA

1. Número total de processos criados: 4
2. Tempo total de execução do sistema: 107066 ciclos
3. Tempo total em que o sistema ficou ocioso: 82947 ciclos (77.47%)
4. Número de interrupções recebidas:

- IRQ 0 (Reset): 1
- IRQ 1 (Erro de execução): 0
- IRQ 2 (Chamada de sistema): 462
- IRQ 3 (E/S: relógio): 2015
- IRQ 4 (E/S: teclado): 0
- IRQ 5 (E/S: console): 0

5. Número total de preempções (troca por quantum): 85

--- MÉTRICAS POR PROCESSO ---

>> Processo PID: 1

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 26781 ciclos (Criado: 1, Terminado: 26782)

7. Número de preempções sofridas: 3

8. Entradas em cada estado:

- Pronto: 5 vez(es)
- Executando: 6 vez(es)
- Bloqueado: 2 vez(es)
- Terminou: 1 vez(es)

9. Tempo total em cada estado:

- Pronto: 22 ciclos
- Executando: 1086 ciclos
- Bloqueado: 25673 ciclos
- Terminou: 0 ciclos

10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 11.00 ciclos (Total: 22 / 2 eventos)

>> Processo PID: 2

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 22049 ciclos (Criado: 556, Terminado: 22605)

7. Número de preempções sofridas: 45

8. Entradas em cada estado:

- Pronto: 52 vez(es)
- Executando: 53 vez(es)
- Bloqueado: 7 vez(es)
- Terminou: 1 vez(es)

9. Tempo total em cada estado:

- Pronto: 10707 ciclos
- Executando: 10871 ciclos
- Bloqueado: 471 ciclos
- Terminou: 0 ciclos

10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 22.00 ciclos (Total: 154 / 7 eventos)

>> Processo PID: 3

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 13288 ciclos (Criado: 569, Terminado: 13857)

7. Número de preempções sofridas: 18

8. Entradas em cada estado:

- Pronto: 34 vez(es)
- Executando: 35 vez(es)
- Bloqueado: 16 vez(es)
- Terminou: 1 vez(es)

9. Tempo total em cada estado:
- Pronto: 7547 ciclos
 - Executando: 4833 ciclos
 - Bloqueado: 908 ciclos
 - Terminou: 0 ciclos
10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 159.62 ciclos (Total: 2554 / 16 eventos)

>> Processo PID: 4

6. Tempo de Retorno (Turnaround): 25740 ciclos (Criado: 582, Terminado: 26322)
7. Número de preempções sofridas: 19
8. Entradas em cada estado:
- Pronto: 110 vez(es)
 - Executando: 111 vez(es)
 - Bloqueado: 91 vez(es)
 - Terminou: 1 vez(es)
9. Tempo total em cada estado:
- Pronto: 13058 ciclos
 - Executando: 7329 ciclos
 - Bloqueado: 5353 ciclos
 - Terminou: 0 ciclos
10. Tempo médio de resposta (pós-bloqueio): 95.87 ciclos (Total: 8724 / 91 eventos)

Conclusão:

Com base nos experimentos realizados com diferentes políticas de escalonamento, foi possível observar variações significativas na utilização do processador, no tempo total de execução e na taxa de ociosidade do sistema.

A política simples, por não realizar preempções, apresentou o maior tempo ocioso (acima de 90% em alguns testes), indicando baixa eficiência no uso do processador quando há bloqueios de processos. O tempo total de execução também foi o mais elevado, reforçando que a ausência de troca de contexto reduz a responsividade, mas não melhora o desempenho global.

O Round Robin, por outro lado, mostrou melhor balanceamento entre os processos. À medida que o quantum diminui, há mais preempções e interrupções, resultando em menores tempos médios de resposta e maior alternância entre os processos. Entretanto, o número elevado de trocas de contexto aumenta o overhead (tempo a mais que o sistema gasta para gerenciar as coisas) e o tempo total de execução do sistema.

O escalonador de prioridade apresentou um desempenho intermediário, combinando a responsividade do Round Robin com menor número de preempções. O uso de prioridades permitiu que processos mais importantes fossem atendidos mais rapidamente, mantendo o tempo ocioso em torno de 88%.

De forma geral:

- O escalonamento simples é o menos eficiente em ambientes multitarefa.
- O Round Robin com quantum adequado (10 ciclos) obteve o melhor equilíbrio entre tempo de resposta e eficiência.
- O escalonamento por prioridade oferece boa responsividade, sendo ideal quando há processos com diferentes níveis de importância.