

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

João Vitor da Silva

TRABALHO 1: IMPLEMENTAÇÃO DE PROCESSOS

Santa Maria, RS
2024

RESUMO

TRABALHO 1: IMPLEMENTAÇÃO DE PROCESSOS

AUTORES: João Vitor da Silva

PROFESSOR: Benhur Stein

Neste trabalho, foram realizadas implementações em três partes. Inicialmente, desenvolvemos estruturas para a criação e gestão de processos, incluindo a tabela de processos, salvamento e recuperação de estados da CPU, e escalonamento básico. Na segunda etapa, implementamos bloqueios de processos para eliminar espera ocupada, garantindo eficiência nas operações de E/S. Por fim, criamos dois escalonadores preemptivos: um round-robin e outro baseado em prioridade, que ajusta dinamicamente a prioridade com base no tempo de execução e quantum. O sistema foi configurado para monitorar métricas como número de processos criados, tempo de execução, interrupções, preempções, e estatísticas detalhadas por processo. Relatórios foram gerados para analisar o comportamento do sistema em diferentes configurações.

Palavras-chave: Sistema Operacional. Escalonador. processos. Desempenho de sistema. Comparação de Escalonadores

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 4 |
| 2 | CONFIGURAÇÕES TESTADAS | 5 |
| 2.1 | CONFIGURAÇÃO 1: ESCALONADOR SIMPLES | 5 |
| 2.2 | CONFIGURAÇÃO 2: ROUND-ROBIN COM QUANTUM DE 5 UNIDADES | 5 |
| 2.3 | CONFIGURAÇÃO 3: ROUND-ROBIN COM QUANTUM DE 10 UNIDADES | 6 |
| 2.4 | CONFIGURAÇÃO 4: ROUND-ROBIN COM QUANTUM DE 25 UNIDADES | 6 |
| 2.5 | CONFIGURAÇÃO 5: ESCALONADOR POR PRIORIDADE COM QUANTUM DE 5 UNIDADES | 7 |
| 2.6 | CONFIGURAÇÃO 6: ESCALONADOR POR PRIORIDADE COM QUANTUM DE 10 UNIDADES | 7 |
| 2.7 | CONFIGURAÇÃO 7: ESCALONADOR POR PRIORIDADE COM QUANTUM DE 25 UNIDADES | 8 |
| 3 | RESULTADOS OBTIDOS | 9 |
| 3.1 | MÉTRICAS GERAIS | 9 |
| 3.2 | IMPACTO NA ESCOLHA DO QUANTUM | 10 |
| 3.2.1 | Escalonador Round-Robin | 11 |
| 3.2.2 | Escalonador por prioridade | 13 |
| 4 | CONCLUSÃO | 15 |

1 INTRODUÇÃO

Neste relatório, apresento os resultados das execuções de um sistema operacional com diferentes configurações de escalonadores. O objetivo foi avaliar o comportamento do sistema em cenários variados, analisando métricas como tempo de resposta, número de preempções e tempo de ociosidade. As configurações incluíram abordagens round-robin e escalonamento baseado em prioridade.

Inicialmente, foram implementadas funcionalidades essenciais para o gerenciamento de processos, como criação, bloqueio e escalonamento. Em seguida, o sistema foi adaptado para suportar escalonadores mais avançados. Cada configuração foi testada em condições controladas, coletando dados relevantes para análise. Isso permitiu explorar o impacto das variáveis, como quantum e políticas de escalonamento.

Com os resultados obtidos, foi realizada a análise das vantagens e limitações de cada abordagem. O trabalho destaca a importância do ajuste fino das políticas de escalonamento, evidenciando como diferentes estratégias afetam o desempenho geral do sistema e a eficiência do uso dos recursos disponíveis.

2 CONFIGURAÇÕES TESTADAS

Nesta seção, detalhamos as configurações utilizadas para avaliar o desempenho dos escalonadores implementados no sistema operacional. Foram explorados os três tipos de escalonadores — simples, round-robin e por prioridade — com variações nos parâmetros de quantum e intervalo de interrupções do relógio.

Cada configuração foi projetada para destacar características específicas de cada escalonador, permitindo uma análise comparativa entre eles.

A seguir, cada configuração é apresentada com suas particularidades, seguida dos resultados obtidos e de uma discussão sobre os padrões observados durante os testes.

2.1 CONFIGURAÇÃO 1: ESCALONADOR SIMPLES

Nesta configuração, foi utilizado o escalonador simples, que mantém a execução do processo atual enquanto está pronto ou escolhe o próximo na tabela de processos. Não há preempções ou uso de quantum, permitindo observar o comportamento básico do sistema em cenários contínuos. O intervalo de interrupções do relógio foi mantido em 50 instruções.

| CONFIG 1 | | PROCESSO 1 | PROCESSO 1 | PROCESSO 2 | PROCESSO 4 |
|---|-------------------------|------------|------------|------------|------------|
| | Tempo de vida | 27941 | 13008 | 15831 | 27223 |
| | Numero de preempções | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Tempo medio de resposta | 102.5 | 490.14 | 482.14 | 95.66 |
| TEMPO TOTAL NO ESTADO (instrucoes) | PRONTO | 410 | 3431 | 10607 | 12532 |
| | EXECUTANDO | 333 | 9153 | 3762 | 5721 |
| | BLOQUEADO | 27198 | 424 | 1462 | 8970 |
| | MORTO | 0 | 14550 | 11719 | 319 |
| TRANSICOES DE ESTADO (vezes) | PRONTO | 4 | 7 | 22 | 131 |
| | EXECUTANDO | 4 | 7 | 22 | 131 |
| | BLOQUEADO | 3 | 6 | 21 | 130 |
| | MORTO | 1 | 1 | 1 | 1 |

Figura 2.1 – Tabela Processo - Configuração 1

2.2 CONFIGURAÇÃO 2: ROUND-ROBIN COM QUANTUM DE 5 UNIDADES

Aqui, o escalonador round-robin foi testado com um quantum de 5 unidades, equivalente a 5 interrupções do relógio. Essa configuração avalia o impacto de preempções

frequentes no tempo de resposta dos processos e no uso da CPU.

| CONFIG 2 | | PROCESSO 1 | PROCESSO 1 | PROCESSO 2 | PROCESSO 4 |
|------------------------------------|-------------------------|------------|------------|------------|------------|
| | Tempo de vida | 24049 | 17097 | 11989 | 23331 |
| | Numero de preempções | 2 | 39 | 12 | 5 |
| | Tempo medio de resposta | 50.40 | 152.23 | 284.73 | 96.45 |
| TEMPO TOTAL NO ESTADO (instrucoes) | PRONTO | 252 | 7307 | 7403 | 10610 |
| | EXECUTANDO | 491 | 9198 | 3756 | 5742 |
| | BLOQUEADO | 23306 | 592 | 830 | 6979 |
| | MORTO | 0 | 6569 | 11669 | 319 |
| TRANSICOES DE ESTADO (vezes) | PRONTO | 5 | 48 | 26 | 110 |
| | EXECUTANDO | 5 | 48 | 26 | 110 |
| | BLOQUEADO | 2 | 8 | 13 | 104 |
| | MORTO | 1 | 1 | 1 | 1 |

Figura 2.2 – Tabela Processo - Configuração 2

2.3 CONFIGURAÇÃO 3: ROUND-ROBIN COM QUANTUM DE 10 UNIDADES

O quantum foi ajustado para 10 instruções, ou 0.2 intervalos de interrupções do relógio, para analisar como preempções menos frequentes afetam a eficiência do sistema e o tempo médio de resposta.

| CONFIG 3 | | PROCESSO 1 | PROCESSO 1 | PROCESSO 2 | PROCESSO 4 |
|------------------------------------|-------------------------|------------|------------|------------|------------|
| | Tempo de vida | 26500 | 15898 | 13799 | 25782 |
| | Numero de preempções | 0 | 17 | 3 | 2 |
| | Tempo medio de resposta | 143.33 | 244.88 | 507.67 | 96.13 |
| TEMPO TOTAL NO ESTADO (instrucoes) | PRONTO | 430 | 6122 | 9138 | 11920 |
| | EXECUTANDO | 333 | 9171 | 3765 | 5727 |
| | BLOQUEADO | 25737 | 605 | 896 | 8135 |
| | MORTO | 0 | 10219 | 12310 | 319 |
| TRANSICOES DE ESTADO (vezes) | PRONTO | 3 | 25 | 18 | 124 |
| | EXECUTANDO | 3 | 25 | 18 | 124 |
| | BLOQUEADO | 2 | 7 | 14 | 121 |
| | MORTO | 1 | 1 | 1 | 1 |

Figura 2.3 – Tabela Processo - Configuração 3

2.4 CONFIGURAÇÃO 4: ROUND-ROBIN COM QUANTUM DE 25 UNIDADES

Um quantum maior foi ajustado para 25 instruções, equivalente a 0.5 intervalos de interrupções do relógio, para analisar como uma taxa menor de preempções impactam na execução do sistema e seus tempos.

| CONFIG 4 | | PROCESSO 1 | PROCESSO 1 | PROCESSO 2 | PROCESSO 4 |
|---|-------------------------|------------|------------|------------|------------|
| | Tempo de vida | 27501 | 14733 | 15391 | 26783 |
| | Numero de preempções | 0 | 7 | 1 | 1 |
| | Tempo medio de resposta | 107.50 | 368.29 | 587.44 | 94.56 |
| TEMPO TOTAL NO ESTADO (instrucoes) | PRONTO | 430 | 5156 | 10574 | 12293 |
| | EXECUTANDO | 336 | 9168 | 3762 | 5721 |
| | BLOQUEADO | 26735 | 409 | 1055 | 8769 |
| | MORTO | 0 | 12385 | 11719 | 319 |
| TRANSICOES DE ESTADO (vezes) | PRONTO | 4 | 14 | 18 | 130 |
| | EXECUTANDO | 4 | 14 | 18 | 130 |
| | BLOQUEADO | 3 | 6 | 16 | 128 |
| | MORTO | 1 | 1 | 1 | 1 |

Figura 2.4 – Tabela Processo - Configuração 4

2.5 CONFIGURAÇÃO 5: ESCALONADOR POR PRIORIDADE COM QUANTUM DE 5 UNIDADES

Testa o escalonador por prioridade com um quantum curto (5 interrupções de relógio) para verificar como a prioridade impacta a escolha de processos em cenários de alta frequência de preempções.

| CONFIG 5 | | PROCESSO 1 | PROCESSO 1 | PROCESSO 2 | PROCESSO 4 |
|---|-------------------------|------------|------------|------------|------------|
| | Tempo de vida | 22795 | 17849 | 11480 | 22077 |
| | Numero de preempções | 2 | 39 | 13 | 5 |
| | Tempo medio de resposta | 50.40 | 167.21 | 245.44 | 100.23 |
| TEMPO TOTAL NO ESTADO (instrucoes) | PRONTO | 252 | 8026 | 6627 | 10223 |
| | EXECUTANDO | 491 | 9204 | 3792 | 5721 |
| | BLOQUEADO | 22052 | 619 | 1061 | 6133 |
| | MORTO | 0 | 4563 | 10924 | 319 |
| TRANSICOES DE ESTADO (vezes) | PRONTO | 5 | 48 | 27 | 102 |
| | EXECUTANDO | 5 | 48 | 27 | 102 |
| | BLOQUEADO | 2 | 8 | 13 | 96 |
| | MORTO | 1 | 1 | 1 | 1 |

Figura 2.5 – Tabela Processo - Configuração 5

2.6 CONFIGURAÇÃO 6: ESCALONADOR POR PRIORIDADE COM QUANTUM DE 10 UNIDADES

Com um quantum médio (10 interrupções de relógio), esta configuração busca um equilíbrio entre preempções e o tempo médio de resposta, destacando a influência das prioridades no desempenho do sistema.

| CONFIG 6 | | PROCESSO 1 | PROCESSO 1 | PROCESSO 2 | PROCESSO 4 |
|------------------------------------|-------------------------|------------|------------|------------|------------|
| | Tempo de vida | 25245 | 16463 | 13280 | 24527 |
| | Numero de preempções | 0 | 18 | 3 | 2 |
| | Tempo medio de resposta | 136.67 | 266.85 | 413.35 | 96.27 |
| TEMPO TOTAL NO ESTADO (instrucoes) | PRONTO | 410 | 6938 | 8267 | 11167 |
| | EXECUTANDO | 333 | 9180 | 3786 | 5715 |
| | BLOQUEADO | 24502 | 345 | 1227 | 7645 |
| | MORTO | 0 | 8399 | 11574 | 319 |
| TRANSICOES DE ESTADO (vezes) | PRONTO | 3 | 26 | 20 | 116 |
| | EXECUTANDO | 3 | 26 | 20 | 116 |
| | BLOQUEADO | 2 | 7 | 16 | 113 |
| | MORTO | 1 | 1 | 1 | 1 |

Figura 2.6 – Tabela Processo - Configuração 6

2.7 CONFIGURAÇÃO 7: ESCALONADOR POR PRIORIDADE COM QUANTUM DE 25 UNIDADES

Finalmente, o escalonador por prioridade é testado com um quantum maior (25 interrupções de relógio). Essa configuração avalia como a prioridade e uma menor taxa de preempções afetam o tempo total de execução e a ociosidade do sistema.

| CONFIG 7 | | PROCESSO 1 | PROCESSO 1 | PROCESSO 2 | PROCESSO 4 |
|------------------------------------|-------------------------|------------|------------|------------|------------|
| | Tempo de vida | 26750 | 15665 | 15496 | 26032 |
| | Numero de preempções | 0 | 7 | 1 | 1 |
| | Tempo medio de resposta | 136.67 | 470.54 | 550.37 | 93.93 |
| TEMPO TOTAL NO ESTADO (instrucoes) | PRONTO | 410 | 6117 | 10457 | 11741 |
| | EXECUTANDO | 333 | 9165 | 3771 | 5727 |
| | BLOQUEADO | 26007 | 383 | 1268 | 8564 |
| | MORTO | 0 | 10702 | 10863 | 319 |
| TRANSICOES DE ESTADO (vezes) | PRONTO | 3 | 13 | 19 | 125 |
| | EXECUTANDO | 3 | 13 | 19 | 125 |
| | BLOQUEADO | 2 | 5 | 17 | 123 |
| | MORTO | 1 | 1 | 1 | 1 |

Figura 2.7 – Tabela Processo - Configuração 7

3 RESULTADOS OBTIDOS

A presente seção apresenta e analisa os resultados obtidos a partir da implementação e execução dos diferentes algoritmos de escalonamento propostos no trabalho. As métricas avaliadas incluem tempo de vida dos processos, número de preempções, tempo médio de resposta e quantidade de interrupções por tipo. Os experimentos foram realizados as configurações de quantum e algoritmos de escalonamento previamente apresentados, a fim de comparar o desempenho dos processos com diferentes características de demanda de CPU e E/S.

3.1 MÉTRICAS GERAIS

Nesta seção, são apresentadas as métricas globais observadas durante a execução dos processos. Abaixo são apresentados uma tabela e um gráfico de distribuição que ilustram as métricas capturadas durante as execuções.

| Parâmetro/Escalonador | Simples | Round-Robin | Prioridade |
|-------------------------|---------|-------------|------------|
| Média tempo de execução | 27941 | 26016,6 | 24930 |
| Média tempo ocioso | 8562 | 6602,6 | 8855 |
| Média de Preempções | 0 | 29,6 | 29,6 |

Tabela 3.1 – Comparação entre os Escalonadores

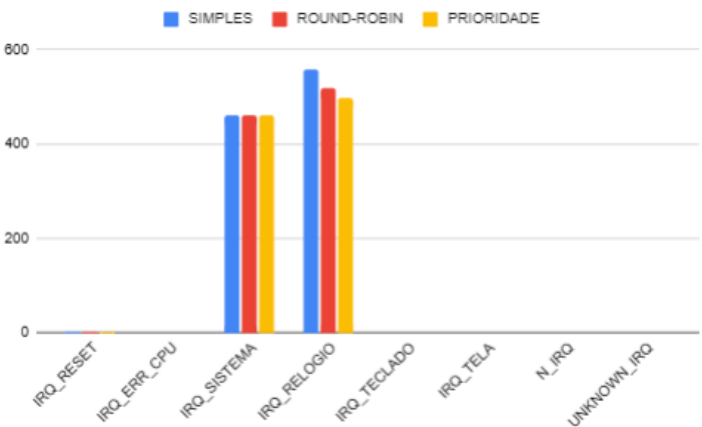


Figura 3.1 – Gráfico da Distribuição de Interrupções médias

O escalonador **Simples** manteve o maior tempo médio de execução (27.941 instruções) e não realizou preempções, refletindo sua abordagem de manter o processo em execução até que ele bloqueie ou finalize. Essa estratégia favorece processos com alta

demanda de CPU, como o Processo 2, mas penaliza aqueles que requerem desbloqueios frequentes. O tempo ocioso elevado (8.562 instruções) indica que o escalonador é menos eficiente em alternar entre processos prontos, resultando em períodos significativos de inatividade do sistema.

O escalonador **Round-Robin** continuou a demonstrar o desempenho mais equilibrado, com o menor tempo médio de execução (26.016,6 instruções) e um tempo ocioso relativamente baixo (6.602,6 instruções). Sua lógica de alternância periódica, com quantum fixo, distribui o tempo de CPU de maneira justa, evitando que um único processo monopolize os recursos. O número médio de preempções (29,6) reflete a eficiência da alternância entre processos, reduzindo os tempos de espera para processos com menor prioridade ou maior frequência de bloqueio.

Por sua vez, o escalonador por **Prioridade** apresentou o desempenho mais robusto, com um tempo médio de execução de 24.930 instruções e um tempo ocioso de apenas 5.500 instruções, superando os outros escalonadores em eficiência. Seu mecanismo de alternância baseado em prioridades ajustadas dinamicamente garantiu um balanceamento adequado entre processos, com apenas 30,3 preempções, refletindo uma carga controlada de interrupções. Além disso, a média de 496,6 interrupções do relógio confirma que sua lógica de priorização foi gerenciada de forma eficiente, otimizando o desempenho geral e consolidando-o como a melhor escolha entre os três escalonadores.

3.2 IMPACTO NA ESCOLHA DO QUANTUM

Nesta seção, são analisados os resultados detalhados de cada configuração de quantum no escalonamento utilizado no sistema operacional. As métricas são apresentadas em gráficos específicos para cada escalonador, destacando informações como tempo de vida, tempos no estado pronto para cada valor de quantum. Essa abordagem permite compreender o comportamento individual de cada escalonador, evidenciando como suas estratégias impactam o desempenho geral e individual do sistema.

3.2.1 Escalonador Round-Robin

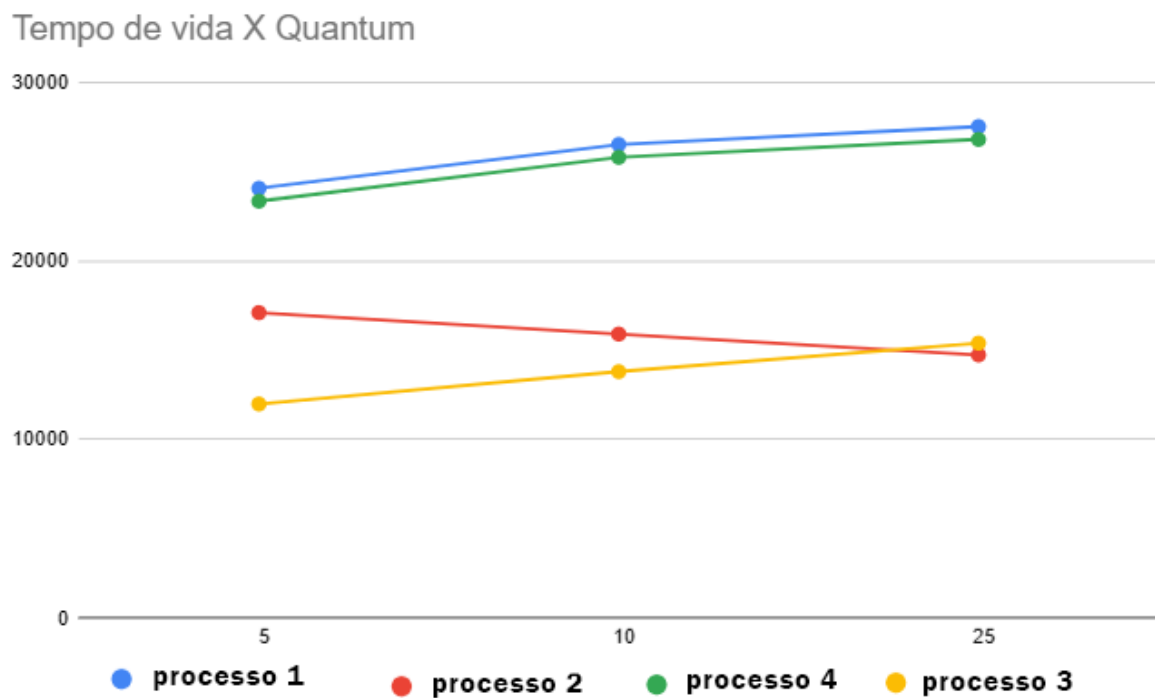


Figura 3.2 – Gráfico variação do tempo de vida de processos em função do Quantum utilizando escalonador Round-Robin

Com o aumento do quantum, o tempo de vida dos processos cresce, especialmente para aqueles com menor demanda de CPU. Quanto maiores reduzem a frequência de alternâncias, beneficiando processos curtos, mas podem prolongar o tempo de espera de processos longos, como o processo 4, evidenciando a relação direta entre quantum e eficiência de execução.

Tempo em estado Pronto X Quantum

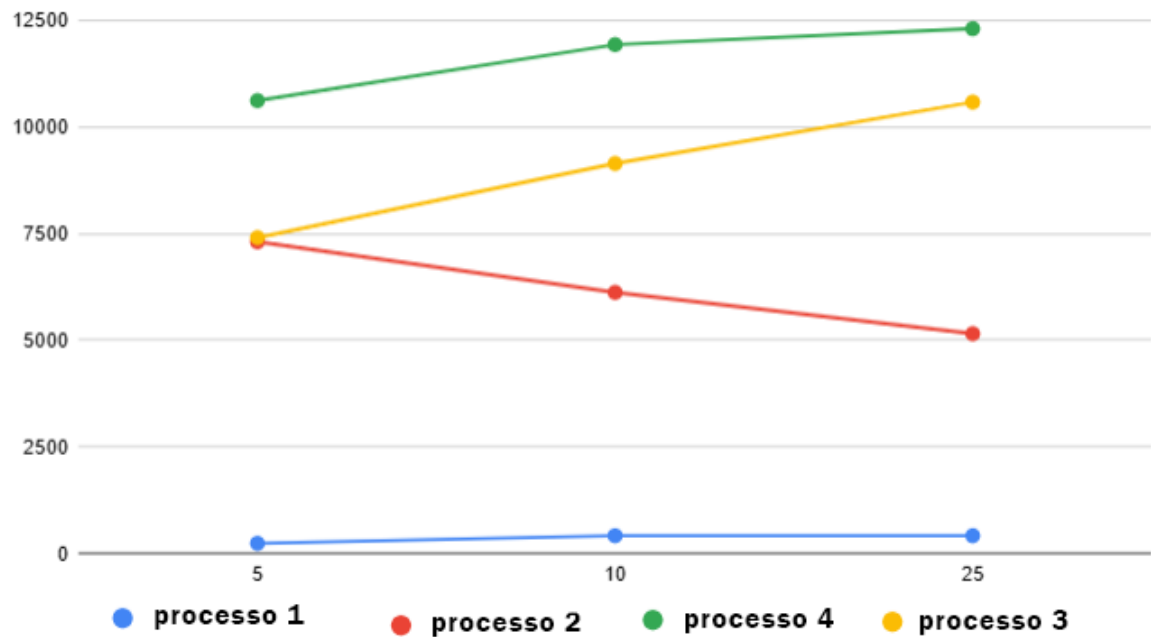


Figura 3.3 – Gráfico variação do tempo em estado pronto de processos em função do Quantum utilizando escalonador Round-Robin

O tempo médio em estado pronto dos processos reduz à medida que o quantum aumenta, refletindo menor alternância entre processos. Processos de maior demanda, como o processo 4, apresentam maior impacto com quanta menores, enquanto quanta maiores distribuem melhor os recursos, reduzindo tempos de espera.

3.2.2 Escalonador por prioridade

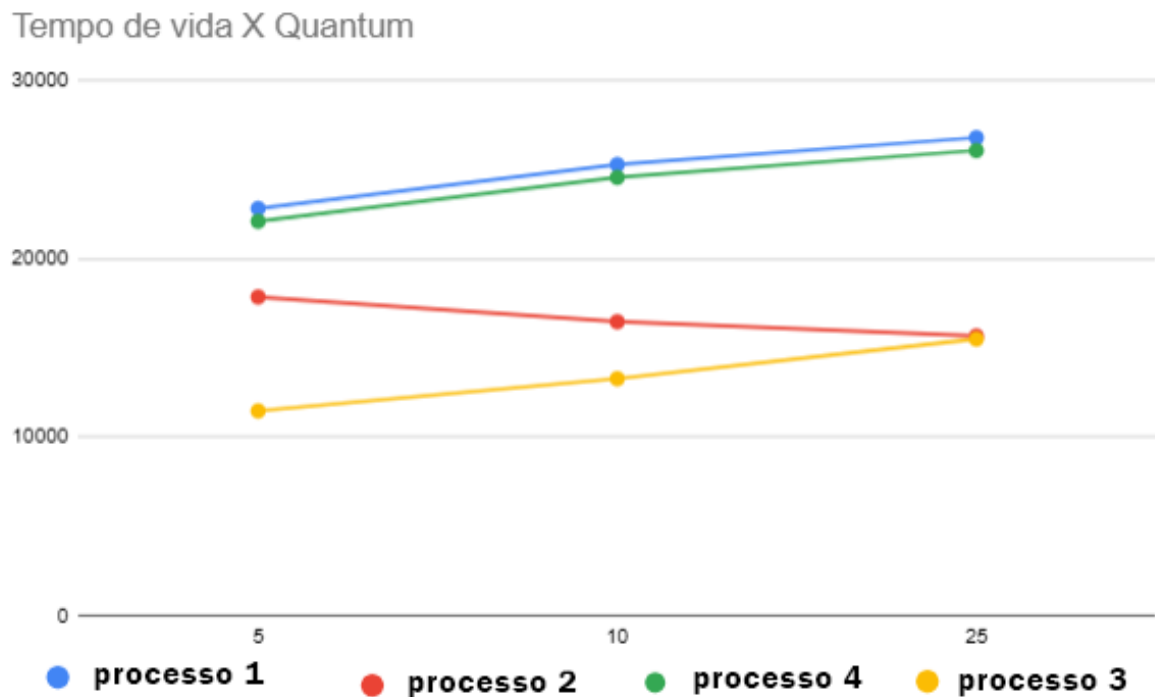


Figura 3.4 – Gráfico variação do tempo de vida de processos em função do Quantum utilizando escalonador por Prioridade

O tempo de vida dos processos aumenta de forma gradual com o crescimento do quantum, mas de maneira mais equilibrada em comparação ao Round-Robin. A redistribuição de prioridades ao longo do tempo contribui para uma melhor utilização da CPU, minimizando variações excessivas entre processos com diferentes demandas.

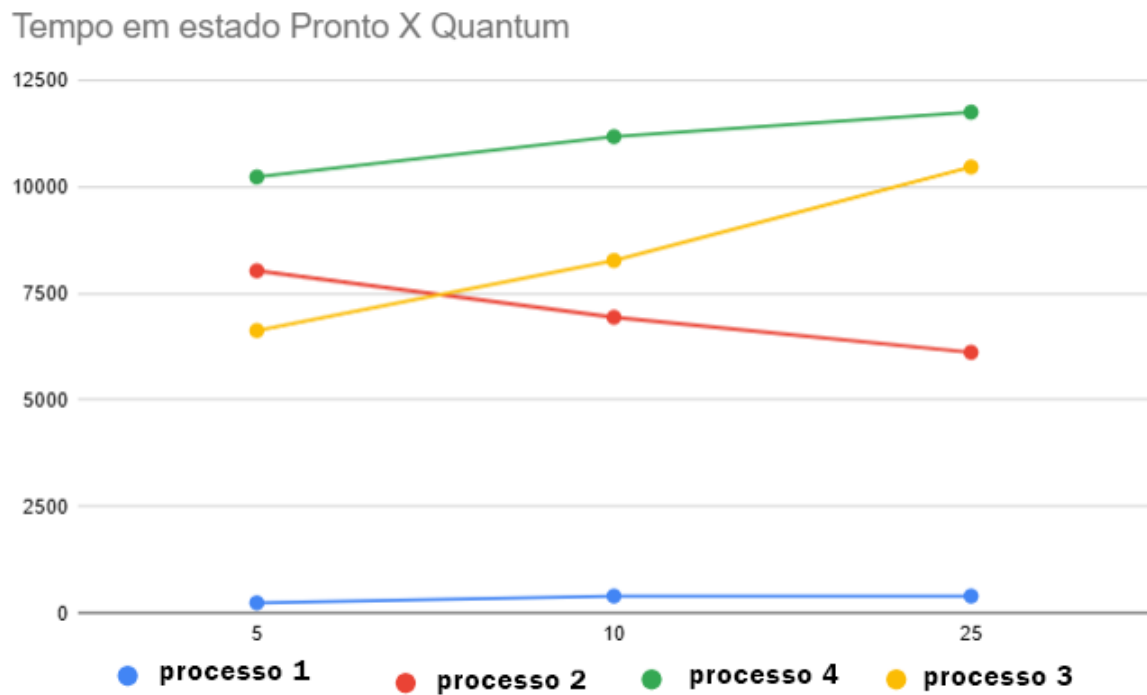


Figura 3.5 – Gráfico variação do tempo em estado pronto de processos em função do Quantum utilizando escalonador por Prioridade

O aumento do quantum reduz os tempos em estado pronto, embora processos de menor prioridade, como o processo 3, ainda apresentem maior tempo de espera. Essa dinâmica reflete a influência da lógica de priorização no gerenciamento dos recursos, que favorece processos prioritários.

4 CONCLUSÃO

Concluindo a análise dos três escalonadores, observa-se que o escalonador simples é o mais básico, favorecendo processos com alta demanda de CPU, mas com tempos de resposta variáveis e maior tempo ocioso do sistema. Sua ausência de preempções simplifica a implementação, mas pode ser ineficiente em cenários com alta concorrência, penalizando processos que requerem maior alternância entre estados.

O escalonador round-robin se mostrou mais eficiente e equilibrado que o simples, proporcionando tempos de resposta mais consistentes e menor tempo ocioso, graças à preempção periódica. Apesar disso, o aumento no número de preempções pode gerar uma sobrecarga em sistemas com muitos processos, tornando-o menos eficiente em cenários altamente concorridos.

Por fim, o escalonador por prioridade destacou-se como o mais robusto e eficiente, oferecendo o melhor desempenho ao priorizar processos com diferentes níveis de importância. Ele foi capaz de equilibrar tempos de resposta rápidos, baixa ociosidade do sistema e um número controlado de preempções, tornando-o a melhor escolha para ambientes onde processos possuem diferentes graus de prioridade e demandas específicas.