

PROPOSTA DE ESCALONADOR DE TAREFAS UTILIZANDO O SIMULATED ANNEALING

VELASCO, G.M.S.¹, YMAI, L.H.², NEVES, B.³

¹ Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) – Bagé – RS – Brasil –
gabrielvelasco.aluno@unipampa.edu.br

² Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) – Bagé – RS – Brasil –
leandro.ymai@unipampa.edu.br

³ Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) – Bagé – RS – Brasil –
brunoneves@unipampa.edu.br

RESUMO

Escalonador de tarefas é o componente de um sistema operacional que gerencia a fila de processos para serem executados na CPU (*Central Processing Unit*). Um estudo sobre a otimização desse gerenciamento pode trazer informações importantes sobre como melhorar o desempenho de um computador. Neste trabalho, investigamos os impactos produzidos sobre as métricas de tempo médio de espera e tempo médio de execução (*turnaround*) dos processos, para um esquema de revezamento da fila de processos diferente daquele utilizado pelo escalonador Round-Robin, gerado a partir da minimização das métricas pelo algoritmo *Simulated Annealing*. Para comparar o desempenho dos dois algoritmos, consideramos um conjunto de processos e realizamos a otimização para diferentes valores de quantum. Mostramos que o uso de algoritmos de otimização pode ser uma alternativa viável para melhorar o gerenciamento de um escalonador de tarefas.

Palavras-chave: Escalonador de tarefas, *Simulated Annealing*, Round-Robin, otimização, Sistemas Operacionais.

1 INTRODUÇÃO

Quando um computador é multiprogramado, ele frequentemente tem múltiplos processos competindo entre si por uma fatia de tempo de execução na CPU (*Central Processing Unit*). Essa situação ocorre sempre que dois ou mais deles estão simultaneamente no estado pronto. Supondo que apenas uma CPU esteja disponível, uma escolha sobre qual processo será executado em seguida precisa ser realizada. A parte do sistema operacional que faz essa escolha é chamada de escalonador, sendo que o algoritmo que ele usa é chamado de algoritmo de escalonamento (TANENBAUM, 2016). O algoritmo Round-Robin (TANENBAUM, 2016) é um algoritmo de escalonamento baseado na fila FIFO (*First-in First-out*), em que os processos se revezam ciclicamente para serem executados na CPU em intervalos de um certo quantum. Se ao final desse intervalo a demanda de CPU de um processo não for completamente atendida, o escalonador Round-Robin interrompe o processo em execução, colocando-o no final da fila de espera e disponibiliza a CPU para o próximo processo da fila.

O processo de escalonamento de tarefas não é único e um estudo sobre a otimização desse processo pode fornecer informações importantes sobre como aumentar a eficiência de execução dos processos e consequentemente melhorar de forma significativa o desempenho de um computador.

O problema de escalonamento de tarefas pode ser visto como um problema de otimização combinatória, no qual uma função objetivo aplicada a um domínio finito de soluções deve ser otimizada. Apesar de ser finito, o domínio da função é em geral extenso e a busca por uma solução ótima para a função se torna impraticável, sendo necessário utilizar técnicas mais elaboradas para identificar as melhores escolhas no espaço de soluções. Uma das técnicas para o tratamento de problemas de otimização combinatória é o *Simulated Annealing* (DONG-WON, 2002), introduzida por Kirkpatrick (DONG-WON, 2002) como um método heurístico de otimização que se utiliza de uma abordagem de melhoria repetitiva. De maneira breve, pode-se dizer que é um algoritmo de busca em problemas de otimização, que gera soluções na vizinhança de uma solução atual com base em argumentos termodinâmicos, e continua se movendo no espaço de soluções até que condições pré-estabelecidas sejam satisfeitas (KIRKPATRICK, 1983).

Neste trabalho, investigamos os impactos produzidos sobre o tempo médio de espera e tempo médio de execução (*turnaround*) dos processos para um esquema de revezamento diferente da clássica fila FIFO, com base em arranjos da fila de processos gerados a partir do algoritmo *Simulated Annealing*, visando produzir escalonamentos mais eficientes para os processos.

2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

Desenvolveu-se um simulador em Java para os dois algoritmos: Round-Robin clássico e *Simulated Annealing*. As métricas tempo médio de espera e *turnaround* foram individualmente consideradas como funções objetivo a serem minimizadas através da busca de um rearranjo ótimo da fila de processos para um dado quantum. Além disso, as mesmas métricas foram calculadas usando a lógica do Round-Robin para servirem como valores de comparação com os valores otimizados. Os testes foram realizados utilizando um cenário arbitrário com vinte processos com mesmo instante de chegada na fila de espera, cujas demandas de CPU variaram em um intervalo de 9 a 72 u.t. (unidades de tempo). Os dados possuem uma variabilidade moderada, com desvio padrão $s \approx 17,84$ e coeficiente de variação $cv \approx 0,45$. Para cada teste efetuado com os dois algoritmos, variou-se os valores do quantum, iniciando com o valor igual a 2, e depois variando de 5 em 5, de 5 até 100 u.t. No algoritmo *Simulated Annealing*, utilizamos o resfriamento geométrico (DONG-WON, 2002) e os parâmetros de entrada foram estabelecidos em: temperatura inicial igual a 100, taxa de resfriamento igual a 0,95, número de iterações para termalização igual a 100 e temperatura crítica como critério de parada do algoritmo igual a 0,01.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para comparar os valores das métricas de tempo médio de espera (TE) e tempo médio de *turnaround* (TT), calculados para os dois algoritmos, *Simulated Annealing* (SA) e Round-Robin (RR), definimos a razão $R1 = TT(SA)/TT(RR)$ e $R2 = TE(SA)/TE(RR)$. A notação na forma $Y(X)$ indica que o valor da métrica Y foi calculado pelo algoritmo X. Assim, para um dado quantum, a razão R1 ou R2 mede a variação de quanto o valor da métrica calculado pelo SA, diminuiu em relação ao valor calculado pelo RR. Os resultados são apresentados na figura 1:

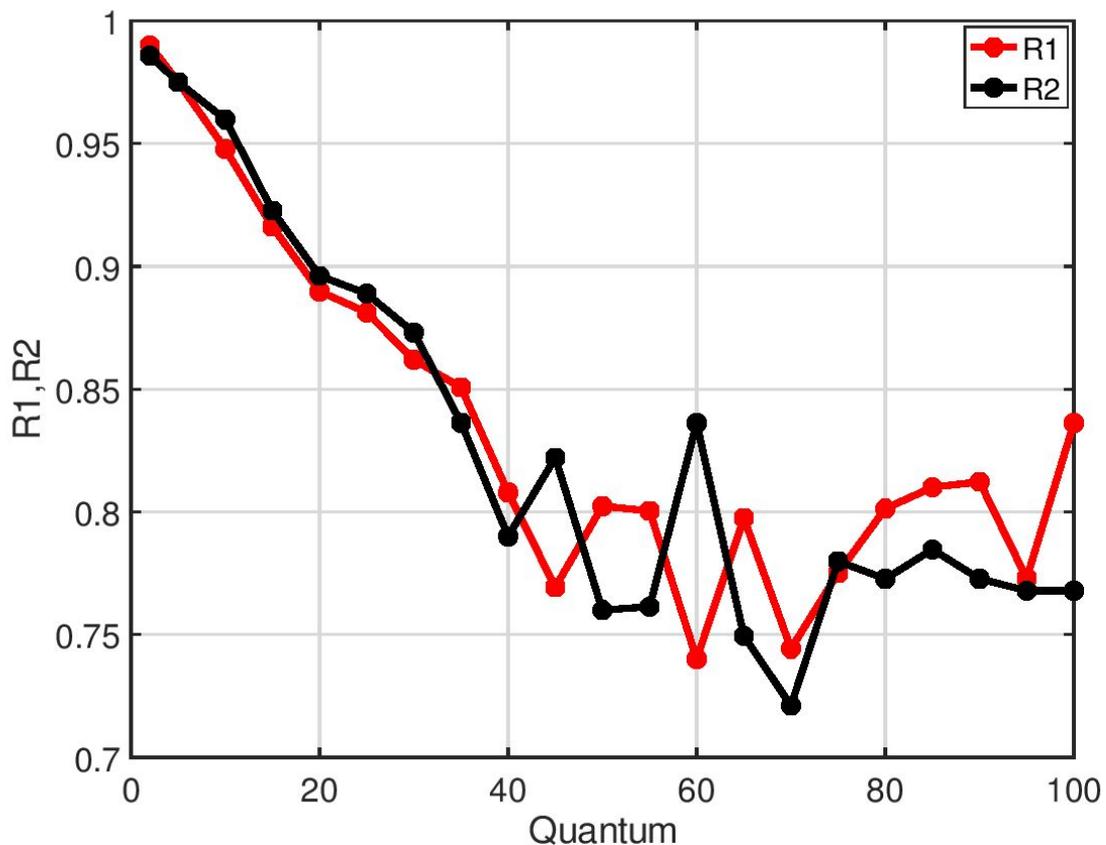


Figura 1. As Razões R1 e R2 como Função do Quantum.

Pode-se observar a partir da figura 1, que as duas métricas foram otimizadas em até aproximadamente 28% em relação ao algoritmo Round-Robin, sendo que a melhor otimização ocorreu para o quantum de valor 75. O comportamento dos gráficos pode ser entendido observando que a demanda dos processos varia num intervalo de 9 a 72 u.t., e o uso de um quantum maior tende a favorecer a finalização de execução dos processos com demanda menor que o quantum, diminuindo em média o tempo de espera desses processos. Para o uso de um quantum maior que 72, o *Simulated Annealing* tende a rearranjar todos os processos na fila de espera em torno de uma configuração em ordem crescente de demanda, sem dividi-los em partes menores. O comportamento do gráfico indica que o rearranjo da fila de processos tende a permanecer na vizinhança dessa configuração ótima à medida que o valor do quantum aumenta. Como o tempo médio de *turnaround* é igual à soma entre o tempo médio de espera e a demanda média dos processos, observa-se um comportamento semelhante para os dois gráficos.

4 CONCLUSÃO

Neste trabalho, investigamos os efeitos sobre os valores das métricas de tempo médio de espera e tempo médio de *turnaround* para uma forma alternativa de escalonamento de processos, baseado no *Simulated Annealing*. Para o conjunto de processos considerados neste trabalho, verificamos um ganho em até aproximadamente 28% da abordagem alternativa em relação ao algoritmo clássico Round-Robin. Este estudo mostra que é possível explorar outras formas de melhorar a eficiência do escalonamento de tarefas através do uso de algoritmos de otimização.

Além disso, na implementação atual, apenas uma das métricas é posta como alvo de otimização. Como trabalho futuro, pretende-se implementar um mecanismo de otimização simultânea envolvendo um conjunto de métricas, a fim de se obter uma resposta sistêmica melhorada para a execução dos processos.

REFERÊNCIAS

- Dong-Won, K., Kyon-Hee, K., Wooseung, J., Chen, F. F. (2002). *Unrelated parallel machine scheduling with setup times using simulated annealing*. Robotics and Computer Integrated Manufacturing, Elsevier., p. 223-231.
- Tanenbaum, A. S., Bos, H. *Sistemas operacionais modernos*. Tradução Jorge Ritter; revisão técnica Raphael Y. de Camargo. – 4. ed. – São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.
- Kirkpatrick, S., Gelatt, C. D., Vecchi, M. P. (1983). *Optimization by Simulated Annealing*. Science, New Series., vol. 220, p. 671-680.