

# ANÁLISE EXPERIMENTAL DE ALGORITMOS ONLINE

**Aluno: Lucas Pereira Francisco de Azevedo**  
**Orientador: Marcus Vinicius Soledade Poggi de Aragão**

## Introdução

A pesquisa em Algoritmos Online trata da resolução de problemas em que a informação sobre a instância a ser resolvida é obtida ao longo do tempo. Um exemplo clássico é o problema do k-servidores em um espaço métrico, i.e. dados  $n$  locais e as distâncias entre estes locais, os servidores ( $k$  em número) devem ser deslocados para atender os pedidos de serviço em locais específicos que chegam ao longo do tempo. Neste problema, deseja-se determinar a atribuição dos servidores de modo a minimizar o deslocamento total.

Existe hoje uma extensa literatura sobre a análise teórica dos algoritmos utilizados para resolver problemas online, esta tem como foco determinar a competitividade destes algoritmos, i.e. a razão entre o valor da solução obtida pelo algoritmo e o valor da solução ótima considerando-se que fosse possível conhecer por completo a instância no início.

Entretanto, existe uma escassez de trabalhos com o intuito de avaliar experimentalmente a performance dos algoritmos online propostos na literatura. Para tal é necessário um trabalho de desenvolvimento de um ambiente onde seja possível simular categorias de instâncias dos problemas de interesse, assim como resolvê-las pelos diferentes algoritmos online propostos. É neste contexto que este trabalho está situado.

No prosseguimento do projeto, que se justifica principalmente pelo foco da grande maioria dos trabalhos publicados ser a análise dos problemas a partir de hipóteses que não se adequam à realidade (por exemplo, todas as análises e algoritmos para o problema de Load Balancing desconsideram o tempo entre chegadas dos Jobs, assumindo que um novo job chega imediatamente ao final do processamento do job anterior; o que não é real, além do fato de que a análise de competitividade torna-se complicada mesmo para tempos constantes entre chegadas). Outros pontos considerados neste prosseguimento são o "look ahead" (i.e., definir um tempo de espera para uma decisão) e a utilização de algoritmos de maior complexidade para definir a decisão (os utilizados e analisados são habitualmente de complexidade constante ou, no máximo, linear).

## Objetivos

Os objetivos são desenvolver um ambiente que permita avaliar experimentalmente diferentes algoritmos (online) para um dado problema e fazer avaliações e comparações de algoritmos propostos na literatura para diferentes problemas. Este projeto consiste em, primeiramente, desenvolver este ambiente para um problema clássico simples como o dos k-servidores.

## Problemas Tratados: *Load Balancing*

O problema de *load balancing* consiste em  $m$  máquinas iguais que devem realizar uma sequência  $J$  de tarefas. Cada tarefa  $j$  possui um tempo de execução próprio e deve ser atribuída

a uma máquina assim que é criada, ou seja a decisão da máquina para a tarefa deve ser imediata. O objetivo final é terminar todas as tarefas no menor tempo possível.

Neste caso foi analisado o algoritmo Greedy, o qual consiste em atribuir a tarefa que acaba de chegar à máquina menos carregada. Entretanto, mas a literatura têm poucos algoritmos eficientes para obter o ótimo offline para o problema de *load balance*. Por esse motivo, foi desenvolvido um algoritmo baseado no problema *bin packing*, que consiste em armazenar objetos de tamanhos variados no menor número de containers. No nosso caso, dever-se-ia achar um lower bound [2] para o tamanho dos containers de forma que se pudesse guardar todos os objetos (tarefas) numa quantidade fixa de containers (máquinas).

Foram geradas seqüências pseudo-aleatórias de 100 tarefas com tempo de execução variando entre 30 e 60. O número de máquinas no esquema SMP foi 5. A competitividade observada foi 1,028-competitivo contra 1,8-competitivo teórica.

Na abordagem que considera os tempos entre as chegadas das tarefas foram experimentados os mesmos algoritmos, e comparados com valor offline obtido como se os tempos entre as chegadas das tarefas não existissem. Claramente a competitividade obtida foi uma estimativa superior válida, mas que pode estar muito superior à competitividade real.

Esta dificuldade na estimativa da competitividade era esperada. Isto decorre inclusive da dificuldade de resolução do problema offline contemplando tempos não nulos entre as tarefas.

## Metodologia

O processo de pesquisa se fundamentou no entendimento dos problemas tratados e na implementação de protótipos que permitissem apreciar resultados acerca da aplicação prática dos algoritmos propostos. Tais protótipos fazem uso das mesmas restrições, impostas nas demonstrações de competitividade e de limites, presentes na literatura.

## Conclusões

A literatura em torno dos algoritmos online se baseia em instâncias bastante restritas e povoadas de suposições que simplificam o processo de demonstrar a competitividade e os upper e lower bounds dos algoritmos. Porém, isso limita a aplicação de tais algoritmos em situações mais reais, onde ainda existe pouco esforço de pesquisa. No caso da avaliação experimental de problemas com características mais próximas de problemas reais, fica ainda mais difícil prover estimativas precisas.

## Referências

- 1 – ALBERS, S. Online algorithms: a survey. **Mathematical Programming**, v.97, 1-2, p.3-27. 2003.
- 2 – FEKETE, S. P., SCHEPERS, J. New classes of lower bounds for bin packing problems. **Mathematical Programming**, v.91. 2001.
- 3 – BANKS, J., CARSON II, J.S., NELSON, B.L., Discrete-Event Systems Simulation, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, USA, 1999.