

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Curso de Ciência da Computação

Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados II

## LABORATÓRIO 05 - QUICKSORT E ESCOLHA DO PIVÔ

Aluno: Lucas José Souza Rodrigues

Data: 26/09/2025

## RESUMO

Este relatório apresenta a implementação de quatro variantes do algoritmo QuickSort, diferenciadas pela estratégia de escolha do pivô: primeiro elemento, último elemento, pivô aleatório e mediana de três. Foram realizados testes com arrays de tamanhos 10.000, 100.000 e 1.000.000 em três estados iniciais: ordenado, quase ordenado e desordenado.

## 1 INTRODUÇÃO

O QuickSort é um algoritmo de ordenação baseado na técnica divide-and-conquer. É muito importante escolher o pivô da forma correta porque: pivôs mal escolhidos podem levar ao pior caso de complexidade  $O(n^2)$ , enquanto escolhas que aproximam o pivô da mediana tendem a manter a complexidade média  $O(n \log n)$ . Este experimento visa comparar quatro estratégias de escolha do pivô e avaliar seu comportamento prático em diferentes cenários.

## 2 METODOLOGIA

Implementaram-se quatro funções separadas de QuickSort, cada uma adotando uma estratégia distinta para seleção do pivô:

- Primeiro elemento: utiliza o primeiro elemento do subvetor como pivô.
- Último elemento: utiliza o último elemento do subvetor como pivô.
- Pivô aleatório: escolhe aleatoriamente um índice dentro do subvetor como pivô.
- Mediana de três: escolhe a mediana entre os elementos de início, meio e fim do subvetor.

Para cada versão, foram executados testes com arrays de tamanhos 10.000, 100.000 e 1.000.000, em três estados: ordenado, quase ordenado e desordenado. Cada teste foi repetido várias vezes para calcular um tempo médio de execução. As medições foram registradas em milissegundos (ms).

## 3 RESULTADOS

A seguir apresentam-se os gráficos gerados para cada estratégia de pivô. Os valores estão em milissegundos (ms) e representam médias das execuções realizadas.

Figura - Desempenho do QuickSort (First Pivot)

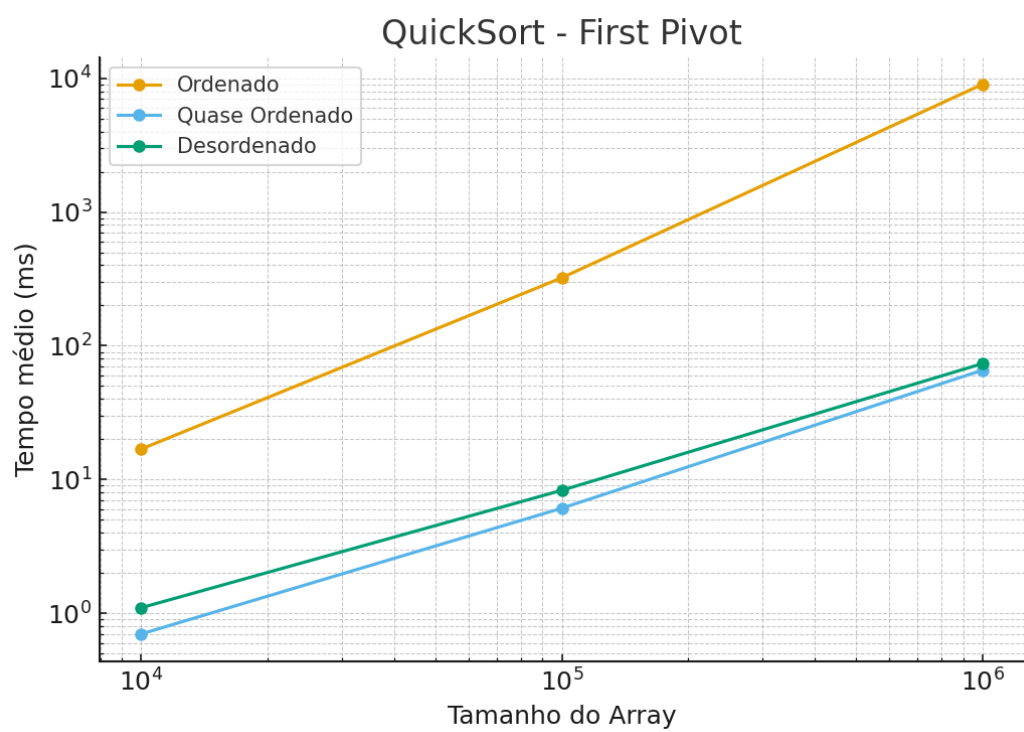


Figura - Desempenho do QuickSort (Last Pivot)

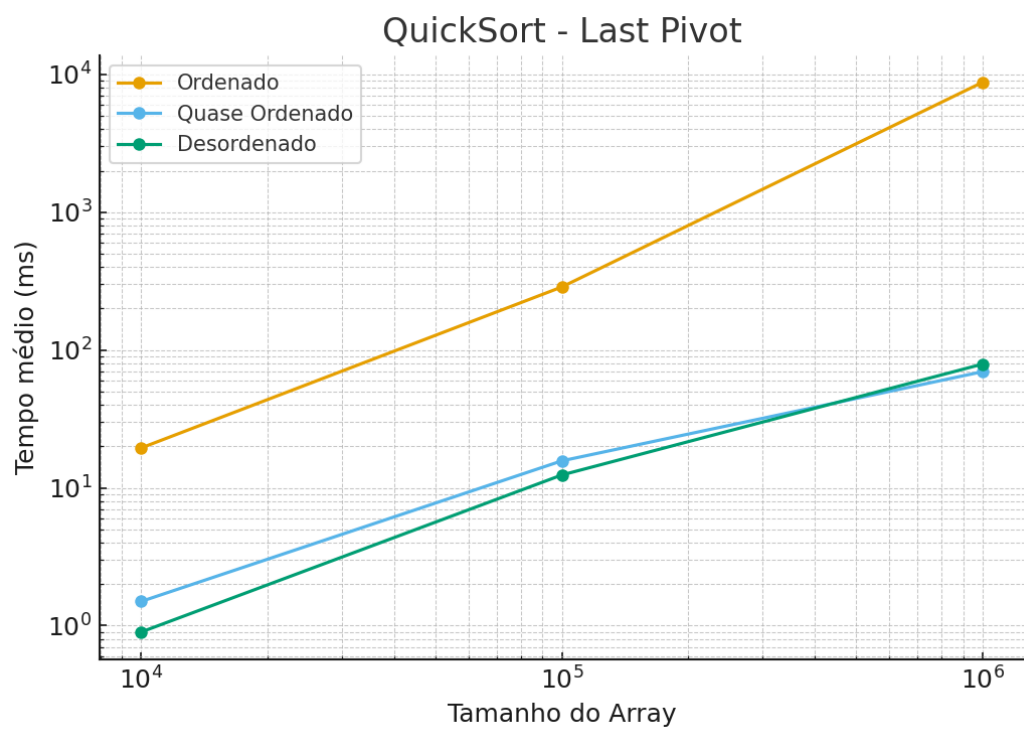


Figura - Desempenho do QuickSort (Random Pivot)

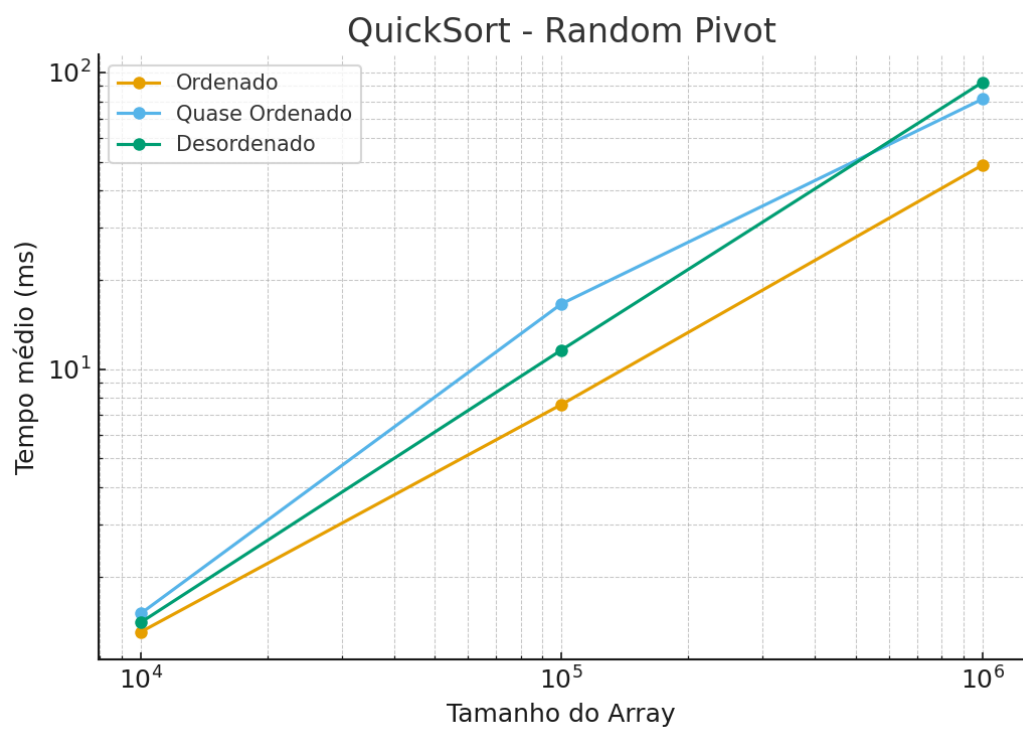
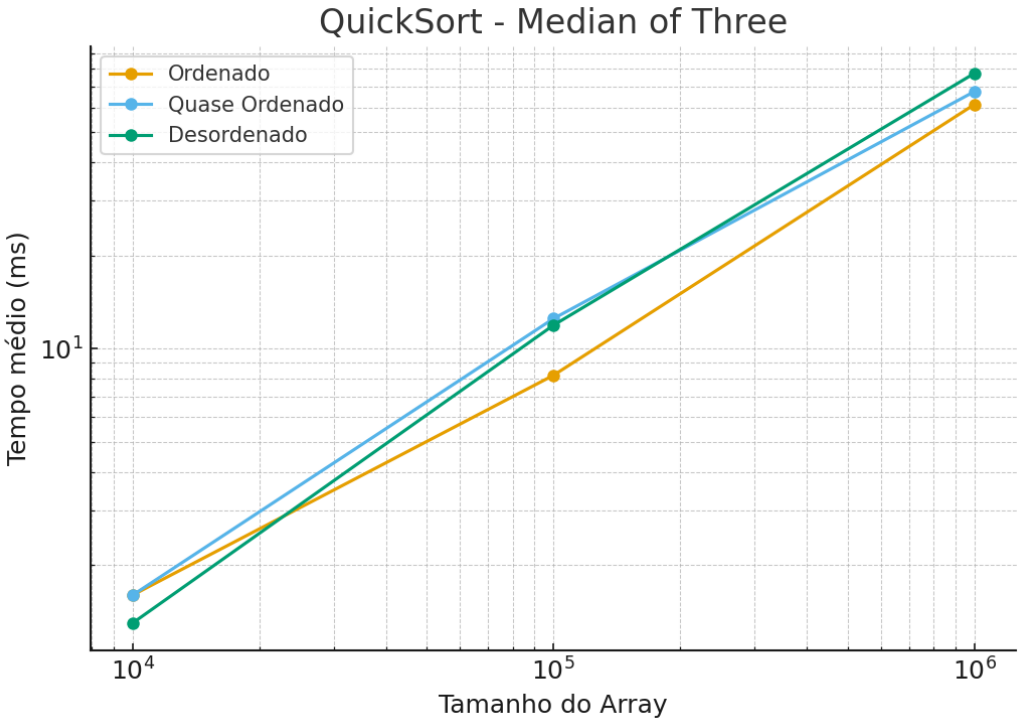


Figura - Desempenho do QuickSort (Median of Three)



## 4 DISCUSSÃO

Nos testes realizados, observou-se que:

1. Em arrays ordenados, as versões com pivô sendo o primeiro ou último elemento apresentaram os piores tempos, especialmente para 1.000.000 de elementos, devido à formação de partições desbalanceadas.
2. Em arrays quase ordenados, as diferenças diminuem, mas Random e Mediana de Três ainda apresentam resultados mais estáveis.
3. Em arrays desordenados, todas as estratégias têm desempenho razoável, mas novamente Random e Mediana de Três foram mais consistentes para maiores tamanhos.

Portanto, estratégias de escolha mais inteligentes, como Mediana de Três ou Pivô Aleatório, apresentam-se como mais robustas e recomendáveis para uso prático.

## 5 CONCLUSÃO

Este experimento demonstrou empiricamente a forte dependência do desempenho do QuickSort na escolha do pivô. Estratégias simples (primeiro/último) podem levar ao pior caso quando os dados estiverem ordenados, enquanto estratégias como pivô aleatório ou mediana de três apresentam comportamento mais estável e confiável. Recomenda-se que implementações produtivas utilizem alguma forma de seleção de pivô que reduza a chance de partições desbalanceadas.

## REFERÊNCIAS

CORMEN, T. H.; LEISERSON, C. E.; RIVEST, R. L.; STEIN, C. Introduction to Algorithms. 3rd ed. MIT Press, 2009.  
SEGEWICK, R.; WAYNE, K. Algorithms. 4th ed. Addison-Wesley, 2011.  
Material do enunciado do laboratório fornecido pela disciplina.