



Laboratório 05 – Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara



Laboratório 05 – Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

Para a realização dessa atividade, executei 10 vezes o mesmo algoritmo com a mesma quantidade de elementos no array, para poder extrair a média do tempo de execução.

Outra consideração importante, é que utilizei a base dos algoritmos de ordenação presentes no github de AEDS 2, utilizando classes para facilitar o desenvolvimento como o Geracao.java, MyIO.java, etc. Segue o link do repositório contendo o código utilizado: <https://github.com/GabrielMassara/Analise-QuickSort.git>

Vou apresentar 5 tabelas para cada algoritmo, cada uma evidenciando o tempo de execução gasto para um número n de elementos. Em cada tabela, foram feitos 10 testes, para ter uma amostra de dados maior, aumentando a precisão do estudo.

As tabelas foram divididas da seguinte maneira:

- 1- 10 execuções com 100 elementos.
- 2- 10 execuções com 1.000 elementos.
- 3- 10 execuções com 10.000 elementos.
- 4- 10 execuções com 100.000 elementos.
- 5- 10 execuções com 1.000.000 elementos.

Ao final de cada conjunto é apresentado uma média dos resultados obtidos.

1. Pivô sendo o primeiro elemento

```
private void quickSortFirstPivot(int esq, int dir) {  
    int i = esq, j = dir;  
    int pivo = array[esq];  
    while (i <= j) {  
        while (array[i] < pivo)  
            i++;  
        while (array[j] > pivo)  
            j--;  
        if (i <= j) {  
            swap(i, j);  
            i++;  
            j--;  
        }  
    }  
    if (esq < j)  
        quickSortFirstPivot(esq, j);  
    if (i < dir)  
        quickSortFirstPivot(i, dir);  
}
```

(Algoritmo utilizado)

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

1. Pivô sendo o primeiro elemento - Array aleatório

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	100	0,000000
2	100	0,000000
3	100	0,000000
4	100	0,000000
5	100	0,000000
6	100	0,000000
7	100	0,000000
8	100	0,000000
9	100	0,000000
10	100	0,000000
MÉDIA PARA 100 ELEMENTOS:		0,000000

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	1.000	0,000000
2	1.000	0,001000
3	1.000	0,001000
4	1.000	0,000000
5	1.000	0,001000
6	1.000	0,000000
7	1.000	0,000000
8	1.000	0,000000
9	1.000	0,001000
10	1.000	0,000000
MÉDIA PARA 1.000 ELEMENTOS:		0,000400

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

1. Pivô sendo o primeiro elemento - Array aleatório

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	10.000	0,001000
2	10.000	0,001000
3	10.000	0,001000
4	10.000	0,000000
5	10.000	0,001000
6	10.000	0,000000
7	10.000	0,000000
8	10.000	0,001000
9	10.000	0,000000
10	10.000	0,001000
MÉDIA PARA 10.000 ELEMENTOS:		0,000600

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	100.000	0,009000
2	100.000	0,009000
3	100.000	0,008000
4	100.000	0,008000
5	100.000	0,008000
6	100.000	0,007000
7	100.000	0,010000
8	100.000	0,010000
9	100.000	0,011000
10	100.000	0,010000
MÉDIA PARA 100.000 ELEMENTOS:		0,009000

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

1. Pivô sendo o primeiro elemento - Array aleatório

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	1.000.000	0,099000
2	1.000.000	0,079000
3	1.000.000	0,078000
4	1.000.000	0,079000
5	1.000.000	0,087000
6	1.000.000	0,081000
7	1.000.000	0,079000
8	1.000.000	0,080000
9	1.000.000	0,101000
10	1.000.000	0,090000
MÉDIA PARA 1.000.000 ELEMENTOS:		0,085300

RESUMO GERAL		
Total de testes executados	:	50
Tipo de array testado	:	ALEATÓRIO
Tamanhos de arrays testados	:	5
Repetições por configuração	:	10
Média geral de execução (s)	:	0,019060

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

1. Pivô sendo o primeiro elemento - Array quase ordenado

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	100	0,000000
2	100	0,000000
3	100	0,000000
4	100	0,000000
5	100	0,000000
6	100	0,000000
7	100	0,000000
8	100	0,000000
9	100	0,000000
10	100	0,000000
MÉDIA PARA 100 ELEMENTOS:		0,000000

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	1.000	0,000000
2	1.000	0,000000
3	1.000	0,000000
4	1.000	0,001000
5	1.000	0,000000
6	1.000	0,000000
7	1.000	0,000000
8	1.000	0,000000
9	1.000	0,000000
10	1.000	0,000000
MÉDIA PARA 1.000 ELEMENTOS:		0,000100

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

1. Pivô sendo o primeiro elemento - Array quase ordenado

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	10.000	0,001000
2	10.000	0,000000
3	10.000	0,000000
4	10.000	0,000000
5	10.000	0,000000
6	10.000	0,000000
7	10.000	0,000000
8	10.000	0,001000
9	10.000	0,000000
10	10.000	0,001000
MÉDIA PARA 10.000 ELEMENTOS:		0,000300

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	100.000	0,005000
2	100.000	0,005000
3	100.000	0,006000
4	100.000	0,005000
5	100.000	0,005000
6	100.000	0,007000
7	100.000	0,005000
8	100.000	0,006000
9	100.000	0,005000
10	100.000	0,005000
MÉDIA PARA 100.000 ELEMENTOS:		0,005400

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

1. Pivô sendo o primeiro elemento - Array quase ordenado

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	1.000.000	0,041000
2	1.000.000	0,042000
3	1.000.000	0,043000
4	1.000.000	0,043000
5	1.000.000	0,046000
6	1.000.000	0,058000
7	1.000.000	0,041000
8	1.000.000	0,040000
9	1.000.000	0,051000
10	1.000.000	0,053000
MÉDIA PARA 1.000.000 ELEMENTOS:		0,045800

RESUMO GERAL		
Total de testes executados	:	50
Tipo de array testado	:	QUASE ORDENADO
Tamanhos de arrays testados	:	5
Repetições por configuração	:	10
Média geral de execução (s)	:	0,010320

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

1. Pivô sendo o primeiro elemento - Array ordenado

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	100	0,000000
2	100	0,000000
3	100	0,000000
4	100	0,000000
5	100	0,000000
6	100	0,000000
7	100	0,000000
8	100	0,000000
9	100	0,000000
10	100	0,000000
MÉDIA PARA 100 ELEMENTOS:		0,000000

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	1.000	0,000000
2	1.000	0,000000
3	1.000	0,001000
4	1.000	0,000000
5	1.000	0,001000
6	1.000	0,000000
7	1.000	0,000000
8	1.000	0,000000
9	1.000	0,000000
10	1.000	0,001000
MÉDIA PARA 1.000 ELEMENTOS:		0,000300

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

1. Pivô sendo o primeiro elemento - Array ordenado

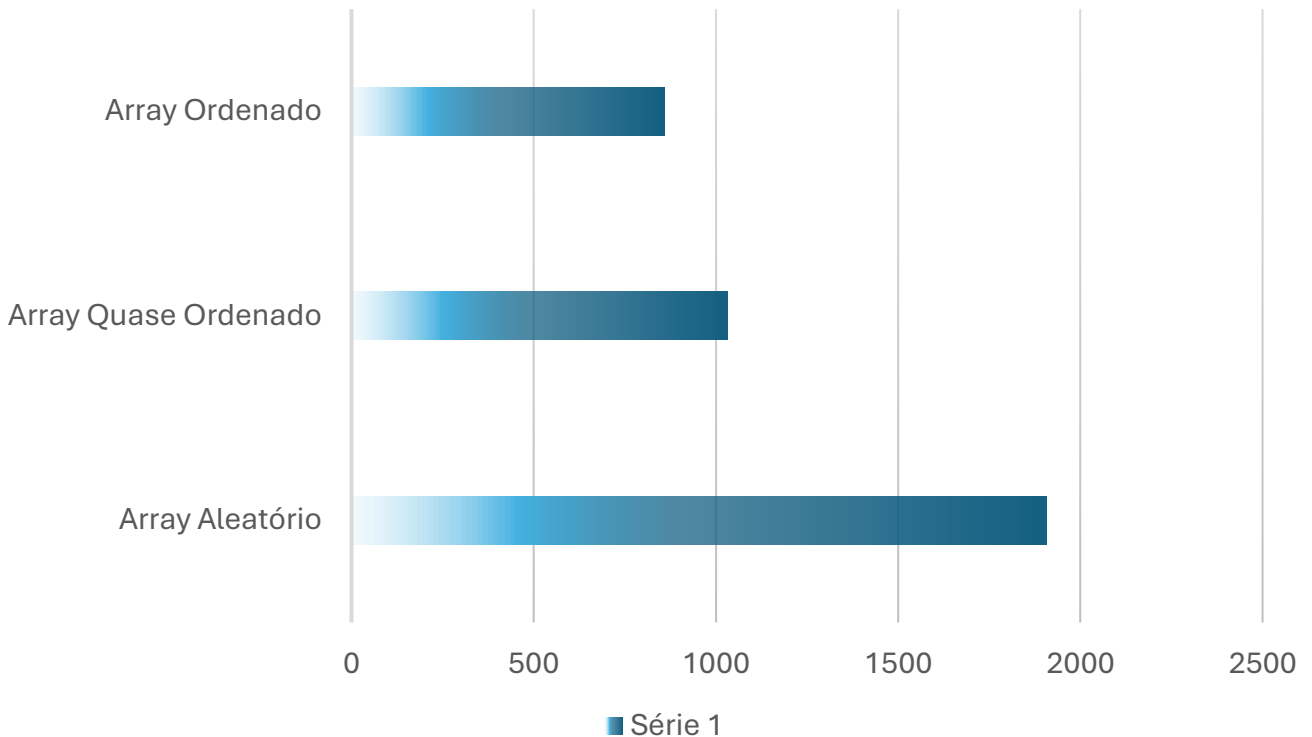
Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	10.000	0,035000
2	10.000	0,025000
3	10.000	0,026000
4	10.000	0,024000
5	10.000	0,020000
6	10.000	0,029000
7	10.000	0,031000
8	10.000	0,022000
9	10.000	0,022000
10	10.000	0,021000
MÉDIA PARA 10.000 ELEMENTOS:		0,025500

RESUMO GERAL		
Total de testes executados	:	30
Tipo de array testado	:	ORDENADO
Tamanhos de arrays testados	:	3
Repetições por configuração	:	10
Média geral de execução (s)	:	0,008600

Quando o array já está ordenado, o quick sort cai no pior caso ($O(n^2)$), portanto não consegui fazer as duas execuções finais para 100.000 e 1.000.000 de elementos.

1. Pivô sendo o primeiro elemento

TEMPO DE EXECUÇÃO X100.000



LEMBRANDO QUE O NÚMERO DE EXECUCÕES PARA O ARRAY ORDENADO É MENOR

2. Pivô sendo o último elemento

```
private void quickSortLastPivot(int esq, int dir) {  
    int i = esq, j = dir;  
    int pivo = array[dir];  
    while (i <= j) {  
        while (array[i] < pivo)  
            i++;  
        while (array[j] > pivo)  
            j--;  
        if (i <= j) {  
            swap(i, j);  
            i++;  
            j--;  
        }  
    }  
    if (esq < j)  
        quickSortLastPivot(esq, j);  
    if (i < dir)  
        quickSortLastPivot(i, dir);  
}
```

(Algoritmo utilizado)

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

2. Pivô sendo o último elemento - Array aleatório

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	100	0,000000
2	100	0,000000
3	100	0,000000
4	100	0,000000
5	100	0,000000
6	100	0,000000
7	100	0,000000
8	100	0,000000
9	100	0,000000
10	100	0,000000
MÉDIA PARA 100 ELEMENTOS:		0,000000

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	1.000	0,000000
2	1.000	0,000000
3	1.000	0,001000
4	1.000	0,001000
5	1.000	0,000000
6	1.000	0,000000
7	1.000	0,000000
8	1.000	0,001000
9	1.000	0,000000
10	1.000	0,000000
MÉDIA PARA 1.000 ELEMENTOS:		0,000300

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

2. Pivô sendo o último elemento - Array aleatório

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	10.000	0,001000
2	10.000	0,000000
3	10.000	0,000000
4	10.000	0,000000
5	10.000	0,000000
6	10.000	0,000000
7	10.000	0,001000
8	10.000	0,001000
9	10.000	0,001000
10	10.000	0,000000
MÉDIA PARA 10.000 ELEMENTOS:		0,000400

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	100.000	0,012000
2	100.000	0,010000
3	100.000	0,010000
4	100.000	0,010000
5	100.000	0,014000
6	100.000	0,014000
7	100.000	0,013000
8	100.000	0,011000
9	100.000	0,009000
10	100.000	0,008000
MÉDIA PARA 100.000 ELEMENTOS:		0,011100

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

2. Pivô sendo o último elemento - Array aleatório

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	1.000.000	0,099000
2	1.000.000	0,123000
3	1.000.000	0,158000
4	1.000.000	0,088000
5	1.000.000	0,127000
6	1.000.000	0,110000
7	1.000.000	0,079000
8	1.000.000	0,093000
9	1.000.000	0,078000
10	1.000.000	0,081000
MÉDIA PARA 1.000.000 ELEMENTOS:		0,103600

RESUMO GERAL		
Total de testes executados	:	50
Tipo de array testado	:	ALEATÓRIO
Tamanhos de arrays testados	:	5
Repetições por configuração	:	10
Média geral de execução (s)	:	0,022580

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

2. Pivô sendo o último elemento - Array quase ordenado

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	100	0,000000
2	100	0,000000
3	100	0,000000
4	100	0,000000
5	100	0,000000
6	100	0,000000
7	100	0,000000
8	100	0,000000
9	100	0,000000
10	100	0,000000
MÉDIA PARA 100 ELEMENTOS:		0,000000

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	1.000	0,000000
2	1.000	0,000000
3	1.000	0,000000
4	1.000	0,001000
5	1.000	0,000000
6	1.000	0,000000
7	1.000	0,000000
8	1.000	0,000000
9	1.000	0,000000
10	1.000	0,001000
MÉDIA PARA 1.000 ELEMENTOS:		0,000200

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

2. Pivô sendo o último elemento - Array quase ordenado

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	10.000	0,000000
2	10.000	0,001000
3	10.000	0,000000
4	10.000	0,001000
5	10.000	0,000000
6	10.000	0,000000
7	10.000	0,001000
8	10.000	0,001000
9	10.000	0,001000
10	10.000	0,001000
MÉDIA PARA 10.000 ELEMENTOS:		0,000600

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	100.000	0,007000
2	100.000	0,005000
3	100.000	0,006000
4	100.000	0,006000
5	100.000	0,008000
6	100.000	0,006000
7	100.000	0,005000
8	100.000	0,004000
9	100.000	0,004000
10	100.000	0,006000
MÉDIA PARA 100.000 ELEMENTOS:		0,005700

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

2. Pivô sendo o último elemento - Array quase ordenado

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	1.000.000	0,050000
2	1.000.000	0,044000
3	1.000.000	0,051000
4	1.000.000	0,048000
5	1.000.000	0,048000
6	1.000.000	0,051000
7	1.000.000	0,047000
8	1.000.000	0,041000
9	1.000.000	0,043000
10	1.000.000	0,041000
MÉDIA PARA 1.000.000 ELEMENTOS:		0,046400

RESUMO GERAL		
Total de testes executados	:	50
Tipo de array testado	:	QUASE ORDENADO
Tamanhos de arrays testados	:	5
Repetições por configuração	:	10
Média geral de execução (s)	:	0,010580

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

2. Pivô sendo o último elemento - Array ordenado

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	100	0,000000
2	100	0,000000
3	100	0,000000
4	100	0,001000
5	100	0,000000
6	100	0,000000
7	100	0,000000
8	100	0,000000
9	100	0,000000
10	100	0,000000
MÉDIA PARA 100 ELEMENTOS:		0,000100

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	1.000	0,000000
2	1.000	0,001000
3	1.000	0,001000
4	1.000	0,000000
5	1.000	0,001000
6	1.000	0,001000
7	1.000	0,001000
8	1.000	0,000000
9	1.000	0,001000
10	1.000	0,001000
MÉDIA PARA 1.000 ELEMENTOS:		0,000700

2. Pivô sendo o último elemento - Array ordenado

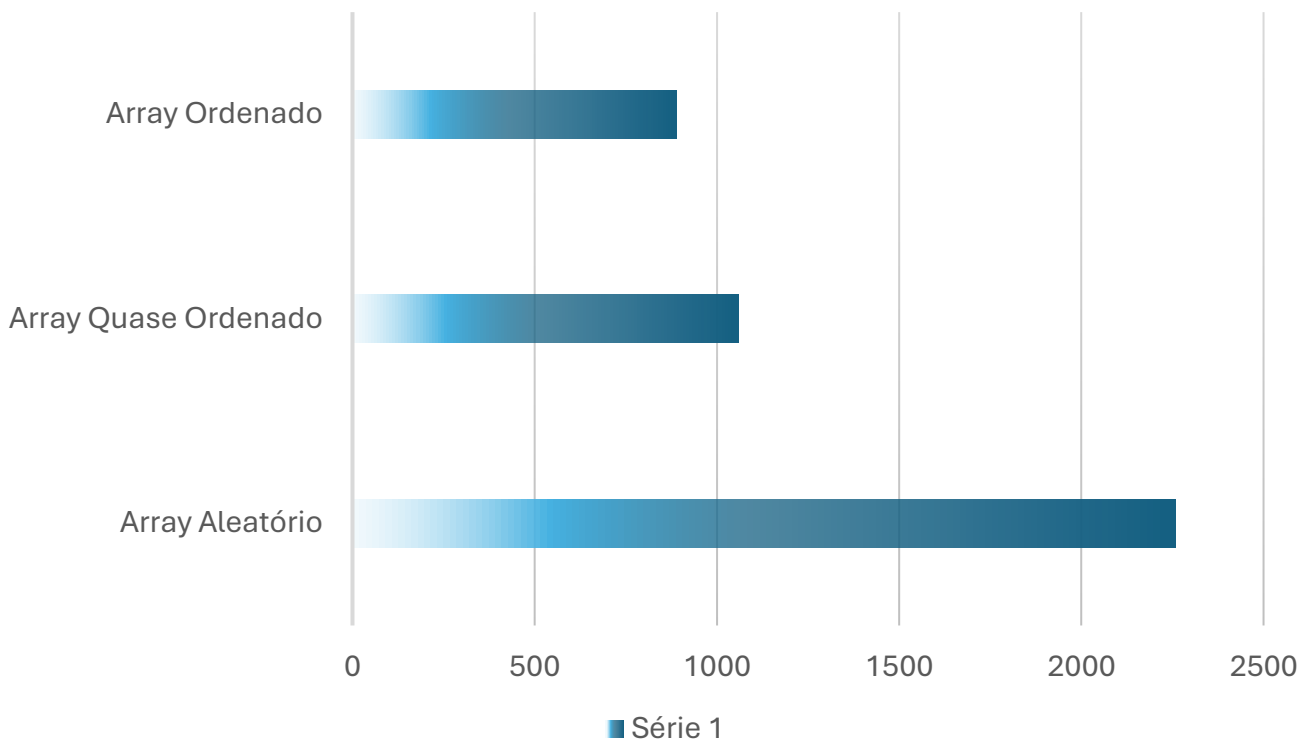
Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	10.000	0,029000
2	10.000	0,022000
3	10.000	0,027000
4	10.000	0,028000
5	10.000	0,027000
6	10.000	0,024000
7	10.000	0,027000
8	10.000	0,026000
9	10.000	0,026000
10	10.000	0,023000
MÉDIA PARA 10.000 ELEMENTOS:		0,025900

RESUMO GERAL		
Total de testes executados	:	30
Tipo de array testado	:	ORDENADO
Tamanhos de arrays testados	:	3
Repetições por configuração	:	10
Média geral de execução (s)	:	0,008900

Quando o array já está ordenado, o quick sort cai no pior caso ($O(n^2)$), portanto não consegui fazer as duas execuções finais para 100.000 e 1.000.000 de elementos.

2. Pivô sendo o último elemento

TEMPO DE EXECUÇÃO X100.000



LEMBRANDO QUE O NÚMERO DE EXECUCÕES PARA O ARRAY ORDENADO É MENOR

3. Pivô sendo número aleatório

```
private void quickSortRandomPivot(int esq, int dir) {  
    int i = esq, j = dir;  
    // NUMERO ALEATORIO ENTRE ESQUERDA E DIREITA  
    int numeroAleatorio = esq + (int) (Math.random() * (dir - esq + 1));  
    int pivo = array[numeroAleatorio];  
    while (i <= j) {  
        while (array[i] < pivo)  
            i++;  
        while (array[j] > pivo)  
            j--;  
        if (i <= j) {  
            swap(i, j);  
            i++;  
            j--;  
        }  
    }  
    if (esq < j)  
        quickSortRandomPivot(esq, j);  
    if (i < dir)  
        quickSortRandomPivot(i, dir);  
}
```

(Algoritmo utilizado)

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

3. Pivô sendo número aleatório- Array aleatório

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	100	0,000000
2	100	0,000000
3	100	0,000000
4	100	0,000000
5	100	0,000000
6	100	0,000000
7	100	0,000000
8	100	0,000000
9	100	0,000000
10	100	0,000000
MÉDIA PARA 100 ELEMENTOS:		0,000000

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	1.000	0,002000
2	1.000	0,000000
3	1.000	0,001000
4	1.000	0,000000
5	1.000	0,000000
6	1.000	0,000000
7	1.000	0,000000
8	1.000	0,001000
9	1.000	0,000000
10	1.000	0,000000
MÉDIA PARA 1.000 ELEMENTOS:		0,000400

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

3. Pivô sendo número aleatório- Array aleatório

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	10.000	0,001000
2	10.000	0,001000
3	10.000	0,001000
4	10.000	0,001000
5	10.000	0,001000
6	10.000	0,001000
7	10.000	0,001000
8	10.000	0,001000
9	10.000	0,002000
10	10.000	0,001000
MÉDIA PARA 10.000 ELEMENTOS:		0,001100

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	100.000	0,010000
2	100.000	0,009000
3	100.000	0,021000
4	100.000	0,025000
5	100.000	0,020000
6	100.000	0,011000
7	100.000	0,008000
8	100.000	0,017000
9	100.000	0,018000
10	100.000	0,016000
MÉDIA PARA 100.000 ELEMENTOS:		0,015500

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

3. Pivô sendo número aleatório- Array aleatório

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	1.000.000	0,142000
2	1.000.000	0,108000
3	1.000.000	0,100000
4	1.000.000	0,122000
5	1.000.000	0,132000
6	1.000.000	0,112000
7	1.000.000	0,123000
8	1.000.000	0,100000
9	1.000.000	0,098000
10	1.000.000	0,109000
MÉDIA PARA 1.000.000 ELEMENTOS:		0,114600

RESUMO GERAL		
Total de testes executados	:	50
Tipo de array testado	:	ALEATÓRIO
Tamanhos de arrays testados	:	5
Repetições por configuração	:	10
Média geral de execução (s)	:	0,026320

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

3. Pivô sendo número aleatório- Array quase ordenado

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	100	0,000000
2	100	0,000000
3	100	0,000000
4	100	0,000000
5	100	0,000000
6	100	0,000000
7	100	0,000000
8	100	0,000000
9	100	0,000000
10	100	0,000000
MÉDIA PARA 100 ELEMENTOS:		0,000000

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	1.000	0,000000
2	1.000	0,000000
3	1.000	0,000000
4	1.000	0,001000
5	1.000	0,000000
6	1.000	0,000000
7	1.000	0,000000
8	1.000	0,000000
9	1.000	0,000000
10	1.000	0,000000
MÉDIA PARA 1.000 ELEMENTOS:		0,000100

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

3. Pivô sendo número aleatório- Array quase ordenado

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	10.000	0,000000
2	10.000	0,001000
3	10.000	0,000000
4	10.000	0,001000
5	10.000	0,001000
6	10.000	0,001000
7	10.000	0,001000
8	10.000	0,001000
9	10.000	0,000000
10	10.000	0,001000
MÉDIA PARA 10.000 ELEMENTOS:		0,000700

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	100.000	0,007000
2	100.000	0,008000
3	100.000	0,009000
4	100.000	0,007000
5	100.000	0,006000
6	100.000	0,006000
7	100.000	0,006000
8	100.000	0,005000
9	100.000	0,005000
10	100.000	0,005000
MÉDIA PARA 100.000 ELEMENTOS:		0,006400

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

3. Pivô sendo número aleatório- Array quase ordenado

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	1.000.000	0,070000
2	1.000.000	0,049000
3	1.000.000	0,051000
4	1.000.000	0,051000
5	1.000.000	0,051000
6	1.000.000	0,049000
7	1.000.000	0,050000
8	1.000.000	0,050000
9	1.000.000	0,049000
10	1.000.000	0,088000
MÉDIA PARA 1.000.000 ELEMENTOS:		0,055800

RESUMO GERAL		
Total de testes executados	:	50
Tipo de array testado	:	QUASE ORDENADO
Tamanhos de arrays testados	:	5
Repetições por configuração	:	10
Média geral de execução (s)	:	0,012640

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

3. Pivô sendo número aleatório- Array ordenado

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	100	0,000000
2	100	0,000000
3	100	0,000000
4	100	0,000000
5	100	0,000000
6	100	0,000000
7	100	0,000000
8	100	0,000000
9	100	0,000000
10	100	0,000000
MÉDIA PARA 100 ELEMENTOS:		0,000000

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	1.000	0,000000
2	1.000	0,001000
3	1.000	0,000000
4	1.000	0,000000
5	1.000	0,001000
6	1.000	0,000000
7	1.000	0,000000
8	1.000	0,001000
9	1.000	0,000000
10	1.000	0,000000
MÉDIA PARA 1.000 ELEMENTOS:		0,000300

3. Pivô sendo número aleatório- Array ordenado

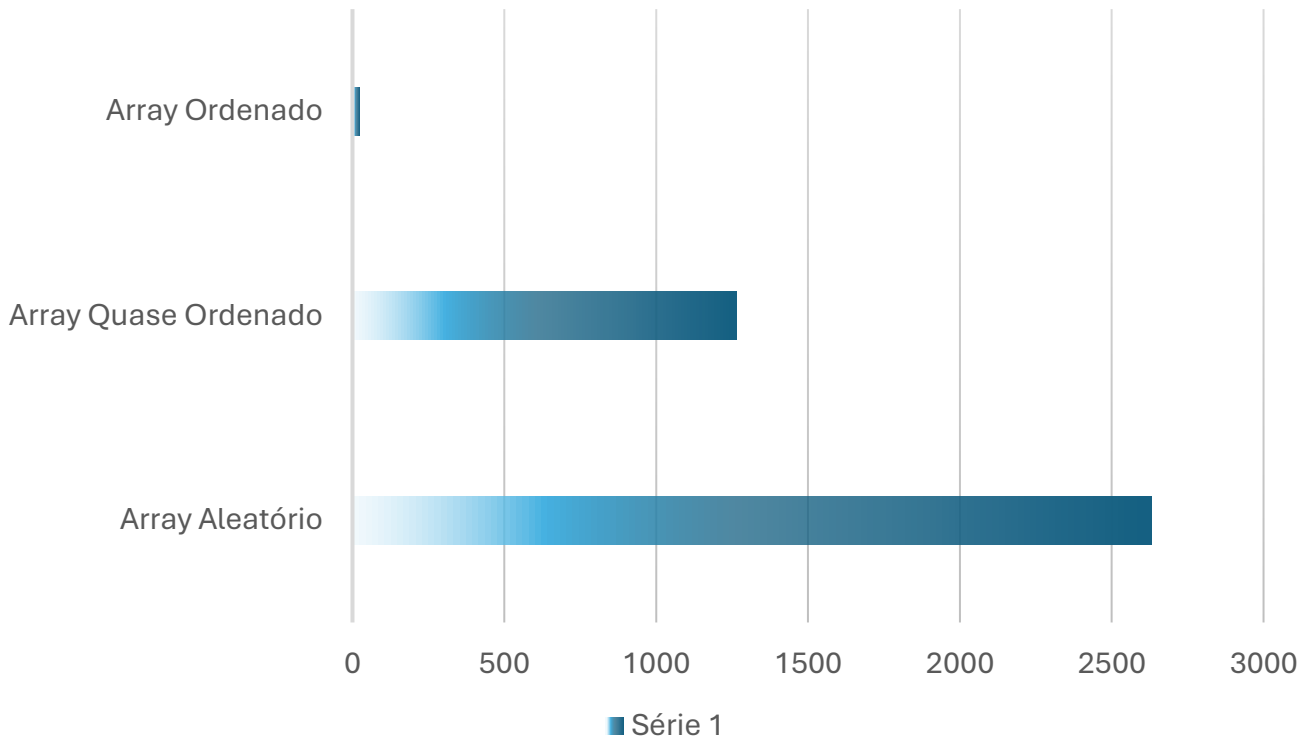
Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	10.000	0,001000
2	10.000	0,001000
3	10.000	0,001000
4	10.000	0,000000
5	10.000	0,000000
6	10.000	0,000000
7	10.000	0,000000
8	10.000	0,000000
9	10.000	0,000000
10	10.000	0,001000
MÉDIA PARA 10.000 ELEMENTOS:		0,000400

RESUMO GERAL		
Total de testes executados	:	30
Tipo de array testado	:	ORDENADO
Tamanhos de arrays testados	:	3
Repetições por configuração	:	10
Média geral de execução (s)	:	0,000233

Observação importante: Com esse algoritmo, escolhendo um número aleatório, consegui rodar o sort para todos os 5 casos de **n**, no entanto, não os colocarei aqui para que as comparações finais não fiquem despadronizadas.

3. Pivô sendo número aleatório

TEMPO DE EXECUÇÃO X100.000



LEMBRANDO QUE O NÚMERO DE EXECUCÕES PARA O ARRAY ORDENADO É MENOR

4. Pivô sendo média de 3

```
private void quickSortMediaOfThree(int esq, int dir) {  
    int i = esq, j = dir;  
    int pivo = medianOfThree(array[esq], array[(esq + dir) / 2], array[dir]);  
    while (i <= j) {  
        while (array[i] < pivo)  
            i++;  
        while (array[j] > pivo)  
            j--;  
        if (i <= j) {  
            swap(i, j);  
            i++;  
            j--;  
        }  
    }  
    if (esq < j)  
        quickSortMediaOfThree(esq, j);  
    if (i < dir)  
        quickSortMediaOfThree(i, dir);  
}
```

(Algoritmo utilizado)

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

4. Pivô sendo média de 3 - Array aleatório

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	100	0,000000
2	100	0,000000
3	100	0,000000
4	100	0,000000
5	100	0,000000
6	100	0,000000
7	100	0,000000
8	100	0,000000
9	100	0,000000
10	100	0,000000
MÉDIA PARA 100 ELEMENTOS:		0,000000

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	1.000	0,000000
2	1.000	0,000000
3	1.000	0,001000
4	1.000	0,001000
5	1.000	0,001000
6	1.000	0,000000
7	1.000	0,000000
8	1.000	0,000000
9	1.000	0,000000
10	1.000	0,000000
MÉDIA PARA 1.000 ELEMENTOS:		0,000300

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

4. Pivô sendo média de 3 - Array aleatório

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	10.000	0,001000
2	10.000	0,002000
3	10.000	0,001000
4	10.000	0,001000
5	10.000	0,001000
6	10.000	0,001000
7	10.000	0,001000
8	10.000	0,001000
9	10.000	0,001000
10	10.000	0,001000
MÉDIA PARA 10.000 ELEMENTOS:		0,001100

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	100.000	0,010000
2	100.000	0,010000
3	100.000	0,010000
4	100.000	0,007000
5	100.000	0,008000
6	100.000	0,010000
7	100.000	0,010000
8	100.000	0,011000
9	100.000	0,011000
10	100.000	0,012000
MÉDIA PARA 100.000 ELEMENTOS:		0,009900

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

4. Pivô sendo média de 3 - Array aleatório

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	1.000.000	0,082000
2	1.000.000	0,105000
3	1.000.000	0,096000
4	1.000.000	0,108000
5	1.000.000	0,102000
6	1.000.000	0,097000
7	1.000.000	0,093000
8	1.000.000	0,081000
9	1.000.000	0,093000
10	1.000.000	0,089000
MÉDIA PARA 1.000.000 ELEMENTOS:		0,094600

RESUMO GERAL		
Total de testes executados	:	50
Tipo de array testado	:	ALEATÓRIO
Tamanhos de arrays testados	:	5
Repetições por configuração	:	10
Média geral de execução (s)	:	0,021120

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

4. Pivô sendo média de 3 - Array quase ordenado

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	100	0,000000
2	100	0,001000
3	100	0,000000
4	100	0,000000
5	100	0,000000
6	100	0,000000
7	100	0,000000
8	100	0,000000
9	100	0,000000
10	100	0,000000
MÉDIA PARA 100 ELEMENTOS:		0,000100

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	1.000	0,000000
2	1.000	0,000000
3	1.000	0,000000
4	1.000	0,000000
5	1.000	0,000000
6	1.000	0,000000
7	1.000	0,000000
8	1.000	0,000000
9	1.000	0,000000
10	1.000	0,000000
MÉDIA PARA 1.000 ELEMENTOS:		0,000000

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

4. Pivô sendo média de 3 - Array quase ordenado

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	10.000	0,001000
2	10.000	0,001000
3	10.000	0,001000
4	10.000	0,001000
5	10.000	0,000000
6	10.000	0,001000
7	10.000	0,001000
8	10.000	0,001000
9	10.000	0,001000
10	10.000	0,001000
MÉDIA PARA 10.000 ELEMENTOS:		0,000900

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	100.000	0,005000
2	100.000	0,005000
3	100.000	0,005000
4	100.000	0,004000
5	100.000	0,004000
6	100.000	0,003000
7	100.000	0,003000
8	100.000	0,003000
9	100.000	0,004000
10	100.000	0,004000
MÉDIA PARA 100.000 ELEMENTOS:		0,004000

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

4. Pivô sendo média de 3 - Array quase ordenado

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	1.000.000	0,038000
2	1.000.000	0,032000
3	1.000.000	0,048000
4	1.000.000	0,038000
5	1.000.000	0,041000
6	1.000.000	0,043000
7	1.000.000	0,037000
8	1.000.000	0,038000
9	1.000.000	0,035000
10	1.000.000	0,039000
MÉDIA PARA 1.000.000 ELEMENTOS:		0,038900

RESUMO GERAL		
Total de testes executados	:	50
Tipo de array testado	:	QUASE ORDENADO
Tamanhos de arrays testados	:	5
Repetições por configuração	:	10
Média geral de execução (s)	:	0,008780

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

4. Pivô sendo média de 3 - Array ordenado

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	100	0,000000
2	100	0,000000
3	100	0,000000
4	100	0,000000
5	100	0,000000
6	100	0,000000
7	100	0,000000
8	100	0,000000
9	100	0,000000
10	100	0,000000
MÉDIA PARA 100 ELEMENTOS:		0,000000

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	1.000	0,000000
2	1.000	0,000000
3	1.000	0,000000
4	1.000	0,000000
5	1.000	0,000000
6	1.000	0,000000
7	1.000	0,000000
8	1.000	0,000000
9	1.000	0,000000
10	1.000	0,000000
MÉDIA PARA 1.000 ELEMENTOS:		0,000000

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

4. Pivô sendo média de 3 - Array ordenado

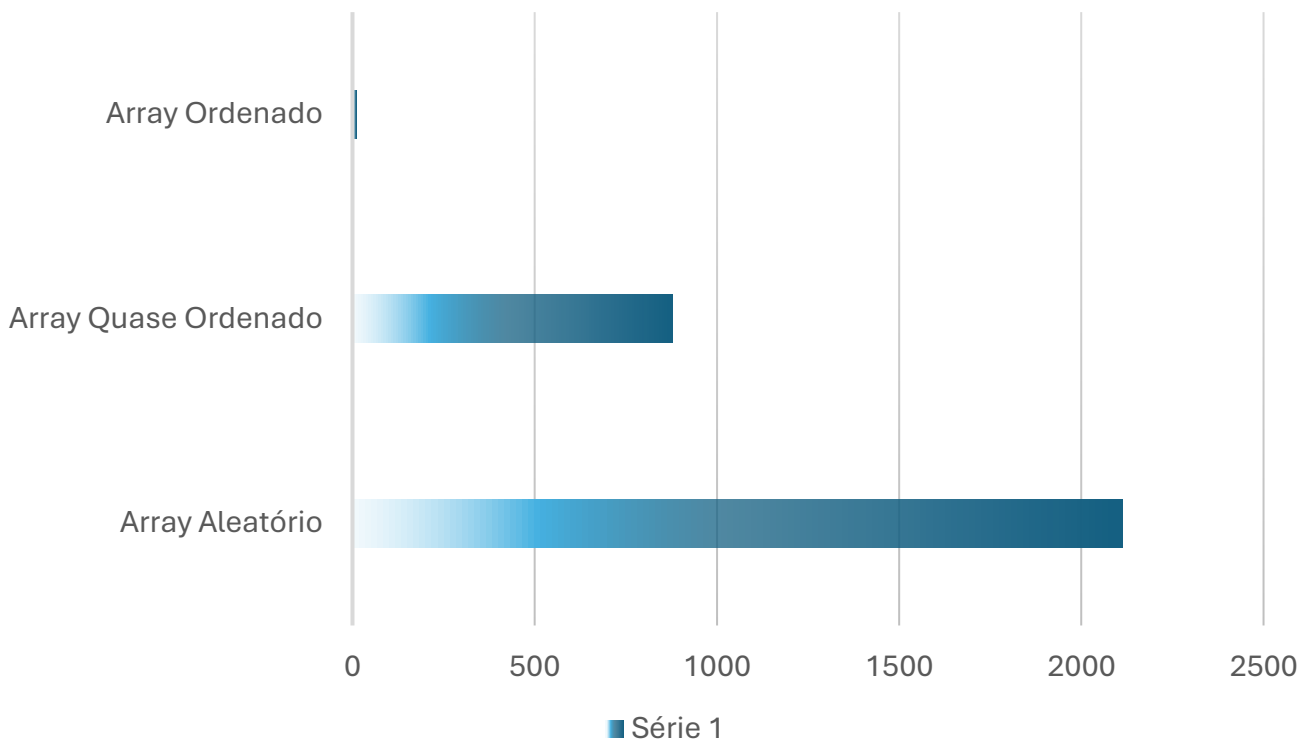
Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	10.000	0,000000
2	10.000	0,000000
3	10.000	0,000000
4	10.000	0,001000
5	10.000	0,000000
6	10.000	0,000000
7	10.000	0,001000
8	10.000	0,001000
9	10.000	0,000000
10	10.000	0,000000
MÉDIA PARA 10.000 ELEMENTOS:		0,000300

RESUMO GERAL		
Total de testes executados	:	30
Tipo de array testado	:	ORDENADO
Tamanhos de arrays testados	:	3
Repetições por configuração	:	10
Média geral de execução (s)	:	0,000100

Observação importante: Com esse algoritmo, escolhendo um número aleatório, consegui rodar o sort para todos os 5 casos de **n**, no entanto, não os colocarei aqui para que as comparações finais não fiquem despadronizadas.

4. Pivô sendo média de 3

TEMPO DE EXECUÇÃO X100.000



LEMBRANDO QUE O NÚMERO DE EXECUCÕES PARA O ARRAY ORDENADO É MENOR

5. Pivô sendo mediana de 3

```
private void quickSortMedianOfThree(int esq, int dir) {
    int i = esq, j = dir;
    int pivo = medianOfThree(array[esq], array[(esq + dir) / 2], array[dir]);
    while (i <= j) {
        while (array[i] < pivo)
            i++;
        while (array[j] > pivo)
            j--;
        if (i <= j) {
            swap(i, j);
            i++;
            j--;
        }
    }
    if (esq < j)
        quickSortMedianOfThree(esq, j);
    if (i < dir)
        quickSortMedianOfThree(i, dir);
}

private int medianOfThree(int a, int b, int c) {
    if ((a <= b && b <= c) || (c <= b && b <= a))
        return b;
    else if ((b <= a && a <= c) || (c <= a && a <= b))
        return a;
    else
        return c;
}
```

(Algoritmo utilizado)

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

5. Pivô sendo mediana de 3 - Array aleatório

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	100	0,000000
2	100	0,000000
3	100	0,000000
4	100	0,000000
5	100	0,000000
6	100	0,000000
7	100	0,000000
8	100	0,000000
9	100	0,000000
10	100	0,000000
MÉDIA PARA 100 ELEMENTOS:		0,000000

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	1.000	0,000000
2	1.000	0,001000
3	1.000	0,000000
4	1.000	0,001000
5	1.000	0,001000
6	1.000	0,001000
7	1.000	0,000000
8	1.000	0,000000
9	1.000	0,000000
10	1.000	0,000000
MÉDIA PARA 1.000 ELEMENTOS:		0,000400

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

5. Pivô sendo mediana de 3 - Array aleatório

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	10.000	0,001000
2	10.000	0,000000
3	10.000	0,001000
4	10.000	0,001000
5	10.000	0,001000
6	10.000	0,001000
7	10.000	0,001000
8	10.000	0,001000
9	10.000	0,001000
10	10.000	0,001000
MÉDIA PARA 10.000 ELEMENTOS:		0,000900

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	100.000	0,008000
2	100.000	0,007000
3	100.000	0,007000
4	100.000	0,007000
5	100.000	0,008000
6	100.000	0,007000
7	100.000	0,008000
8	100.000	0,007000
9	100.000	0,007000
10	100.000	0,010000
MÉDIA PARA 100.000 ELEMENTOS:		0,007600

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

5. Pivô sendo mediana de 3 - Array aleatório

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	1.000.000	0,125000
2	1.000.000	0,086000
3	1.000.000	0,080000
4	1.000.000	0,081000
5	1.000.000	0,085000
6	1.000.000	0,083000
7	1.000.000	0,082000
8	1.000.000	0,080000
9	1.000.000	0,084000
10	1.000.000	0,080000
MÉDIA PARA 1.000.000 ELEMENTOS:		0,086600

RESUMO GERAL		
Total de testes executados	:	50
Tipo de array testado	:	ALEATÓRIO
Tamanhos de arrays testados	:	5
Repetições por configuração	:	10
Média geral de execução (s)	:	0,019100

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

5. Pivô sendo mediana de 3 - Array quase ordenado

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	100	0,000000
2	100	0,000000
3	100	0,000000
4	100	0,000000
5	100	0,000000
6	100	0,000000
7	100	0,000000
8	100	0,000000
9	100	0,000000
10	100	0,000000
MÉDIA PARA 100 ELEMENTOS:		0,000000

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	1.000	0,000000
2	1.000	0,000000
3	1.000	0,000000
4	1.000	0,000000
5	1.000	0,000000
6	1.000	0,000000
7	1.000	0,000000
8	1.000	0,000000
9	1.000	0,000000
10	1.000	0,000000
MÉDIA PARA 1.000 ELEMENTOS:		0,000000

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

5. Pivô sendo mediana de 3 - Array quase ordenado

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	10.000	0,000000
2	10.000	0,000000
3	10.000	0,001000
4	10.000	0,001000
5	10.000	0,000000
6	10.000	0,000000
7	10.000	0,000000
8	10.000	0,000000
9	10.000	0,000000
10	10.000	0,001000
MÉDIA PARA 10.000 ELEMENTOS:		0,000300

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	100.000	0,003000
2	100.000	0,004000
3	100.000	0,003000
4	100.000	0,004000
5	100.000	0,003000
6	100.000	0,005000
7	100.000	0,004000
8	100.000	0,004000
9	100.000	0,004000
10	100.000	0,005000
MÉDIA PARA 100.000 ELEMENTOS:		0,003900

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

5. Pivô sendo mediana de 3 - Array quase ordenado

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	100.000	0,003000
2	100.000	0,004000
3	100.000	0,003000
4	100.000	0,004000
5	100.000	0,003000
6	100.000	0,005000
7	100.000	0,004000
8	100.000	0,004000
9	100.000	0,004000
10	100.000	0,005000
MÉDIA PARA 100.000 ELEMENTOS:		0,003900

RESUMO GERAL		
Total de testes executados	:	50
Tipo de array testado	:	QUASE ORDENADO
Tamanhos de arrays testados	:	5
Repetições por configuração	:	10
Média geral de execução (s)	:	0,007780

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

5. Pivô sendo mediana de 3 - Array ordenado

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	100	0,000000
2	100	0,000000
3	100	0,000000
4	100	0,000000
5	100	0,000000
6	100	0,000000
7	100	0,000000
8	100	0,000000
9	100	0,000000
10	100	0,000000
MÉDIA PARA 100 ELEMENTOS:		0,000000

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	1.000	0,000000
2	1.000	0,000000
3	1.000	0,000000
4	1.000	0,001000
5	1.000	0,000000
6	1.000	0,000000
7	1.000	0,000000
8	1.000	0,000000
9	1.000	0,000000
10	1.000	0,000000
MÉDIA PARA 1.000 ELEMENTOS:		0,000100

Laboratório 05 - Quicksort e seu pivô

Gabriel Evangelista Massara

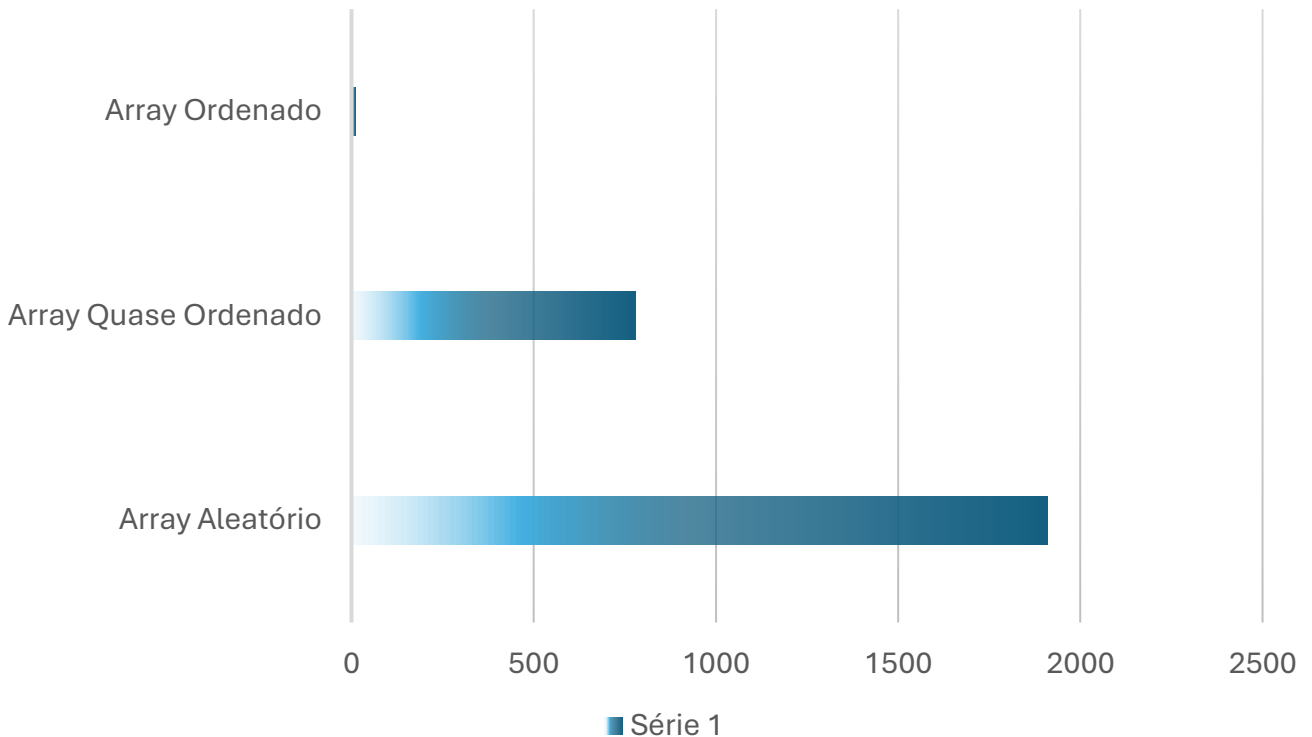
5. Pivô sendo mediana de 3 - Array ordenado

Repetição	Quantidade de elementos	Tempo execução (s)
1	10.000	0,000000
2	10.000	0,000000
3	10.000	0,001000
4	10.000	0,000000
5	10.000	0,000000
6	10.000	0,001000
7	10.000	0,000000
8	10.000	0,000000
9	10.000	0,000000
10	10.000	0,000000
MÉDIA PARA 10.000 ELEMENTOS:		0,000200

RESUMO GERAL		
Total de testes executados	:	30
Tipo de array testado	:	ORDENADO
Tamanhos de arrays testados	:	3
Repetições por configuração	:	10
Média geral de execução (s)	:	0,000100

5. Pivô sendo mediana de 3

TEMPO DE EXECUÇÃO X100.000



LEMBRANDO QUE O NÚMERO DE EXECUCÕES PARA O ARRAY ORDENADO É MENOR

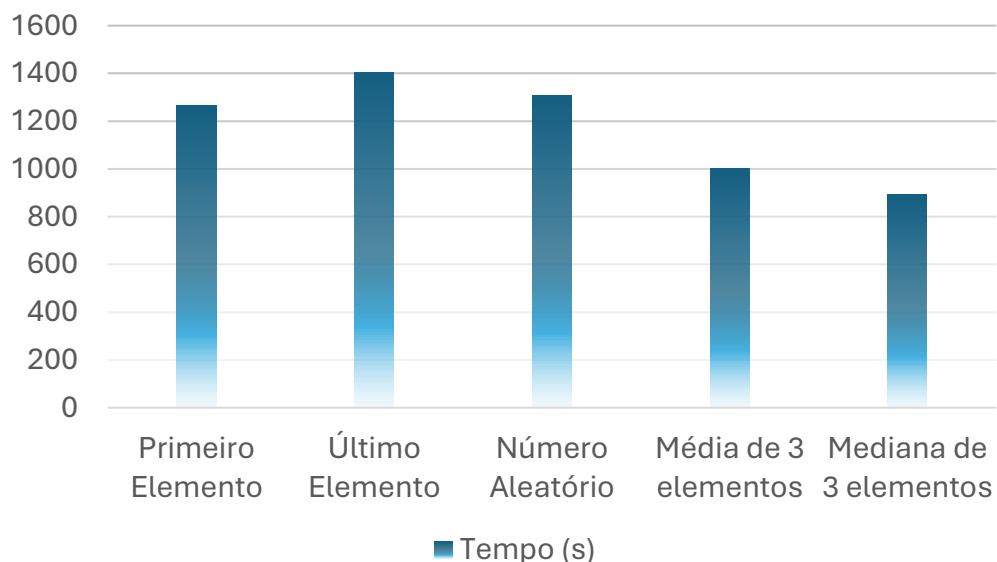
Análise Geral:

1- Vou realizar a média do tempo gasto pelos testes para cada algoritmo, considerando as 130 execuções para cada.

- Para o algoritmo com o Pivô sendo o primeiro elemento:
MÉDIA = 0,01266 segundos.
- Para o algoritmo com o Pivô sendo o último elemento:
MÉDIA = 0,01402 segundos.
- Para o algoritmo com o Pivô sendo número aleatório:
MÉDIA = 0,0130643333 segundos.
- Para o algoritmo com o Pivô sendo média de 3 elementos:
MÉDIA = 0,01 segundos.
- Para o algoritmo com o Pivô sendo mediana de 3 elementos:
MÉDIA = 0,008933

2- Agora, vou multiplicar por 100.000 e ignorar a parte decimal restante para montar o gráfico de comparação. Essa multiplicação será feita apenas para ficar mais visível graficamente.

COMPARATIVO DE TEMPO



3 - Análise do gráfico:

Observando o gráfico, é possível dizer que escolher o último elemento foi o algoritmo mais lento de todos, enquanto a média de 3 elementos e a mediana foram os mais eficientes.

Essa análise reflete o estudado em sala, pois quando pegamos o primeiro ou o último elemento, se o array estiver ordenado ou quase ordenado, ele cai ou tende a cair no pior caso do quicksort, o tornando muito mais lento com custo $O(n^2)$.

Quando escolhido o algoritmo que realiza a média de 3 números, nos aproximamos da mediana real desse array, o que torna o quicksort mais eficiente. O mesmo vale para o algoritmo da mediana de 3 elementos, que trouxe resultados ainda mais satisfatórios.

Por fim, utilizar o número aleatório nos trouxe um resultado alto, mas acredito que seja variável e dependa da "sorte".