INSTITUTO POLITÉCNICO DE BEJA

Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Licenciatura em Engenharia Informática

Estruturas de Dados e Algoritmos

Relatório

eda12131190311906

Docente: José Jasnau Caeiro

Abril de 2013

Desenvolvido por:

Tiago Conceição Nº11903

Gonçalo Lampreia Nº11906

Índice

Introdução

Este relatório aborda vários conceitos relacionados à complexidade de algoritmo, tendo como objetivo apresentar uma análise experimental englobando aspetos de diversos algoritmos de ordenação, tais como:

- Insertion-sort
- Bubble-sort
- Heapsort
- Mergesort
- Quicksort
- Radix
- Bucket
- Counting
- Comb
- Shell
- Selection

Estes algoritmos de ordenação serão programados na linguagem C# seguindo o pseudo-código subjacente presente no livro da disciplina.

Em relação aos algoritmos iremos mostrar ao longo do relatório o estudo dos mesmos, comparando o desempenho experimental computacional com as previsões teóricas.

Onde existe uma possível função de complexidade: **pior caso, melhor caso e caso médio**. Para classificar a ordem das funções temos três classificações: Ordem O, Ômega e Theta, que serão analisados ao longo do relatório.

Iremos estudar o código ao nível da sua arquitetura, sistema de classes, variáveis escolhidas, métodos e funções, módulos, desempenho computacional teoricamente previsto de cada algoritmo, os resultados para posterior análise experimental, comparação dos dados previstos com os dados obtidos e por fim a análise dos mesmos.

Sistema de classes

Aplicação base

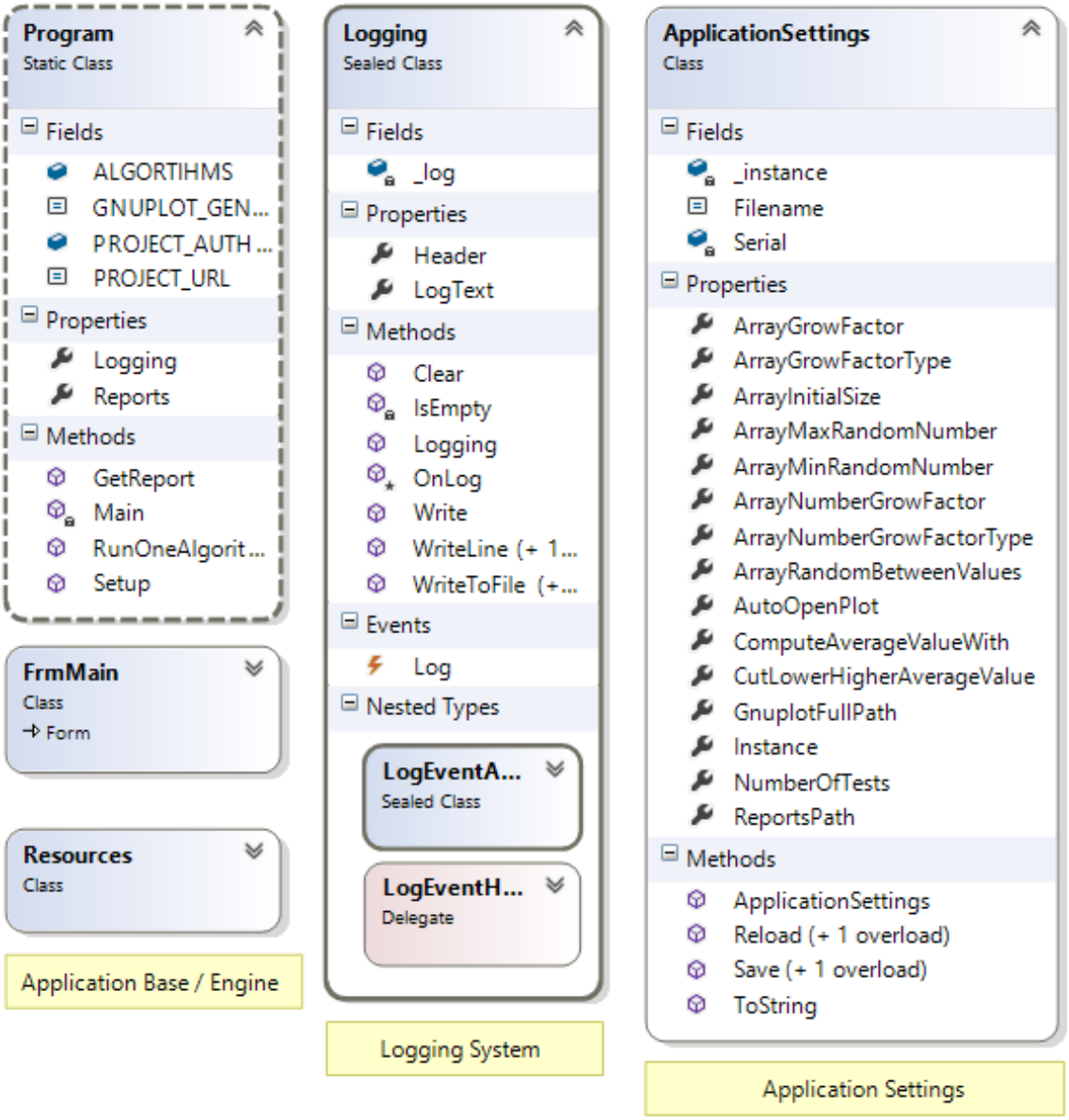


Ilustração 1

Classes principais do programa.

Program → Inicializador da aplicação, contém variáveis estáticas globais para acesso geral.

FrmMain → Codigo base da aplicação, onde se encontra o núcleo da aplicação e do ambiente gráfico da mesma.

Resources → Recursos da aplicação, contem todos os ficheiros necessários para o seu funcionamento. Neste caso apenas contém imagens usadas no GUI.

Logging → Registo de eventos. Todas as tarefas executadas serão expostas para este registo, mostrando na aplicação principal esse mesmo registo.

ApplicationSettings → Contém todas as opções / definições da aplicação. Essas opções são guardadas automaticamente pela aplicação e lidas quando necessário.

Utilidades

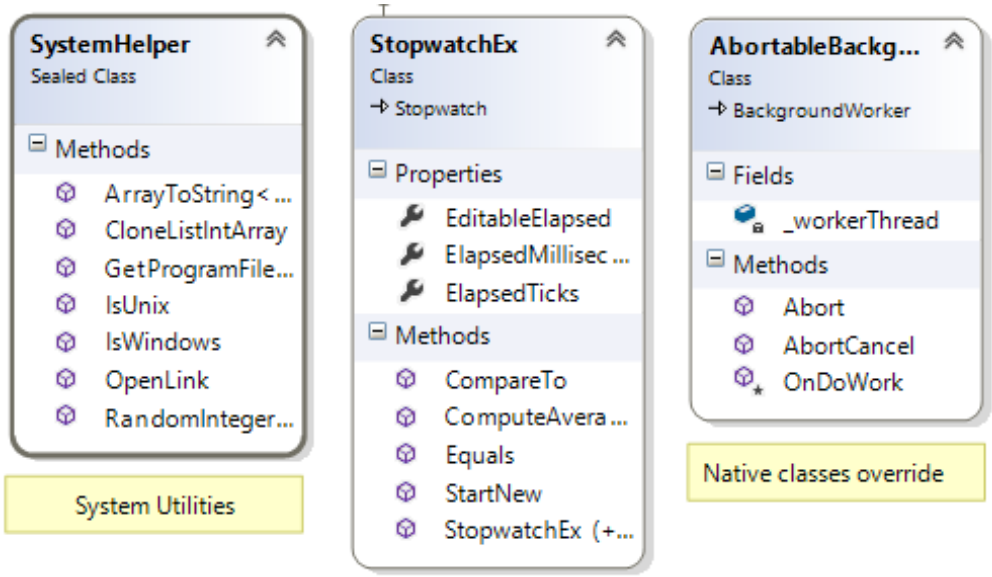


Ilustração 2

Classes de utilidades

System helper → Contém métodos de ajuda tais como: transformar um array em texto, fazer um clone de uma lista, verificar o sistema operativo, abrir um link no browser, fazer um array de números aleatórios.

StopwatcherEx → Herdado da *class Stopwatcher*. Contém melhoramentos à *class* suportando a modificação do tempo obtido (para os relatórios baseados em médias), retornar o valor de microssegundos no tipo *double* e um método que calcula a média de uma colecção de *StopwatcherEx*.

AbortableBackground → Herdado da class *BackgroundWorker*. Esta implementação permite abortar o *Thread* sem que seja necessário esperar pelo fim de uma tarefa demorada.

Sistema de relatórios

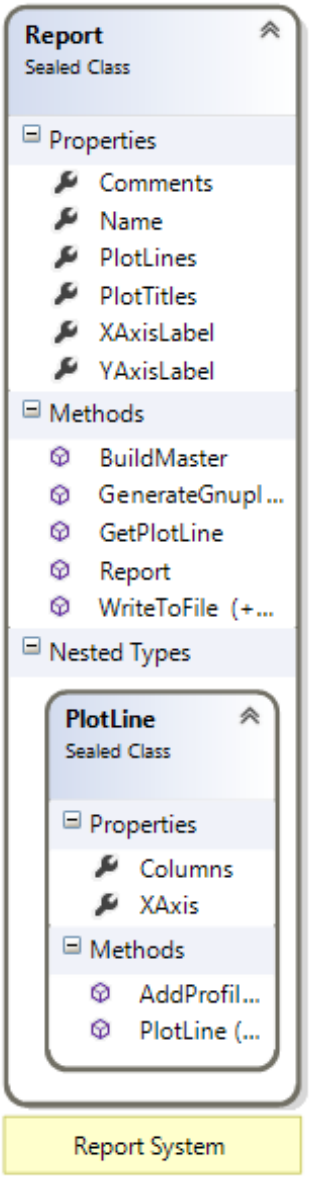


Ilustração 3

Report → *Class* que gera os relatórios. Cada instância desta *class* significa um relatório diferente com os seus próprios resultados.

Algoritmos

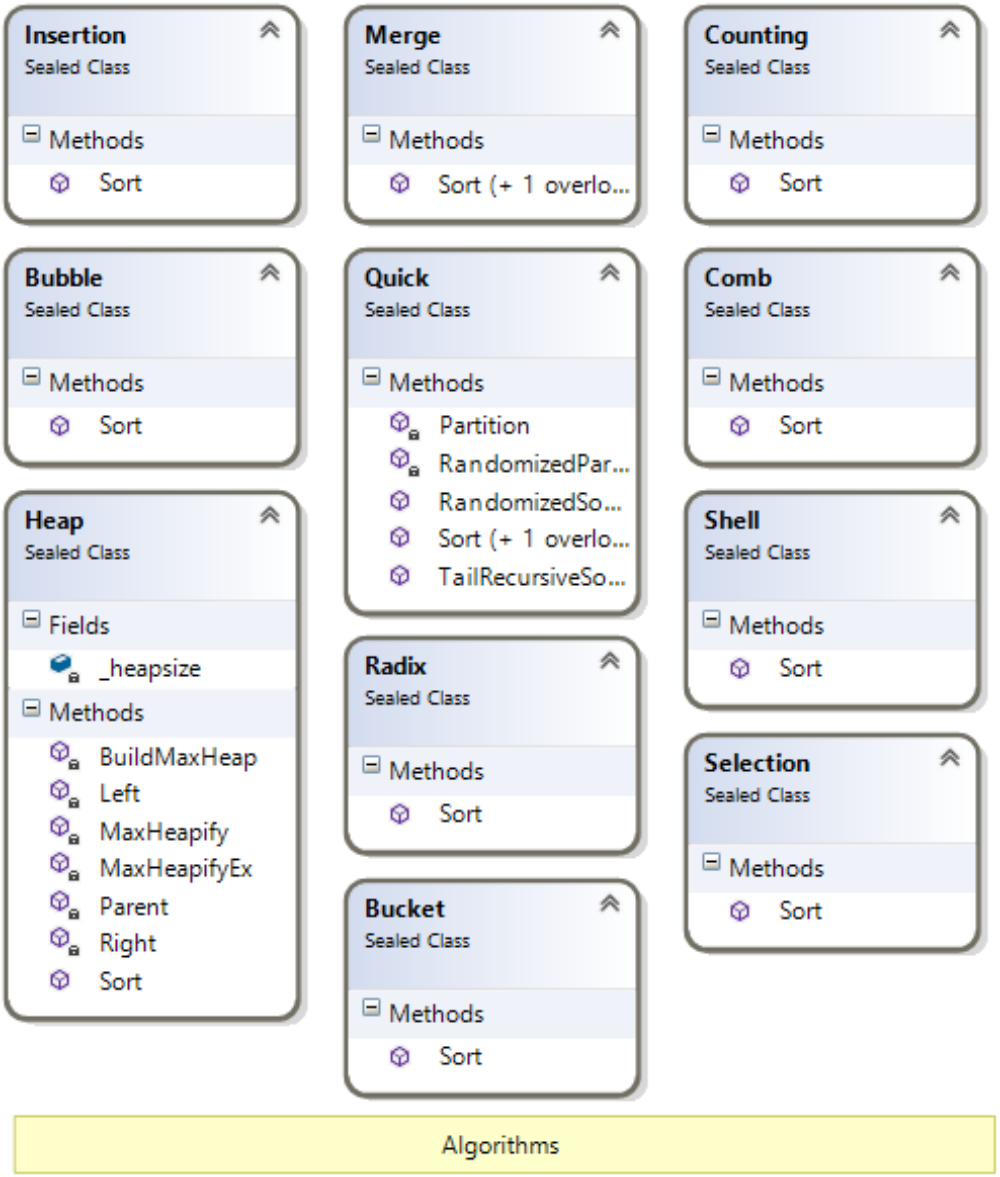


Ilustração 4

Todos os algoritmos disponíveis no programa. Método sort irá executar o algoritmo.

Módulos

Os ficheiros localizam-se na pasta "src", essa pasta contem a classe dos algoritmos nos ficheiros (NomeAlgoritmo.cs).

- Insertion.cs
- Bubble.cs
- Heap.cs
- Merge.cs
- Quick.cs
- Radix.cs
- Bucket.cs
- Counting.cs
- Comb.cs
- Shell.cs
- Selection.cs

Todas as classes usam o método Sort

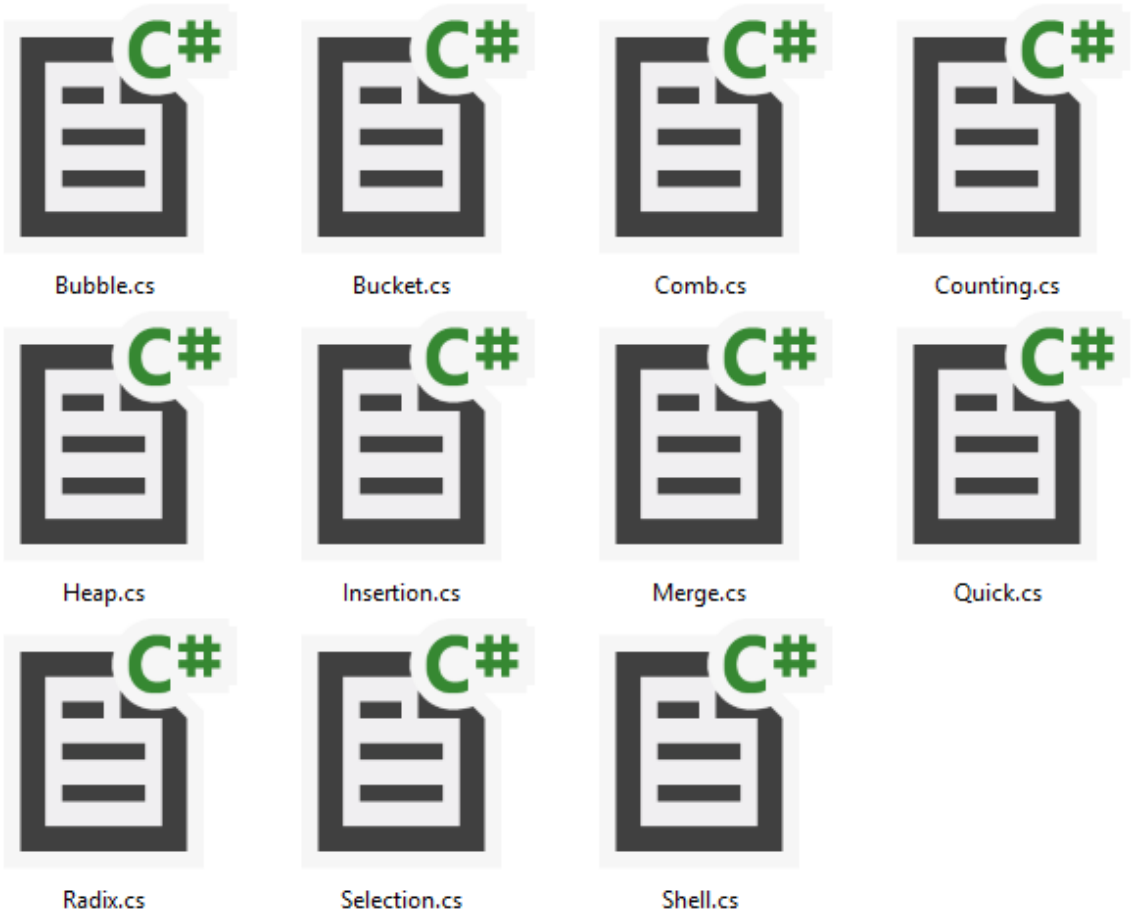


Ilustração 5

Insertion-Sort

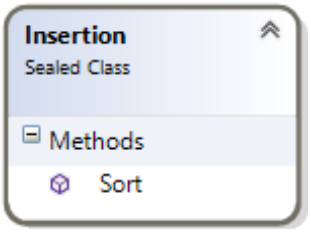


Ilustração 6

Métodos e Funções

Neste algoritmo de ordenação (Insertion-Sort), temos apenas um método "***sort***", este método pede como parâmetro o array **int [] A**, é constituído por 2 funções (função *for* e *while*), no caso da função *for* "**for (int j = 0; j <A.Length; j++)**", tem como objetivo percorrer todos os elementos do array, enquanto o *while* percorre array A enquanto os valores da chave "***key***" forem inferiores aos elementos do array A, "**while (i> -1 && A [i]> key**) " ou seja, caso esta condição se confirme os elementos de A deslocam-se uma posição para baixo, diminuindo "**j - 1**" até 0, por fim fora do ciclo while a inserção é realizada.

Desempenho computacional teoricamente previsto de cada algoritmo

Insertion-sort, ou ordenação por inserção, é um algoritmo de ordenação simples e eficiente. Quando aplicado a um pequeno número de elementos. Em termos gerais, ele percorre um vetor de elementos da esquerda para a direita e à medida que avança vai deixando os elementos mais à esquerda ordenados.

Pior caso: O (n^2)
Caso médio: O (n^2)
Melhor caso: O (n)

Projeto da experiência que permite obter os resultados para posterior análise experimental

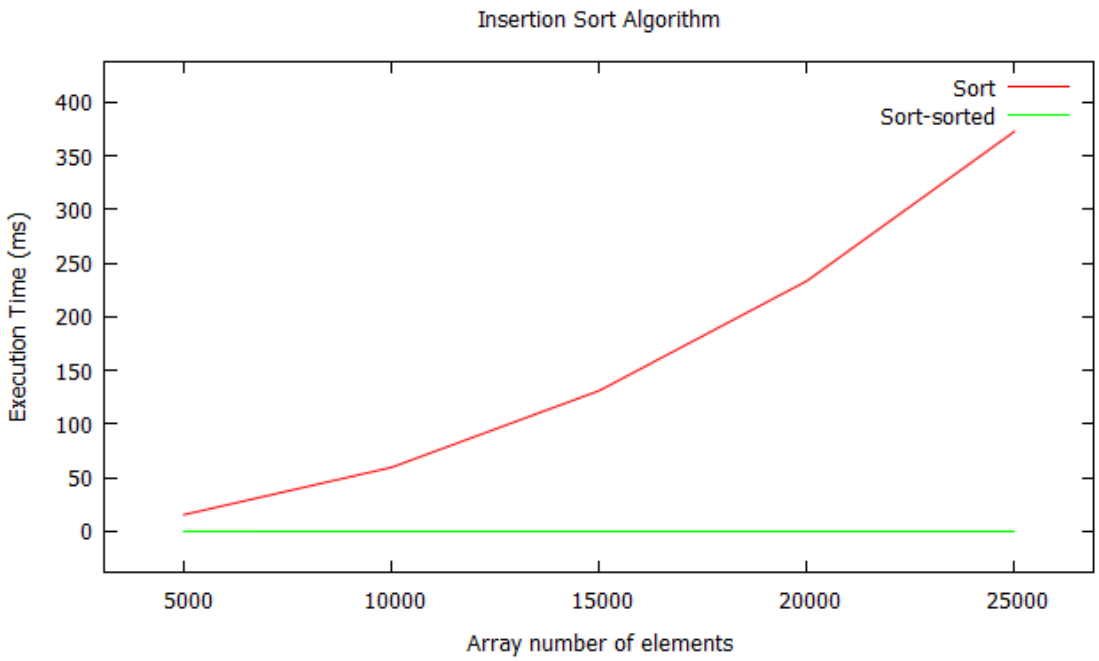


Ilustração 7

# Nº	Sort	Sort-sorted
5000	15.557	0.0322
10000	59.6854	0.0489
15000	131.1569	0.0651
20000	233.452	0.0833
25000	372.877	0.1003

Podemos verificar segundo este gráfico gerado pela nossa aplicação que se confirma o Pior, médio e o melhor caso, onde o pior caso será sempre crescente e o tempo de execução cresce regularmente dependendo do número de elementos.

O melhor caso confirma-se quando o array já se encontra ordenado, neste caso o tempo de execução será O (n).

Bubble-Sort

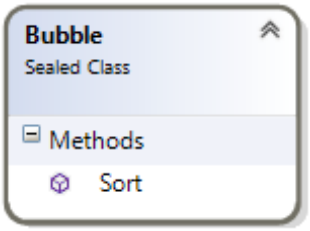


Ilustração 8

Métodos e Funções

Neste algoritmo de ordenação (Bubble-Sort), temos apenas um método "***sort***", este método pede como parâmetro o array **int [] A**, é constituído por 3 funções (2 função *for* e uma função *if*), no caso da função *for* "**for (int i = 0; i < A.Length; i++)**", tem como objetivo percorrer todos os elementos do array, enquanto que o outro *for* "**for (int j = A.Length - 1; j >= i + 1; j--)**", ao qual atribuímos á variável **int j** o tamanho do array A – 1, este for vai retirando um valor a variável **J** ate ser igual a **i + 1,** este for é constituído por um *if* que tem como condição **if(A[j] < A[j -1])** se esta condição se confirmar o código existente dentro da função *if* ira ser executado, esse código possui uma variável **int key** assume **A [j] ,** de seguida o **A [j]** assume **A [j - 1]**, e por fim o **A [j - 1]** assume a variável **key.**

Desempenho computacional teoricamente previsto de cada algoritmo

O *Bubble-sort*, ou ordenação por flutuação é um algoritmo de ordenação dos mais simples. A ideia é percorrer o vetor diversas vezes, onde a cada passagem retira o maior elemento da sequência.

Pior caso: O (n^2)
Caso médio: O (n^2)
Melhor caso: O (n)

Projeto da experiência que permite obter os resultados para posterior análise experimental

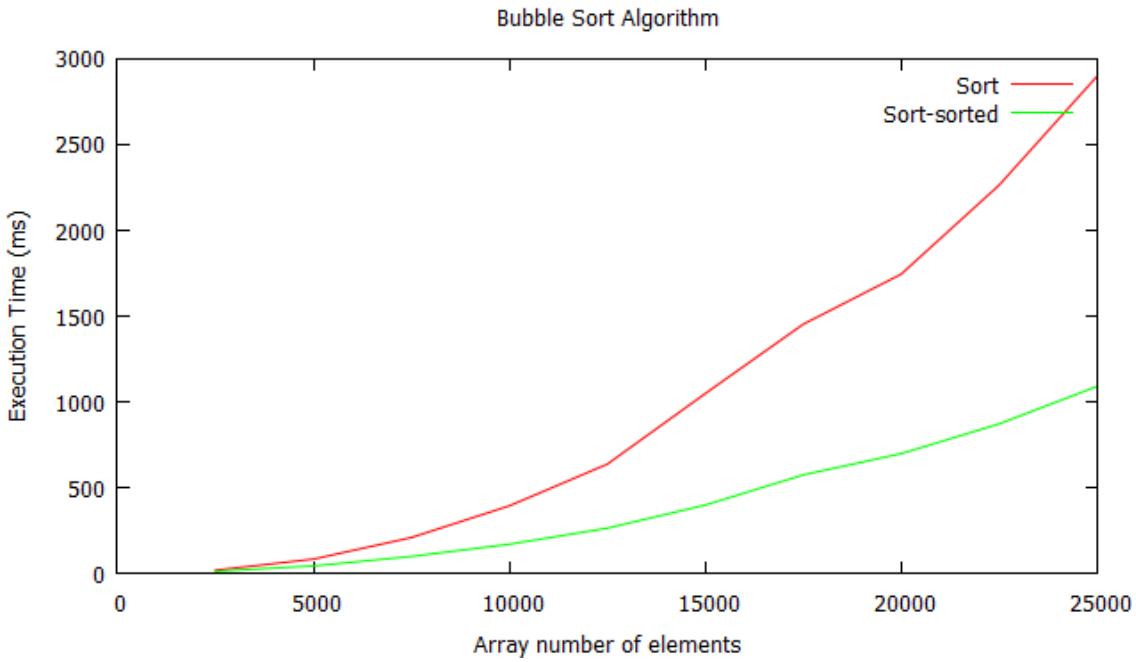


Ilustração 9

# Nº	Sort	Sort-sorted
2500	17.035	10.5695
5000	81.6614	42.1405
7500	207.6276	97.2523
10000	392.3867	168.5123
12500	635.8622	262.2661
15000	1047.5458	397.3973
17500	1452.1726	573.0037
20000	1744.1806	697.3344
22500	2263.7188	871.1923
25000	2899.2318	1089.7475

Através do gráfico podemos tirar algumas conclusões com por exemplo a comparação do pior para o melhor caso, como esperado o melhor caso demora uma grande diferença em relação ao Pior caso de quando se trata do tempo de execução. Isto acontece devido ao melhor caso *O(n) e o pior caso ser O (n2).*

Heap-Sort

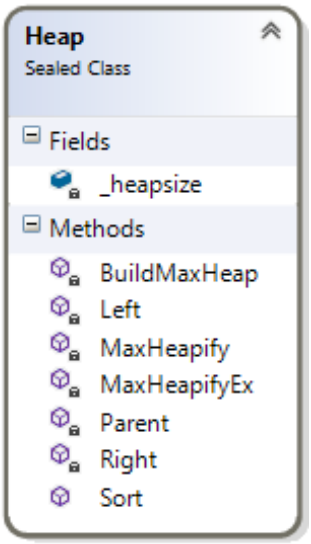


Ilustração 10

Métodos e Funções

Neste algoritmo de ordenação (Heap-Sort) contém apenas uma class que é constituída por 4 métodos, como referi acima no tópico de sistemas de classes, estes métodos são:

- MaxHeapify(int[] A, int i);
- MaxHeapifyEx(int[] A, int i);
- BuildMaxHeap(int[] A);
- Sort (int [] A).

O método **MaxHeapify** é constituído por 3 funções "*if*" ao qual são executados se seguirem a condição solicitados por a função "*if*" **if(l < _heapsize && A[l] > A[i])** se o elemento for valido, o largest assume a variável l(left) senão o largest assume a variável i, **if** (**r < _heapsize && A[r] > A[largest])** se o elemento for valido a esta condição o largest assume a variável r(right), **if(largest != i)** se o largest for diferente de i, o (**int Key = A[i]**) , o (**A[i] = A[largest]),** o **(A[largest] = key)** e por fim **(MaxHeapify(A, largest)).**

O método **MaxHeapifyEx** é constituído por 1 função **while** que contém as funções **if** do método anterior expecto (**if (largest == i)**) se o **largest** for igual ao **i** para o **while** e por fim a variável **temp** assume **A [i] (int temp = A [i]),** de seguida o **A [i]** assume **A [largest] (A [i] = A [largest])**, sucessivamente o **A [largest]** assume a variável **temp (A [largest] = temp) e** termina o método atribuindo o **largest** a variável **i (i = largest).**

O método **BuildMaxHeap** é constituído por apenas uma função **for** que por sua vez o método **MaxHeapify** ate a var i for igual a 0, para alem do **for** também define a variável **_heapsize = A.Length-1** (Tira um valor ao tamanho do array A.

Por fim temos o método Sort que executa o método BuildMaxHeap (A), de seguida retira um valor ao tamanho do array A (_heapsize **= A.Length-1**) e por fim executa um for que termina quando i for igual a 1 (int **i = A.Length - 1; i> = 1; i**--), o ***for*** atribui o array A [i] a variável Key (**int key = A [i]**), sucessivamente o array A [i] assume o valor A [0] (**A [i] = A [0]**) e por fim A [0] assume o valor Key (A [0**] = key**) para além de ir subtrair um a variável _ heapsize (**_heapsize--**) e executar o método **MaxHeapify.**

Desempenho computacional teoricamente previsto de cada algoritmo

A organização de dados sequenciais feita for o algoritmo Heap permite obter o melhor de 2 mundos, pois contem a qualidade do algoritmo Merge-Sort e a memória do algoritmo Insertion-Sort.

A estrutura Heap é um objeto que é organizado através de uma tabela, sendo esta vista como uma árvore.

Pior cenário: O (n log (n))
Caso médio: O (n log (n))
Melhor caso: O (n log (n))

Projeto da experiência que permite obter os resultados para posterior análise experimental

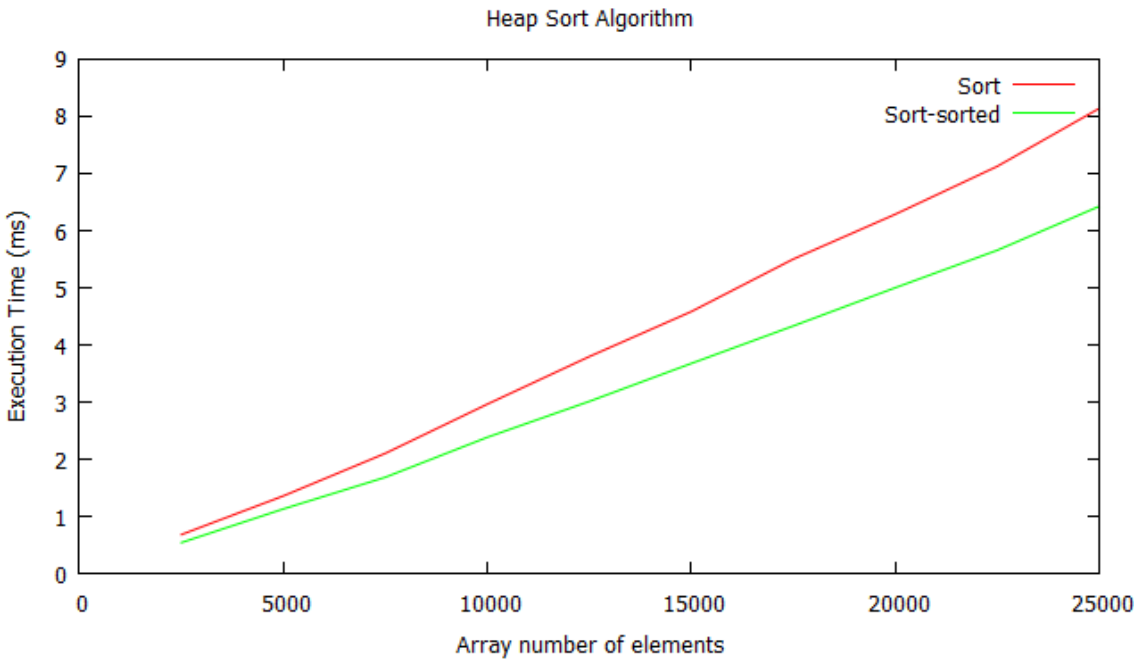


Ilustração 11

# Nº	Sort	Sort-sorted
2500	0.679	0.5389
5000	1.3563	1.1278
7500	2.1009	1.6816
10000	2.9615	2.3824
12500	3.7942	3.0094
15000	4.5816	3.6742
17500	5.4989	4.3292
20000	6.2845	4.9983
22500	7.1219	5.6547
25000	8.1364	6.4229

No caso do algoritmo de ordenação Heapsort temos uma ligeira diferença em relação ao tempo de execução, neste caso a diferença é menor pois tanto a fórmula do melhor caso como a do pior caso são iguais O (n log n), mesmo assim nota-se alguma diferença pois o tempo de execução diminui em relação ao melhor caso devido ao array já se encontrar ordenado.

Merge-Sort

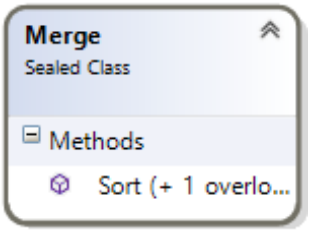


Ilustração 12

Métodos e Funções

Na class Merge usamos 2 métodos, o método "**Sort (int [] A, int p, int q, int r) "**.

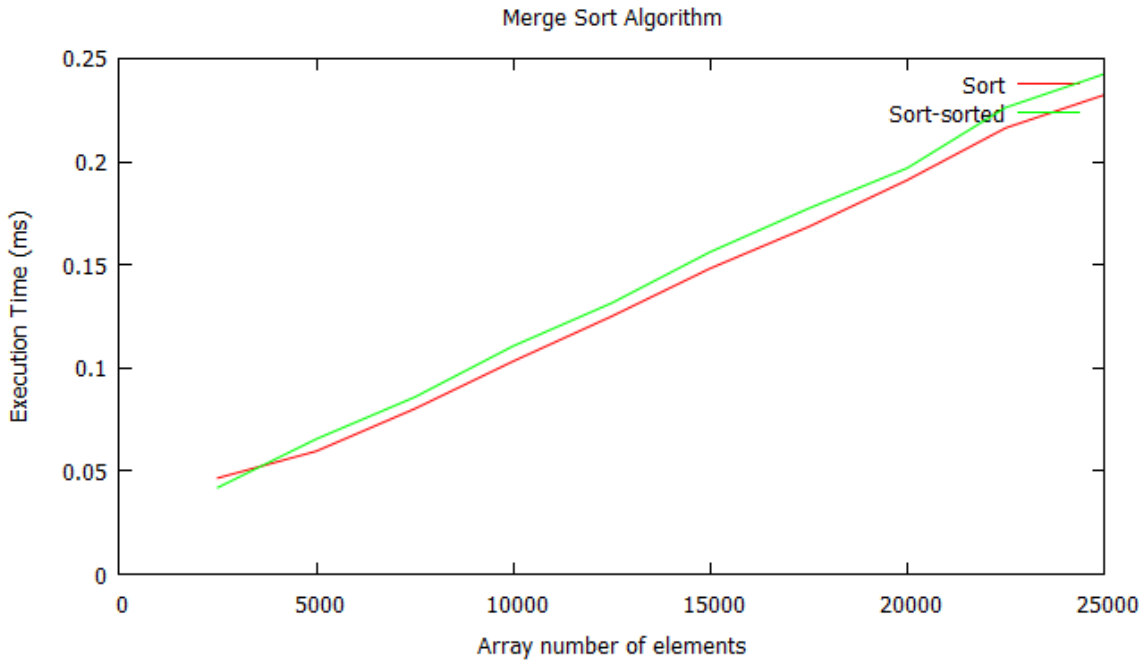
O método "Sort (int [] A, int p, int q, int r) " é constituído por 3 funções "for (i = 0; i <n1; i++), for (j = 0; j <n2; i++), for (int k = p; k <= r; k++) " e uma função "if (int k = p; k <= r; k++) ". A primeira função "for" têm como objetivo

Desempenho computacional teoricamente previsto de cada algoritmo

Mergesort divide os elementos do array em sub-tabelas com dimensão menor, depois das sub-tabelas estarem ordenadas, combinam as soluções resultantes para criar a solução do problema original.

Pior cenário: $O(n^{\log_b a} \log(n)) = O(n \log_2^2 \log(n)) = O(n \log(n))$
Caso médio: O (n log (n))
Melhor caso: O (n log (n))

Projeto da experiência que permite obter os resultados para posterior análise experimental



# Nº	Sort	Sort-sorted
2500	0.0466	0.042
5000	0.0596	0.0655
7500	0.0802	0.0858
10000	0.1032	0.1106
12500	0.125	0.1314
15000	0.1482	0.1562
17500	0.1684	0.1773
20000	0.191	0.1968
22500	0.2163	0.2262
25000	0.2323	0.2424

Como podemos observar neste gráfico obtemos uma diferença mínima entre o melhor caso e o pior caso em relação ao tempo de execução, isto acontece devido as fórmulas de ambos os casos serem totalmente iguais.

QuickSort

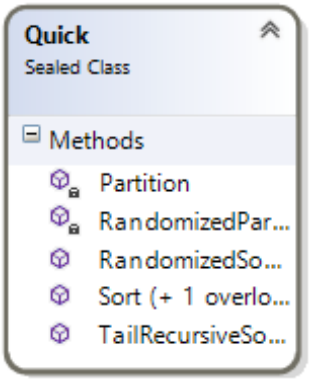


Ilustração 13

Métodos e Funções

Este algoritmo já possui mais métodos, começando com o Sort que pede como parâmetros 3 variáveis, sendo elas **Array A, int p (Start índex), int r (End índex), Sort(int[] A, int p, int r**), este método possui apenas um função if que possui como condição **(p >= r),** para além disso chama-se a si próprio duas vezes **Sort(A, p, q - 1) e Sort(A, q + 1, r).** De seguida redefinimos o método **Sort** atribuindo apenas o parâmetro do array A e tendo apenas a função de chamar o método **RandomizedSort (A).** Depois do método Sort criamos mais 4 métodos sendo um deles o método **Partition** que contem os mesmos parâmetros do **método Sort Partition (int [] A, int p, int r),** este método contem 2 funções (uma função *for* e uma função *if*), na função *for* criamos uma variável **int j** ao qual atribuímos o a variável **p (Start Index),** esta função termina quando o **j** atingir o valor do **r(End Index),** como se pode ver **for(int j = p; j < r; j++)** este *for* é constituído por uma função *if* onde é criada uma variável **temp** que assume **A [i] ,** de seguida o **A [i]** assume **A [j]**, e por fim o **A [j]** assume a variável **temp,** depois do for ser corrido a variável temp assume **A [i] ,** de seguida o **A [i]** assume **A [r]**, e por fim o **A [r]** assume a variável **temp** por fim o método retorna a variável **i.**

Sucessivamente passamos a criação do método **RandomizedSort(int[] A, int p, int r)** que contem novamente os mesmos parâmetros que os métodos anteriores, este método e relativamente pequeno pois é apenas constituído por uma função *if* que possui a condição p>=r, **if (p >= r),** de seguida criamos a variável q a qual atribuímos o método RandomizedPartition **(int q = RandomizedPartition(A, p, r)),** por fim o método chama-se a si próprio 2 vezes **RandomizedSort(A, p, q - 1) e RandomizedSort(A, q + 1, r**), consecutivamente redefinimos a função **RandomizedSort(int[] A**) com o objetivo de o método se chamar a si próprio mas desta vez com diferentes parâmetros **RandomizedSort(A, 0, A.Length-1);**

Por fim concluímos o código com a criação de dois métodos o RandomizedPartition(int[] A, int p, int r) e TailRecursiveSort(int[] A, int p, int r).

Desempenho computacional teoricamente previsto de cada algoritmo

O algoritmo de ordenação QuickSort tem um ótimo desemprenho computacional, apresentando no:

Pior cenário: O (n^2).
Caso médio: O (n log (n))
Melhor Caso: O (n log (n))

Projeto da experiência que permite obter os resultados para posterior análise experimental

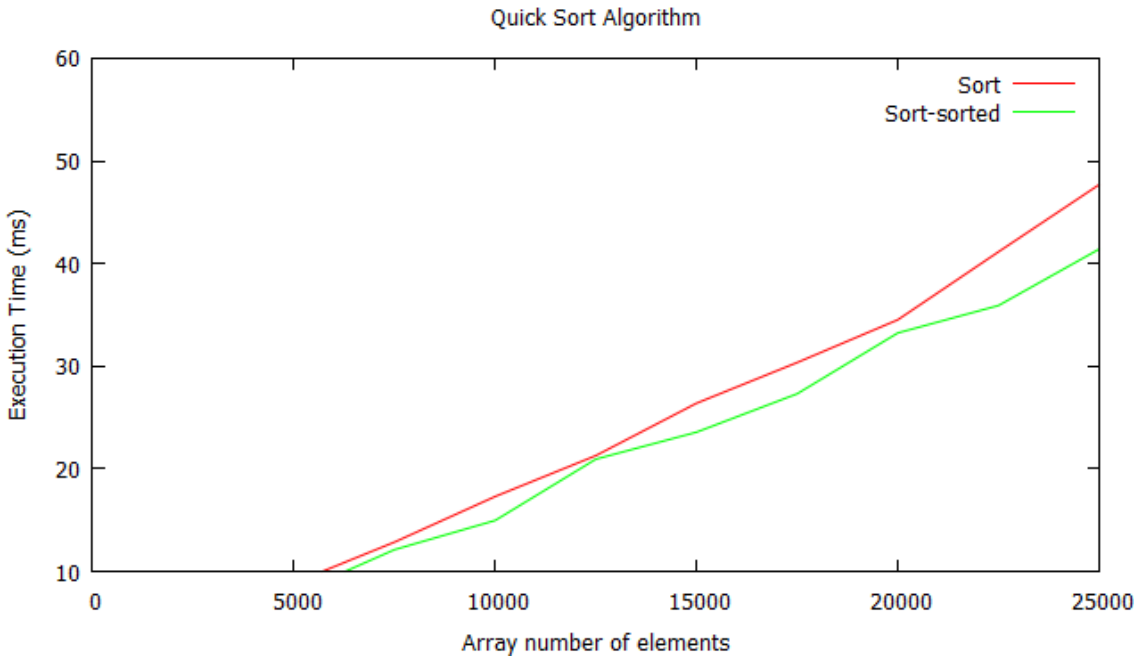


Ilustração 14

# Nº	Sort	Sort-sorted
2500	4.4372	3.7681
5000	8.8683	7.7838
7500	12.8538	12.12
10000	17.298	14.9595
12500	21.2783	20.9301
15000	26.3824	23.5627
17500	30.3453	27.3019
20000	34.5133	33.2304
22500	41.1341	35.9031
25000	47.6799	41.3942

Devido a ótimo desempenho deste algoritmo de ordenação obtemos um tempo de execução muito curto, para além disso a diferença ente o melhor caso e o caso médio quase que passa despercebido.

Radix-Sort

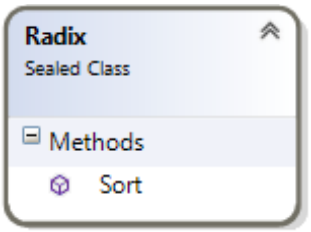


Ilustração 15

Métodos e Funções

Este algoritmo apenas possui o método Sort "**Sort(int[] A)",** começamos a construção do método criando um array **T** ao qual atribuímos o tamanho do **array A,** de seguida criamos 2 variáveis **int r e int b** ao qual atribuímos o valor **4 e 32.**

Desempenho computacional teoricamente previsto de cada algoritmo

O algoritmo de ordenação Radix-Sort é um algoritmo rápido e estável que pode ser usado para ordenar vários itens que estão identificados por chaves únicas:

Pior caso: O (n + s)
Melhor caso: O (Kn)

Projeto da experiência que permite obter os resultados para posterior análise experimental

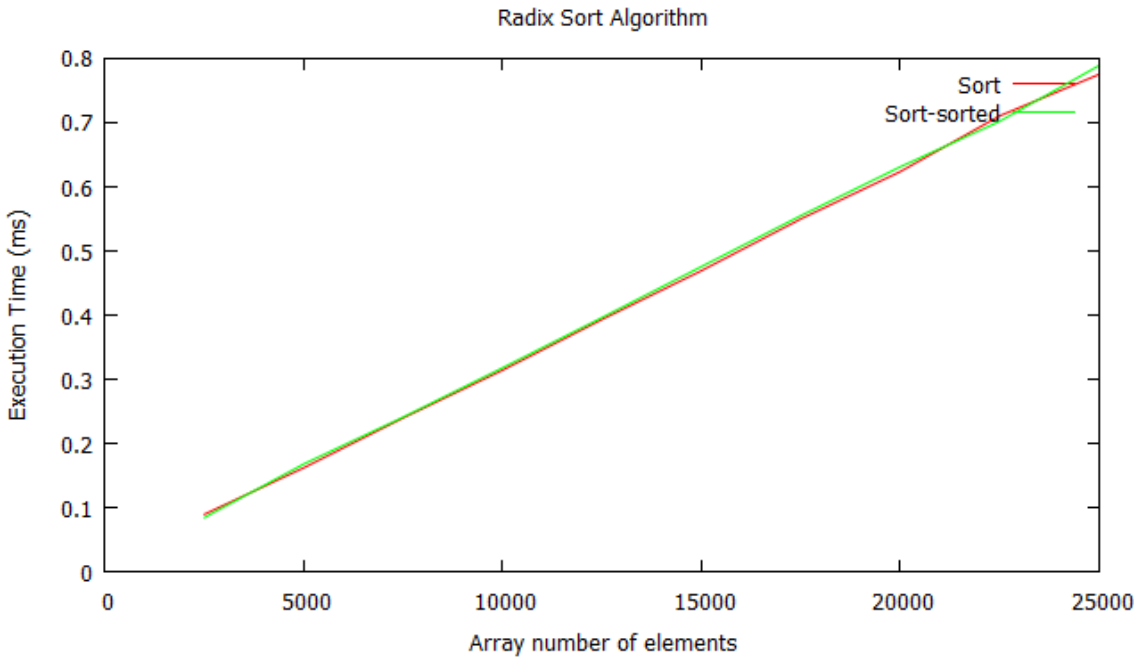


Ilustração 16

# Nº	Sort	Sort-sorted
2500	0.0894	0.0843
5000	0.1619	0.1679
7500	0.2396	0.2409
10000	0.314	0.3178
12500	0.393	0.3961
15000	0.4691	0.4755
17500	0.5498	0.5549
20000	0.6235	0.631
22500	0.7104	0.702
25000	0.7751	0.7889

No caso do algoritmo do radix a diferença é quase nula pois o radix é um dos algoritmos de ordenação mais rápido e estável, tendo como melhor caso O (Kn) e pior caso O (n + s).

Bucket-Sort

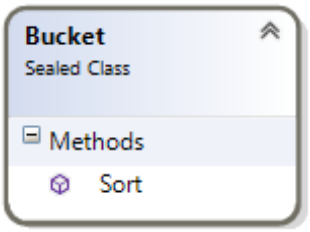


Ilustração 17

Métodos e Funções

Este algoritmo como muitos outros que vimos anteriormente só possui o método Sort "**Sort (int [] A)",** desta vez este método é constituído por 5 funções **(4 for e 1 if),** o primeiro for percorre o Array A este for é constituído por uma função if que só é executada se esta condição se confirmar, sucessivamente criamos um **array count**, depois percorremos o array outra vez através da segunda função *for* ao qual é executado o **count [A [i]] ++,** por fim temos os últimos 2 for, onde cabe ao primeiro percorrer o **array count "for (int i = 0, j = 0; i <count.Length; i++) "**, enquanto percorre o array é executado o ultimo for **"for (; count [i]> 0; (count [i]) --)** ".

Desempenho computacional teoricamente previsto de cada algoritmo

O algoritmo de ordenação bucket-Sort é um algoritmo que divide os elementos do algoritmo em vários recipientes, em seguida organiza os elementos de cada recipiente, usando outros algoritmos ou ele mesmo, os casos são os seguintes

Pior caso: O (n * k)
Caso médio: O (n + k)
Melhor caso: O (n^2)

Projeto da experiência que permite obter os resultados para posterior análise experimental

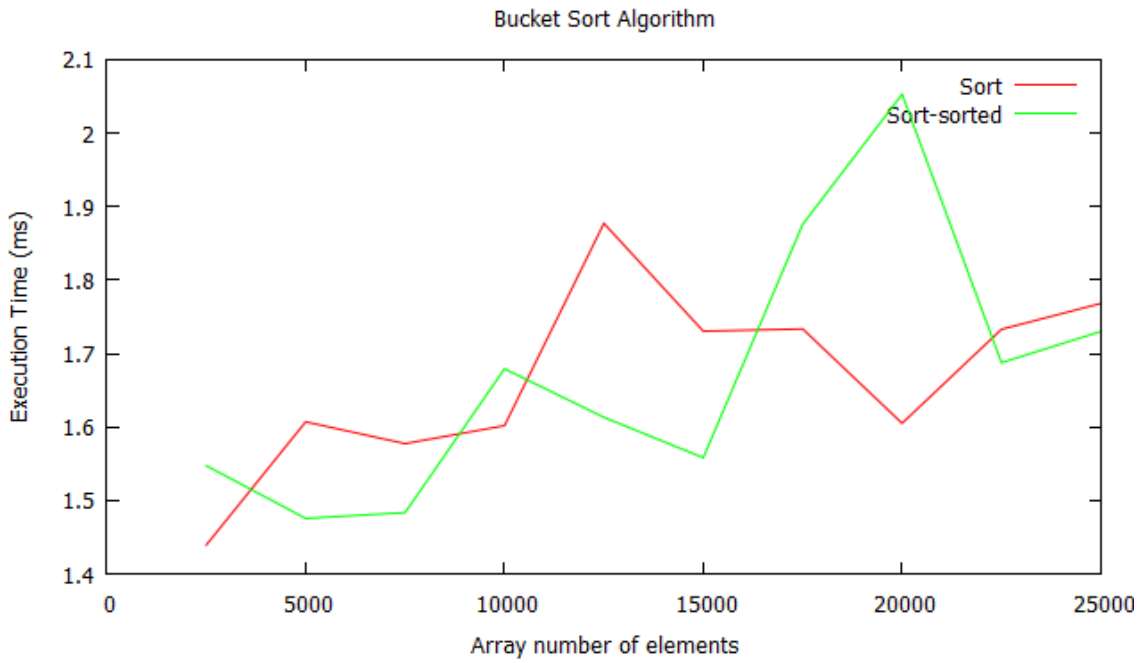


Ilustração 18

# Nº	Sort	Sort-sorted
2500	1.4392	1.5473
5000	1.6069	1.4755
7500	1.5772	1.4833
10000	1.6017	1.6791
12500	1.8771	1.6131
15000	1.7303	1.558
17500	1.7333	1.8758
20000	1.6049	2.0528
22500	1.7329	1.6874
25000	1.7681	1.73

Como podemos observar no gráfico acima quando executamos o algoritmo de ordenação Bucket-sort, obtemos resultados muito instáveis dai os picos a meio da reta. Em relação à diferença entre o pior caso e melhor caso obtemos uma grande diferença pois o pior caso é representado O (n.k) e o melhor caso é representado por O (n 2).

Counting-Sort

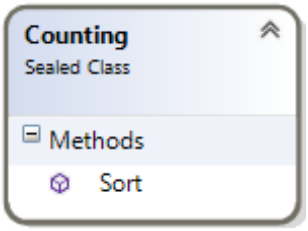


Ilustração 19

Métodos e Funções

Este algoritmo só possui o método Sort "**Sort (int [] A)",** este método é constituído por 5 funções **(4 for e 1 if/else if),** em primeiro criamos 2 variáveis **int max e int mim** ao qual atribuímos a ambas **A[0]** sucessivamente criamos um for com o objetivo de percorrer o array A este for é constituído por uma função **if/ else if**, ou seja caso **A[i]** seja maior que a variável **max** é atribuído o **A[i]** a variável **max** mas se não se confirmar que o **A[i]** não é maior que o **max** recorremos a segunda opção onde a condição é A[i] tem de ter um valor menor que a variável **min** que só é executada se esta condição se confirmar, sucessivamente criamos um **variável numValues** ao qual atribuímos **max - min + 1,** um array **count** tendo como valor **int[numValues]**, depois percorremos o array outra vez através da segunda função for ao qual executa o **count [A [i] - min] ++,** por fim criamos a variável **outputPos** dando o valor de **0 ,** consecutivamente é executado a função **for "for (int i = 0; i < numValues; i++)"** que é constituído por outra função for **"for (int j = 0; j < counts[i]; j++)".**

Desempenho computacional teoricamente previsto de cada algoritmo

O algoritmo de ordenação Counting-Sort é um algoritmo de ordenação estável tendo uma complexidade O (n). As chaves tomam valores de 0 e M-1, mas se existir uma K-1 corresponde a 0.

Pior caso: O (n + k)
Caso médio: O (n + k)
Melhor caso: O (n + k)

Projeto da experiência que permite obter os resultados para posterior análise experimental

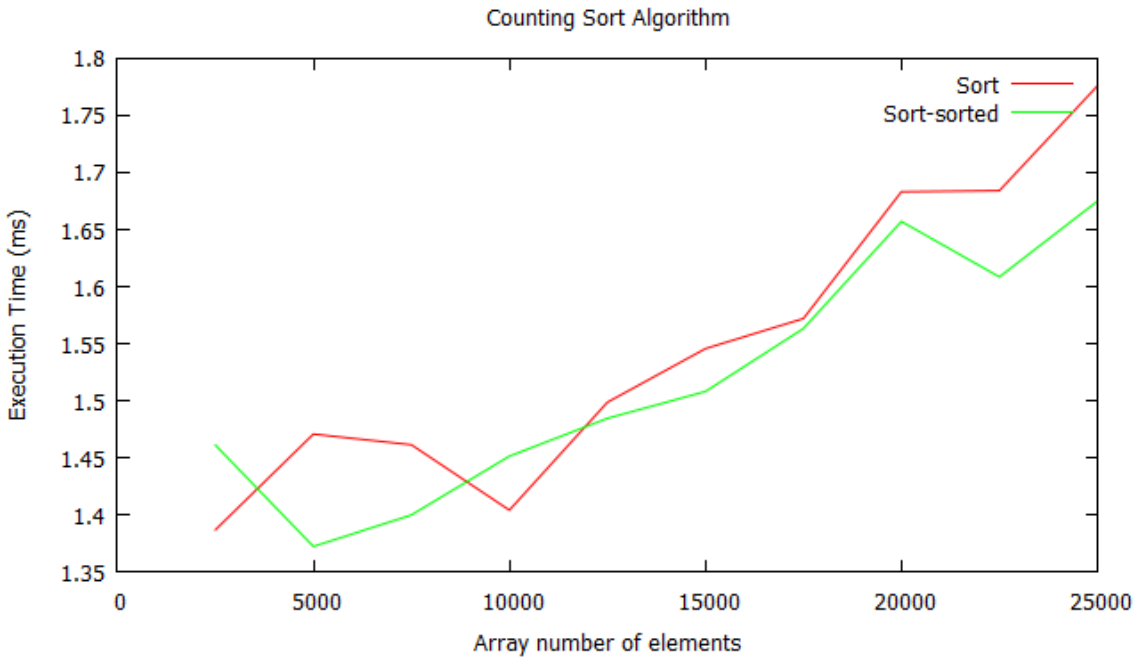


Ilustração 20

# Nº	Sort	Sort-sorted
2500	1.3866	1.4609
5000	1.4706	1.372
7500	1.4612	1.3997
10000	1.4039	1.4512
12500	1.4985	1.4844
15000	1.5455	1.5079
17500	1.5719	1.5631
20000	1.6831	1.657
22500	1.684	1.6084
25000	1.7759	1.6748

Podemos verificar segundo este gráfico tem umas pequenas irregularidades, mas a nível da diferença entre o melhor caso e o pior caso podemos concluir uma pequena diferença devido ao algoritmo ser estável.

Comb-Sort

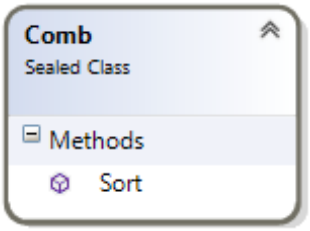


Ilustração 21

Métodos e Funções

Este algoritmo só possui o método Sort "**Sort (int [] A) ",** este método é constituído por 4 funções **(1 while, 2 if e 1 for),** em primeiro criamos 2 variáveis **int gap e bool swapped** ao qual atribuímos a variável **gap** o tamanho do array A e ao a variável de valor booleano atribuímos **false** sucessivamente criamos um While que é constituído por as restantes funções, se as condições do *while* **"while ((gap > 1) || swapped)"** forem verificadas passamos para a função if **"if (gap > 1)"** esta função tem como objetivo redefinir o valor da variável gap **"gap = (int) (gap / 1.247330950103979);"**, de seguida percorrermos o array A através da função for **"for (int i = 0; gap + i < A.Length; ++i)"** ao mesmo tempo que executada a função if isto se acabar por se verificar a condição proposta por a mesma "**if (A[i] - A[i + gap] > 0)".**

Desempenho computacional teoricamente previsto de cada algoritmo

O algoritmo de ordenação Comb-Sort é um algoritmo de ordenação simples, o comb foi feito com o objetivo de melhorar o algoritmo Bubble-sort, a ideia básica do algoritmo é recorrer a eliminação dos pequenos valores próximos do final da lista.

Pior caso: $\Omega(n^2)$
Caso médio: $\Omega(n^2 / 2^b)$
Melhor caso: O(n)

Projeto da experiência que permite obter os resultados para posterior análise experimental

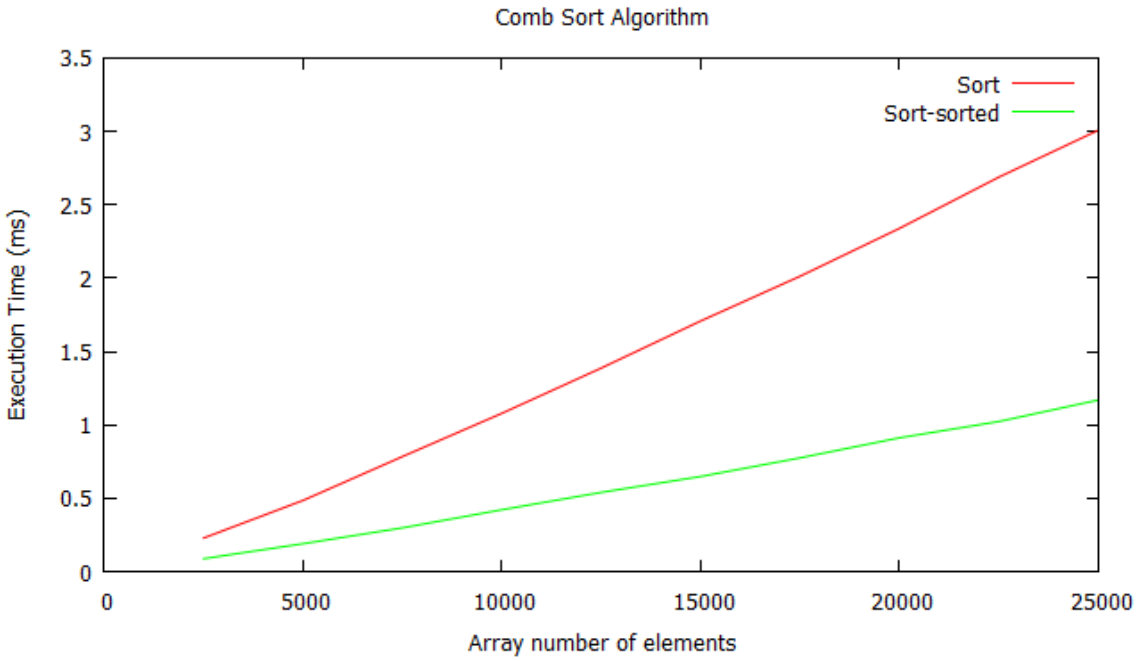


Ilustração 22

# Nº	Sort	Sort-sorted
2500	0.2283	0.0875
5000	0.4849	0.1894
7500	0.7837	0.2979
10000	1.0779	0.4212
12500	1.3869	0.5392
15000	1.7072	0.6475
17500	2.0124	0.7747
20000	2.3388	0.911
22500	2.6876	1.022
25000	3.0071	1.1688

No caso do Comb-Sort obtemos uma grande diferença a nível do tempo de execução entre o melhor e pior caso, pois como podemos ver através do gráfico o melhor caso tem um máximo de aproximadamente 1.68, enquanto o pior caso tem um máximo de 3.

Shell-Sort

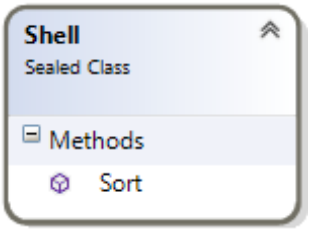


Ilustração 23

Métodos e Funções

Este algoritmo só possui o método Sort "**Sort (int [] A) ",** desta vez este método é constituído por 3 funções **(1 for e 2 while),** em primeiro criamos 4 variáveis **int n, int h, int c e int j** ao qual atribuímos a variável **n** o tamanho do array A e a variável h atribuímos **n/2,** as restantes não atribuímos valor nenhum. Sucessivamente criamos um While que é constituído por as restantes funções, se as condições do while **"while (h> 0) "** forem verificadas passamos para a função for **"for (int i = h; i <n; i++) "** nesta função atribuímos a variável **int c "c = A[i]"** e a variável j **"j = i"**, por fim temos uma função while "**while (j >= h && A[j - h] > c)".**

Desempenho computacional teoricamente previsto de cada algoritmo

O algoritmo de ordenação Shell-Sort é um algoritmo de classificação mais eficiente dentro da categoria complexidade quadrática, este algoritmo recorrendo a ordenação do array considerando que o array e constituído com vários segmentos, sendo aplicada o método de inserção a direita em cada um deles.

Pior caso: $O(n \log^2 n)$
Caso médio: O(n)
Melhor caso: O(n)

Projeto da experiência que permite obter os resultados para posterior análise experimental

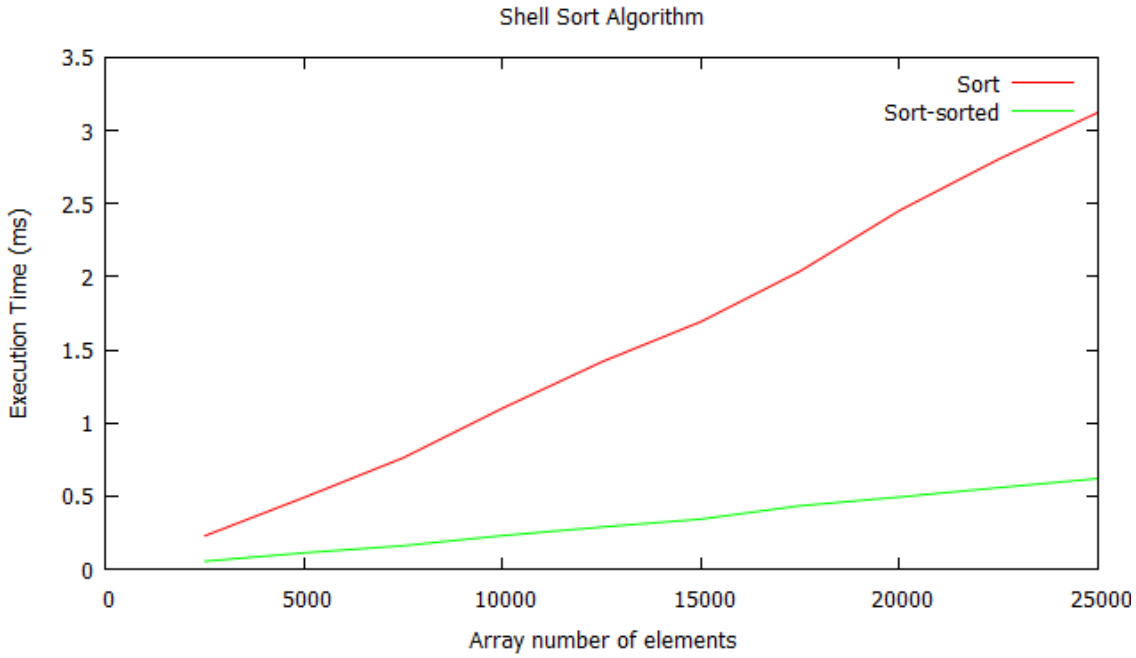


Ilustração 24

# Nº	Sort	Sort-sorted
2500	0.2276	0.0536
5000	0.4899	0.1109
7500	0.762	0.1599
10000	1.1008	0.229
12500	1.4178	0.2872
15000	1.6927	0.3422
17500	2.0385	0.4331
20000	2.4526	0.4926
22500	2.8037	0.5573
25000	3.1231	0.6192

O gráfico do algoritmo Shell short é muito semelhante ao gráfico do algoritmo anterior (Comb-Sort), mas neste caso ainda obtemos uma maior diferença entre ambos os casos, o melhor caso é representado por O (n) e o piro caso por O (n $\log^2$ n).

Selection-Sort

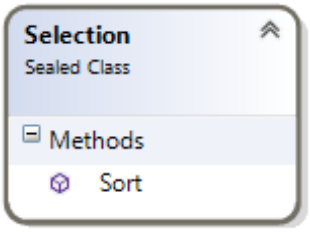


Ilustração 25

Métodos e Funções

Este algoritmo só possui o método Sort "**Sort (int [] A) ",** desta vez este método é constituído por 3 funções **(2 for e 1 if),** em primeiro criamos um for que percorre o array A**"for (int i = 0; i < A.Length; i++)"**, esta função contem 4 variáveis **"int minElementIndex = i"**, **"int minElementValue = A[i]"**, **"A[minElementIndex] = A[i]"** e **"A[i] = minElementValue"** mas para além disso a função for conta com mais outras 2 funções for **"for (int j = i + 1; j < A.Length; j++)"** (percorre array A) e por fim o if **"if (A[j] < minElementValue)".**

Desempenho computacional teoricamente previsto de cada algoritmo

O algoritmo de ordenação Selection-Sort é um algoritmo de ordenação que se baseia em passar o elemento com menor valor para o primeira posição, ou o maior dependendo da ordem que o utilizador pretende ordenar os elementos, em seguida o segundo menor valor para a segunda posição, continuando assim o processo até os elementos estarem ordenados conforme o pretendido.

Pior caso: O (n^2)
Caso médio: O (n^2)
Melhor caso: O (n^2)

Projeto da experiência que permite obter os resultados para posterior análise experimental

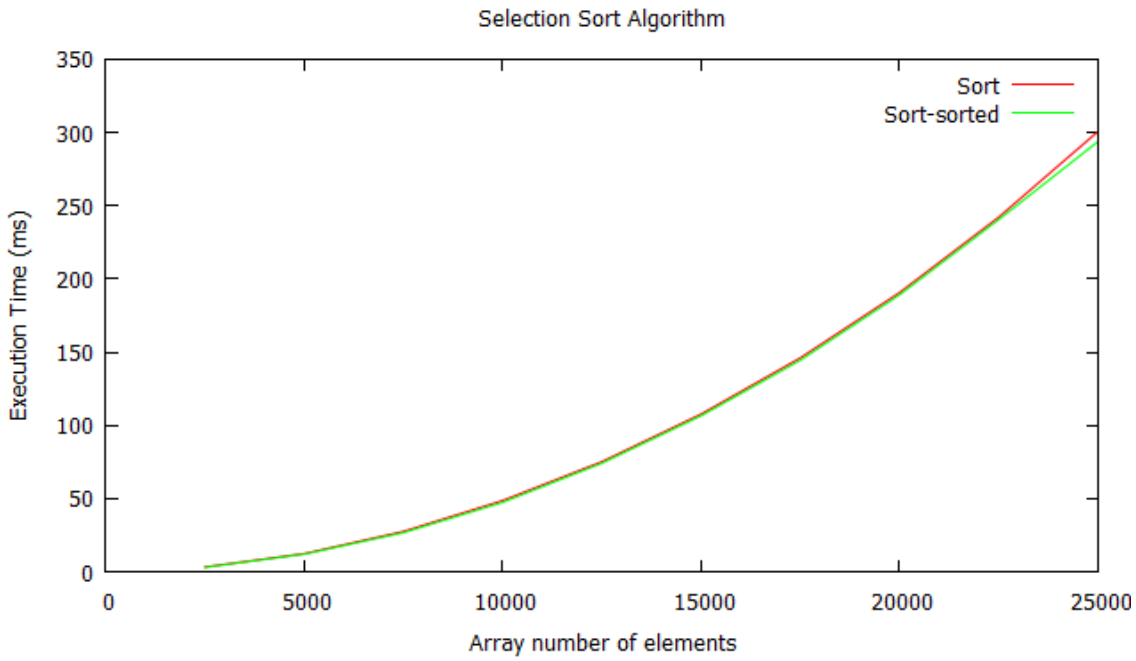


Ilustração 26

# Nº	Sort	Sort-sorted
2500	3.232	2.9973
5000	12.3287	11.9807
7500	27.4999	26.6452
10000	48.5909	47.4012
12500	75.1666	74.102
15000	107.6313	106.5069
17500	146.0439	144.426
20000	190.6101	189.1041
22500	242.0928	240.4674
25000	300.6341	293.7253

Através do gráfico podemos deter que o Selection-sort é um algoritmo estável, mas possui um tempo de execução elevado devido aos casos serem todos representados por O(n2)

Comparação de todos os resultados

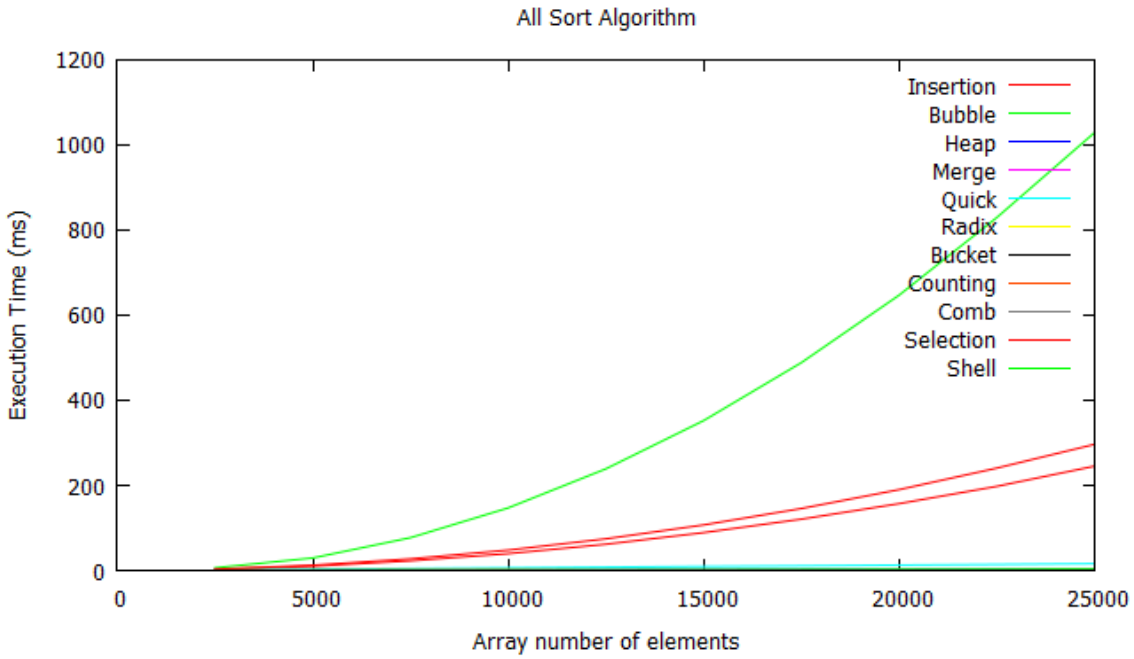


Ilustração 27

Neste gráfico podemos ver a comparação entre todos os algoritmos.

Conclusão

Este trabalho teve como objetivo estudar os algoritmos a nível da complexidade computacional através da recolha de dados. Este trabalho prático teve início na programação dos algoritmos ligando-os ao programa *gnuplot* para conseguirmos representar os dados obtidos nos gráficos e daí podermos tirar conclusões. Depois dos dados retirados fomos comparar os dados obtidos com os dados previstos, esta comparação foi feita a partir do pior caso e o melhor caso com o sentido de ver a diferença entre um com o outro. Estes casos estão relacionados com o tempo de execução do algoritmo, ou seja, o tempo que o algoritmo de ordenação levava ate ter o *array* estar ordenado.

Com a recolha dos dados conseguimos verificar o que era pretendido, conseguimos assim comparar os casos que nos foram apresentados, chegando assim a conclusão que os dados não fugiram ao previsto, havendo por vezes uma ligeira diferença, mas que passa quase despercebida.

Bibliografia

Insertion sort	http://pt.wikipedia.org/wiki/Insertion_sort
Bubble sort	http://en.wikipedia.org/wiki/Bubble_sort
Heap sort	http://en.wikipedia.org/wiki/Heapsort
Merge sort	http://en.wikipedia.org/wiki/Merge_sort
Quick sort	http://pt.wikipedia.org/wiki/Quicksort
Radix sort	http://en.wikipedia.org/wiki/Radix_sort
Bucket sort	http://en.wikipedia.org/wiki/Bucket_sort
Counting sort	http://en.wikipedia.org/wiki/Counting_sort
Comb sort	http://en.wikipedia.org/wiki/Comb_sort
Selection sort	http://en.wikipedia.org/wiki/Selection_sort
Shell sort	http://en.wikipedia.org/wiki/Shell_sort

Anexos