

Análise de Complexidade de Tempo do Método Insertion Sort

Eduardo Costa de Paiva

eduardocspv@gmail.com

Frederico Franco Calhau

fredericoffc@gmail.com

Gabriel Augusto Marson

gabrielmarson@live.com

Faculdade de Computação
Universidade Federal de Uberlândia

8 de dezembro de 2015

Lista de Figuras

2.1	Complexidade de custo do método da inserção (Vetor Aleatório)	12
2.2	Complexidade de tempo do método da inserção (Vetor Aleatório)	13
2.3	Complexidade de tempo do método da inserção com mínimos quadrados (Vetor Aleatório)	13
2.4	Complexidade de custo do método da inserção (Vetor Ordenado Crescente) .	14
2.5	Complexidade de tempo do método da inserção (Vetor Ordenado Crescente)	14
2.6	Complexidade de tempo do método da inserção com mínimos quadrados (Vetor Ordenado Crescente)	15
2.7	Complexidade de custo do método da inserção (Vetor Ordenado Decrescente)	15
2.8	Complexidade de tempo do método da inserção (Vetor Ordenado Decrescente)	16
2.9	Complexidade de tempo do método da inserção com mínimos quadrados (Vetor Ordenado Decrescente)	16
2.10	Complexidade de custo do método da inserção (Vetor Parcialmente Ordenado Crescente)	17
2.11	Complexidade de tempo do método da inserção (Vetor Parcialmente Ordenado Crescente)	17
2.12	Complexidade de tempo do método da inserção com mínimos quadrados (Vetor Parcialmente Ordenado Crescente)	18
2.13	Complexidade de custo do método da inserção (Vetor Parcialmente Ordenado Decrescente)	18
2.14	Complexidade de tempo do método da inserção (Vetor Parcialmente Ordenado Decrescente)	19
2.15	Complexidade de tempo do método da inserção com mínimos quadrados (Vetor Parcialmente Ordenado Decrescente)	19

Lista de Tabelas

3.1	Vetor Aleatorio	20
3.2	Vetor Ordenado Crescente	20
3.3	Vetor Ordenado Decrescente	21
3.4	Vetor Parcialmente Ordenado Crescente	21
3.5	Vetor Parcialmente Ordenado Decrescente	21

Lista de Listagens

1.1	InsertionSort.py	9
1.2	testeGeneric.py	9
1.3	monitor.py	10
A.1	testdriver.py	24

Sumário

Lista de Figuras	2
Lista de Tabelas	3
1 Introdução	6
1.1 Diretório	6
1.2 Códigos de programas	9
2 Gráficos	12
3 Tabelas	20
4 Análise	22
5 Citações e referências bibliográficas	23
Apêndice	24
A Códigos extensos	24
A.1 testdriver.py	24

Capítulo 1

Introdução

Este documento foi feito com o intuito de exibir uma análise do algoritmo Insertion Sort com relação a tempo. Além disso, será feita uma comparação da curva de tempo do que se espera do algoritmo, ou seja, $\theta(n^2)$ com o caso prático.

1.1 Diretório

Dada a seguinte organização das pastas, utilizamos o arquivo testdriver.py, executando, uma função conveniente por vez. Para mais informações vá até ao apêndice.

OBS.: É necessário instalar o programa tree pelo terminal. Isso pode ser feito da seguinte maneira.

```
> sudo apt-get install tree
```

A seguir é mostrada a organização das pastas sendo que os diretórios significativas para o projeto são Codigos e Relatorio além do raiz:

```
tree --charset=ASCII -c
.
|-- testdriver.py
|-- testeGeneric.py.lprof
|-- __pycache__
|   |-- monitor.cpython-34.pyc
|   |-- testeGeneric.cpython-34.pyc
|   |-- memoria.cpython-34.pyc
|   `-- tempo.cpython-34.pyc
|-- monitor.py
|-- testeGeneric.py
|-- testeGeneric2.py
|-- relatorio
|   |-- Relatorio_Selection
|   |   |-- RelatorioSelection.tex
|   |   |-- RelatorioSelection.aux
|   |   |-- RelatorioSelection.lof
|   |   |-- RelatorioSelection.log
|   |   |-- RelatorioSelection.lol
```

```

| | | | -- RelatorioSelection.lot
| | | | -- RelatorioSelection.out
| | | | -- RelatorioSelection.pdf
| | | | -- RelatorioSelection.synctex.gz
| | | | -- RelatorioSelection.toc
| | | | -- RelatorioSelection.idx
| | | | -- testdriver.py
| | | | -- testeGeneric.py
| | -- Relatorio_Insertion
| | | | -- testdriver.py
| | | | -- testeGeneric.py
| | -- Relatorio_Bubble
| | | | -- testdriver.py
| | | | -- testeGeneric.py
| | | | -- RelatorioBubble.pdf
| | | | -- RelatorioBubble.idx
| | | | -- RelatorioBubble.tex
| | -- imagens
| | | | -- Selection
| | | | | | -- selection_plot_3_ordenado_descrescente.png
| | | | | | -- selection_plot_2_ordenado_descrescente.png
| | | | | | -- selection_plot_1_ordenado_descrescente.png
| | | | | | -- selection_plot_3_aleatorio.png
| | | | | | -- selection_plot_2_aleatorio.png
| | | | | | -- selection_plot_1_aleatorio.png
| | | | | | -- selection_plot_3_ordenado_crescente.png
| | | | | | -- selection_plot_2_ordenado_crescente.png
| | | | | | -- selection_plot_1_ordenado_crescente.png
| | | | | | -- selection_plot_3_ordenado_decrescente.png
| | | | | | -- selection_plot_2_ordenado_decrescente.png
| | | | | | -- selection_plot_1_ordenado_decrescente.png
| | | | | | -- selection_plot_3_parcialmente_ordenado_crescente.png
| | | | | | -- selection_plot_2_parcialmente_ordenado_crescente.png
| | | | | | -- selection_plot_1_parcialmente_ordenado_crescente.png
| | | | | | -- selection_plot_3_parcialmente_ordenado_decrescente.png
| | | | | | -- selection_plot_2_parcialmente_ordenado_decrescente.png
| | | | | | -- selection_plot_1_parcialmente_ordenado_decrescente.png
| | | | -- Insertion
| | | | | | -- insertion_plot_3_parcialmente_ordenado_decrescente.png
| | | | | | -- insertion_plot_2_parcialmente_ordenado_decrescente.png
| | | | | | -- insertion_plot_1_parcialmente_ordenado_decrescente.png
| | | | | | -- insertion_plot_3_parcialmente_ordenado_crescente.png
| | | | | | -- insertion_plot_2_parcialmente_ordenado_crescente.png
| | | | | | -- insertion_plot_1_parcialmente_ordenado_crescente.png
| | | | | | -- insertion_plot_3_ordenado_decrescente.png
| | | | | | -- insertion_plot_2_ordenado_decrescente.png
| | | | | | -- insertion_plot_1_ordenado_decrescente.png
| | | | | | -- insertion_plot_3_ordenado_crescente.png
| | | | | | -- insertion_plot_2_ordenado_crescente.png
| | | | | | -- insertion_plot_1_ordenado_crescente.png
| | | | | | -- insertion_plot_3_aleatorio.png
| | | | | | -- insertion_plot_2_aleatorio.png
| | | | | | -- insertion_plot_1_aleatorio.png
| | | | -- Bubble
| | | | | | -- bubble_plot_3_parcialmente_ordenado_decrescente.png
| | | | | | -- bubble_plot_2_parcialmente_ordenado_decrescente.png
| | | | | | -- bubble_plot_1_parcialmente_ordenado_decrescente.png
| | | | | | -- bubble_plot_3_parcialmente_ordenado_crescente.png
| | | | | | -- bubble_plot_2_parcialmente_ordenado_crescente.png

```

```

| | | |-- bubble_plot_1_parcialmente_ordenado_crescente.png
| | | |-- bubble_plot_3_ordenado_decrescente.png
| | | |-- bubble_plot_2_ordenado_decrescente.png
| | | |-- bubble_plot_1_ordenado_decrescente.png
| | | |-- bubble_plot_3_ordenado_crescente.png
| | | |-- bubble_plot_2_ordenado_crescente.png
| | | |-- bubble_plot_1_ordenado_crescente.png
| | | |-- bubble_plot_3_aleatorio.png
| | | |-- bubble_plot_2_aleatorio.png
| | | `-- bubble_plot_1_aleatorio.png
| | |-- README.md
| | `-- Merge
|-- Resultados
| |-- Selection
| | |-- tSelection_vetor_ordenado_decrescente.dat
| | |-- tSelection_vetor_aleatorio.dat
| | |-- tSelection_vetor_ordenado_crescente.dat
| | |-- tSelection_vetor_parcialmente_ordenado_crescente.dat
| | | `-- tSelection_vetor_parcialmente_ordenado_decrescente.dat
| | |-- Insertion
| | | |-- tInsertion_vetor_parcialmente_ordenado_decrescente.dat
| | | |-- tInsertion_vetor_parcialmente_ordenado_crescente.dat
| | | |-- tInsertion_vetor_ordenado_decrescente.dat
| | | |-- tInsertion_vetor_ordenado_crescente.dat
| | | `-- tInsertion_vetor_aleatorio.dat
| | |-- Bubble
| | | |-- tBolha_vetor_parcialmente_ordenado_decrescente.dat
| | | |-- tBolha_vetor_parcialmente_ordenado_crescente.dat
| | | |-- tBolha_vetor_ordenado_decrescente.dat
| | | |-- tBolha_vetor_ordenado_crescente.dat
| | | `-- tBolha_vetor_aleatorio.dat
| | `-- Merge
| `-- Relatorio_Merge
-- Codigos
| |-- Selection
| | |-- __pycache__
| | | `-- SelectionSort.cpython-34.pyc
| | `-- SelectionSort.py
| |-- Insertion
| | |-- __pycache__
| | | `-- InsertionSort.cpython-34.pyc
| | `-- InsertionSort.py
| |-- Merge
| | `-- mergeSort.py
| |-- Quick
| | `-- quickSort.py
| |-- Bubble
| | |-- BubbleSort.py
| | | `-- __pycache__
| | | |-- BubbleSort.cpython-34.pyc
| | | `-- testeBubble.cpython-34.pyc
| `-- README.md
-- Referências.txt
-- Referências.txt~
-- Other
| |-- expfit0.py
| |-- expfit.py
| |-- leialprof.py
| |-- leitural.py

```



```
| |-- leitura2.py
| |-- leitura.py
| |-- logfit.py
|-- Plot
| |-- plot_tempo.py
| |-- plot1.py
| |-- plot2.py
| |-- plot3.py
|-- memoria.py
|-- tempo.py
```

1.2 Códigos de programas

Seguem os códigos utilizados na análise de tempo do algoritmo Insertion Sort.

1. InsertionSort.py: Disponível na Listagem 1.1.

Listagem 1.1: InsertionSort.py

```
1 import numpy as np
2
3 @profile
4 def insertionSort(lista):
5     for j in range(1, len(lista)):
6         chave = lista[j]
7         i = j
8         while (i>0 and lista[i-1]>chave):
9             lista[i] = lista[i-1]
10            i = i-1
11            lista[i] = chave
12
13 #lista = [60,20,30,12,1,2,3,39,45,10]
14 #insertionSort(lista)
15 #print(lista)
```

2. testeGeneric.py Disponível na Listagem 1.2

Listagem 1.2: testeGeneric.py

```
1 ##adicionei - Serve para importar arquivos em outro diretório
2 ### A CADA NOVO MÉTODO MUDAR O IMPORT, A CHAMADA DA FUNÇÃO E O SYS.
3 PATH
4
5 import sys
6 sys.path.append('/home/gmarson/Git/AnaliseDeAlgoritmos/Trabalho_Final
7 /Codigos/Insertion')
8
9
10 from monitor import *
11
12
13 from InsertionSort import *
14 import argparse
15
16 parser = argparse.ArgumentParser()
```

```

14 parser.add_argument("n", type=int, help="número de elementos no vetor
    de teste")
15 args = parser.parse_args()
16
17 v = criavet(args.n)
18 insertionSort(v)
19
20
21
22 ## A EXECUÇÃO DESSE ARQUIVO EH ASSIM
23 ## NA LINHA DE COMANDO VC MANDA O NOME DO ARQUIVO E O TAMANHO DO
    ELEMNTTO DO vetor
24 ##EXEMPLO testeBubble.py 10
25 ##ele gera um vetor aleatório (criavet) e manda pro bubble_sort

```

3. monitor.py Disponível na Listagem 1.3

Listagem 1.3: monitor.py

```

1 # Para instalar o Python 3 no Ubuntu 14 ou 15
2 #
3 # sudo apt-get install python3 python3-numpy python3-matplotlib
    ipython3 python3-psutil
4 #
5
6 from math import *
7 import gc
8 import random
9 import numpy as np
10
11 from tempo import *
12
13 # Vetores de teste
14 def troca(m,v,n): ## seleciona o nível de embaralhamento do vetor
15     m = trunc(m)
16     mi = (n-m)//2
17     mf = (n+m)//2
18     for num in range(mi,mf):
19         i = np.random.randint(mi,mf)
20         j = np.random.randint(mi,mf)
21         #print("i= ", i, " j= ", j)
22         t = v[i]
23         v[i] = v[j]
24         v[j] = t
25     return v
26
27
28 def criavet(n, grau=-1, inf=-1000, sup=1000):
29     passo = (sup - inf)/n
30     if grau < 0.0:
31         v = np.arange(sup, inf, -passo)
32         if grau <= -1.0:
33             return v
34         else:
35             return troca(-grau*n, v, n)
36     elif grau > 0.0:
37         v = np.arange(inf, sup, passo)
38         if grau >= 1.0:
39             return v

```

```

40         else:
41             return troca(graau*n, v, n)
42     else:
43         return np.random.randint(inf, sup, size=n)
44
45 #print(criavet(20))
46
47 #Tipo          grau
48 #aleatorio      0
49 #ordenado crescente 1
50 #ordenado decrescente -1
51 #parcialmente ordenado crescente 0.5
52 #parcialmente ordenado decrescente -0.5
53
54
55 def executa(fn, v):
56     gc.disable()
57     with Tempo(True) as tempo:
58         fn(v)
59     gc.enable()

```

4. testdriver.py Referenciado no apêndice [A](#).

Capítulo 2

Gráficos

Seguem os Gráficos utilizadas no processo de análise do método Insertion Sort:

1. Para um vetor aleatório

(a) Complexidade de custo do método da inserção disponível na lista de imagens [2.1](#).

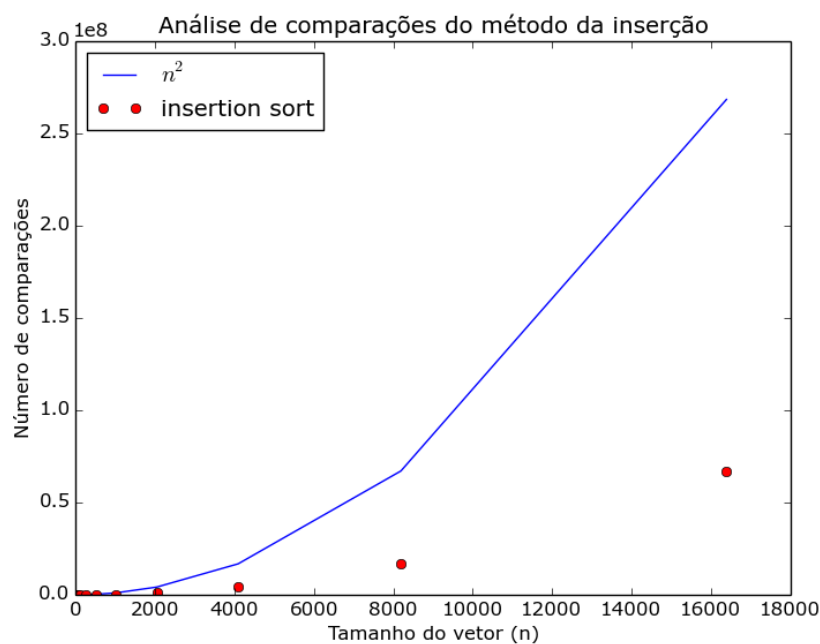


Figura 2.1: Complexidade de custo do método da inserção (Vetor Aleatório)

(b) Complexidade de tempo do método da inserção disponível na lista de imagens [2.2](#).

(c) Complexidade de tempo do método da inserção com mínimos quadrados disponível na lista de imagens [2.3](#).

2. Para um vetor ordenado crescente

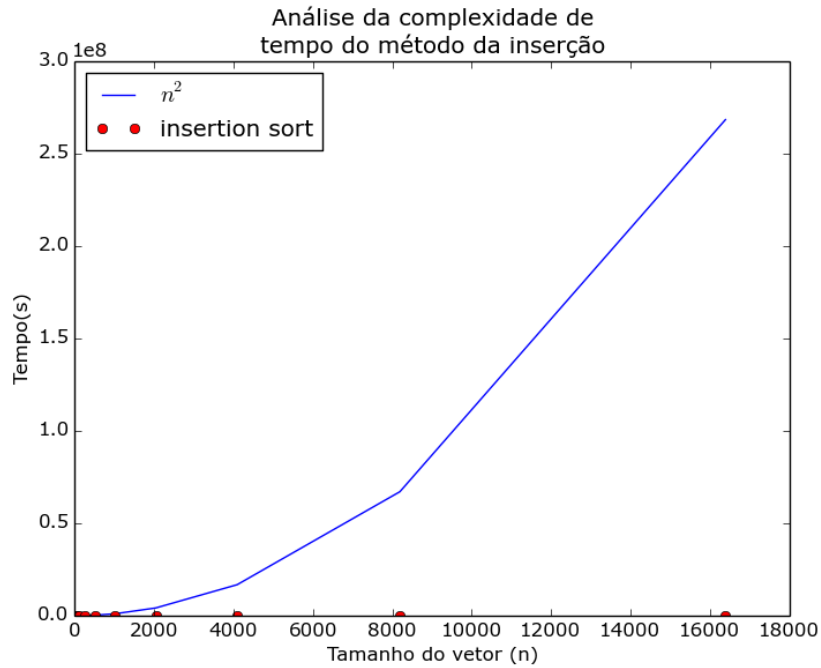


Figura 2.2: Complexidade de tempo do método da inserção (Vetor Aleatório)

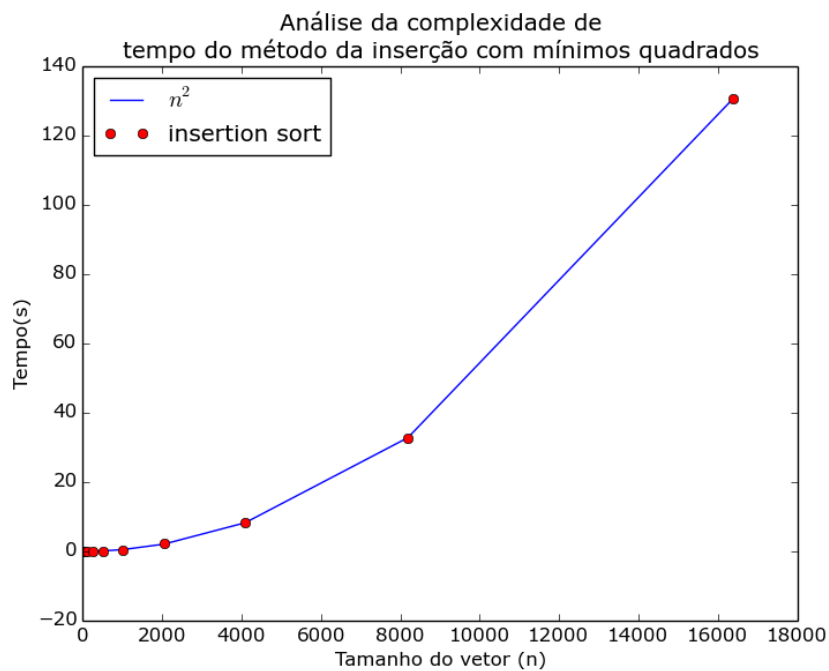


Figura 2.3: Complexidade de tempo do método da inserção com mínimos quadrados (Vetor Aleatório)

- (a) Complexidade de custo do método da inserção disponível na lista de imagens 2.4.
- (b) Complexidade de tempo do método da inserção disponível na lista de imagens 2.5.
- (c) Complexidade de tempo do método da inserção com mínimos quadrados disponível na lista de imagens 2.6.

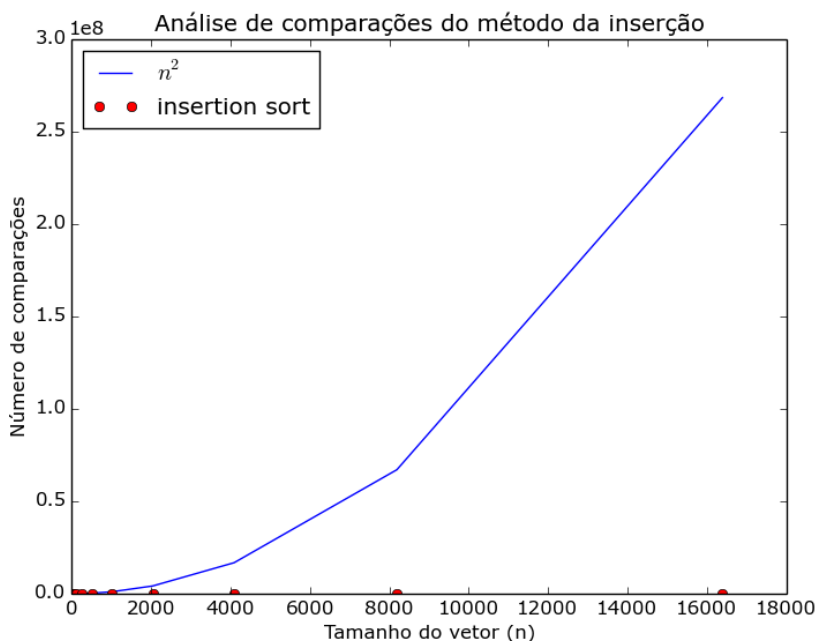


Figura 2.4: Complexidade de custo do método da inserção (Vetor Ordenado Crescente)

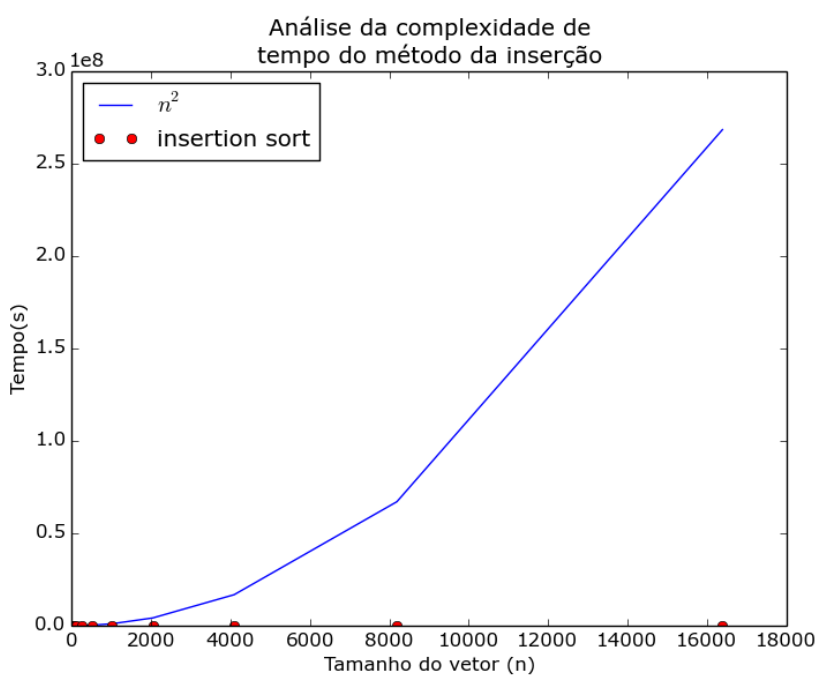


Figura 2.5: Complexidade de tempo do método da inserção (Vetor Ordenado Crescente)

3. Para um vetor ordenado decrescente

- (a) Complexidade de custo do método da inserção disponível na lista de imagens [2.7](#).
- (b) Complexidade de tempo do método da inserção disponível na lista de imagens [2.8](#).
- (c) Complexidade de tempo do método da inserção com mínimos quadrados disponível na lista de imagens [2.9](#).

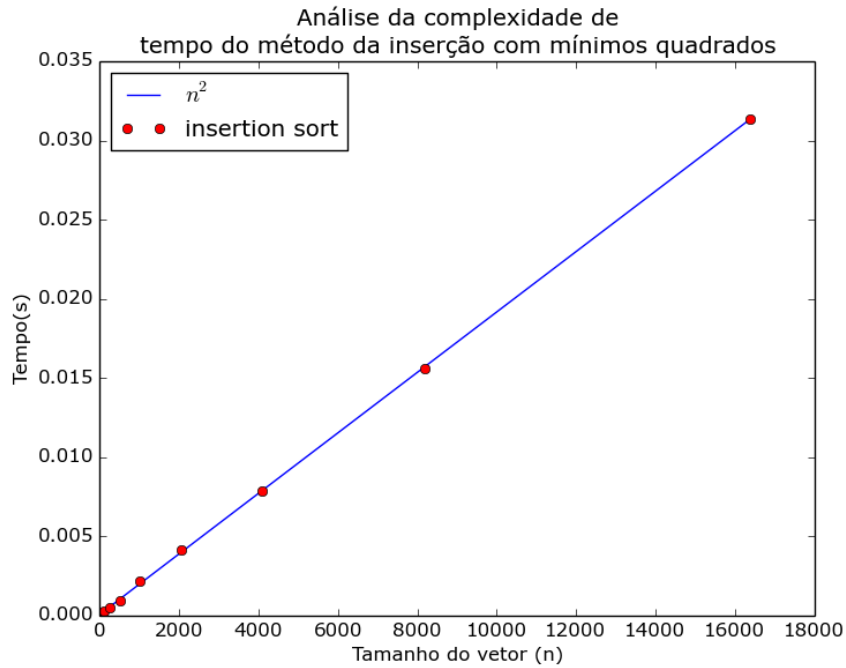


Figura 2.6: Complexidade de tempo do método da inserção com mínimos quadrados (Vetor Ordenado Crescente)

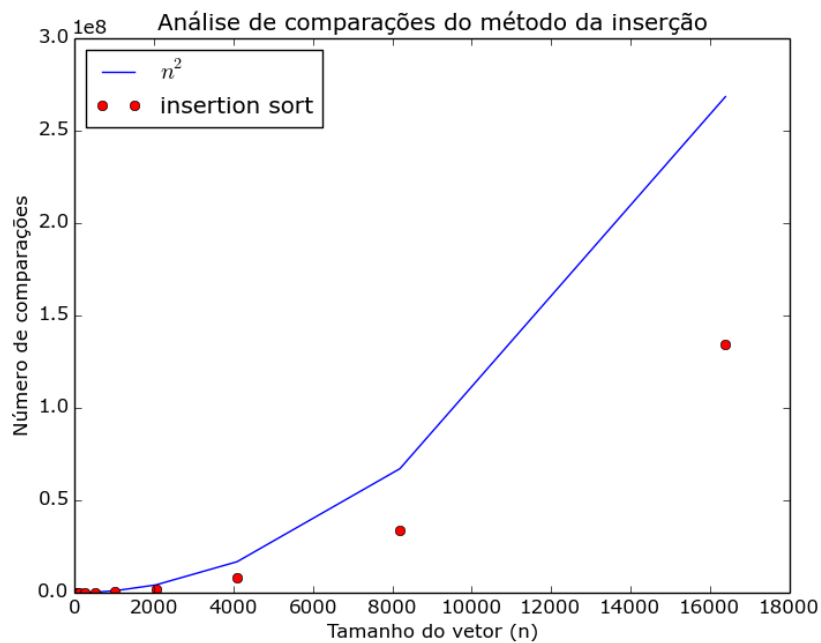


Figura 2.7: Complexidade de custo do método da inserção (Vetor Ordenado Decrescente)

4. Para um vetor parcialmente ordenado crescente

- (a) Complexidade de custo do método da inserção disponível na lista de imagens [2.10](#).
- (b) Complexidade de tempo do método da inserção disponível na lista de imagens [2.11](#).
- (c) Complexidade de tempo do método da inserção com mínimos quadrados dispo-

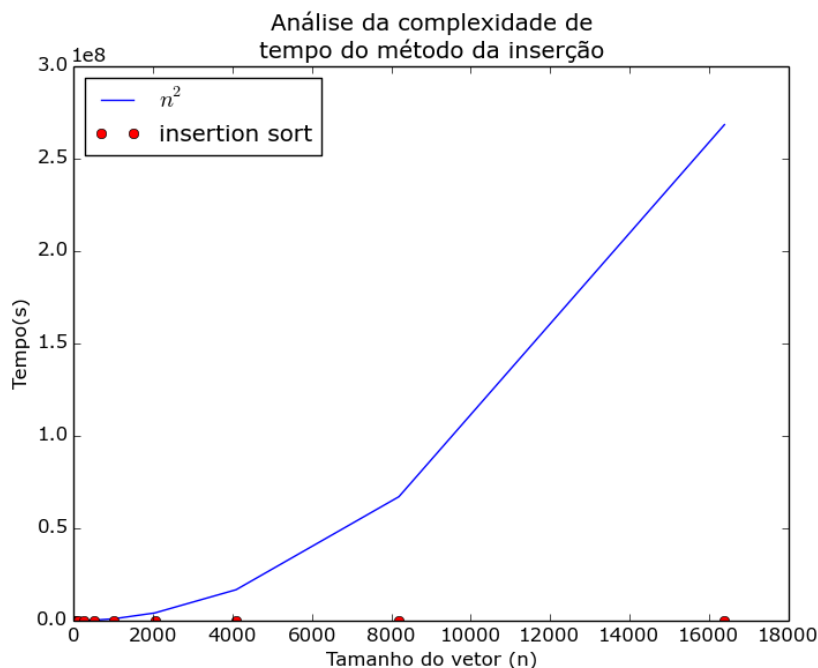


Figura 2.8: Complexidade de tempo do método da inserção (Vetor Ordenado Decrescente)

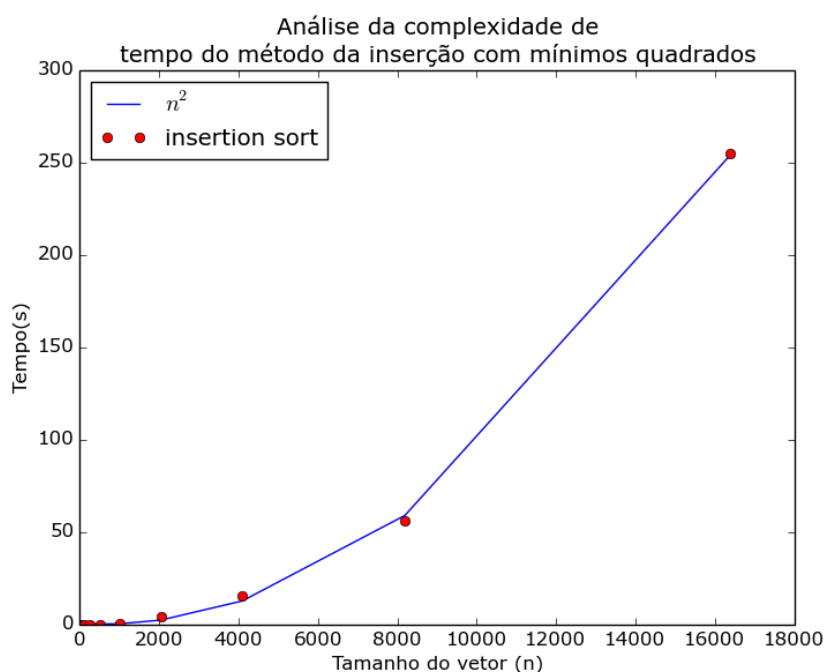


Figura 2.9: Complexidade de tempo do método da inserção com mínimos quadrados (Vetor Ordenado Decrescente)

nível na lista de imagens [2.12](#).

5. Para um vetor parcialmente ordenado decrescente

- (a) Complexidade de custo do método da inserção disponível na lista de imagens [2.13](#).
- (b) Complexidade de tempo do método da inserção disponível na lista de imagens

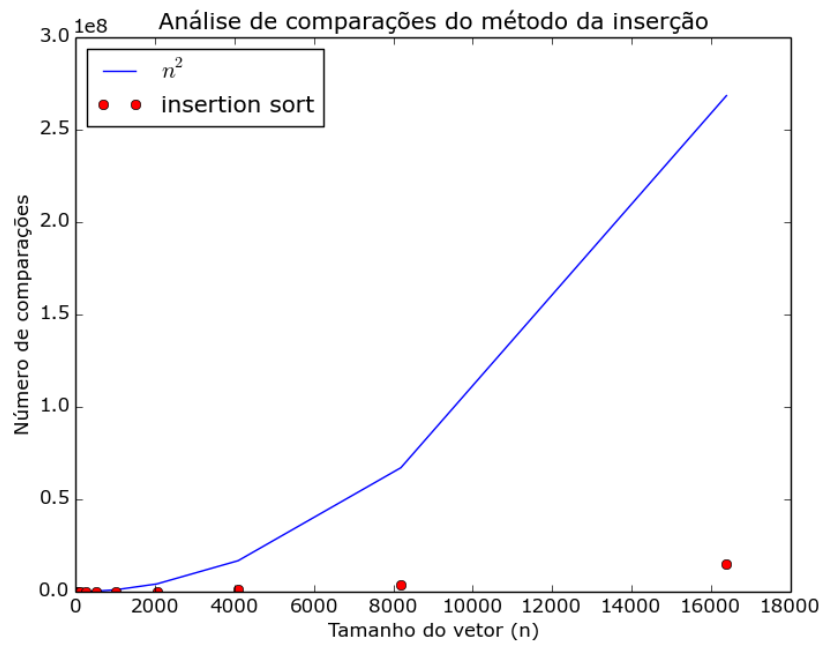


Figura 2.10: Complexidade de custo do método da inserção (Vetor Parcialmente Ordenado Crescente)

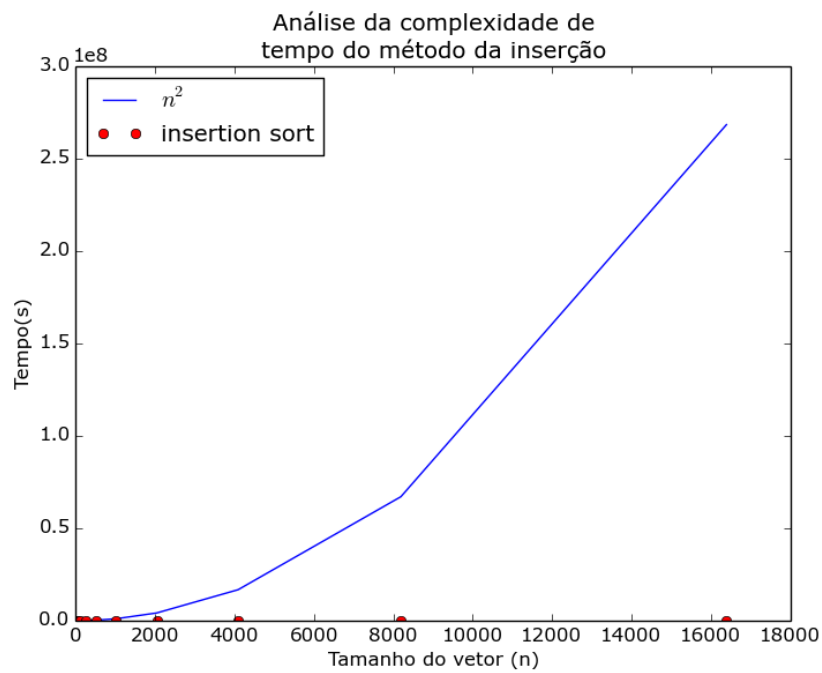


Figura 2.11: Complexidade de tempo do método da inserção (Vetor Parcialmente Ordenado Crescente)

2.14.

- (c) Complexidade de tempo do método da inserção com mínimos quadrados disponível na lista de imagens 2.15.

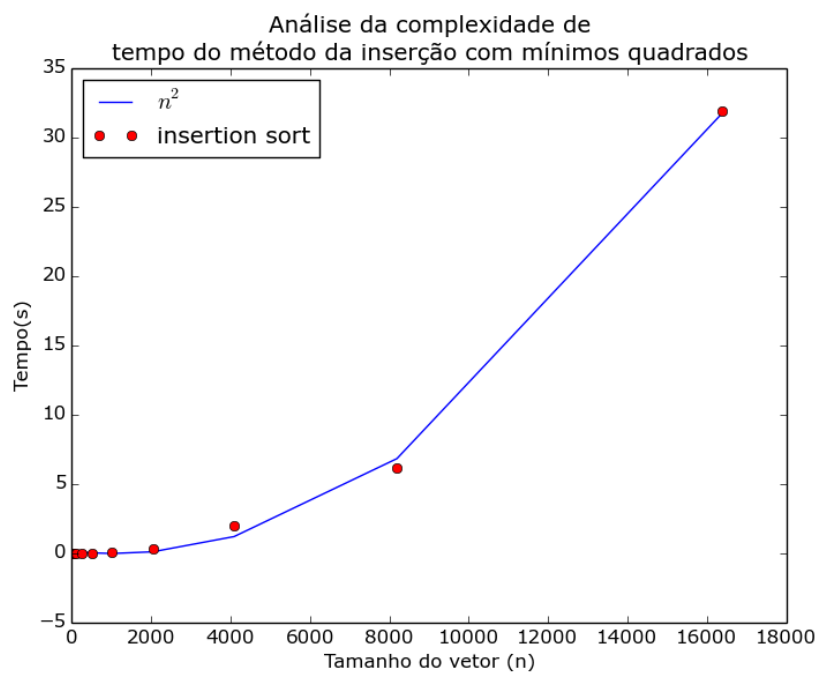


Figura 2.12: Complexidade de tempo do método da inserção com mínimos quadrados (Vetor Parcialmente Ordenado Crescente)

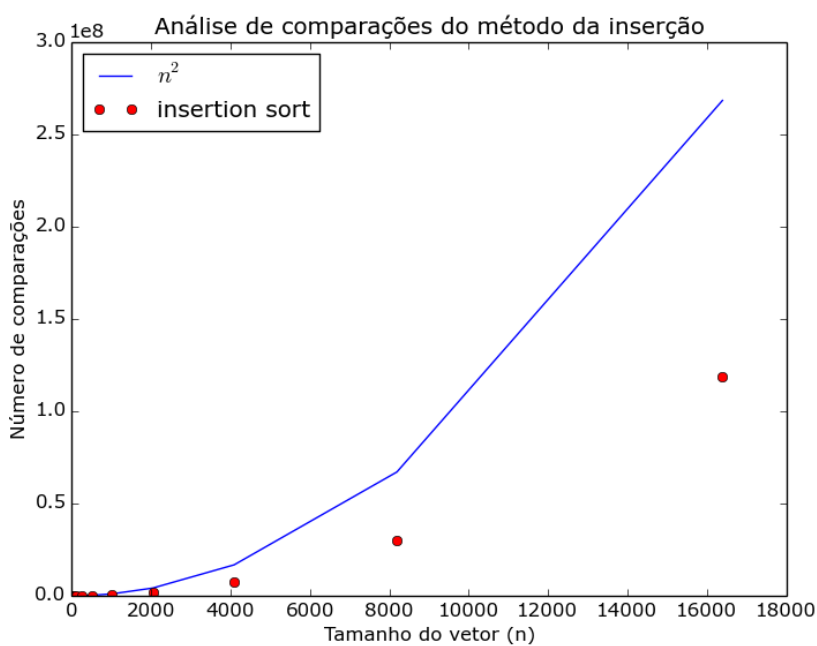


Figura 2.13: Complexidade de custo do método da inserção (Vetor Parcialmente Ordenado Decrescente)

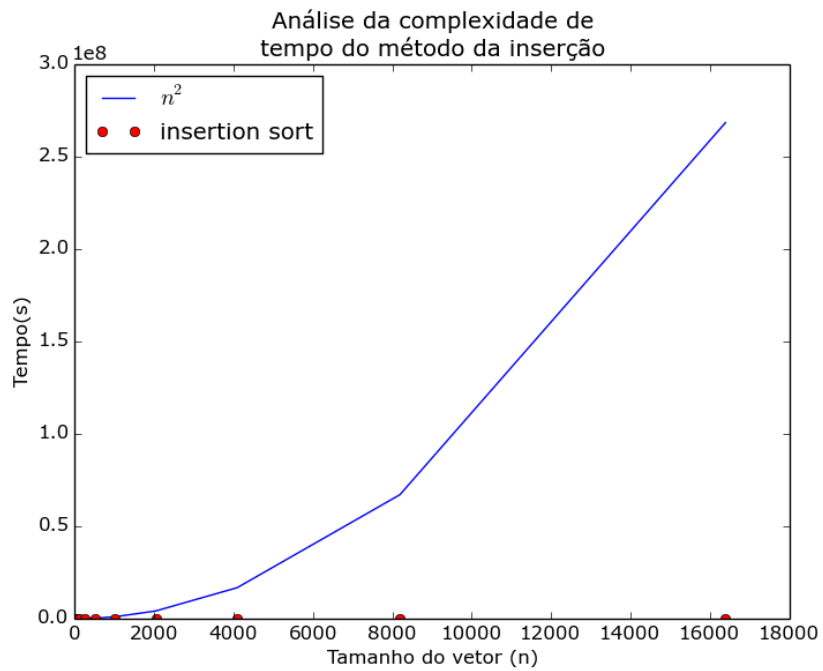


Figura 2.14: Complexidade de tempo do método da inserção (Vetor Parcialmente Ordenado Decrescente)

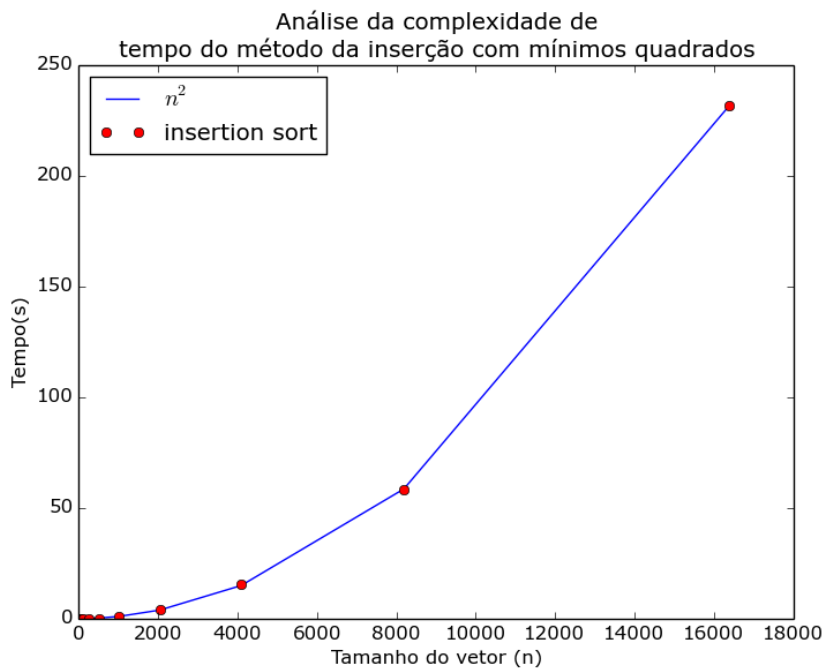


Figura 2.15: Complexidade de tempo do método da inserção com mínimos quadrados (Vetor Parcialmente Ordenado Decrescente)

Capítulo 3

Tabelas

Seguem as tabelas utilizadas para a análise do método Insertion Sort.

Tabela 3.1: *Vetor Aleatorio*

Tamanho do Vetor	Comparações	Tempo(s)
32	496	0.000437
64	2016	0.001770
128	8128	0.006380
256	32640	0.021552
512	130816	0.082465
1024	523776	0.355748
2048	2096128	2.281690
4096	8386560	8.310780
8192	33550336	32.757100
16384	134209536	130.790000

Tabela 3.2: *Vetor Ordenado Crescente*

Tamanho do Vetor	Comparações	Tempo(s)
32	496	0.000068
64	2016	0.000143
128	8128	0.000260
256	32640	0.000497
512	130816	0.000959
1024	523776	0.002222
2048	2096128	0.004169
4096	8386560	0.007900
8192	33550336	0.015616
16384	134209536	0.031387

Tabela 3.3: *Vetor Ordenado Decrescente*

Tamanho do Vetor	Comparações	Tempo(s)
32	496	0.000730
64	2016	0.002855
128	8128	0.011152
256	32640	0.047155
512	130816	0.171817
1024	523776	0.738637
2048	2096128	4.272890
4096	8386560	15.397500
8192	33550336	56.451300
16384	134209536	254.726000

Tabela 3.4: *Vetor Parcialmente Ordenado Crescente*

Tamanho do Vetor	Comparações	Tempo(s)
32	496	0.000163
64	2016	0.000443
128	8128	0.001684
256	32640	0.005593
512	130816	0.019021
1024	523776	0.087877
2048	2096128	0.310158
4096	8386560	1.982500
8192	33550336	6.169420
16384	134209536	31.893300

Tabela 3.5: *Vetor Parcialmente Ordenado Decrescente*

Tamanho do Vetor	Comparações	Tempo(s)
32	496	0.000613
64	2016	0.002507
128	8128	0.010110
256	32640	0.040448
512	130816	0.154370
1024	523776	0.905664
2048	2096128	4.333680
4096	8386560	15.375300
8192	33550336	58.285700
16384	134209536	231.875000

Capítulo 4

Análise

Podemos observar que todas as curvas de todos os gráficos, exceto os de complexidade de tempo sem a interpolação dos mínimos quadrados (Gráficos 2.2, 2.5, 2.8, 2.11, 2.14), apresentaram uma correspondência forte com a curva da função $F(x) = x^2$, o que nos permite concluir que, dada a complexidade de tempo do algoritmo Insertion Sort por $G(x)$ então $F(x) = c * G(x)$ sendo que c é uma constante maior que zero e $x > x_0$. Portanto, o Insertion Sort é $O(n^2)$.

Capítulo 5

Citações e referências bibliográficas

Apêndice A

Códigos extensos

A.1 testdriver.py

Listagem A.1: testdriver.py

```
1 import subprocess
2 import numpy as np
3 import matplotlib.pyplot as plt
4 import sys , shutil
5
6
7 ##PRA CADA NOVO METODO TEM QUE MUDAR
8 #Sys.path()
9
10 ## PARA CADA VETOR NOVO OU NOVO MÉTODO TEM QUE MUDAR
11 #Para o executa_teste a chamada das funções e o shutil.move()
12 #para os plots a chamada das funções e o savefig
13
14 sys.path.append('/home/gmarson/Git/AnaliseDeAlgoritmos/Trabalho_Final/
    Codigos/Insertion') ## adicionei o código de ordenação
15 sys.path.append('/home/gmarson/Git/AnaliseDeAlgoritmos/Trabalho_Final/
    relatorio/Resultados/Insertion') ## adicionei o resultado do
    executa_teste
16
17
18 def executa_teste(arqteste, arqsaida, nlin, intervalo):
19     """Executa uma sequência de testes contidos em arqteste, com:
20         arqsaida: nome do arquivo de saída, ex: tBolha.dat
21         nlin: número da linha no arquivo gerado pelo line_profiler contendo
22             os dados de interesse. Ex: 14
23         intervalo: tamanhos dos vetores: Ex: 2 ** np.arange(5,10)
24     """
25     f = open(arqsaida,mode='w', encoding='utf-8')
26     f.write('#          n      comparações          tempo(s)\n')
27
28     for n in intervalo:
29         cmd = ' '.join(["kernprof -l -v", "testeGeneric.py", str(n)])
30         str_saida = subprocess.check_output(cmd, shell=True).decode('utf-8')
31
32         linhas = str_saida.split('\n')
33         unidade_tempo = float(linhas[1].split()[2])
```


A.1

```
33     #print("CMD:", cmd, "\nSTR_SAIDA: ", str_saida, "\nLINHAS: ", linhas
34           , "\nUNIDADE_TEMPO: ", unidade_tempo)
35     #print("Linhas4:", linhas[4], " ----> Linhas 4 float: ", linhas[4].
36           split()[2])
37     tempo_total = float(linhas[3].split()[2])
38     lcomp = linhas[nlin].split()
39     num_comps = int(lcomp[1])
40     str_res = '{:>8} {:>13} {:.13.6f}'.format(n, num_comps, tempo_total
41           )
42     print(str_res)
43     f.write(str_res + '\n')
44     f.close()
45     shutil.move("tInsertion_vetor_aleatorio.dat", "/home/gmarson/Git/
46           AnaliseDeAlgoritmos/Trabalho_Final/relatorio/Resultados/Insertion/
47           tInsertion_vetor_aleatorio.dat")
48
49 #executa_teste("testeGeneric.py", "tInsertion_vetor_aleatorio.dat", 14, 2
50 ** np.arange(5,15))
51
52 def plota_teste1(arqsaida):
53     n, c, t = np.loadtxt(arqsaida, unpack=True)
54     #print("n: ", n, "\nc: ", c, "\nt: ", t)
55     #n eh o tamanho da entrada , c eh o tanto de comparações e t eh o
56     tempo gasto
57     plt.plot(n, n ** 2, label='$n^2$') ## custo esperado bubble Sort
58     plt.plot(n, c, 'ro', label='insertion sort')
59
60     # Posiciona a legenda
61     plt.legend(loc='upper left')
62
63     # Posiciona o título
64     plt.title('Análise de comparações do método da inserção')
65
66     # Rotula os eixos
67     plt.xlabel('Tamanho do vetor (n)')
68     plt.ylabel('Número de comparações')
69
70     plt.savefig('relatorio/imagens/Insertion/insertion_plot_1_aleatorio.
71           png')
72     plt.show()
73
74 def plota_teste2(arqsaida):
75     n, c, t = np.loadtxt(arqsaida, unpack=True)
76     plt.plot(n, n ** 2, label='$n^2$')
77     plt.plot(n, t, 'ro', label='insertion sort')
78
79     # Posiciona a legenda
80     plt.legend(loc='upper left')
81
82     # Posiciona o título
83     plt.title('Análise da complexidade de \ntempo do método da inserção')
84
85     # Rotula os eixos
86     plt.xlabel('Tamanho do vetor (n)')
87     plt.ylabel('Tempo(s)')
```

```

83     plt.savefig('relatorio/imagens/Insertion/insertion_plot_2_aleatorio.
      png')
84     plt.show()
85
86
87
88
89 def plota_teste3(arqsaida):
90     n, c, t = np.loadtxt(arqsaida, unpack=True)
91
92     # Calcula os coeficientes de um ajuste a um polinômio de grau 2 usando
93     # o método dos mínimos quadrados
94     coefs = np.polyfit(n, t, 2)
95     p = np.poly1d(coefs)
96
97     plt.plot(n, p(n), label='$n^2$')
98     plt.plot(n, t, 'ro', label='insertion sort')
99
100    # Posiciona a legenda
101    plt.legend(loc='upper left')
102
103    # Posiciona o título
104    plt.title('Análise da complexidade de \ntempo do método da inserção
      com mínimos quadrados')
105
106    # Rotula os eixos
107    plt.xlabel('Tamanho do vetor (n)')
108    plt.ylabel('Tempo(s)')
109
110    plt.savefig('relatorio/imagens/Insertion/insertion_plot_3_aleatorio.
      png')
111    plt.show()
112
113 plota_teste1("/home/gmarson/Git/AnaliseDeAlgoritmos/Trabalho_Final/
      relatorio/Resultados/Insertion/tInsertion_vetor_aleatorio.dat")
114 plota_teste2("/home/gmarson/Git/AnaliseDeAlgoritmos/Trabalho_Final/
      relatorio/Resultados/Insertion/tInsertion_vetor_aleatorio.dat")
115 plota_teste3("/home/gmarson/Git/AnaliseDeAlgoritmos/Trabalho_Final/
      relatorio/Resultados/Insertion/tInsertion_vetor_aleatorio.dat")
116
117
118 def plota_teste4(arqsaida):
119     n, c, t = np.loadtxt(arqsaida, unpack=True)
120
121     # Calcula os coeficientes de um ajuste a um polinômio de grau 2 usando
122     # o método dos mínimos quadrados
123     coefs = np.polyfit(n, c, 2)
124     p = np.poly1d(coefs)
125
126     plt.plot(n, p(n), label='$n^2$')
127     plt.plot(n, c, 'ro', label='bubble sort')
128
129     # Posiciona a legenda
130     plt.legend(loc='upper left')
131
132     # Posiciona o título
133     plt.title('Análise da complexidade de \ntempo do método da bolha')
134
135     # Rotula os eixos

```

A.1

```
136 plt.xlabel('Tamanho do vetor (n)')
137 plt.ylabel('Número de comparações')
138
139 plt.savefig('bubble4.png')
140 plt.show()
141
142 def plota_teste5(arqsaida):
143     n, c, t = np.loadtxt(arqsaida, unpack=True)
144
145     # Calcula os coeficientes de um ajuste a um polinômio de grau 2 usando
146     # o método dos mínimos quadrados
147     coefs = np.polyfit(n, c, 2)
148     p = np.poly1d(coefs)
149
150     # set_yscale('log')
151     # set_yscale('log')
152     plt.semilogy(n, p(n), label='$n^2$')
153     plt.semilogy(n, c, 'ro', label='bubble sort')
154
155     # Posiciona a legenda
156     plt.legend(loc='upper left')
157
158     # Posiciona o título
159     plt.title('Análise da complexidade de \ntempo do método da bolha')
160
161     # Rotula os eixos
162     plt.xlabel('Tamanho do vetor (n)')
163     plt.ylabel('Número de comparações')
164
165     plt.savefig('bubble5.png')
166     plt.show()
```
