

Autor(es): Ibsiany Dias Godinho e Gustavo Tadeu Alves do Couto

Parte 1: Biblioteca de Algoritmos em Grafos

Link para o GitHub da biblioteca: <https://github.com/lbsiany/grafos-ufop>

Parte 2: Análise de Algoritmos de Caminho Mínimo

Arquivo	Tempo de execução (segs)				Caminho (0 a 100)
	Dijkstra	Bellman-Ford	Bellman-Ford Melhorado	Floyd-Warshall	
Toy	-	-	-	-	Não é possível realizar a análise, o arquivo possui apenas 5 vértices.
Rg_300_4730	0.007s	0.025s	0.006s	0.046s	[0, 15, 123, 103, 207, 161, 100]
Rome99c	0.045s	0.11s	0.011s	30.3s	[0, 21, 20, 16, 17, 18, 14, 19, 159, 158, 171, 155, 181, 138, 129, 128, 65, 120, 119, 123, 124, 125, 127, 126, 72, 86, 85, 79, 90, 89, 87, 97, 100]
Facebook_combined	<u>0.014s</u>	8.904s	0.01s	17.363s	[0, 100]
USA-road-dt.DC	0.062s	2.027s	0.01s	253.282s	[0, 1, 3, 24, 291, 9356, 8871, 286, 287, 284, 285, 309, 263, 264, 265, 267, 272, 273, 268, 269, 271, 369, 370, 373, 361, 360, 366, 367, 362, 363, 365, 392, 391, 389, 390, 56, 57, 58, 59, 70, 73, 74, 79, 81, 92, 91, 101, 103, 95, 96, 97, 98, 100]
USA-road-dt.NY	178.466s	384.85s	1.17s	Não foi possível criar uma matriz de adjacências para representar o grafo	[0, 1362, 1357, 1356, 1355, 1275, 1272, 1276, 1268, 1266, 1267, 1283, 1282, 1281, 1254, 1252, 1259, 1258, 1248, 1245, 962, 963, 961, 1001, 951, 999, 997, 993, 994, 995, 986, 985, 978, 979, 968, 976, 880, 881, 873, 875, 860, 856, 853, 851, 849, 848, 475, 473, 474, 470, 469, 468,

					435, 434, 403, 402, 401, 393, 392, 390, 283, 282, 281, 268, 280, 269, 259, 255, 228, 227, 226, 224, 222, 221, 231, 232, 99, 100]
--	--	--	--	--	--

Escreva aqui as principais conclusões/explicações para os resultados obtidos:

O Algoritmo de Dijkstra apresentou um bom tempo de execução, porém ele tem uma limitação de não aceitar peso negativo.

O Algoritmo de Bellman-Ford melhorado apresentou o melhor desempenho em tempo de execução, além de aceitar peso negativo, já o algoritmo de Bellman-Ford sem a otimização apresenta resultados em tempo de execução superior ao dijkstra, mas tem a vantagem de aceitar pesos negativos.

O Algoritmo de Floyd-Warshall apresentou o pior desempenho em tempo de execução comparado aos demais algoritmos, por ser um algoritmo com base em matriz de adjacências, é muito ineficiente para resolução de grafos com muitos vértices e arestas.

Parte 3: Resolvendo o Problema do Labirinto

Para cada arquivo de labirinto abordado apresente o caminho do início até a saída e o tempo de execução em segundos para obter a resposta:

Obs: Utilizamos para resolver o labirinto o algoritmo de Dijkstra, abaixo segue o tempo de execução e o caminho encontrado.

Maze3:

Caminho -> [0 1 2 3 12 21 22 23 32 33 34 35 36 37 38 47 48 49 58 59 68]

O tempo total foi de 0.018 segundos.

```

LABIRINTO:

S #####
  #  #
# #### #
#     #
# #### #
#   #
##### E

Caminho: [ 0  1  2  3 12 21 22 23 32 33 34 35 36 37 38 47 48 49 58 59 68 ]
Custo: 20
O tempo total foi de 0.018 segundos.

```

Figura 1: Caminho do grafo maze3.txt

Maze10:

Caminho -> [0 1 2 32 33 63 64 65 95 125 126 127 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167
168 169 170 171 172 202 203 233 234 264 265 295 296 326 327 328 358 359 360 361 362 363 364
394 395 425 426 456 457 458 488 518 519 520 550 551 552 553 583 584 585 615 616 617 618 619
649].

O tempo total foi de 0.067 segundos.

```

LABIRINTO:

S #####
#           # #   #   #
# #####   # #   #   #
#   # #           #   # #
# #### #####   # #   #
#           # #   #   #
# #####   #### #####
# #   #   # #   #   #
#### #####   # # ##### #
#   #   #   #   #   #
#### # #### # ##### # #
#   #   # #   #   # # #
# # # # # # # # # #
# # # # # # # # # #
# # #   # # # #   # #
# #### #####   # # #####
#           # #   #
# #### # # #### #### ####
#   # #   # #
##### E

Caminho: [ 0  1  2 32 33 63 64 65 95 125 126 127 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168
 169 170 171 172 202 203 233 234 264 265 295 296 326 327 328 358 359 360 361 362 363 364 394
395 425 426 456 457 458 488 518 519 520 550 551 552 553 583 584 585 615 616 617 618 619 649 ]
Custo: 69
O tempo total foi de 0.067 segundos.

```

Figura 2: Caminho do grafo maze10.txt

Maze20:

```
Caminho -> [0 1 2 62 63 123 124 125 185 186 187 247 307 367 368 369 429 489 490 491 551 611
612 672 673 733 734 735 795 855 856 857 917 977 978 979 1039 1040 1041 1042 1043 1044 1045
1105 1106 1166 1167 1227 1228 1288 1289 1349 1350 1351 1291 1292 1352 1353 1354 1414 1415
1416 1417 1418 1358 1359 1419 1420 1480 1481 1482 1542 1543 1544 1545 1546 1547 1548 1549
1489 1490 1491 1431 1432 1433 1434 1435 1436 1437 1438 1498 1499 1500 1560 1561 1562 1563
1623 1624 1625 1685 1686 1687 1688 1689 1690 1691 1692 1632 1633 1634 1694 1695 1696 1697
1757 1758 1818 1819 1879 1880 1940 1941 2001 2002 2003 2063 2064 2065 2066 2126 2127 2128
2188 2248 2249 2309 2310 2370 2371 2372 2432 2433 2434 2435 2436 2437 2438 2439 2499]
```

```

LABIRINTO:

S #####
# # # # # # # # #
# # # ### # # # # # # # # # # # # # #
# # # # # # # # # # # # # # #
#### ##### # # #### # # #### # #### #
# # # # # # # # # # # # # # #
# ##### ### ### # #### # # #### # # #
# # # # # # # # # # # # # # #
# #### # ##### # ##### #### #### # #####
# # # # # # # # # # # # # # #
# # # ### ##### ##### ##### #### #
# # # # # # # # # # # # # # #
# ##### # # # # # # # # # # # # #
# # # # # # # # # # # # # # #
# ##### # # # # # # # # # # # # #
# # # # # # # # # # # # # # #
# ##### # # # # # # # # # # # # #
# # # # # # # # # # # # # # #
# ##### # # # # # # # # # # # # #
# # # # # # # # # # # # # # #
# ##### # # # # # # # # # # # # #
# # # # # # # # # # # # # # #
# ##### # # # # # # # # # # # # #
# # # # # # # # # # # # # # #
# # # # # # # # # # # # # # #
# # # # # # # # # # # # # # #
# # # # # # # # # # # # # # #
# # # # # # # # # # # # # # #
# # # # # # # # # # # # # # #
# # # # # # # # # # # # # # #
# # # # # # # # # # # # # # #
##### E

Caminho: [ 0 1 2 62 63 123 124 125 185 186 187 247 307 367 368 369 429 489 490 491 551 611 612
672 673 733 734 735 795 855 856 857 917 977 978 979 1039 1040 1041 1042 1043 1044 1045 1105 110
6 1166 1167 1227 1228 1288 1289 1349 1350 1351 1291 1292 1352 1353 1354 1414 1415 1416 1417 1418
1358 1359 1419 1420 1480 1481 1482 1542 1543 1544 1545 1546 1547 1548 1549 1489 1490 1491 1431 143
2 1433 1434 1435 1436 1437 1438 1498 1499 1500 1561 1562 1563 1623 1624 1625 1685 1686 1687
1688 1689 1690 1691 1692 1632 1633 1634 1694 1695 1696 1697 1757 1758 1818 1819 1879 1880 1940 194
1 2001 2002 2003 2063 2064 2065 2066 2126 2127 2128 2188 2248 2249 2309 2310 2370 2371 2372 2432
2433 2434 2435 2436 2437 2438 2439 2499 ]
Custo: 149
O tempo total foi de 0.17 segundos.

```

Figura 3: Caminho do grafo maze20.txt

```
Caminho -> [ 0 1 2 3 93 183 184 274 275 365 366 367 457 547 548 549 639 729 730 820 821 911
912 913 1003 1004 1005 1006 916 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 926 927 1017
1018 1108 1109 1199 1200 1290 1291 1292 1382 1472 1562 1561 1651 1652 1653 1743 1744 1745
1835 1925 2015 2016 2106 2107 2197 2198 2199 2289 2290 2291 2292 2293 2294 2295 2296 2297
2298 2299 2300 2301 2391 2392 2393 2303 2304 2305 2306 2307 2397 2398 2488 2489 2579 2580
2581 2671 2672 2673 2674 2764 2765 2766 2856 2857 2858 2859 2949 2950 2951 3041 3131 3132
3222 3223 3313 3314 3315 3225 3226 3227 3228 3229 3319 3320 3410 3500 3590 3680 3681 3682
3772 3773 3774 3775 3776 3777 3778 3779 3780 3781 3871 3872 3873 3963 4053 4054 4055 4145
4235 4236 4326 4327 4417 4418 4508 4509 4599 4600 4601 4691 4781 4782 4783 4873 4874 4875
4876 4877 4787 4697 4698 4699 4700 4790 4791 4792 4882 4883 4884 4885 4975 4976 4977 5067
5068 5069 5070 5071 5072 5073 5074 5075 5076 5166 5167 5168 5258 5259 5260 5261 5171 5081
5082 5083 5084 5085 5086 5087 5088 5089 5090 5091 5092 5093 5094 5184 5185 5275 5276 5366
5367 5368 5458 5459 5549 ]
```

O tempo total foi de 0.235 segundos.

```
LABIRINTO:

S #####
      #  #          #  #  #  #  #  #  #  #  #
# # #### # #### # #### # #### #### # #### ##### # # # # # # #### ####
# # #  # #  #  #  #  #          #  #          #  #  #  #  #  #
# ##### #### ##### #### ##### ##### # # # #### ##### ####
#  #          #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #
# ##### ##### ##### #### #### # # #### #### #### # # ##### # #
#  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #
# ##### # # #### #### #### ##### #### ##### # #### ##### #### #
# #          #  #          #  #          #  #          #  #
# #### #### # # #  #### # # #  ##### #### ##### ##### # # #### ####
#          # # #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #
#### #### # # #  #  #### ##### # # #### #### #### ##### #### #####
#          # # #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #
##### ##### ##### ##### ##### # # #### ##### # #####
#  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #
# #### ##### #### #### ##### ##### #### ##### #### # #### #
#          # # #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #
# ##### #  #### #  #### #  #### #### #### #### #  ##### ##### #
#  #          #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #
# ##### #  #### #  #### #  #### #### #### #### #  ##### ##### #
#  #          #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #
#### #  #### #### #### #  ##### #### #### ##### #### ##### #
# # #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #
# #### ##### #### #  #### #  ##### #### ##### ##### ##### #
#  #          #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #
#### #  #### #### #### #  ##### #### ##### #### ##### #
# # #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #
# # #### ##### ##### #### #### ##### #### ##### ##### ##### #
# # #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #
# # ##### #  #  ##### ##### #  #  #  ##### ##### #  #### #### #
#  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #
# # #  #### ##### ##### ##### #  ##### ##### #  #### #### #
```

Figura 4: Início do grafo maze30.txt

O tempo total foi de 0.509 segundos.

```
Caminho: [ 0 1 2 3 123 243 244 245 365 366 367 368 488 489 609 610 730 731 732 852 853 854 855
856 857 858 859 860 861 981 982 1102 1103 1223 1224 1225 1345 1346 1347 1348 1349 1229 1230 1350
1351 1471 1472 1473 1593 1594 1595 1596 1597 1598 1599 1719 1720 1721 1841 1842 1843 1844 1964 1
965 1966 2086 2087 2088 2089 2090 2091 2092 2212 2213 2333 2334 2454 2455 2575 2576 2696 2697 2698
2578 2579 2580 2581 2582 2702 2703 2704 2824 2944 2945 3065 3066 3186 3187 3307 3308 3428 3429 3
549 3669 3789 3909 3910 4030 4031 4151 4152 4272 4273 4393 4394 4395 4515 4516 4517 4518 4519 4520
4521 4641 4642 4643 4763 4883 4884 4885 5005 5006 5007 5008 5009 5010 5011 5012 5013 5014 5134 5
135 5136 5016 5017 5018 5019 5020 5021 4901 4902 4903 5023 5024 5025 5026 5146 5147 5267 5268 5388
5389 5509 5510 5630 5631 5632 5752 5753 5754 5755 5756 5757 5758 5759 5760 5761 5762 5642 5643 5
763 5883 6003 6002 6122 6242 6362 6363 6483 6603 6723 6843 6844 6964 6965 7085 7086 7087 7207 7327
7328 7329 7449 7450 7451 7452 7572 7573 7574 7694 7695 7696 7816 7936 8056 8057 8177 8178 8298 8
299 8300 8420 8421 8422 8423 8424 8425 8426 8546 8547 8667 8668 8788 8789 8790 8910 8911 8912 8913
8914 8915 8916 8917 8918 8919 8920 8800 8680 8681 8682 8683 8684 8685 8686 8687 8688 8689 8809 8
810 8811 8931 8932 8933 8934 8935 8815 8816 8817 8937 8938 8939 8940 8941 8942 8943 8944 8945 8946
9066 9067 9187 9188 9308 9309 9310 9430 9431 9432 9433 9553 9554 9555 9675 9676 9677 9678 9679 9
799 ]
Custo: 297
O tempo total foi de 0.509 segundos.
```

Figura 6: Caminho do grafo maze40.txt

Maze50:

```
Caminho -> [ 0 1 2 3 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 315 316 317 467 617
618 768 769 919 920 921 1071 1221 1222 1223 1373 1374 1375 1376 1377 1378 1528 1678 1677
1827 1977 2127 2128 2129 2279 2280 2281 2282 2432 2582 2581 2731 2732 2882 2883 3033 3034
3184 3334 3484 3634 3635 3785 3935 4085 4235 4236 4237 4387 4388 4389 4390 4391 4392 4393
4543 4544 4545 4695 4845 4846 4996 4997 5147 5148 5149 5299 5300 5301 5302 5452 5453 5454
5604 5605 5606 5607 5608 5609 5610 5611 5612 5762 5912 6062 6063 6213 6214 6364 6365 6366
6216 6217 6367 6368 6369 6519 6520 6521 6522 6672 6673 6674 6824 6825 6826 6827 6977 6978
7128 7129 7279 7280 7281 7431 7432 7433 7434 7584 7585 7735 7736 7886 7887 7888 7738 7739
7889 7890 7891 8041 8042 8043 8044 8045 8046 8047 8197 8198 8199 8349 8499 8500 8501 8651
8652 8653 8654 8655 8656 8657 8807 8808 8809 8959 8960 8961 8962 8963 8964 8965 8966 8816
8817 8818 8968 8969 8970 8971 9121 9122 9272 9273 9423 9424 9425 9575 9576 9577 9578 9579
9580 9581 9582 9583 9584 9734 9735 9736 9886 9887 9888 9889 9890 9891 9892 9893 9894 10044
10194 10344 10345 10346 10496 10497 10498 10499 10649 10650 10651 10801 10802 10803 10804
10805 10806 10807 10957 10958 11108 11109 11259 11260 11261 11411 11561 11562 11563 11713
11863 11864 11865 12015 12016 12017 12018 12019 12020 12021 12022 11872 11873 12023 12173
12323 12473 12474 12624 12625 12775 12776 12777 12927 12928 12929 12930 13080 13081 13082
13232 13233 13234 13235 13385 13386 13387 13537 13538 13539 13540 13690 13691 13841 13842
13992 13993 13994 14144 14145 14146 14147 14297 14298 14448 14449 14599 14600 14601 14751
14752 14753 14754 14904 14905 14906 15056 15057 15058 15059 15060 15061 15062 15063 15064
15065 15066 15067 15068 15069 15070 15071 15072 15073 15074 15075 15076 15077 15078 14928
14929 14930 15080 15081 15082 15083 15084 14934 14935 14936 15086 15087 15088 15089 15090
15091 15092 15093 15094 15095 15096 14946 14947 14948 15098 15099 15249 ].
```

O tempo total foi de 1.098 segundos.

```

Caminho: [ 0 1 2 3 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 315 316 317 467 617 618
768 769 919 920 921 1071 1221 1222 1223 1373 1374 1375 1376 1377 1378 1528 1678 1677 1827 1977 2
127 2128 2129 2279 2280 2281 2282 2432 2582 2581 2731 2732 2882 2883 3033 3034 3184 3334 3484 3634
3635 3785 3935 4085 4235 4236 4237 4387 4388 4389 4390 4391 4392 4393 4543 4544 4545 4695 4845 4
846 4996 4997 5147 5148 5149 5299 5300 5301 5302 5452 5453 5454 5604 5605 5606 5607 5608 5609 5610
5611 5612 5762 5912 6062 6063 6213 6214 6364 6365 6366 6216 6217 6367 6368 6369 6519 6520 6521 6
522 6672 6673 6674 6824 6825 6826 6827 6977 6978 7128 7129 7279 7280 7281 7431 7432 7433 7434 7584
7585 7735 7736 7886 7887 7888 7738 7739 7889 7890 7891 8041 8042 8043 8044 8045 8046 8047 8197 8
198 8199 8349 8499 8500 8501 8651 8652 8653 8654 8655 8656 8657 8807 8808 8809 8959 8960 8961 8962
8963 8964 8965 8966 8816 8817 8818 8968 8969 8970 8971 9121 9122 9272 9273 9423 9424 9425 9575 9
576 9577 9578 9579 9580 9581 9582 9583 9584 9734 9735 9736 9886 9887 9888 9889 9890 9891 9892 9893
9894 10044 10194 10344 10345 10346 10496 10497 10498 10499 10649 10650 10651 10801 10802 10803 1080
4 10805 10806 10807 10957 10958 11108 11109 11259 11260 11261 11411 11561 11562 11563 11713 11863 11
864 11865 12015 12016 12017 12018 12019 12020 12021 12022 11872 11873 12023 12173 12323 12473 12474
12624 12625 12775 12776 12777 12927 12928 12929 12930 13080 13081 13082 13232 13233 13234 13235 13385
13386 13387 13537 13538 13539 13540 13690 13691 13841 13842 13992 13993 13994 14144 14145 14146 141
47 14297 14298 14448 14449 14599 14600 14601 14751 14752 14753 14754 14904 14905 14906 15056 15057 1
5058 15059 15060 15061 15062 15063 15064 15065 15066 15067 15068 15069 15070 15071 15072 15073 15074
15075 15076 15077 15078 14928 14929 14930 15080 15081 15082 15083 15084 14934 14935 14936 15086 1508
7 15088 15089 15090 15091 15092 15093 15094 15095 15096 14946 14947 14948 15098 15099 15249 ]
Custo: 367
O tempo total foi de 1.098 segundos.

```

Figura 7: Caminho do grafo maze50.txt