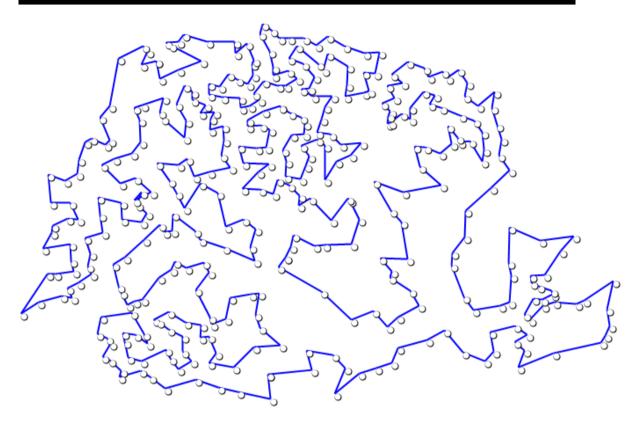
Trabalho Prático 1



Heurística do Problema do Caixeiro Viajante

Documentação

Nomes: Alec Mizote Garcia 2016026140 Jesimon Barreto Santos 2016070093

Representação de dados:

Para construir um algoritmo com esse objetivo, é crucial a forma de representar os dados, nesse caso, a distância entre as cidades, pois, sempre é necessário procurar essa informação. De frente a esse problema, foi decidido optar por usar uma representação baseada em matriz de adjacência [1]. Porém, algumas alterações foram feitas, foram elas: na geração da matriz, os '1's, que devem representar a aresta entre os vértices, foram substituídos pelas distâncias entre cada cidade, porque o problema pede que considere que todas as cidades são ligadas entre si. Além disso, a matriz é zerada da diagonal principal para baixo, pois dar-lhe valores seria duplicar a atribuição sem necessidade. Abaixo segue um exemplo de matriz gerada a partir de um arquivo hipotético.

```
NAME: a4

COMMENT: drilling problem (Ludwig)

TYPE: TSP

DIMENSION: 4

EDGE_WEIGHT_TYPE: EUC_2D

NODE_COORD_SECTION

1 1 2
2 4 4
3 5 5
4 3 5
```

Figura 1. Imagem que demonstra um arquivo no formato padrão, com 4 cidades, gerado com base em um dos arquivos passados como amostra de teste.

```
C:\Users\JB\Dropbox\C\AED$2\TP1>a a4.txt
0 4 5 4
0 0 1 1
0 0 0 2
0 0 0 0
```

Figura 2. Matriz gerada a partir das distâncias calculadas do arquivo da figura 1.

Executando o programa criado com o arquivo exibido na figura 1, é gerada uma matriz quadrada de tamanho 4x4. A matriz gerada é demonstrada na figura 2, com as características já citadas, e suas respectivas distâncias.

Lógica do Algoritmo Heurístico implementado:

O algoritmo implementado foi baseado na ideia de grafos e matriz para organizar as distâncias entre os vértices (função ProcessingData), e da "Inserção mais barata" (IMB) como heurística do problema [2], o qual pode ser resumido por 4 passos:

- 1° Adiciona a cidade 0 à rota (ou o vetor Path no algoritmo);
- 2º Criar uma rota 0 -> X (onde x é a cidade mais próxima);
- 3º Encontra e insere Y entre 0 e X, contanto que DistYe0 + DistYeX Dist0eX seja mínimo:
- 4° Repete o 3° passo até acabar os vértices e formar um ciclo.

<u>Equação de complexidade de atribuições e comparações</u> (ignorando alocações de memória):

```
Criação da matriz \rightarrow n+n²

1º e 2º passos \rightarrow n -1

3º e 4º passos \rightarrow 3n²/2 - 2n - 2

addPath e verifyPath \rightarrow (3n² - 3n - 2)/2

Equação Final \rightarrow 4n² - 3n/2 - 4
```

Tabela de testes:

a280 2579 3967 46.18 0.0170 berlin52 7542 11749 44.22 0.0210 bier127 118282 191825 37.82 0.0460 brd14051 469385 721290 46.33 14.669 ch130 6110 9685 41.49 0.1690 ch150 6528 12760 4.53 0.0170 dt15112 1573084 2879142 16.97 15.988 dt18512 645238 988419 46.81 29.539 eil8 ~ 164 ~ 0.0150 eil76 538 778 55.39 0.0600 eil176 538 778 55.39 0.0600 eil101 629 807 71.70 0.0390 fn14461 182566 280409 46.41 0.8480 gll262 2378 4289 19.64 0.0300 kroA100 21282 40332 10.49 0.0430	Arquivo	Ótimo	Calculado	Dist. Perc. (%)	Tempo (seg)
bier127 118282 191825 37.82 0.0460 brd14051 469385 721290 46.33 14.669 ch130 6110 9685 41.49 0.1690 ch150 6528 12760 4.53 0.0170 d15112 1573084 2879142 16.97 15.988 d18512 645238 988419 46.81 29.539 eil8 - 164 - 0.0150 eil76 538 778 55.87 0.0530 eil76 538 778 55.39 0.0600 eil101 629 807 71.70 0.0390 fnl4461 182566 280409 46.41 0.8480 gil262 2378 4289 19.64 0.0300 kroA150 25524 48792 16.04 0.0360 kroB100 22141 36498 35.16 0.0220 kroB150 26130 45429 26.14 0.0410 <t< td=""><td>a280</td><td>2579</td><td>3967</td><td>46.18</td><td>0.0170</td></t<>	a280	2579	3967	46.18	0.0170
brid14051 469385 721290 46.33 14.669 ch130 6110 9685 41.49 0.1690 ch150 6528 12760 4.53 0.0170 d15112 1573084 2879142 16.97 15.988 d18512 645238 988419 46.81 29.539 eil8 ~ 164 ~ 0.0150 eil76 538 778 55.39 0.0600 eil76 538 778 55.39 0.0600 eil101 629 807 71.70 0.0390 fnl4461 182566 280409 46.41 0.8480 gli262 2378 4289 19.64 0.0300 kroA100 21282 40332 10.49 0.0430 kroA200 29368 53123 19.11 0.0350 kroB150 26130 45429 26.14 0.0410 kroE200 29437 51618 24.65 0.0210 <th< td=""><td>berlin52</td><td>7542</td><td>11749</td><td>44.22</td><td>0.0210</td></th<>	berlin52	7542	11749	44.22	0.0210
ch130 6110 9685 41.49 0.1690 ch150 6528 12760 4.53 0.0170 d15112 1573084 2879142 16.97 15.988 d18512 645238 988419 46.81 29.539 eil8 ~ 164 ~ 0.0150 eil76 538 778 55.39 0.0600 eil101 629 807 71.70 0.0390 fn 4461 182566 280409 46.41 0.8480 gi 262 2378 4289 19.64 0.0300 kroA100 21282 40332 10.49 0.0430 kroA150 26524 48792 16.04 0.0360 kroA200 29368 53123 19.11 0.0350 kroB100 22141 36498 35.16 0.0220 kroB150 26130 45429 26.14 0.0410 kroE200 29437 51618 24.65 0.0210 kroE100 20749 36550 23.85 0.0270 kroE100 21494 38447 19.45 0.0330 kroE100 21494 38447 19.45 0.0330 kroE100 21494 38447 19.45 0.0330 kroE100 22068 38505 25.52 0.0650 lin105 14379 24225 31.52 0.0570 lin318 42029 70946 31.20 0.0400 linhp318 41345 70946 28.40 0.0030 nrw1379 56638 85992 48.17 0.0980 nrw1379 56638 85992 48.17 0.0980	bier127	118282	191825	37.82	0.0460
ch150 6528 12760 4.53 0.0170 d15112 1573084 2879142 16.97 15.988 d18512 645238 988419 46.81 29.539 eil8 ~ 164 ~ 0.0150 eil76 538 778 55.39 0.0600 eil101 629 807 71.70 0.0390 fnl4461 182566 280409 46.41 0.8480 gil262 2378 4289 19.64 0.0300 kroA100 21282 40332 10.49 0.0430 kroA200 29368 53123 19.11 0.0350 kroB100 22141 36498 35.16 0.0220 kroB150 26130 45429 26.14 0.0410 kroB200 29437 51618 24.65 0.0210 kroC100 20749 36550 23.85 0.0270 kroC100 21294 38447 19.45 0.0330 kroE100 21437 51618 24.65 0.0210 kroE100 22668 38505 25.52 0.0650 lin105 14379 24225 31.52 0.0570 lin318 42029 70946 31.20 0.0300 nrw1379 56638 85992 48.17 0.0980 nrw1379 56638 85992 48.17 0.0980	brd14051	469385	721290	46.33	14.669
d15112 1573084 2879142 16.97 15.988 d18512 645238 988419 46.81 29.539 eil8 ~ 164 ~ 0.0150 eil51 426 614 55.87 0.0530 eil76 538 778 55.39 0.0600 eil101 629 807 71.70 0.0390 fnl4461 182566 280409 46.41 0.8480 gil262 2378 4289 19.64 0.0300 kroA100 21282 40332 10.49 0.0430 kroA200 29368 53123 19.11 0.0350 kroB100 22141 36498 35.16 0.0220 kroB150 26130 45429 26.14 0.0410 kroE200 29437 51618 24.65 0.0210 kroC100 20749 36550 23.85 0.0270 kroE100 21294 38447 19.45 0.0330 kroE100 22068 38505 25.52 0.0650 lin105 <td>ch130</td> <td>6110</td> <td>9685</td> <td>41.49</td> <td>0.1690</td>	ch130	6110	9685	41.49	0.1690
d18512 645238 988419 46.81 29.539 eil8 ~ 164 ~ 0.0150 eil51 426 614 55.87 0.0530 eil76 538 778 55.39 0.0600 eil101 629 807 71.70 0.0390 fnl4461 182566 280409 46.41 0.8480 gil262 2378 4289 19.64 0.0300 kroA100 21282 40332 10.49 0.0430 kroA500 29368 53123 19.11 0.0350 kroB100 22141 36498 35.16 0.0220 kroB150 26130 45429 26.14 0.0410 kroE000 29437 51618 24.65 0.0210 kroC100 20749 36550 23.85 0.0270 kroE100 22068 38505 25.52 0.0650 lin105 14379 24225 31.52 0.0570 lin318 42029 70946 31.20 0.0400 linhp318	ch150	6528	12760	4.53	0.0170
eil8 ~ 164 ~ 0.0150 eil51 426 614 55.87 0.0530 eil76 538 778 55.39 0.0600 eil101 629 807 71.70 0.0390 fnl4461 182566 280409 46.41 0.8480 gil262 2378 4289 19.64 0.0300 kroA100 21282 40332 10.49 0.0430 kroA150 26524 48792 16.04 0.0360 kroA200 29368 53123 19.11 0.0350 kroB100 22141 36498 35.16 0.0220 kroB150 26130 45429 26.14 0.0410 kroB200 29437 51618 24.65 0.0210 kroC100 20749 36550 23.85 0.0270 kroD100 21294 38447 19.45 0.0330 kroE100 22068 38505 25.52 0.0650 lin105 14379 24225 31.52 0.0570 lin118 42029 70946 31.20 0.0400 linhp318 41345 70946 28.40 0.0390 pr76 108159 157588 54.30 0.0390	d15112	1573084	2879142	16.97	15.988
eil51 426 614 55.87 0.0530 eil76 538 778 55.39 0.0600 eil101 629 807 71.70 0.0390 fnl4461 182566 280409 46.41 0.8480 gil262 2378 4289 19.64 0.0300 kroA100 21282 40332 10.49 0.0430 kroA150 26524 48792 16.04 0.0360 kroA200 29368 53123 19.11 0.0350 kroB100 22141 36498 35.16 0.0220 kroB150 26130 45429 26.14 0.0410 kroB200 29437 51618 24.65 0.0210 kroC100 20749 36550 23.85 0.0270 kroD100 21294 38447 19.45 0.0330 kroE100 22068 38505 25.52 0.0650 lin105 14379 24225 31.52 0.0570 lin318 42029 70946 31.20 0.0400 linhp318 41345 70946 28.40 0.0030 nrw1379 56638 85992 48.17 0.0980 pr76 108159 157588 54.30 0.0390	d18512	645238	988419	46.81	29.539
eil76 538 778 55.39 0.0600 eil101 629 807 71.70 0.0390 fnl4461 182566 280409 46.41 0.8480 gil262 2378 4289 19.64 0.0300 kroA100 21282 40332 10.49 0.0430 kroA150 26524 48792 16.04 0.0360 kroA200 29368 53123 19.11 0.0350 kroB100 22141 36498 35.16 0.0220 kroB150 26130 45429 26.14 0.0410 kroB200 29437 51618 24.65 0.0210 kroC100 20749 36550 23.85 0.0270 kroD100 21294 38447 19.45 0.0330 kroE100 22068 38505 25.52 0.0650 lin105 14379 24225 31.52 0.0570 lin318 42029 70946 31.20 0.0400 linhp318 41345 70946 28.40 0.0030 nrw1379 56638 85992 48.17 0.0980 pr76 108159 157588 54.30 0.0390	eil8	~	164	~	0.0150
eil101 629 807 71.70 0.0390 fn 4461 182566 280409 46.41 0.8480 gi 262 2378 4289 19.64 0.0300 kroA100 21282 40332 10.49 0.0430 kroA150 26524 48792 16.04 0.0360 kroA200 29368 53123 19.11 0.0350 kroB100 22141 36498 35.16 0.0220 kroB150 26130 45429 26.14 0.0410 kroB200 29437 51618 24.65 0.0210 kroC100 20749 36550 23.85 0.0270 kroD100 21294 38447 19.45 0.0330 kroE100 22068 38505 25.52 0.0650 lin105 14379 24225 31.52 0.0570 lin318 42029 70946 31.20 0.0400 linhp318 41345 70946 28.40 0.0030 nrw1379 56638 85992 48.17 0.0980 pr76 108159 157588 54.30 0.0390	eil51	426	614	55.87	0.0530
fnl4461	eil76	538	778	55.39	0.0600
gii262 2378 4289 19.64 0.0300 kroA100 21282 40332 10.49 0.0430 kroA150 26524 48792 16.04 0.0360 kroA200 29368 53123 19.11 0.0350 kroB100 22141 36498 35.16 0.0220 kroB150 26130 45429 26.14 0.0410 kroB200 29437 51618 24.65 0.0210 kroC100 20749 36550 23.85 0.0270 kroD100 21294 38447 19.45 0.0330 kroE100 22068 38505 25.52 0.0650 lin105 14379 24225 31.52 0.0570 lin318 42029 70946 31.20 0.0400 linhp318 41345 70946 28.40 0.0030 nrw1379 56638 85992 48.17 0.0980 pr76 108159 157588 54.30 0.0390	eil101	629	807	71.70	0.0390
kroA100 21282 40332 10.49 0.0430 kroA150 26524 48792 16.04 0.0360 kroA200 29368 53123 19.11 0.0350 kroB100 22141 36498 35.16 0.0220 kroB150 26130 45429 26.14 0.0410 kroB200 29437 51618 24.65 0.0210 kroC100 20749 36550 23.85 0.0270 kroD100 21294 38447 19.45 0.0330 kroE100 22068 38505 25.52 0.0650 lin105 14379 24225 31.52 0.0570 lin318 42029 70946 31.20 0.0400 linhp318 41345 70946 28.40 0.0030 nrw1379 56638 85992 48.17 0.0980 pr76 108159 157588 54.30 0.0390	fnl4461	182566	280409	46.41	0.8480
kroA150 26524 48792 16.04 0.0360 kroA200 29368 53123 19.11 0.0350 kroB100 22141 36498 35.16 0.0220 kroB150 26130 45429 26.14 0.0410 kroB200 29437 51618 24.65 0.0210 kroC100 20749 36550 23.85 0.0270 kroD100 21294 38447 19.45 0.0330 kroE100 22068 38505 25.52 0.0650 lin105 14379 24225 31.52 0.0570 lin318 42029 70946 31.20 0.0400 linhp318 41345 70946 28.40 0.0030 nrw1379 56638 85992 48.17 0.0980 pr76 108159 157588 54.30 0.0390	gil262	2378	4289	19.64	0.0300
kroA200 29368 53123 19.11 0.0350 kroB100 22141 36498 35.16 0.0220 kroB150 26130 45429 26.14 0.0410 kroB200 29437 51618 24.65 0.0210 kroC100 20749 36550 23.85 0.0270 kroD100 21294 38447 19.45 0.0330 kroE100 22068 38505 25.52 0.0650 lin105 14379 24225 31.52 0.0570 lin318 42029 70946 31.20 0.0400 linhp318 41345 70946 28.40 0.0030 nrw1379 56638 85992 48.17 0.0980 pr76 108159 157588 54.30 0.0390	kroA100	21282	40332	10.49	0.0430
kroB100 22141 36498 35.16 0.0220 kroB150 26130 45429 26.14 0.0410 kroB200 29437 51618 24.65 0.0210 kroC100 20749 36550 23.85 0.0270 kroD100 21294 38447 19.45 0.0330 kroE100 22068 38505 25.52 0.0650 lin105 14379 24225 31.52 0.0570 lin318 42029 70946 31.20 0.0400 linhp318 41345 70946 28.40 0.0030 nrw1379 56638 85992 48.17 0.0980 pr76 108159 157588 54.30 0.0390	kroA150	26524	48792	16.04	0.0360
kroB150 26130 45429 26.14 0.0410 kroB200 29437 51618 24.65 0.0210 kroC100 20749 36550 23.85 0.0270 kroD100 21294 38447 19.45 0.0330 kroE100 22068 38505 25.52 0.0650 lin105 14379 24225 31.52 0.0570 lin318 42029 70946 31.20 0.0400 linhp318 41345 70946 28.40 0.0030 nrw1379 56638 85992 48.17 0.0980 pr76 108159 157588 54.30 0.0390	kroA200	29368	53123	19.11	0.0350
kroB200 29437 51618 24.65 0.0210 kroC100 20749 36550 23.85 0.0270 kroD100 21294 38447 19.45 0.0330 kroE100 22068 38505 25.52 0.0650 lin105 14379 24225 31.52 0.0570 lin318 42029 70946 31.20 0.0400 linhp318 41345 70946 28.40 0.0030 nrw1379 56638 85992 48.17 0.0980 pr76 108159 157588 54.30 0.0390	kroB100	22141	36498	35.16	0.0220
kroC100 20749 36550 23.85 0.0270 kroD100 21294 38447 19.45 0.0330 kroE100 22068 38505 25.52 0.0650 lin105 14379 24225 31.52 0.0570 lin318 42029 70946 31.20 0.0400 linhp318 41345 70946 28.40 0.0030 nrw1379 56638 85992 48.17 0.0980 pr76 108159 157588 54.30 0.0390	kroB150	26130	45429	26.14	0.0410
kroD100 21294 38447 19.45 0.0330 kroE100 22068 38505 25.52 0.0650 lin105 14379 24225 31.52 0.0570 lin318 42029 70946 31.20 0.0400 linhp318 41345 70946 28.40 0.0030 nrw1379 56638 85992 48.17 0.0980 pr76 108159 157588 54.30 0.0390	kroB200	29437	51618	24.65	0.0210
kroE100 22068 38505 25.52 0.0650 lin105 14379 24225 31.52 0.0570 lin318 42029 70946 31.20 0.0400 linhp318 41345 70946 28.40 0.0030 nrw1379 56638 85992 48.17 0.0980 pr76 108159 157588 54.30 0.0390	kroC100	20749	36550	23.85	0.0270
lin105 14379 24225 31.52 0.0570 lin318 42029 70946 31.20 0.0400 linhp318 41345 70946 28.40 0.0030 nrw1379 56638 85992 48.17 0.0980 pr76 108159 157588 54.30 0.0390	kroD100	21294	38447	19.45	0.0330
lin318 42029 70946 31.20 0.0400 linhp318 41345 70946 28.40 0.0030 nrw1379 56638 85992 48.17 0.0980 pr76 108159 157588 54.30 0.0390	kroE100	22068	38505	25.52	0.0650
linhp318 41345 70946 28.40 0.0030 nrw1379 56638 85992 48.17 0.0980 pr76 108159 157588 54.30 0.0390	lin105	14379	24225	31.52	0.0570
nrw1379 56638 85992 48.17 0.0980 pr76 108159 157588 54.30 0.0390	lin318	42029	70946	31.20	0.0400
pr76 108159 157588 54.30 0.0390	linhp318	41345	70946	28.40	0.0030
	nrw1379	56638	85992	48.17	0.0980
pr107 44303 63233 57.27 0.0250	pr76	108159	157588	54.30	0.0390
	pr107	44303	63233	57.27	0.0250

pr124	59030	102581	26.22	0.0380
pr136	96772	150869	44.10	0.0460
pr144	58537	111305	9.85	0.0330
pr152	73682	121571	35.00	0.1010
pr226	80369	125860	43.40	0.0700
pr264	49135	83317	30.43	0.0530
pr299	48191	75137	44.08	0.0670
pr439	107217	171018	40.49	0.0340
pr1002	259045	401335	45.07	0.0900
rat99	1211	1828	49.05	0.0420
rat195	2323	3641	43.26	0.0690
rat575	6773	10405	46.37	0.0400
rat783	8806	14135	39.48	0.0430
st70	675	1095	37.78	0.0540
ts225	126643	225162	22.21	0.0300
tsp225	3916	6059	45.27	0.0200

Referências:

- 1-https://pt.khanacademy.org/computing/computer-science/algorithms/graph-represe ntation/a/representing-graphs. Khan Academy.
- 2-http://www-usr.inf.ufsm.br/~andrezc/ia/heuristicas_construtivas_transparencias.pdf . Souza, M. J. F.