



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Inteligência Computacional
Av. João Naves de Ávila 2121, Campus Santa Mônica



Inteligência Coletiva

Aluno: Leonardo da Silva Martins - 11321BCC034

Prof.: Gina

Sumário

1	Introdução	2
2	Metodologia	2
3	Problema do Caixeiro Viajante	2
4	Exercícios	2
4.1	M6	3
4.1.1	Primeira configuração	3
4.1.2	Segunda configuração	9
4.2	M15	15
4.2.1	Primeira configuração	15
4.2.2	Segunda configuração	21
4.3	M29	27
4.3.1	Primeira configuração	27
4.3.2	Segunda configuração	33
4.4	M38	39
4.4.1	Primeira configuração	39
4.4.2	Segunda configuração	47

1 Introdução

Este relatório apresenta as resoluções dos exercícios do problema do caixeiro viajante, utilizando o algoritmo de colônia de formigas, propostos no trabalho sobre Inteligência Coletiva da disciplina de Inteligência Computacional.

2 Metodologia

Neste trabalho utilizamos a estrutura de matriz para representar as tabelas utilizadas, como tabela de probabilidade, tabela de distâncias, tabela de feromônio entre outras, onde a relação entre a linha i e a coluna j representa a relação entre a cidade i e a cidade j .

3 Problema do Caixeiro Viajante

O problema do caixeiro viajante (PCV ou TSP – Traveling Salesman Problem) é assim definido: dado um número finito de cidades e o custo de viagem entre cada par, deve-se encontrar o caminho que passa por todas as cidades e retorna para o ponto inicial com custo mínimo, passando por cada cidade apenas uma vez. Embora seja simples de definir, o TSP é um problema combinatório clássico comprovadamente NP-Difícil com aplicações nas áreas de logística, genética, telecomunicações e neurociência, entre outras.

4 Exercícios

Seguem as respostas para os exercícios referentes ao trabalho, onde iremos mudar os seguintes fatores para cada experimento.

- Número de repetições
- Número máximo de iterações para achar o melhor caminho
- Quantidade de feromônio depositado por cada formiga
- Taxa de evaporação do feromônio

4 EXERCÍCIOS

4.1 M6

Neste exercício é fornecido uma matriz de distância entre 6 cidades diferentes.

4.1.1 Primeira configuração

Para este experimento foi utilizada a seguinte configuração:

- Número de repetições: 50
- Número máximo de iterações para achar o melhor caminho: 100
- Quantidade de feromônio depositado por cada formiga: 1
- Taxa de evaporação do feromônio: 0.5

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 0 -----  
Melhor caminho: [3, 6, 1, 5, 2, 4]  
Distancia total do melhor caminho: 2259.0  
  
----- ITERACAO 1 -----  
Melhor caminho: [2, 3, 6, 4, 5, 1]  
Distancia total do melhor caminho: 2356.0  
  
----- ITERACAO 2 -----  
Melhor caminho: [6, 4, 5, 1, 2, 3]  
Distancia total do melhor caminho: 2380.0  
  
----- ITERACAO 3 -----  
Melhor caminho: [4, 5, 3, 6, 2, 1]  
Distancia total do melhor caminho: 2187.0  
  
----- ITERACAO 4 -----  
Melhor caminho: [3, 4, 5, 6, 2, 1]  
Distancia total do melhor caminho: 2383.0  
  
----- ITERACAO 5 -----  
Melhor caminho: [1, 2, 4, 3, 5, 6]  
Distancia total do melhor caminho: 2092.0  
  
----- ITERACAO 6 -----  
Melhor caminho: [3, 5, 2, 6, 1, 4]  
Distancia total do melhor caminho: 2337.0  
  
----- ITERACAO 7 -----  
Melhor caminho: [4, 2, 1, 3, 6, 5]  
Distancia total do melhor caminho: 2011.0  
  
----- ITERACAO 8 -----  
Melhor caminho: [3, 2, 1, 6, 5, 4]  
Distancia total do melhor caminho: 2167.0  
  
----- ITERACAO 9 -----  
Melhor caminho: [5, 2, 4, 1, 3, 6]  
Distancia total do melhor caminho: 2395.0
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 10 -----  
Melhor caminho: [5, 2, 1, 6, 3, 4]  
Distancia total do melhor caminho: 2343.0  
  
----- ITERACAO 11 -----  
Melhor caminho: [1, 6, 4, 5, 3, 2]  
Distancia total do melhor caminho: 2092.0  
  
----- ITERACAO 12 -----  
Melhor caminho: [4, 1, 3, 2, 6, 5]  
Distancia total do melhor caminho: 2421.0  
  
----- ITERACAO 13 -----  
Melhor caminho: [1, 3, 4, 2, 5, 6]  
Distancia total do melhor caminho: 2011.0  
  
----- ITERACAO 14 -----  
Melhor caminho: [4, 5, 2, 6, 3, 1]  
Distancia total do melhor caminho: 2572.0  
  
----- ITERACAO 15 -----  
Melhor caminho: [6, 1, 3, 2, 4, 5]  
Distancia total do melhor caminho: 2092.0  
  
----- ITERACAO 16 -----  
Melhor caminho: [3, 1, 6, 2, 5, 4]  
Distancia total do melhor caminho: 2011.0  
  
----- ITERACAO 17 -----  
Melhor caminho: [5, 4, 2, 3, 1, 6]  
Distancia total do melhor caminho: 2092.0  
  
----- ITERACAO 18 -----  
Melhor caminho: [4, 3, 2, 5, 1, 6]  
Distancia total do melhor caminho: 2109.0  
  
----- ITERACAO 19 -----  
Melhor caminho: [6, 1, 2, 3, 4, 5]  
Distancia total do melhor caminho: 2167.0
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 20 -----  
Melhor caminho: [6, 4, 5, 1, 2, 3]  
Distancia total do melhor caminho: 2380.0  
  
----- ITERACAO 21 -----  
Melhor caminho: [3, 2, 6, 1, 5, 4]  
Distancia total do melhor caminho: 2092.0  
  
----- ITERACAO 22 -----  
Melhor caminho: [1, 3, 4, 2, 5, 6]  
Distancia total do melhor caminho: 2011.0  
  
----- ITERACAO 23 -----  
Melhor caminho: [3, 5, 4, 2, 1, 6]  
Distancia total do melhor caminho: 2380.0  
  
----- ITERACAO 24 -----  
Melhor caminho: [6, 1, 3, 2, 4, 5]  
Distancia total do melhor caminho: 2092.0  
  
----- ITERACAO 25 -----  
Melhor caminho: [4, 1, 2, 3, 6, 5]  
Distancia total do melhor caminho: 2343.0  
  
----- ITERACAO 26 -----  
Melhor caminho: [6, 4, 1, 3, 2, 5]  
Distancia total do melhor caminho: 2337.0  
  
----- ITERACAO 27 -----  
Melhor caminho: [3, 4, 5, 2, 6, 1]  
Distancia total do melhor caminho: 2109.0  
  
----- ITERACAO 28 -----  
Melhor caminho: [2, 4, 1, 5, 6, 3]  
Distancia total do melhor caminho: 2337.0  
  
----- ITERACAO 29 -----  
Melhor caminho: [6, 1, 3, 2, 4, 5]  
Distancia total do melhor caminho: 2092.0
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 30 -----  
Melhor caminho: [1, 3, 6, 4, 5, 2]  
Distancia total do melhor caminho: 2337.0  
  
----- ITERACAO 31 -----  
Melhor caminho: [4, 3, 6, 2, 1, 5]  
Distancia total do melhor caminho: 2356.0  
  
----- ITERACAO 32 -----  
Melhor caminho: [5, 3, 2, 6, 1, 4]  
Distancia total do melhor caminho: 2259.0  
  
----- ITERACAO 33 -----  
Melhor caminho: [2, 4, 5, 3, 6, 1]  
Distancia total do melhor caminho: 2011.0  
  
----- ITERACAO 34 -----  
Melhor caminho: [2, 3, 4, 1, 5, 6]  
Distancia total do melhor caminho: 2109.0  
  
----- ITERACAO 35 -----  
Melhor caminho: [2, 3, 6, 1, 5, 4]  
Distancia total do melhor caminho: 2308.0  
  
----- ITERACAO 36 -----  
Melhor caminho: [3, 2, 1, 6, 5, 4]  
Distancia total do melhor caminho: 2167.0  
  
----- ITERACAO 37 -----  
Melhor caminho: [3, 2, 1, 4, 6, 5]  
Distancia total do melhor caminho: 2109.0  
  
----- ITERACAO 38 -----  
Melhor caminho: [5, 3, 2, 6, 1, 4]  
Distancia total do melhor caminho: 2259.0  
  
----- ITERACAO 39 -----  
Melhor caminho: [5, 6, 1, 3, 2, 4]  
Distancia total do melhor caminho: 2141.0
```


4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 40 -----
Melhor caminho: [4, 2, 3, 1, 5, 6]
Distancia total do melhor caminho: 2380.0

----- ITERACAO 41 -----
Melhor caminho: [3, 2, 4, 1, 5, 6]
Distancia total do melhor caminho: 2187.0

----- ITERACAO 42 -----
Melhor caminho: [3, 4, 5, 2, 6, 1]
Distancia total do melhor caminho: 2109.0

----- ITERACAO 43 -----
Melhor caminho: [6, 1, 2, 3, 4, 5]
Distancia total do melhor caminho: 2167.0

----- ITERACAO 44 -----
Melhor caminho: [2, 6, 3, 5, 4, 1]
Distancia total do melhor caminho: 2337.0

----- ITERACAO 45 -----
Melhor caminho: [2, 1, 6, 4, 5, 3]
Distancia total do melhor caminho: 2141.0

----- ITERACAO 46 -----
Melhor caminho: [6, 1, 5, 3, 4, 2]
Distancia total do melhor caminho: 2435.0

----- ITERACAO 47 -----
Melhor caminho: [1, 6, 5, 2, 3, 4]
Distancia total do melhor caminho: 2399.0

----- ITERACAO 48 -----
Melhor caminho: [6, 1, 2, 5, 3, 4]
Distancia total do melhor caminho: 2109.0

----- ITERACAO 49 -----
Melhor caminho: [1, 4, 3, 2, 5, 6]
Distancia total do melhor caminho: 2343.0
```

4 EXERCÍCIOS

4.1.2 Segunda configuração

Para este experimento foi utilizada a seguinte configuração:

- Número de repetições: 50
- Número máximo de iterações para achar o melhor caminho: 1000
- Quantidade de feromônio depositado por cada formiga: 1
- Taxa de evaporação do feromônio: 0.8

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 0 -----  
Melhor caminho: [6, 3, 2, 4, 1, 5]  
Distancia total do melhor caminho: 2259.0  
  
----- ITERACAO 1 -----  
Melhor caminho: [5, 2, 1, 3, 6, 4]  
Distancia total do melhor caminho: 2259.0  
  
----- ITERACAO 2 -----  
Melhor caminho: [4, 3, 5, 2, 6, 1]  
Distancia total do melhor caminho: 2187.0  
  
----- ITERACAO 3 -----  
Melhor caminho: [1, 3, 4, 2, 5, 6]  
Distancia total do melhor caminho: 2011.0  
  
----- ITERACAO 4 -----  
Melhor caminho: [2, 5, 4, 6, 3, 1]  
Distancia total do melhor caminho: 2259.0  
  
----- ITERACAO 5 -----  
Melhor caminho: [6, 2, 5, 1, 4, 3]  
Distancia total do melhor caminho: 2305.0  
  
----- ITERACAO 6 -----  
Melhor caminho: [6, 5, 2, 4, 3, 1]  
Distancia total do melhor caminho: 2356.0  
  
----- ITERACAO 7 -----  
Melhor caminho: [1, 3, 4, 2, 5, 6]  
Distancia total do melhor caminho: 2011.0  
  
----- ITERACAO 8 -----  
Melhor caminho: [3, 1, 6, 2, 5, 4]  
Distancia total do melhor caminho: 2011.0  
  
----- ITERACAO 9 -----  
Melhor caminho: [6, 3, 2, 4, 1, 5]  
Distancia total do melhor caminho: 2259.0
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 10 -----  
Melhor caminho: [1, 6, 5, 4, 3, 2]  
Distancia total do melhor caminho: 2167.0  
  
----- ITERACAO 11 -----  
Melhor caminho: [4, 5, 6, 2, 1, 3]  
Distancia total do melhor caminho: 2141.0  
  
----- ITERACAO 12 -----  
Melhor caminho: [1, 6, 5, 4, 3, 2]  
Distancia total do melhor caminho: 2167.0  
  
----- ITERACAO 13 -----  
Melhor caminho: [5, 1, 6, 2, 3, 4]  
Distancia total do melhor caminho: 2164.0  
  
----- ITERACAO 14 -----  
Melhor caminho: [3, 2, 1, 6, 5, 4]  
Distancia total do melhor caminho: 2167.0  
  
----- ITERACAO 15 -----  
Melhor caminho: [5, 2, 3, 1, 4, 6]  
Distancia total do melhor caminho: 2259.0  
  
----- ITERACAO 16 -----  
Melhor caminho: [5, 3, 2, 4, 1, 6]  
Distancia total do melhor caminho: 2011.0  
  
----- ITERACAO 17 -----  
Melhor caminho: [4, 5, 6, 2, 1, 3]  
Distancia total do melhor caminho: 2141.0  
  
----- ITERACAO 18 -----  
Melhor caminho: [2, 4, 5, 1, 6, 3]  
Distancia total do melhor caminho: 2259.0  
  
----- ITERACAO 19 -----  
Melhor caminho: [4, 2, 3, 1, 5, 6]  
Distancia total do melhor caminho: 2380.0
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 20 -----  
Melhor caminho: [6, 1, 3, 2, 4, 5]  
Distancia total do melhor caminho: 2092.0  
  
----- ITERACAO 21 -----  
Melhor caminho: [6, 1, 4, 2, 3, 5]  
Distancia total do melhor caminho: 2356.0  
  
----- ITERACAO 22 -----  
Melhor caminho: [6, 5, 4, 3, 2, 1]  
Distancia total do melhor caminho: 2167.0  
  
----- ITERACAO 23 -----  
Melhor caminho: [6, 1, 4, 2, 3, 5]  
Distancia total do melhor caminho: 2356.0  
  
----- ITERACAO 24 -----  
Melhor caminho: [5, 2, 1, 6, 3, 4]  
Distancia total do melhor caminho: 2343.0  
  
----- ITERACAO 25 -----  
Melhor caminho: [1, 6, 5, 2, 4, 3]  
Distancia total do melhor caminho: 2109.0  
  
----- ITERACAO 26 -----  
Melhor caminho: [5, 4, 1, 3, 2, 6]  
Distancia total do melhor caminho: 2356.0  
  
----- ITERACAO 27 -----  
Melhor caminho: [4, 2, 5, 1, 6, 3]  
Distancia total do melhor caminho: 2337.0  
  
----- ITERACAO 28 -----  
Melhor caminho: [3, 5, 4, 2, 1, 6]  
Distancia total do melhor caminho: 2380.0  
  
----- ITERACAO 29 -----  
Melhor caminho: [1, 3, 2, 4, 6, 5]  
Distancia total do melhor caminho: 2380.0
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 30 -----  
Melhor caminho: [1, 3, 2, 4, 5, 6]  
Distancia total do melhor caminho: 2164.0  
  
----- ITERACAO 31 -----  
Melhor caminho: [1, 2, 3, 5, 4, 6]  
Distancia total do melhor caminho: 2141.0  
  
----- ITERACAO 32 -----  
Melhor caminho: [6, 4, 1, 3, 2, 5]  
Distancia total do melhor caminho: 2337.0  
  
----- ITERACAO 33 -----  
Melhor caminho: [4, 2, 1, 3, 6, 5]  
Distancia total do melhor caminho: 2011.0  
  
----- ITERACAO 34 -----  
Melhor caminho: [5, 1, 4, 2, 3, 6]  
Distancia total do melhor caminho: 2337.0  
  
----- ITERACAO 35 -----  
Melhor caminho: [4, 5, 6, 2, 1, 3]  
Distancia total do melhor caminho: 2141.0  
  
----- ITERACAO 36 -----  
Melhor caminho: [5, 4, 3, 2, 1, 6]  
Distancia total do melhor caminho: 2167.0  
  
----- ITERACAO 37 -----  
Melhor caminho: [4, 3, 5, 2, 6, 1]  
Distancia total do melhor caminho: 2187.0  
  
----- ITERACAO 38 -----  
Melhor caminho: [3, 2, 1, 6, 5, 4]  
Distancia total do melhor caminho: 2167.0  
  
----- ITERACAO 39 -----  
Melhor caminho: [2, 1, 4, 3, 5, 6]  
Distancia total do melhor caminho: 2308.0
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 40 -----  
Melhor caminho: [5, 2, 3, 4, 1, 6]  
Distancia total do melhor caminho: 2343.0  
  
----- ITERACAO 41 -----  
Melhor caminho: [6, 1, 3, 2, 4, 5]  
Distancia total do melhor caminho: 2092.0  
  
----- ITERACAO 42 -----  
Melhor caminho: [1, 2, 4, 3, 5, 6]  
Distancia total do melhor caminho: 2092.0  
  
----- ITERACAO 43 -----  
Melhor caminho: [1, 4, 5, 6, 3, 2]  
Distancia total do melhor caminho: 2343.0  
  
----- ITERACAO 44 -----  
Melhor caminho: [1, 2, 3, 4, 5, 6]  
Distancia total do melhor caminho: 2167.0  
  
----- ITERACAO 45 -----  
Melhor caminho: [2, 3, 1, 4, 5, 6]  
Distancia total do melhor caminho: 2477.0  
  
----- ITERACAO 46 -----  
Melhor caminho: [6, 2, 3, 1, 4, 5]  
Distancia total do melhor caminho: 2011.0  
  
----- ITERACAO 47 -----  
Melhor caminho: [1, 2, 4, 3, 5, 6]  
Distancia total do melhor caminho: 2092.0  
  
----- ITERACAO 48 -----  
Melhor caminho: [2, 6, 3, 1, 4, 5]  
Distancia total do melhor caminho: 2305.0  
  
----- ITERACAO 49 -----  
Melhor caminho: [1, 5, 6, 2, 3, 4]  
Distancia total do melhor caminho: 2380.0
```

4 EXERCÍCIOS

4.2 M15

Neste exercício é fornecido as coordenadas de 15 cidades diferentes.

4.2.1 Primeira configuração

Para este experimento foi utilizada a seguinte configuração:

- Número de repetições: 50
- Número máximo de iterações para achar o melhor caminho: 100
- Quantidade de feromônio depositado por cada formiga: 1
- Taxa de evaporação do feromônio: 0.5

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 0 -----  
Melhor caminho: [10, 13, 4, 2, 11, 1, 6, 15, 9, 5, 12, 3, 8, 14, 7]  
Distancia total do melhor caminho: 12348.7943586  
  
----- ITERACAO 1 -----  
Melhor caminho: [13, 14, 10, 6, 7, 11, 3, 1, 9, 4, 12, 2, 5, 15, 8]  
Distancia total do melhor caminho: 12621.448  
  
----- ITERACAO 2 -----  
Melhor caminho: [4, 12, 7, 6, 13, 9, 3, 10, 8, 1, 15, 5, 2, 14, 11]  
Distancia total do melhor caminho: 13521.287207  
  
----- ITERACAO 3 -----  
Melhor caminho: [1, 3, 4, 5, 15, 11, 12, 14, 8, 13, 7, 10, 9, 2, 6]  
Distancia total do melhor caminho: 13319.8832672  
  
----- ITERACAO 4 -----  
Melhor caminho: [5, 1, 9, 15, 10, 14, 13, 7, 2, 8, 3, 11, 6, 4, 12]  
Distancia total do melhor caminho: 11332.1929018  
  
----- ITERACAO 5 -----  
Melhor caminho: [4, 3, 9, 12, 5, 13, 10, 7, 8, 6, 2, 11, 15, 1, 14]  
Distancia total do melhor caminho: 12808.1559947  
  
----- ITERACAO 6 -----  
Melhor caminho: [11, 15, 8, 3, 7, 4, 2, 12, 14, 5, 13, 6, 1, 10, 9]  
Distancia total do melhor caminho: 12116.174762  
  
----- ITERACAO 7 -----  
Melhor caminho: [11, 5, 4, 2, 1, 3, 13, 12, 7, 6, 8, 9, 15, 10, 14]  
Distancia total do melhor caminho: 11842.8726827  
  
----- ITERACAO 8 -----  
Melhor caminho: [5, 3, 13, 14, 2, 12, 10, 15, 6, 11, 4, 8, 9, 1, 7]  
Distancia total do melhor caminho: 12729.1091968  
  
----- ITERACAO 9 -----  
Melhor caminho: [15, 14, 10, 11, 9, 5, 1, 3, 4, 8, 13, 6, 2, 12, 7]  
Distancia total do melhor caminho: 12782.8360675
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 10 -----
Melhor caminho: [15, 13, 12, 11, 4, 10, 6, 2, 8, 3, 7, 5, 9, 14, 1]
Distancia total do melhor caminho: 10777.2698859

----- ITERACAO 11 -----
Melhor caminho: [8, 1, 3, 15, 14, 10, 12, 9, 2, 4, 7, 5, 13, 6, 11]
Distancia total do melhor caminho: 12384.4351244

----- ITERACAO 12 -----
Melhor caminho: [6, 2, 5, 8, 4, 10, 11, 12, 3, 15, 1, 9, 14, 7, 13]
Distancia total do melhor caminho: 10793.0073309

----- ITERACAO 13 -----
Melhor caminho: [9, 8, 4, 14, 5, 13, 12, 11, 1, 3, 2, 6, 15, 7, 10]
Distancia total do melhor caminho: 11400.400149

----- ITERACAO 14 -----
Melhor caminho: [6, 10, 1, 12, 2, 5, 9, 13, 11, 15, 8, 3, 4, 7, 14]
Distancia total do melhor caminho: 12793.8937021

----- ITERACAO 15 -----
Melhor caminho: [2, 5, 7, 15, 10, 14, 11, 9, 1, 8, 3, 6, 13, 4, 12]
Distancia total do melhor caminho: 11646.1422961

----- ITERACAO 16 -----
Melhor caminho: [9, 12, 10, 8, 11, 4, 2, 5, 14, 6, 13, 7, 3, 15, 1]
Distancia total do melhor caminho: 11647.3561476

----- ITERACAO 17 -----
Melhor caminho: [4, 5, 6, 15, 7, 13, 12, 10, 2, 11, 3, 14, 8, 1, 9]
Distancia total do melhor caminho: 11404.7463136

----- ITERACAO 18 -----
Melhor caminho: [4, 2, 15, 5, 6, 14, 11, 8, 1, 12, 9, 7, 10, 3, 13]
Distancia total do melhor caminho: 11947.3607

----- ITERACAO 19 -----
Melhor caminho: [14, 15, 12, 3, 9, 2, 6, 4, 13, 1, 10, 5, 8, 11, 7]
Distancia total do melhor caminho: 11520.0998654
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 20 -----  
Melhor caminho: [12, 15, 4, 1, 5, 8, 6, 10, 14, 3, 2, 9, 7, 13, 11]  
Distancia total do melhor caminho: 11390.5077738  
  
----- ITERACAO 21 -----  
Melhor caminho: [14, 9, 13, 12, 4, 5, 11, 10, 15, 6, 3, 7, 1, 8, 2]  
Distancia total do melhor caminho: 12705.4007802  
  
----- ITERACAO 22 -----  
Melhor caminho: [2, 4, 8, 10, 15, 14, 13, 11, 5, 7, 3, 6, 12, 1, 9]  
Distancia total do melhor caminho: 13218.5377948  
  
----- ITERACAO 23 -----  
Melhor caminho: [3, 2, 11, 5, 10, 7, 6, 14, 4, 12, 9, 13, 15, 1, 8]  
Distancia total do melhor caminho: 12459.6136171  
  
----- ITERACAO 24 -----  
Melhor caminho: [4, 2, 5, 11, 12, 14, 10, 15, 1, 7, 6, 8, 13, 3, 9]  
Distancia total do melhor caminho: 11745.8525491  
  
----- ITERACAO 25 -----  
Melhor caminho: [15, 13, 1, 4, 3, 2, 9, 11, 6, 12, 8, 5, 7, 14, 10]  
Distancia total do melhor caminho: 13604.6021779  
  
----- ITERACAO 26 -----  
Melhor caminho: [12, 14, 15, 5, 2, 1, 3, 8, 10, 4, 11, 7, 6, 13, 9]  
Distancia total do melhor caminho: 11938.2706608  
  
----- ITERACAO 27 -----  
Melhor caminho: [11, 4, 1, 5, 2, 12, 7, 15, 8, 6, 9, 3, 14, 10, 13]  
Distancia total do melhor caminho: 13198.0847902  
  
----- ITERACAO 28 -----  
Melhor caminho: [7, 5, 10, 11, 9, 12, 3, 8, 14, 6, 13, 4, 1, 15, 2]  
Distancia total do melhor caminho: 12733.1372151  
  
----- ITERACAO 29 -----  
Melhor caminho: [1, 10, 5, 15, 4, 6, 12, 9, 3, 14, 11, 7, 13, 2, 8]  
Distancia total do melhor caminho: 11596.213952
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 30 -----
Melhor caminho: [3, 5, 6, 7, 8, 11, 2, 10, 4, 1, 13, 9, 12, 15, 14]
Distancia total do melhor caminho: 12917.7315084

----- ITERACAO 31 -----
Melhor caminho: [9, 7, 13, 15, 12, 14, 11, 3, 8, 2, 5, 1, 10, 6, 4]
Distancia total do melhor caminho: 11305.2306957

----- ITERACAO 32 -----
Melhor caminho: [10, 8, 11, 15, 14, 13, 1, 2, 12, 3, 6, 7, 5, 9, 4]
Distancia total do melhor caminho: 12592.9081778

----- ITERACAO 33 -----
Melhor caminho: [10, 15, 3, 4, 2, 1, 7, 14, 6, 5, 12, 13, 8, 11, 9]
Distancia total do melhor caminho: 12341.6069937

----- ITERACAO 34 -----
Melhor caminho: [7, 10, 11, 12, 15, 4, 5, 2, 13, 6, 9, 8, 3, 14, 1]
Distancia total do melhor caminho: 12225.8024292

----- ITERACAO 35 -----
Melhor caminho: [5, 9, 11, 7, 1, 15, 12, 6, 2, 8, 3, 4, 14, 10, 13]
Distancia total do melhor caminho: 12711.8162847

----- ITERACAO 36 -----
Melhor caminho: [7, 2, 5, 9, 6, 10, 11, 14, 4, 13, 8, 3, 12, 1, 15]
Distancia total do melhor caminho: 11047.0714192

----- ITERACAO 37 -----
Melhor caminho: [4, 5, 11, 10, 6, 7, 13, 8, 1, 9, 2, 12, 15, 3, 14]
Distancia total do melhor caminho: 11326.4206648

----- ITERACAO 38 -----
Melhor caminho: [10, 2, 3, 5, 11, 4, 13, 7, 1, 15, 8, 6, 14, 9, 12]
Distancia total do melhor caminho: 12045.550889

----- ITERACAO 39 -----
Melhor caminho: [13, 4, 15, 3, 6, 14, 2, 10, 11, 5, 7, 1, 9, 12, 8]
Distancia total do melhor caminho: 14547.0244317
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 40 -----
Melhor caminho: [5, 7, 15, 8, 12, 4, 9, 2, 13, 11, 14, 10, 3, 6, 1]
Distancia total do melhor caminho: 12101.2465916

----- ITERACAO 41 -----
Melhor caminho: [1, 4, 6, 7, 3, 15, 14, 12, 5, 11, 8, 9, 13, 2, 10]
Distancia total do melhor caminho: 12080.6869257

----- ITERACAO 42 -----
Melhor caminho: [3, 5, 12, 13, 9, 14, 6, 2, 4, 11, 10, 8, 15, 1, 7]
Distancia total do melhor caminho: 12158.0511565

----- ITERACAO 43 -----
Melhor caminho: [1, 3, 12, 13, 11, 5, 15, 2, 10, 8, 9, 6, 14, 4, 7]
Distancia total do melhor caminho: 12638.6014267

----- ITERACAO 44 -----
Melhor caminho: [11, 10, 8, 9, 14, 1, 6, 3, 15, 5, 13, 7, 2, 4, 12]
Distancia total do melhor caminho: 13056.6784648

----- ITERACAO 45 -----
Melhor caminho: [10, 5, 12, 14, 4, 15, 3, 2, 13, 8, 6, 7, 9, 11, 1]
Distancia total do melhor caminho: 11796.8148801

----- ITERACAO 46 -----
Melhor caminho: [1, 3, 6, 15, 12, 14, 9, 10, 4, 11, 5, 8, 7, 2, 13]
Distancia total do melhor caminho: 12175.2241967

----- ITERACAO 47 -----
Melhor caminho: [3, 2, 5, 15, 10, 14, 8, 11, 7, 12, 6, 4, 13, 1, 9]
Distancia total do melhor caminho: 12556.7984336

----- ITERACAO 48 -----
Melhor caminho: [15, 4, 9, 6, 5, 12, 7, 13, 1, 8, 2, 10, 11, 3, 14]
Distancia total do melhor caminho: 11379.6054712

----- ITERACAO 49 -----
Melhor caminho: [11, 10, 12, 13, 8, 7, 5, 6, 2, 4, 3, 1, 15, 9, 14]
Distancia total do melhor caminho: 12150.0775768
```

4.2.2 Segunda configuração

Para este experimento foi utilizada a seguinte configuração:

- Número de repetições: 50
- Número máximo de iterações para achar o melhor caminho: 1000
- Quantidade de feromônio depositado por cada formiga: 1
- Taxa de evaporação do feromônio: 0.8

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 0 -----
Melhor caminho: [12, 13, 6, 5, 10, 1, 2, 8, 11, 4, 14, 9, 7, 15, 3]
Distancia total do melhor caminho: 11794.6451655

----- ITERACAO 1 -----
Melhor caminho: [1, 2, 6, 9, 15, 8, 13, 11, 4, 12, 5, 14, 7, 3, 10]
Distancia total do melhor caminho: 10942.1642371

----- ITERACAO 2 -----
Melhor caminho: [7, 6, 3, 4, 2, 13, 11, 9, 1, 14, 5, 10, 12, 8, 15]
Distancia total do melhor caminho: 9948.93074068

----- ITERACAO 3 -----
Melhor caminho: [3, 5, 9, 10, 8, 15, 11, 2, 6, 12, 1, 4, 13, 7, 14]
Distancia total do melhor caminho: 12368.3579746

----- ITERACAO 4 -----
Melhor caminho: [1, 4, 9, 7, 8, 10, 13, 5, 12, 11, 3, 6, 14, 2, 15]
Distancia total do melhor caminho: 11540.4379953

----- ITERACAO 5 -----
Melhor caminho: [14, 9, 13, 12, 10, 5, 2, 3, 8, 11, 7, 15, 4, 6, 1]
Distancia total do melhor caminho: 11543.9545979

----- ITERACAO 6 -----
Melhor caminho: [11, 13, 3, 2, 15, 1, 10, 4, 12, 6, 14, 5, 9, 7, 8]
Distancia total do melhor caminho: 11576.499569

----- ITERACAO 7 -----
Melhor caminho: [1, 4, 6, 13, 15, 12, 8, 10, 9, 7, 3, 14, 11, 5, 2]
Distancia total do melhor caminho: 13259.871123

----- ITERACAO 8 -----
Melhor caminho: [6, 2, 8, 14, 7, 15, 12, 9, 4, 10, 1, 5, 11, 3, 13]
Distancia total do melhor caminho: 12377.6019667

----- ITERACAO 9 -----
Melhor caminho: [9, 4, 7, 1, 6, 2, 3, 11, 14, 10, 8, 5, 13, 15, 12]
Distancia total do melhor caminho: 13005.2391105
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 10 -----
Melhor caminho: [11, 12, 1, 5, 2, 15, 9, 8, 3, 7, 4, 10, 14, 13, 6]
Distancia total do melhor caminho: 11837.8169636

----- ITERACAO 11 -----
Melhor caminho: [6, 5, 3, 9, 10, 13, 2, 15, 1, 8, 4, 11, 12, 7, 14]
Distancia total do melhor caminho: 12105.277551

----- ITERACAO 12 -----
Melhor caminho: [15, 12, 11, 2, 6, 3, 4, 9, 14, 1, 5, 10, 8, 13, 7]
Distancia total do melhor caminho: 12385.6984146

----- ITERACAO 13 -----
Melhor caminho: [8, 3, 5, 4, 6, 9, 15, 11, 1, 12, 7, 13, 14, 2, 10]
Distancia total do melhor caminho: 11916.3255016

----- ITERACAO 14 -----
Melhor caminho: [14, 10, 13, 8, 3, 7, 2, 6, 11, 1, 12, 5, 4, 15, 9]
Distancia total do melhor caminho: 13382.4369155

----- ITERACAO 15 -----
Melhor caminho: [13, 3, 6, 4, 7, 15, 2, 8, 12, 5, 11, 14, 1, 10, 9]
Distancia total do melhor caminho: 12232.3879824

----- ITERACAO 16 -----
Melhor caminho: [2, 3, 15, 10, 11, 14, 9, 6, 7, 5, 4, 8, 13, 1, 12]
Distancia total do melhor caminho: 12109.9919018

----- ITERACAO 17 -----
Melhor caminho: [4, 2, 8, 11, 15, 10, 14, 5, 9, 12, 7, 3, 13, 1, 6]
Distancia total do melhor caminho: 12676.3156622

----- ITERACAO 18 -----
Melhor caminho: [10, 12, 13, 3, 14, 8, 5, 1, 11, 7, 4, 2, 6, 15, 9]
Distancia total do melhor caminho: 12393.0961911

----- ITERACAO 19 -----
Melhor caminho: [11, 3, 4, 5, 1, 6, 12, 9, 13, 14, 2, 8, 7, 10, 15]
Distancia total do melhor caminho: 12418.8591007
```


4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 20 -----  
Melhor caminho: [9, 7, 11, 8, 10, 13, 3, 15, 6, 4, 1, 5, 12, 2, 14]  
Distancia total do melhor caminho: 13083.6985463  
  
----- ITERACAO 21 -----  
Melhor caminho: [7, 1, 5, 10, 6, 13, 12, 9, 3, 4, 8, 11, 14, 2, 15]  
Distancia total do melhor caminho: 12481.1756848  
  
----- ITERACAO 22 -----  
Melhor caminho: [2, 1, 9, 13, 8, 12, 10, 15, 5, 14, 6, 3, 11, 4, 7]  
Distancia total do melhor caminho: 11978.7114839  
  
----- ITERACAO 23 -----  
Melhor caminho: [10, 4, 2, 8, 5, 9, 15, 14, 1, 7, 3, 6, 11, 13, 12]  
Distancia total do melhor caminho: 13377.3621523  
  
----- ITERACAO 24 -----  
Melhor caminho: [12, 14, 15, 9, 10, 2, 3, 4, 13, 6, 8, 5, 1, 7, 11]  
Distancia total do melhor caminho: 12476.3938228  
  
----- ITERACAO 25 -----  
Melhor caminho: [15, 4, 13, 12, 11, 8, 2, 3, 5, 9, 14, 7, 1, 6, 10]  
Distancia total do melhor caminho: 12343.1151082  
  
----- ITERACAO 26 -----  
Melhor caminho: [13, 15, 11, 10, 12, 2, 7, 4, 9, 5, 6, 3, 1, 14, 8]  
Distancia total do melhor caminho: 12209.3112821  
  
----- ITERACAO 27 -----  
Melhor caminho: [9, 5, 4, 3, 15, 14, 13, 6, 1, 12, 2, 11, 7, 10, 8]  
Distancia total do melhor caminho: 11387.8975712  
  
----- ITERACAO 28 -----  
Melhor caminho: [5, 1, 6, 15, 11, 9, 7, 14, 3, 10, 4, 12, 13, 2, 8]  
Distancia total do melhor caminho: 13197.4963797  
  
----- ITERACAO 29 -----  
Melhor caminho: [4, 8, 2, 14, 9, 12, 10, 6, 3, 11, 15, 7, 13, 1, 5]  
Distancia total do melhor caminho: 11954.8892171
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 30 -----
Melhor caminho: [10, 9, 7, 1, 5, 3, 13, 14, 8, 4, 15, 2, 6, 11, 12]
Distancia total do melhor caminho: 12347.1385717

----- ITERACAO 31 -----
Melhor caminho: [12, 5, 9, 10, 8, 3, 15, 2, 6, 4, 7, 1, 14, 11, 13]
Distancia total do melhor caminho: 10656.9349315

----- ITERACAO 32 -----
Melhor caminho: [1, 6, 7, 9, 14, 3, 12, 5, 15, 4, 13, 8, 11, 2, 10]
Distancia total do melhor caminho: 13154.6755404

----- ITERACAO 33 -----
Melhor caminho: [3, 7, 6, 15, 4, 14, 12, 8, 2, 9, 5, 10, 11, 1, 13]
Distancia total do melhor caminho: 12313.1160496

----- ITERACAO 34 -----
Melhor caminho: [9, 8, 6, 15, 1, 14, 11, 7, 5, 10, 4, 3, 12, 2, 13]
Distancia total do melhor caminho: 11840.2177057

----- ITERACAO 35 -----
Melhor caminho: [8, 4, 14, 15, 6, 13, 11, 5, 2, 3, 1, 7, 12, 9, 10]
Distancia total do melhor caminho: 12522.8471678

----- ITERACAO 36 -----
Melhor caminho: [15, 4, 14, 13, 6, 2, 3, 8, 5, 9, 12, 11, 10, 7, 1]
Distancia total do melhor caminho: 13332.1950399

----- ITERACAO 37 -----
Melhor caminho: [7, 10, 12, 11, 8, 6, 4, 14, 9, 1, 15, 5, 3, 13, 2]
Distancia total do melhor caminho: 13473.0408073

----- ITERACAO 38 -----
Melhor caminho: [12, 8, 13, 15, 6, 14, 1, 4, 11, 9, 5, 7, 2, 10, 3]
Distancia total do melhor caminho: 12539.9513262

----- ITERACAO 39 -----
Melhor caminho: [7, 5, 3, 12, 6, 11, 14, 13, 1, 10, 2, 8, 15, 4, 9]
Distancia total do melhor caminho: 12889.4719367
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 40 -----
Melhor caminho: [2, 1, 11, 7, 12, 6, 14, 9, 10, 8, 3, 4, 13, 5, 15]
Distancia total do melhor caminho: 12366.7410132

----- ITERACAO 41 -----
Melhor caminho: [11, 12, 6, 5, 1, 10, 7, 14, 3, 8, 4, 2, 9, 13, 15]
Distancia total do melhor caminho: 12213.106043

----- ITERACAO 42 -----
Melhor caminho: [10, 11, 13, 14, 15, 4, 5, 9, 12, 8, 6, 2, 1, 7, 3]
Distancia total do melhor caminho: 12187.2287712

----- ITERACAO 43 -----
Melhor caminho: [10, 15, 12, 11, 6, 2, 1, 5, 14, 4, 13, 3, 7, 9, 8]
Distancia total do melhor caminho: 12621.6579187

----- ITERACAO 44 -----
Melhor caminho: [3, 6, 7, 4, 8, 15, 14, 13, 2, 10, 5, 9, 11, 1, 12]
Distancia total do melhor caminho: 11755.0680633

----- ITERACAO 45 -----
Melhor caminho: [6, 2, 5, 4, 8, 15, 12, 10, 7, 14, 3, 11, 13, 1, 9]
Distancia total do melhor caminho: 11598.9895705

----- ITERACAO 46 -----
Melhor caminho: [1, 2, 14, 15, 13, 10, 11, 8, 3, 12, 5, 7, 6, 4, 9]
Distancia total do melhor caminho: 11166.1565857

----- ITERACAO 47 -----
Melhor caminho: [15, 3, 11, 12, 4, 13, 5, 6, 10, 7, 1, 9, 8, 2, 14]
Distancia total do melhor caminho: 11451.5701117

----- ITERACAO 48 -----
Melhor caminho: [12, 7, 15, 14, 13, 5, 9, 8, 11, 6, 4, 1, 2, 10, 3]
Distancia total do melhor caminho: 13311.8810196

----- ITERACAO 49 -----
Melhor caminho: [5, 4, 9, 7, 8, 12, 13, 11, 3, 14, 2, 15, 10, 1, 6]
Distancia total do melhor caminho: 11761.8661855
```

4 EXERCÍCIOS

4.3 M29

Neste exercício é fornecido as coordenadas de 29 cidades diferentes.

4.3.1 Primeira configuração

Para este experimento foi utilizada a seguinte configuração:

- Número de repetições: 50
- Número máximo de iterações para achar o melhor caminho: 100
- Quantidade de feromônio depositado por cada formiga: 1
- Taxa de evaporação do feromônio: 0.5

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 0 -----
Melhor caminho: [25, 21, 26, 22, 24, 28, 27, 19, 17, 20, 29, 15, 23, 16, 14, 11, 7, 9, 8, 5, 6, 2, 1, 13, 18, 10, 12, 4, 3]
Distancia total do melhor caminho: 65348.8280441

----- ITERACAO 1 -----
Melhor caminho: [11, 12, 7, 1, 4, 13, 2, 6, 5, 10, 9, 3, 15, 14, 22, 26, 25, 18, 21, 20, 16, 27, 17, 23, 28, 19, 8, 29, 24]
Distancia total do melhor caminho: 70134.3723654

----- ITERACAO 2 -----
Melhor caminho: [22, 24, 26, 23, 20, 21, 25, 27, 19, 29, 7, 28, 14, 8, 11, 5, 18, 12, 17, 13, 15, 10, 9, 16, 4, 1, 2, 3, 6]
Distancia total do melhor caminho: 68501.8007676

----- ITERACAO 3 -----
Melhor caminho: [27, 26, 18, 15, 29, 13, 20, 21, 28, 19, 22, 14, 16, 23, 25, 12, 11, 24, 8, 9, 5, 7, 10, 1, 4, 3, 2, 6, 17]
Distancia total do melhor caminho: 77723.1184083

----- ITERACAO 4 -----
Melhor caminho: [20, 27, 21, 29, 26, 28, 18, 14, 19, 24, 23, 17, 16, 25, 6, 9, 5, 13, 12, 2, 3, 15, 7, 10, 11, 8, 22, 1, 4]
Distancia total do melhor caminho: 73776.7753035

----- ITERACAO 5 -----
Melhor caminho: [25, 22, 26, 18, 28, 27, 19, 29, 24, 23, 21, 9, 20, 13, 10, 16, 6, 8, 17, 2, 1, 5, 4, 14, 15, 12, 3, 7, 11]
Distancia total do melhor caminho: 68051.9213076

----- ITERACAO 6 -----
Melhor caminho: [22, 28, 24, 21, 19, 27, 26, 23, 25, 10, 29, 13, 15, 20, 12, 6, 16, 18, 17, 2, 11, 7, 14, 3, 8, 1, 4, 5, 9]
Distancia total do melhor caminho: 75657.5951706

----- ITERACAO 7 -----
Melhor caminho: [28, 29, 24, 27, 25, 26, 15, 20, 16, 13, 22, 23, 21, 11, 12, 19, 8, 7, 3, 17, 4, 10, 1, 14, 18, 9, 2, 6, 5]
Distancia total do melhor caminho: 71640.1858958

----- ITERACAO 8 -----
Melhor caminho: [21, 28, 22, 26, 27, 19, 23, 25, 20, 29, 18, 24, 17, 14, 13, 9, 15, 8, 16, 2, 7, 6, 12, 5, 3, 1, 11, 4, 10]
Distancia total do melhor caminho: 65490.1200214

----- ITERACAO 9 -----
Melhor caminho: [25, 26, 24, 29, 20, 23, 22, 28, 27, 12, 21, 18, 19, 6, 14, 17, 9, 5, 11, 8, 10, 7, 16, 3, 13, 1, 4, 2, 15]
Distancia total do melhor caminho: 73961.7994518
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 10 -----
Melhor caminho: [2, 1, 10, 3, 9, 5, 15, 12, 13, 4, 8, 7, 6, 19, 22, 28, 23, 21, 18, 11, 29, 25, 24, 14, 27, 16, 20, 26, 17]
Distancia total do melhor caminho: 76380.4089859

----- ITERACAO 11 -----
Melhor caminho: [26, 19, 25, 28, 29, 27, 20, 15, 18, 21, 22, 13, 23, 9, 24, 8, 11, 12, 17, 4, 14, 3, 10, 16, 5, 6, 7, 1, 2]
Distancia total do melhor caminho: 76143.3921175

----- ITERACAO 12 -----
Melhor caminho: [19, 29, 22, 17, 25, 26, 21, 18, 20, 24, 27, 28, 8, 13, 6, 23, 9, 4, 10, 11, 7, 3, 1, 15, 14, 12, 16, 2, 5]
Distancia total do melhor caminho: 69750.9785327

----- ITERACAO 13 -----
Melhor caminho: [22, 24, 29, 26, 27, 28, 25, 16, 19, 23, 18, 15, 17, 6, 13, 10, 1, 2, 20, 8, 4, 14, 3, 5, 21, 7, 9, 11, 12]
Distancia total do melhor caminho: 71215.1667968

----- ITERACAO 14 -----
Melhor caminho: [27, 28, 25, 23, 22, 29, 26, 19, 24, 21, 20, 15, 16, 1, 11, 7, 3, 5, 13, 4, 8, 9, 14, 12, 18, 6, 2, 17, 10]
Distancia total do melhor caminho: 63267.0658499

----- ITERACAO 15 -----
Melhor caminho: [24, 26, 29, 28, 20, 22, 19, 27, 23, 17, 18, 21, 13, 12, 25, 4, 16, 7, 6, 1, 15, 14, 10, 8, 2, 9, 3, 11, 5]
Distancia total do melhor caminho: 68663.81311

----- ITERACAO 16 -----
Melhor caminho: [21, 27, 25, 19, 23, 28, 26, 24, 20, 22, 29, 9, 13, 17, 14, 6, 12, 3, 10, 15, 7, 11, 8, 1, 4, 5, 2, 18, 16]
Distancia total do melhor caminho: 70235.6477815

----- ITERACAO 17 -----
Melhor caminho: [1, 2, 7, 4, 8, 6, 9, 11, 13, 10, 5, 3, 14, 18, 21, 28, 29, 19, 15, 26, 24, 20, 27, 12, 22, 23, 25, 17, 16]
Distancia total do melhor caminho: 71764.2624048

----- ITERACAO 18 -----
Melhor caminho: [22, 27, 23, 21, 18, 26, 20, 28, 15, 29, 25, 24, 13, 4, 7, 9, 17, 10, 19, 12, 14, 16, 5, 11, 1, 6, 2, 3, 8]
Distancia total do melhor caminho: 82014.41948

----- ITERACAO 19 -----
Melhor caminho: [28, 27, 21, 22, 14, 26, 29, 20, 19, 16, 15, 18, 25, 2, 11, 1, 4, 3, 23, 5, 7, 24, 12, 10, 9, 8, 6, 17, 13]
Distancia total do melhor caminho: 67011.5332495
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 20 -----
Melhor caminho: [2, 1, 18, 7, 4, 3, 6, 12, 17, 11, 13, 8, 5, 9, 22, 26, 28, 25, 27, 10, 14, 21, 24, 15, 16, 19, 29, 20, 23]
Distancia total do melhor caminho: 70706.5198633

----- ITERACAO 21 -----
Melhor caminho: [23, 24, 22, 19, 26, 25, 28, 18, 29, 27, 21, 14, 16, 12, 2, 17, 11, 1, 5, 3, 15, 8, 6, 10, 13, 7, 9, 20, 4]
Distancia total do melhor caminho: 73909.2750357

----- ITERACAO 22 -----
Melhor caminho: [2, 3, 6, 5, 4, 1, 12, 8, 14, 10, 7, 13, 9, 17, 11, 27, 24, 23, 16, 21, 20, 28, 22, 19, 29, 15, 26, 18, 25]
Distancia total do melhor caminho: 67567.5057043

----- ITERACAO 23 -----
Melhor caminho: [29, 25, 21, 24, 28, 26, 27, 19, 18, 20, 22, 23, 17, 15, 9, 16, 3, 14, 11, 4, 6, 10, 8, 7, 12, 13, 5, 1, 2]
Distancia total do melhor caminho: 66995.8758132

----- ITERACAO 24 -----
Melhor caminho: [6, 7, 12, 4, 11, 1, 16, 3, 17, 5, 2, 8, 10, 18, 13, 20, 28, 14, 9, 27, 22, 21, 19, 15, 26, 29, 23, 25, 24]
Distancia total do melhor caminho: 71521.9425931

----- ITERACAO 25 -----
Melhor caminho: [23, 28, 29, 26, 24, 27, 22, 13, 21, 10, 25, 11, 15, 7, 16, 12, 5, 6, 17, 1, 14, 9, 20, 8, 3, 2, 18, 4, 19]
Distancia total do melhor caminho: 76258.9358997

----- ITERACAO 26 -----
Melhor caminho: [25, 22, 19, 28, 23, 26, 18, 27, 17, 24, 29, 16, 11, 9, 20, 10, 13, 7, 5, 12, 14, 21, 15, 3, 1, 6, 2, 4, 8]
Distancia total do melhor caminho: 65105.388073

----- ITERACAO 27 -----
Melhor caminho: [29, 26, 28, 24, 25, 21, 27, 23, 22, 16, 3, 20, 13, 4, 19, 6, 10, 18, 15, 1, 14, 2, 12, 8, 11, 9, 7, 17, 5]
Distancia total do melhor caminho: 75285.1427476

----- ITERACAO 28 -----
Melhor caminho: [29, 27, 21, 24, 22, 23, 26, 13, 25, 28, 16, 20, 12, 17, 11, 8, 3, 19, 10, 7, 5, 4, 6, 1, 2, 14, 9, 15, 18]
Distancia total do melhor caminho: 69566.1119686

----- ITERACAO 29 -----
Melhor caminho: [22, 29, 28, 27, 26, 25, 19, 17, 16, 21, 20, 24, 18, 6, 13, 15, 11, 23, 12, 5, 3, 9, 14, 7, 10, 1, 4, 8, 2]
Distancia total do melhor caminho: 70437.1547442
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 30 -----
Melhor caminho: [29, 27, 14, 25, 26, 28, 15, 10, 7, 12, 22, 19, 24, 8, 20, 4, 21, 9, 23, 16, 18, 17, 11, 1, 3, 6, 2, 5, 13]
Distancia total do melhor caminho: 80074.3001728

----- ITERACAO 31 -----
Melhor caminho: [22, 28, 29, 25, 23, 18, 19, 2, 26, 21, 24, 27, 20, 9, 6, 10, 13, 5, 7, 14, 1, 11, 4, 15, 17, 12, 16, 8, 3]
Distancia total do melhor caminho: 72868.2200504

----- ITERACAO 32 -----
Melhor caminho: [9, 8, 7, 10, 1, 2, 5, 12, 3, 13, 4, 6, 11, 16, 23, 22, 27, 15, 14, 28, 20, 19, 25, 18, 24, 17, 21, 29, 26]
Distancia total do melhor caminho: 69476.8028459

----- ITERACAO 33 -----
Melhor caminho: [25, 22, 28, 27, 29, 23, 21, 19, 18, 24, 26, 14, 12, 15, 8, 17, 10, 7, 3, 13, 4, 6, 1, 20, 5, 9, 16, 11, 2]
Distancia total do melhor caminho: 75433.6855346

----- ITERACAO 34 -----
Melhor caminho: [1, 2, 3, 10, 9, 7, 12, 8, 24, 11, 4, 20, 17, 25, 5, 23, 16, 29, 6, 21, 27, 14, 28, 13, 22, 18, 26, 15, 19]
Distancia total do melhor caminho: 76072.5283283

----- ITERACAO 35 -----
Melhor caminho: [24, 23, 27, 19, 25, 28, 29, 18, 22, 20, 26, 21, 17, 5, 16, 8, 10, 13, 6, 4, 14, 9, 7, 15, 12, 3, 11, 1, 2]
Distancia total do melhor caminho: 65082.3491612

----- ITERACAO 36 -----
Melhor caminho: [26, 20, 25, 15, 28, 24, 19, 29, 27, 22, 21, 23, 8, 18, 10, 7, 4, 11, 9, 16, 3, 2, 1, 14, 12, 6, 17, 13, 5]
Distancia total do melhor caminho: 73272.3985871

----- ITERACAO 37 -----
Melhor caminho: [28, 24, 25, 20, 17, 27, 23, 26, 16, 13, 21, 18, 29, 22, 19, 12, 14, 5, 9, 7, 2, 4, 1, 15, 8, 3, 11, 10, 6]
Distancia total do melhor caminho: 77197.014655

----- ITERACAO 38 -----
Melhor caminho: [28, 29, 25, 24, 27, 26, 9, 10, 23, 18, 11, 21, 22, 20, 19, 16, 12, 2, 5, 17, 8, 3, 1, 14, 6, 13, 15, 4, 7]
Distancia total do melhor caminho: 62593.5444961

----- ITERACAO 39 -----
Melhor caminho: [22, 29, 26, 25, 24, 21, 23, 19, 28, 20, 27, 13, 15, 3, 5, 7, 14, 1, 8, 17, 2, 9, 10, 16, 11, 6, 12, 18, 4]
Distancia total do melhor caminho: 73455.3460015
```


4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 40 -----
Melhor caminho: [23, 22, 12, 21, 20, 29, 27, 26, 19, 28, 15, 4, 24, 25, 14, 11, 5, 2, 13, 1, 10, 16, 18, 6, 7, 9, 8, 3, 17]
Distancia total do melhor caminho: 72929.8812473

----- ITERACAO 41 -----
Melhor caminho: [28, 29, 19, 26, 18, 23, 17, 25, 27, 16, 24, 20, 21, 15, 11, 14, 9, 2, 4, 8, 6, 7, 5, 22, 12, 10, 13, 1, 3]
Distancia total do melhor caminho: 68131.0027511

----- ITERACAO 42 -----
Melhor caminho: [7, 6, 3, 1, 5, 10, 8, 4, 20, 16, 11, 9, 2, 12, 19, 23, 24, 17, 25, 29, 18, 21, 15, 26, 13, 22, 28, 27, 14]
Distancia total do melhor caminho: 73367.8543776

----- ITERACAO 43 -----
Melhor caminho: [1, 2, 12, 14, 6, 3, 10, 11, 7, 4, 9, 5, 18, 24, 8, 13, 21, 25, 19, 22, 16, 27, 17, 20, 29, 28, 23, 15, 26]
Distancia total do melhor caminho: 74112.1661666

----- ITERACAO 44 -----
Melhor caminho: [3, 2, 12, 6, 4, 1, 7, 10, 14, 5, 8, 9, 19, 21, 20, 26, 18, 13, 17, 23, 28, 11, 27, 15, 25, 24, 29, 22, 16]
Distancia total do melhor caminho: 72557.0886655

----- ITERACAO 45 -----
Melhor caminho: [22, 26, 20, 27, 25, 23, 28, 21, 29, 18, 24, 17, 19, 4, 2, 9, 8, 15, 16, 1, 14, 7, 11, 10, 5, 3, 12, 6, 13]
Distancia total do melhor caminho: 60183.2410398

----- ITERACAO 46 -----
Melhor caminho: [28, 19, 26, 18, 20, 23, 25, 29, 24, 21, 27, 22, 5, 9, 2, 16, 12, 10, 7, 14, 1, 6, 4, 13, 17, 8, 11, 15, 3]
Distancia total do melhor caminho: 70560.4113692

----- ITERACAO 47 -----
Melhor caminho: [17, 26, 22, 25, 24, 29, 28, 23, 27, 18, 14, 16, 13, 12, 8, 15, 7, 6, 5, 11, 2, 1, 3, 20, 19, 10, 21, 9, 4]
Distancia total do melhor caminho: 68082.2392023

----- ITERACAO 48 -----
Melhor caminho: [21, 26, 19, 28, 24, 23, 20, 29, 16, 27, 25, 22, 10, 12, 8, 13, 3, 6, 7, 14, 2, 1, 5, 11, 17, 18, 15, 9, 4]
Distancia total do melhor caminho: 70863.1314394

----- ITERACAO 49 -----
Melhor caminho: [8, 25, 27, 26, 14, 24, 29, 23, 16, 17, 12, 28, 15, 5, 11, 7, 9, 22, 13, 10, 18, 19, 21, 4, 1, 6, 2, 3, 20]
Distancia total do melhor caminho: 79379.4215061
```

4.3.2 Segunda configuração

Para este experimento foi utilizada a seguinte configuração:

- Número de repetições: 50
- Número máximo de iterações para achar o melhor caminho: 10
- Quantidade de feromônio depositado por cada formiga: 1
- Taxa de evaporação do feromônio: 0.8

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 0 -----  
Melhor caminho: [25, 21, 26, 22, 24, 28, 27, 19, 17, 20, 29, 15, 23, 16, 14, 11, 7, 9, 8, 5, 6, 2, 1, 13, 18, 10, 12, 4, 3]  
Distancia total do melhor caminho: 65348.8280441  
  
----- ITERACAO 1 -----  
Melhor caminho: [11, 12, 7, 1, 4, 13, 2, 6, 5, 10, 9, 3, 15, 14, 22, 26, 25, 18, 21, 20, 16, 27, 17, 23, 28, 19, 8, 29, 24]  
Distancia total do melhor caminho: 70134.3723654  
  
----- ITERACAO 2 -----  
Melhor caminho: [22, 24, 26, 23, 20, 21, 25, 27, 19, 29, 7, 28, 14, 8, 11, 5, 18, 12, 17, 13, 15, 10, 9, 16, 4, 1, 2, 3, 6]  
Distancia total do melhor caminho: 68501.8007676  
  
----- ITERACAO 3 -----  
Melhor caminho: [27, 26, 18, 15, 29, 13, 20, 21, 28, 19, 22, 14, 16, 23, 25, 12, 11, 24, 8, 9, 5, 7, 10, 1, 4, 3, 2, 6, 17]  
Distancia total do melhor caminho: 77723.1184083  
  
----- ITERACAO 4 -----  
Melhor caminho: [20, 27, 21, 29, 26, 28, 18, 14, 19, 24, 23, 17, 16, 25, 6, 9, 5, 13, 12, 2, 3, 15, 7, 10, 11, 8, 22, 1, 4]  
Distancia total do melhor caminho: 73776.7753035  
  
----- ITERACAO 5 -----  
Melhor caminho: [25, 22, 26, 18, 28, 27, 19, 29, 24, 23, 21, 9, 20, 13, 10, 16, 6, 8, 17, 2, 1, 5, 4, 14, 15, 12, 3, 7, 11]  
Distancia total do melhor caminho: 68051.9213076  
  
----- ITERACAO 6 -----  
Melhor caminho: [22, 28, 24, 21, 19, 27, 26, 23, 25, 10, 29, 13, 15, 20, 12, 6, 16, 18, 17, 2, 11, 7, 14, 3, 8, 1, 4, 5, 9]  
Distancia total do melhor caminho: 75657.5951706  
  
----- ITERACAO 7 -----  
Melhor caminho: [28, 29, 24, 27, 25, 26, 15, 20, 16, 13, 22, 23, 21, 11, 12, 19, 8, 7, 3, 17, 4, 10, 1, 14, 18, 9, 2, 6, 5]  
Distancia total do melhor caminho: 71640.1858958  
  
----- ITERACAO 8 -----  
Melhor caminho: [21, 28, 22, 26, 27, 19, 23, 25, 20, 29, 18, 24, 17, 14, 13, 9, 15, 8, 16, 2, 7, 6, 12, 5, 3, 1, 11, 4, 10]  
Distancia total do melhor caminho: 65490.1200214  
  
----- ITERACAO 9 -----  
Melhor caminho: [25, 26, 24, 29, 20, 23, 22, 28, 27, 12, 21, 18, 19, 6, 14, 17, 9, 5, 11, 8, 10, 7, 16, 3, 13, 1, 4, 2, 15]  
Distancia total do melhor caminho: 73961.7994518
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 10 -----
Melhor caminho: [19, 24, 27, 21, 29, 25, 22, 23, 20, 28, 16, 26, 18, 14, 17, 13, 11, 12, 2, 10, 1, 7, 3, 9, 15, 8, 5, 4, 6]
Distancia total do melhor caminho: 70525.2554516

----- ITERACAO 11 -----
Melhor caminho: [13, 12, 20, 9, 11, 3, 6, 7, 19, 1, 2, 21, 4, 5, 28, 8, 22, 17, 10, 26, 25, 16, 15, 24, 14, 29, 23, 18, 27]
Distancia total do melhor caminho: 81449.8364635

----- ITERACAO 12 -----
Melhor caminho: [23, 19, 22, 29, 27, 28, 14, 18, 17, 20, 26, 16, 15, 21, 3, 10, 5, 1, 2, 24, 6, 9, 7, 13, 4, 8, 12, 25, 11]
Distancia total do melhor caminho: 77243.3545437

----- ITERACAO 13 -----
Melhor caminho: [17, 18, 26, 29, 27, 24, 25, 28, 23, 20, 21, 16, 22, 4, 6, 15, 11, 7, 9, 14, 2, 3, 1, 13, 8, 10, 19, 12, 5]
Distancia total do melhor caminho: 72258.7964889

----- ITERACAO 14 -----
Melhor caminho: [16, 17, 18, 29, 19, 23, 26, 25, 21, 28, 22, 27, 20, 4, 15, 24, 7, 13, 12, 3, 5, 8, 14, 10, 9, 2, 11, 1, 6]
Distancia total do melhor caminho: 66522.58022

----- ITERACAO 15 -----
Melhor caminho: [1, 2, 4, 11, 5, 3, 10, 12, 13, 6, 17, 29, 24, 15, 8, 22, 9, 21, 26, 18, 7, 23, 20, 25, 28, 16, 14, 19, 27]
Distancia total do melhor caminho: 78405.5237753

----- ITERACAO 16 -----
Melhor caminho: [17, 24, 23, 29, 27, 25, 16, 19, 28, 18, 26, 14, 20, 6, 8, 12, 7, 5, 11, 3, 15, 22, 13, 10, 9, 1, 2, 4, 21]
Distancia total do melhor caminho: 77296.1996784

----- ITERACAO 17 -----
Melhor caminho: [25, 28, 23, 29, 27, 26, 22, 24, 9, 12, 5, 8, 19, 11, 2, 13, 21, 7, 4, 18, 3, 6, 1, 16, 17, 20, 15, 10, 14]
Distancia total do melhor caminho: 73561.7706937

----- ITERACAO 18 -----
Melhor caminho: [28, 20, 13, 23, 22, 27, 26, 21, 7, 24, 29, 25, 16, 8, 19, 15, 2, 3, 14, 1, 11, 18, 6, 17, 9, 4, 5, 10, 12]
Distancia total do melhor caminho: 78622.254347

----- ITERACAO 19 -----
Melhor caminho: [23, 28, 18, 27, 22, 25, 17, 26, 19, 21, 20, 15, 24, 7, 9, 5, 10, 14, 11, 6, 1, 2, 3, 13, 16, 4, 12, 29, 8]
Distancia total do melhor caminho: 70163.8409102
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 20 -----
Melhor caminho: [22, 19, 24, 21, 25, 26, 28, 29, 17, 20, 27, 23, 3, 18, 8, 14, 13, 7, 2, 5, 12, 4, 9, 15, 10, 11, 16, 6, 1]
Distancia total do melhor caminho: 68573.6216261

----- ITERACAO 21 -----
Melhor caminho: [27, 25, 20, 29, 16, 24, 23, 26, 28, 18, 19, 21, 9, 17, 22, 7, 1, 4, 2, 13, 8, 3, 10, 15, 11, 14, 12, 5, 6]
Distancia total do melhor caminho: 73878.6336233

----- ITERACAO 22 -----
Melhor caminho: [7, 8, 3, 15, 5, 10, 11, 16, 4, 2, 1, 6, 9, 24, 13, 12, 29, 20, 19, 28, 17, 18, 25, 27, 23, 14, 22, 26, 21]
Distancia total do melhor caminho: 70899.0972718

----- ITERACAO 23 -----
Melhor caminho: [21, 27, 24, 26, 16, 22, 25, 29, 23, 28, 11, 19, 12, 15, 10, 17, 8, 5, 13, 14, 1, 7, 2, 20, 9, 18, 4, 3, 6]
Distancia total do melhor caminho: 80497.158022

----- ITERACAO 24 -----
Melhor caminho: [28, 26, 29, 21, 27, 17, 22, 20, 19, 25, 24, 23, 16, 9, 11, 15, 13, 4, 18, 7, 8, 1, 3, 6, 14, 2, 10, 12, 5]
Distancia total do melhor caminho: 69826.2382114

----- ITERACAO 25 -----
Melhor caminho: [27, 28, 23, 22, 21, 24, 12, 2, 20, 25, 26, 29, 18, 13, 9, 17, 10, 11, 7, 6, 4, 15, 5, 19, 8, 1, 16, 3, 14]
Distancia total do melhor caminho: 74597.2393614

----- ITERACAO 26 -----
Melhor caminho: [28, 16, 24, 25, 22, 27, 26, 29, 18, 15, 23, 19, 6, 20, 11, 12, 7, 17, 3, 1, 9, 4, 8, 14, 2, 5, 13, 21, 10]
Distancia total do melhor caminho: 76749.5106033

----- ITERACAO 27 -----
Melhor caminho: [6, 2, 19, 14, 4, 1, 3, 11, 13, 7, 10, 8, 12, 18, 15, 22, 5, 29, 25, 17, 24, 16, 26, 23, 21, 9, 20, 27, 28]
Distancia total do melhor caminho: 76185.921072

----- ITERACAO 28 -----
Melhor caminho: [28, 27, 12, 24, 14, 25, 13, 26, 21, 22, 23, 16, 20, 4, 17, 7, 6, 8, 9, 15, 19, 29, 11, 2, 3, 18, 1, 10, 5]
Distancia total do melhor caminho: 69934.5196448

----- ITERACAO 29 -----
Melhor caminho: [4, 5, 14, 19, 8, 10, 9, 7, 13, 2, 1, 12, 6, 3, 11, 21, 22, 25, 24, 18, 29, 23, 26, 28, 16, 15, 27, 20, 17]
Distancia total do melhor caminho: 76291.3652877
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 30 -----
Melhor caminho: [17, 22, 20, 15, 21, 29, 12, 16, 27, 18, 28, 19, 23, 7, 24, 9, 13, 25, 11, 1, 26, 10, 6, 2, 4, 3, 5, 14, 8]
Distancia total do melhor caminho: 76970.6535663

----- ITERACAO 31 -----
Melhor caminho: [24, 27, 21, 29, 23, 18, 26, 28, 16, 25, 19, 22, 17, 11, 15, 7, 14, 20, 5, 12, 1, 8, 3, 13, 4, 2, 6, 10, 9]
Distancia total do melhor caminho: 76737.6658832

----- ITERACAO 32 -----
Melhor caminho: [26, 24, 25, 23, 22, 17, 28, 29, 21, 27, 16, 18, 11, 10, 2, 15, 20, 1, 4, 8, 3, 13, 7, 14, 12, 6, 19, 9, 5]
Distancia total do melhor caminho: 74216.8513639

----- ITERACAO 33 -----
Melhor caminho: [2, 4, 7, 10, 3, 1, 9, 5, 17, 8, 6, 11, 16, 19, 15, 23, 24, 26, 12, 29, 14, 20, 27, 22, 13, 28, 18, 21, 25]
Distancia total do melhor caminho: 68552.5992094

----- ITERACAO 34 -----
Melhor caminho: [22, 25, 18, 14, 21, 24, 13, 26, 29, 23, 17, 15, 16, 27, 7, 6, 2, 1, 20, 10, 5, 3, 4, 19, 12, 9, 8, 28, 11]
Distancia total do melhor caminho: 77447.5432394

----- ITERACAO 35 -----
Melhor caminho: [17, 27, 29, 25, 28, 26, 24, 16, 23, 8, 22, 21, 3, 7, 13, 12, 11, 14, 15, 6, 5, 20, 19, 9, 10, 1, 18, 4, 2]
Distancia total do melhor caminho: 76606.730974

----- ITERACAO 36 -----
Melhor caminho: [23, 29, 27, 18, 28, 25, 21, 26, 19, 2, 24, 22, 4, 3, 20, 10, 8, 14, 11, 9, 5, 7, 1, 12, 16, 13, 17, 15, 6]
Distancia total do melhor caminho: 75456.0788208

----- ITERACAO 37 -----
Melhor caminho: [3, 1, 12, 14, 7, 2, 13, 9, 8, 5, 6, 11, 10, 16, 19, 20, 22, 26, 27, 29, 15, 18, 25, 17, 21, 28, 4, 23, 24]
Distancia total do melhor caminho: 69871.6313896

----- ITERACAO 38 -----
Melhor caminho: [26, 28, 24, 27, 18, 25, 23, 29, 19, 20, 8, 14, 21, 17, 3, 15, 4, 5, 7, 2, 11, 1, 6, 16, 10, 12, 22, 13, 9]
Distancia total do melhor caminho: 79426.3458954

----- ITERACAO 39 -----
Melhor caminho: [18, 28, 23, 26, 19, 27, 17, 25, 15, 24, 20, 29, 22, 5, 21, 11, 4, 12, 9, 2, 6, 8, 16, 3, 7, 1, 10, 13, 14]
Distancia total do melhor caminho: 73645.5599529
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 40 -----
Melhor caminho: [2, 1, 18, 8, 10, 3, 16, 19, 15, 5, 6, 4, 9, 14, 17, 20, 23, 13, 11, 21, 28, 7, 12, 22, 26, 27, 29, 25, 24]
Distancia total do melhor caminho: 73381.0178315

----- ITERACAO 41 -----
Melhor caminho: [26, 25, 12, 15, 19, 27, 23, 20, 22, 28, 24, 11, 29, 21, 18, 6, 7, 9, 16, 3, 17, 14, 13, 10, 1, 5, 2, 8, 4]
Distancia total do melhor caminho: 70623.0558751

----- ITERACAO 42 -----
Melhor caminho: [28, 29, 12, 20, 13, 27, 22, 25, 21, 24, 26, 17, 23, 10, 18, 9, 11, 5, 7, 14, 8, 4, 1, 16, 19, 15, 2, 3, 6]
Distancia total do melhor caminho: 71782.2365873

----- ITERACAO 43 -----
Melhor caminho: [20, 14, 28, 29, 23, 15, 27, 22, 25, 12, 13, 21, 26, 8, 18, 11, 4, 1, 6, 10, 5, 2, 7, 24, 17, 9, 19, 3, 16]
Distancia total do melhor caminho: 78650.1591849

----- ITERACAO 44 -----
Melhor caminho: [15, 16, 17, 12, 4, 5, 2, 9, 1, 7, 13, 6, 8, 10, 14, 24, 19, 29, 11, 23, 26, 18, 21, 28, 25, 3, 27, 20, 22]
Distancia total do melhor caminho: 75152.1038494

----- ITERACAO 45 -----
Melhor caminho: [1, 2, 11, 17, 7, 3, 14, 16, 12, 15, 8, 9, 13, 25, 4, 18, 27, 26, 6, 23, 22, 29, 21, 5, 28, 10, 19, 24, 20]
Distancia total do melhor caminho: 74799.6061899

----- ITERACAO 46 -----
Melhor caminho: [13, 4, 9, 5, 1, 12, 14, 2, 3, 7, 6, 8, 11, 25, 21, 26, 10, 15, 19, 17, 23, 20, 18, 16, 27, 29, 28, 24, 22]
Distancia total do melhor caminho: 65212.3739295

----- ITERACAO 47 -----
Melhor caminho: [26, 28, 29, 9, 25, 10, 17, 18, 16, 24, 19, 20, 27, 21, 3, 14, 12, 8, 6, 22, 4, 2, 1, 15, 5, 23, 11, 7, 13]
Distancia total do melhor caminho: 81277.41357

----- ITERACAO 48 -----
Melhor caminho: [29, 28, 25, 8, 20, 27, 10, 26, 7, 11, 9, 6, 22, 19, 17, 1, 16, 21, 18, 3, 5, 23, 24, 15, 4, 14, 2, 13, 12]
Distancia total do melhor caminho: 72950.9700637

----- ITERACAO 49 -----
Melhor caminho: [2, 1, 11, 12, 13, 3, 14, 6, 26, 10, 7, 18, 20, 25, 9, 24, 15, 8, 19, 17, 29, 27, 16, 23, 22, 5, 4, 21, 28]
Distancia total do melhor caminho: 73779.0834944
```

4.4 M38

Neste exercício é fornecido as coordenadas de 38 cidades diferentes.

4.4.1 Primeira configuração

Para este experimento foi utilizada a seguinte configuração:

- Número de repetições: 50
- Número máximo de iterações para achar o melhor caminho: 100
- Quantidade de feromônio depositado por cada formiga: 1
- Taxa de evaporação do feromônio: 0.5

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 0 -----
Melhor caminho: [37, 16, 15, 7, 6, 9, 8, 13, 32, 33, 14, 10, 20, 22, 5, 4, 2, 1, 3, 17, 29, 18, 26, 28, 30, 27, 12, 21, 23, 31, 38, 36, 19, 34, 25, 11, 35, 24]
Distancia total do melhor caminho: 21861.8086714

----- ITERACAO 1 -----
Melhor caminho: [31, 29, 33, 37, 30, 28, 38, 17, 32, 21, 14, 15, 11, 9, 36, 35, 13, 26, 3, 10, 22, 18, 34, 25, 4, 12, 27, 16, 19, 20, 2, 5, 7, 6, 23, 1, 24, 8]
Distancia total do melhor caminho: 20072.6442199

----- ITERACAO 2 -----
Melhor caminho: [36, 22, 13, 30, 35, 15, 31, 28, 9, 5, 19, 6, 38, 33, 34, 14, 7, 26, 16, 37, 32, 27, 21, 17, 20, 25, 18, 23, 29, 10, 4, 24, 2, 1, 8, 3, 11, 12]
Distancia total do melhor caminho: 23588.5848503

----- ITERACAO 3 -----
Melhor caminho: [32, 8, 3, 7, 9, 2, 1, 15, 4, 18, 12, 11, 10, 5, 13, 14, 20, 23, 6, 27, 26, 33, 19, 17, 31, 21, 30, 24, 25, 34, 38, 29, 36, 37, 35, 22, 16, 28]
Distancia total do melhor caminho: 22056.4939621

----- ITERACAO 4 -----
Melhor caminho: [4, 2, 28, 5, 23, 22, 31, 18, 25, 1, 9, 24, 14, 3, 6, 26, 21, 29, 7, 10, 15, 13, 12, 32, 19, 16, 34, 35, 17, 11, 20, 38, 36, 37, 27, 33, 8, 30]
Distancia total do melhor caminho: 22576.8824006

----- ITERACAO 5 -----
Melhor caminho: [23, 24, 10, 36, 22, 26, 30, 37, 38, 27, 14, 20, 32, 33, 34, 21, 17, 29, 2, 15, 35, 25, 12, 19, 11, 31, 13, 3, 9, 28, 6, 18, 1, 5, 16, 7, 8, 4]
Distancia total do melhor caminho: 22772.3190316

----- ITERACAO 6 -----
Melhor caminho: [16, 34, 8, 19, 15, 20, 28, 18, 11, 24, 6, 7, 9, 25, 22, 5, 4, 2, 1, 12, 36, 17, 10, 13, 21, 26, 14, 23, 27, 29, 3, 38, 33, 35, 30, 32, 37, 31]
Distancia total do melhor caminho: 22424.0405614

----- ITERACAO 7 -----
Melhor caminho: [33, 13, 21, 11, 9, 1, 3, 8, 4, 12, 17, 5, 26, 16, 2, 18, 10, 20, 30, 28, 27, 7, 14, 19, 15, 22, 25, 6, 31, 24, 36, 32, 34, 29, 35, 37, 23, 38]
Distancia total do melhor caminho: 22647.6675232
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 8 -----
Melhor caminho: [25, 18, 11, 10, 30, 16, 6, 7, 15, 28, 4, 13, 9, 31, 21, 3, 5, 2, 1, 8, 27, 26, 24, 12, 19, 14, 17, 20, 34, 33, 22, 29, 35, 32, 23, 38, 37, 36]
Distancia total do melhor caminho: 21964.9702288

----- ITERACAO 9 -----
Melhor caminho: [38, 22, 26, 21, 31, 37, 20, 36, 16, 33, 35, 18, 17, 27, 2, 9, 10, 6, 19, 8, 32, 1, 15, 3, 5, 25, 4, 12, 14, 34, 30, 7, 29, 24, 28, 23, 11, 13]
Distancia total do melhor caminho: 22576.7473533

----- ITERACAO 10 -----
Melhor caminho: [36, 35, 38, 34, 37, 21, 33, 29, 32, 19, 25, 26, 27, 8, 16, 3, 28, 22, 15, 30, 18, 12, 23, 31, 14, 17, 6, 13, 5, 20, 4, 24, 10, 2, 11, 7, 9, 1]
Distancia total do melhor caminho: 21620.8169807

----- ITERACAO 11 -----
Melhor caminho: [28, 27, 19, 2, 10, 5, 4, 3, 1, 26, 7, 12, 17, 35, 13, 6, 20, 11, 15, 8, 38, 18, 16, 22, 23, 9, 25, 14, 29, 31, 34, 30, 21, 37, 36, 32, 33, 24]
Distancia total do melhor caminho: 21468.7955185

----- ITERACAO 12 -----
Melhor caminho: [28, 37, 32, 23, 38, 13, 20, 36, 34, 26, 18, 17, 25, 30, 31, 35, 9, 33, 11, 29, 27, 24, 10, 15, 22, 12, 8, 14, 16, 19, 3, 7, 2, 1, 21, 4, 5, 6]
Distancia total do melhor caminho: 21396.461947

----- ITERACAO 13 -----
Melhor caminho: [26, 30, 18, 11, 23, 31, 20, 6, 34, 25, 9, 21, 10, 29, 17, 27, 2, 5, 13, 1, 24, 4, 7, 14, 16, 15, 22, 8, 3, 28, 19, 12, 38, 33, 35, 32, 36, 37]
Distancia total do melhor caminho: 23234.2445872

----- ITERACAO 14 -----
Melhor caminho: [26, 36, 37, 35, 25, 38, 21, 33, 22, 23, 24, 20, 34, 7, 29, 19, 32, 5, 31, 4, 30, 17, 18, 27, 28, 10, 15, 6, 16, 11, 13, 8, 3, 1, 2, 14, 12, 9]
Distancia total do melhor caminho: 21209.6556183

----- ITERACAO 15 -----
Melhor caminho: [21, 7, 6, 23, 24, 22, 19, 1, 2, 11, 15, 25, 9, 4, 12, 8, 5, 27, 18, 17, 37, 10, 20, 14, 30, 16, 3, 13, 35, 36, 33, 34, 31, 29, 38, 26, 28, 32]
Distancia total do melhor caminho: 22679.5911591
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 16 -----
Melhor caminho: [37, 20, 12, 9, 14, 16, 26, 10, 11, 38, 5, 8, 21, 17, 7, 4, 1, 2, 3, 31, 36, 15, 27, 6, 33, 28, 19, 29, 35, 25, 32, 30, 13, 18, 34, 22, 23, 24]
Distancia total do melhor caminho: 21869.8529431

----- ITERACAO 17 -----
Melhor caminho: [24, 28, 5, 23, 6, 8, 7, 1, 2, 21, 19, 11, 9, 36, 22, 15, 3, 4, 17, 20, 31, 18, 13, 12, 16, 29, 14, 10, 32, 33, 37, 27, 35, 30, 25, 34, 38, 26]
Distancia total do melhor caminho: 21973.660693

----- ITERACAO 18 -----
Melhor caminho: [33, 29, 9, 12, 24, 17, 10, 3, 2, 30, 1, 4, 11, 16, 7, 8, 5, 27, 6, 22, 32, 21, 20, 13, 26, 15, 28, 19, 23, 35, 14, 31, 25, 34, 38, 18, 36, 37]
Distancia total do melhor caminho: 22014.4545402

----- ITERACAO 19 -----
Melhor caminho: [22, 21, 10, 24, 30, 19, 17, 11, 15, 23, 8, 5, 3, 12, 16, 7, 6, 2, 1, 31, 27, 26, 13, 9, 29, 38, 4, 25, 37, 36, 14, 34, 28, 32, 18, 33, 35, 20]
Distancia total do melhor caminho: 23306.211446

----- ITERACAO 20 -----
Melhor caminho: [35, 14, 24, 23, 29, 22, 31, 9, 20, 36, 7, 5, 6, 34, 8, 2, 1, 3, 4, 12, 21, 30, 11, 18, 17, 19, 10, 13, 27, 38, 32, 28, 26, 25, 33, 15, 37, 16]
Distancia total do melhor caminho: 22271.6988767

----- ITERACAO 21 -----
Melhor caminho: [14, 21, 28, 33, 15, 36, 32, 31, 37, 23, 27, 16, 38, 24, 19, 26, 29, 10, 30, 20, 35, 18, 8, 25, 7, 34, 4, 9, 13, 22, 12, 11, 1, 2, 5, 6, 17, 3]
Distancia total do melhor caminho: 21241.0131052

----- ITERACAO 22 -----
Melhor caminho: [21, 18, 19, 15, 4, 27, 3, 7, 13, 29, 30, 12, 2, 31, 1, 14, 23, 8, 6, 10, 20, 16, 22, 9, 5, 17, 11, 24, 33, 28, 25, 26, 35, 38, 34, 37, 32, 36]
Distancia total do melhor caminho: 22134.0601377

----- ITERACAO 23 -----
Melhor caminho: [27, 29, 12, 30, 16, 5, 32, 26, 10, 37, 34, 13, 38, 25, 31, 15, 14, 23, 20, 19, 36, 33, 24, 22, 28, 21, 8, 11, 35, 18, 3, 17, 4, 9, 7, 6, 2, 1]
Distancia total do melhor caminho: 22522.8967264
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 24 -----
Melhor caminho: [35, 27, 37, 14, 15, 38, 28, 32, 16, 34, 17, 7, 12, 36, 25, 30, 26, 21, 11, 31, 24, 8, 19, 10, 23, 33, 13, 20, 9, 29, 5, 18, 3, 1, 22, 2, 6, 4]
Distancia total do melhor caminho: 22290.3285015

----- ITERACAO 25 -----
Melhor caminho: [20, 27, 13, 34, 26, 12, 35, 33, 10, 25, 22, 32, 23, 37, 38, 14, 19, 21, 29, 36, 30, 28, 31, 7, 8, 11, 15, 24, 9, 6, 4, 18, 2, 5, 9, 1, 16, 17]
Distancia total do melhor caminho: 22822.6747388

----- ITERACAO 26 -----
Melhor caminho: [15, 10, 8, 29, 23, 27, 6, 11, 12, 9, 7, 19, 13, 30, 5, 1, 3, 2, 4, 28, 25, 20, 26, 24, 17, 37, 31, 16, 36, 32, 21, 35, 33, 22, 14, 34, 18, 38]
Distancia total do melhor caminho: 23333.5639822

----- ITERACAO 27 -----
Melhor caminho: [19, 26, 12, 6, 25, 15, 23, 14, 13, 38, 8, 5, 24, 11, 9, 3, 1, 2, 4, 7, 37, 27, 18, 36, 21, 31, 20, 22, 32, 10, 29, 17, 34, 33, 35, 16, 30, 28]
Distancia total do melhor caminho: 21555.6746011

----- ITERACAO 28 -----
Melhor caminho: [21, 38, 23, 12, 20, 27, 19, 17, 15, 32, 1, 3, 7, 33, 4, 11, 5, 16, 2, 22, 31, 18, 14, 25, 8, 26, 6, 13, 28, 29, 9, 37, 24, 35, 10, 34, 30, 36]
Distancia total do melhor caminho: 21904.9820412

----- ITERACAO 29 -----
Melhor caminho: [28, 24, 8, 12, 9, 11, 4, 1, 2, 29, 17, 13, 30, 14, 6, 5, 7, 16, 10, 23, 20, 18, 35, 33, 15, 31, 3, 27, 21, 19, 25, 22, 36, 26, 32, 38, 34, 37]
Distancia total do melhor caminho: 21160.5443659

----- ITERACAO 30 -----
Melhor caminho: [30, 27, 12, 5, 18, 1, 4, 8, 17, 29, 15, 21, 2, 10, 3, 6, 14, 9, 13, 26, 25, 20, 11, 23, 19, 28, 7, 22, 24, 36, 37, 35, 16, 33, 32, 38, 31, 34]
Distancia total do melhor caminho: 20132.3537898

----- ITERACAO 31 -----
Melhor caminho: [19, 8, 13, 16, 12, 9, 3, 22, 2, 20, 6, 11, 5, 29, 1, 14, 4, 10, 7, 24, 31, 17, 15, 28, 21, 26, 25, 18, 30, 23, 32, 35, 27, 38, 37, 33, 36, 34]
Distancia total do melhor caminho: 20333.3092182
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 32 -----
Melhor caminho: [13, 36, 33, 38, 11, 32, 19, 25, 24, 29, 23, 34, 5, 37, 20, 22, 18, 14, 35, 21, 28, 30, 27, 12, 31, 8, 15, 17, 26, 7, 3, 16, 1, 2, 9, 10, 6, 4]
Distancia total do melhor caminho: 21497.1206472

----- ITERACAO 33 -----
Melhor caminho: [7, 30, 12, 10, 1, 2, 4, 8, 26, 6, 13, 16, 3, 31, 22, 24, 5, 17, 15, 23, 18, 21, 9, 20, 36, 11, 25, 29, 28, 35, 38, 27, 37, 33, 32, 14, 19, 34]
Distancia total do melhor caminho: 22552.3850572

----- ITERACAO 34 -----
Melhor caminho: [32, 28, 33, 24, 22, 21, 5, 7, 10, 35, 8, 9, 14, 34, 27, 4, 3, 1, 2, 17, 31, 19, 25, 11, 13, 15, 12, 16, 38, 36, 20, 37, 23, 26, 30, 18, 6, 29]
Distancia total do melhor caminho: 23299.9478561

----- ITERACAO 35 -----
Melhor caminho: [19, 29, 18, 10, 5, 21, 17, 14, 15, 30, 9, 6, 28, 38, 32, 1, 2, 7, 4, 27, 37, 26, 13, 16, 25, 20, 31, 22, 33, 12, 36, 34, 23, 1, 35, 24, 3, 8]
Distancia total do melhor caminho: 22887.670569

----- ITERACAO 36 -----
Melhor caminho: [34, 31, 33, 37, 16, 20, 19, 9, 38, 13, 36, 29, 35, 32, 26, 12, 17, 28, 18, 23, 4, 27, 30, 22, 6, 14, 10, 21, 3, 24, 11, 25, 1, 2, 5, 15, 7, 8]
Distancia total do melhor caminho: 22023.4979929

----- ITERACAO 37 -----
Melhor caminho: [38, 26, 18, 13, 6, 20, 4, 2, 1, 28, 12, 5, 8, 29, 22, 14, 25, 3, 15, 17, 27, 16, 7, 21, 11, 30, 24, 23, 37, 9, 19, 36, 34, 33, 32, 31, 10, 35]
Distancia total do melhor caminho: 19679.1892006

----- ITERACAO 38 -----
Melhor caminho: [29, 10, 9, 18, 12, 7, 8, 13, 21, 5, 24, 6, 4, 30, 1, 22, 3, 16, 11, 23, 35, 15, 17, 2, 19, 25, 14, 26, 20, 27, 31, 34, 28, 38, 33, 37, 36, 32]
Distancia total do melhor caminho: 22648.4424172

----- ITERACAO 39 -----
Melhor caminho: [29, 12, 11, 10, 2, 1, 4, 9, 3, 25, 19, 8, 14, 13, 5, 22, 18, 17, 7, 6, 32, 23, 20, 15, 26, 21, 24, 28, 31, 34, 33, 30, 38, 37, 27, 35, 36, 16]
Distancia total do melhor caminho: 20578.8206761
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 40 -----
Melhor caminho: [32, 3, 31, 27, 19, 22, 30, 8, 12, 33, 29, 26, 16, 28, 9, 21, 18, 4, 20, 2, 24, 11, 1, 13, 5, 6, 14, 25, 23, 38, 15, 34, 36, 35, 7, 17, 10, 37]
Distancia total do melhor caminho: 21754.8762692

----- ITERACAO 41 -----
Melhor caminho: [33, 25, 32, 16, 14, 11, 13, 12, 17, 35, 10, 2, 4, 24, 15, 1, 8, 5, 6, 23, 36, 21, 19, 7, 34, 28, 3, 26, 37, 18, 22, 27, 29, 31, 9, 30, 38, 20]
Distancia total do melhor caminho: 21657.1010728

----- ITERACAO 42 -----
Melhor caminho: [36, 35, 26, 25, 38, 37, 32, 34, 24, 20, 30, 11, 29, 9, 16, 18, 15, 28, 22, 27, 33, 14, 12, 17, 31, 19, 23, 21, 10, 5, 4, 13, 8, 2, 6, 3, 1, 7]
Distancia total do melhor caminho: 21547.386892

----- ITERACAO 43 -----
Melhor caminho: [21, 13, 20, 34, 23, 28, 22, 11, 24, 33, 6, 5, 19, 15, 14, 3, 1, 4, 2, 12, 32, 9, 10, 17, 25, 8, 29, 7, 16, 35, 30, 36, 38, 18, 26, 37, 31, 27]
Distancia total do melhor caminho: 19542.0036059

----- ITERACAO 44 -----
Melhor caminho: [29, 28, 16, 24, 2, 11, 14, 13, 9, 25, 12, 8, 26, 30, 10, 1, 3, 4, 5, 6, 32, 27, 21, 19, 18, 7, 23, 20, 35, 15, 22, 31, 17, 33, 38, 34, 36, 37]
Distancia total do melhor caminho: 20878.1243601

----- ITERACAO 45 -----
Melhor caminho: [38, 22, 27, 26, 21, 28, 10, 5, 6, 30, 7, 11, 14, 25, 18, 1, 2, 3, 4, 17, 37, 32, 29, 16, 8, 12, 13, 19, 24, 23, 33, 20, 35, 15, 9, 36, 31, 34]
Distancia total do melhor caminho: 21570.9338669

----- ITERACAO 46 -----
Melhor caminho: [12, 14, 8, 1, 16, 3, 23, 15, 2, 28, 20, 33, 9, 30, 31, 4, 32, 19, 18, 13, 27, 17, 5, 7, 6, 11, 10, 36, 26, 22, 34, 38, 37, 24, 21, 29, 25, 35]
Distancia total do melhor caminho: 22629.2040325

----- ITERACAO 47 -----
Melhor caminho: [24, 26, 36, 17, 23, 16, 35, 30, 28, 19, 34, 29, 27, 22, 18, 31, 37, 38, 20, 13, 15, 7, 12, 10, 32, 25, 9, 33, 5, 14, 21, 6, 8, 3, 1, 11, 4, 2]
Distancia total do melhor caminho: 21581.6550535
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 48 -----
Melhor caminho: [37, 16, 32, 3, 8, 20, 17, 6, 27, 19, 30, 28, 18, 36, 11, 29, 22, 12, 21, 7, 38, 13, 1, 5, 2, 10, 31, 23, 24, 4, 33, 25, 9, 35,
15, 14, 26, 34]
Distancia total do melhor caminho: 22732.7697895

----- ITERACAO 49 -----
Melhor caminho: [38, 36, 15, 4, 5, 19, 24, 14, 8, 18, 13, 7, 25, 27, 23, 2, 1, 6, 3, 21, 37, 17, 11, 16, 12, 10, 26, 20, 35, 32, 22, 33, 28, 30,
31, 9, 29, 34]
Distancia total do melhor caminho: 20822.7169911
```

4.4.2 Segunda configuração

Para este experimento foi utilizada a seguinte configuração:

- Número de repetições: 50
- Número máximo de iterações para achar o melhor caminho: 10
- Quantidade de feromônio depositado por cada formiga: 1
- Taxa de evaporação do feromônio: 0.8

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 0 -----
Melhor caminho: [18, 17, 9, 16, 2, 1, 6, 19, 5, 8, 28, 7, 11, 25, 21, 4, 23, 15, 14, 26, 35, 20, 12, 3, 30, 10, 24, 31, 36, 22, 38, 29, 13, 37, 34, 32, 27, 33]
Distancia total do melhor caminho: 22597.6757053

----- ITERACAO 1 -----
Melhor caminho: [35, 23, 28, 22, 18, 17, 27, 32, 19, 33, 20, 31, 4, 30, 7, 24, 21, 25, 12, 37, 34, 15, 16, 38, 36, 26, 11, 13, 29, 8, 6, 9, 2, 3, 14, 1, 10, 5]
Distancia total do melhor caminho: 19451.0542067

----- ITERACAO 2 -----
Melhor caminho: [10, 32, 35, 11, 34, 18, 29, 19, 36, 23, 25, 20, 2, 8, 21, 16, 17, 38, 28, 33, 31, 37, 24, 9, 30, 14, 4, 7, 22, 26, 1, 27, 3, 6, 12, 5, 13, 15]
Distancia total do melhor caminho: 22669.9948957

----- ITERACAO 3 -----
Melhor caminho: [23, 20, 1, 4, 5, 6, 7, 2, 3, 21, 32, 27, 16, 17, 9, 12, 33, 14, 13, 15, 18, 10, 19, 22, 31, 8, 24, 30, 29, 34, 25, 37, 38, 26, 11, 36, 35, 28]
Distancia total do melhor caminho: 21570.871883

----- ITERACAO 4 -----
Melhor caminho: [27, 18, 25, 37, 36, 38, 15, 26, 30, 16, 35, 4, 23, 14, 29, 6, 13, 31, 32, 24, 17, 21, 20, 28, 12, 19, 3, 5, 33, 34, 9, 7, 8, 10, 1, 22, 11, 2]
Distancia total do melhor caminho: 21183.4957398

----- ITERACAO 5 -----
Melhor caminho: [21, 16, 38, 35, 28, 33, 14, 29, 34, 23, 13, 20, 31, 22, 30, 19, 36, 37, 18, 27, 17, 8, 25, 11, 6, 24, 26, 7, 15, 32, 5, 10, 3, 1, 4, 12, 9, 2]
Distancia total do melhor caminho: 21066.7660745

----- ITERACAO 6 -----
Melhor caminho: [33, 26, 27, 19, 20, 10, 9, 17, 13, 34, 12, 4, 24, 37, 31, 1, 5, 3, 2, 15, 38, 7, 36, 8, 32, 14, 6, 16, 35, 25, 18, 23, 28, 11, 29, 30, 22, 21]
Distancia total do melhor caminho: 22174.1607027

----- ITERACAO 7 -----
Melhor caminho: [14, 22, 33, 26, 16, 11, 34, 4, 9, 13, 10, 2, 21, 18, 25, 1, 5, 6, 7, 28, 3, 15, 27, 17, 32, 12, 8, 20, 31, 19, 36, 30, 23, 37, 29, 24, 38, 35]
Distancia total do melhor caminho: 21535.8921067
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 8 -----
Melhor caminho: [30, 32, 23, 19, 20, 11, 18, 16, 8, 12, 1, 15, 24, 31, 7, 2, 25, 3, 14, 17, 33, 22, 21, 9, 13, 37, 6, 4, 28, 26, 36, 34, 27, 10, 29, 5, 35, 38]
Distancia total do melhor caminho: 21533.1216687

----- ITERACAO 9 -----
Melhor caminho: [20, 3, 13, 12, 6, 1, 4, 9, 11, 32, 14, 21, 10, 27, 7, 8, 25, 2, 5, 15, 19, 23, 33, 24, 16, 18, 22, 17, 26, 35, 31, 30, 34, 37, 36, 28, 29, 38]
Distancia total do melhor caminho: 21913.4730434

----- ITERACAO 10 -----
Melhor caminho: [36, 21, 27, 30, 29, 28, 34, 16, 17, 20, 6, 32, 8, 22, 7, 14, 9, 35, 15, 13, 38, 12, 4, 1, 10, 18, 11, 5, 37, 25, 24, 19, 31, 2, 6, 2, 3, 33, 23]
Distancia total do melhor caminho: 23197.3418109

----- ITERACAO 11 -----
Melhor caminho: [38, 11, 13, 23, 20, 15, 3, 1, 7, 17, 6, 16, 10, 29, 8, 22, 9, 5, 28, 27, 37, 4, 21, 2, 18, 14, 30, 12, 36, 33, 35, 26, 32, 19, 24, 31, 34, 25]
Distancia total do melhor caminho: 24153.2137262

----- ITERACAO 12 -----
Melhor caminho: [26, 34, 16, 9, 13, 10, 12, 4, 1, 8, 38, 6, 11, 18, 3, 7, 2, 15, 5, 17, 27, 35, 25, 37, 29, 14, 28, 20, 32, 31, 23, 24, 22, 19, 21, 33, 36, 30]
Distancia total do melhor caminho: 22477.7146672

----- ITERACAO 13 -----
Melhor caminho: [23, 18, 27, 25, 26, 22, 20, 35, 31, 37, 38, 32, 6, 13, 21, 33, 11, 12, 17, 30, 4, 36, 24, 20, 29, 14, 15, 7, 5, 19, 10, 16, 34, 2, 8, 1, 3, 9]
Distancia total do melhor caminho: 22305.6058971

----- ITERACAO 14 -----
Melhor caminho: [15, 37, 30, 27, 10, 22, 35, 34, 12, 28, 23, 31, 38, 26, 19, 20, 21, 32, 33, 18, 29, 9, 7, 5, 11, 36, 3, 24, 25, 17, 2, 16, 1, 4, 6, 14, 13, 8]
Distancia total do melhor caminho: 21928.4731537

----- ITERACAO 15 -----
Melhor caminho: [20, 32, 26, 5, 16, 19, 25, 9, 8, 11, 7, 17, 14, 33, 23, 1, 4, 3, 2, 13, 10, 24, 15, 6, 37, 35, 27, 29, 12, 21, 18, 22, 31, 30, 36, 34, 28, 38]
Distancia total do melhor caminho: 22168.7109466
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 16 -----
Melhor caminho: [22, 24, 14, 20, 7, 6, 8, 13, 12, 36, 16, 5, 35, 25, 9, 1, 3, 4, 2, 18, 10, 21, 32, 19, 31, 17, 26, 15, 37, 29, 34, 30, 33, 27, 11, 28, 23, 38]
Distancia total do melhor caminho: 21668.1451079

----- ITERACAO 17 -----
Melhor caminho: [37, 17, 21, 25, 14, 10, 20, 12, 15, 11, 8, 9, 18, 31, 24, 1, 2, 5, 4, 26, 38, 3, 19, 23, 16, 13, 22, 30, 27, 36, 35, 28, 6, 7, 29, 34, 32, 33]
Distancia total do melhor caminho: 20613.1563813

----- ITERACAO 18 -----
Melhor caminho: [36, 29, 34, 20, 26, 23, 21, 32, 30, 27, 4, 3, 31, 17, 33, 16, 22, 13, 7, 37, 18, 15, 19, 9, 35, 24, 2, 11, 28, 25, 1, 38, 8, 5, 10, 6, 14, 12]
Distancia total do melhor caminho: 23052.1372641

----- ITERACAO 19 -----
Melhor caminho: [10, 13, 1, 11, 7, 20, 2, 25, 5, 23, 8, 3, 6, 24, 14, 17, 27, 19, 22, 18, 12, 4, 15, 16, 9, 35, 30, 21, 31, 33, 26, 36, 28, 37, 32, 38, 34, 29]
Distancia total do melhor caminho: 21866.9434986

----- ITERACAO 20 -----
Melhor caminho: [29, 21, 18, 4, 15, 13, 3, 5, 1, 32, 16, 11, 2, 31, 12, 8, 28, 10, 14, 30, 34, 24, 22, 7, 9, 17, 25, 27, 38, 23, 20, 35, 19, 26, 36, 6, 33, 37]
Distancia total do melhor caminho: 22921.82649

----- ITERACAO 21 -----
Melhor caminho: [3, 1, 21, 13, 20, 17, 6, 30, 15, 4, 37, 7, 19, 2, 18, 29, 24, 16, 8, 38, 10, 14, 22, 11, 31, 9, 35, 36, 26, 5, 12, 28, 34, 23, 33, 32, 27, 25]
Distancia total do melhor caminho: 22101.0878023

----- ITERACAO 22 -----
Melhor caminho: [16, 20, 14, 37, 15, 8, 2, 21, 17, 36, 38, 13, 1, 34, 4, 32, 9, 6, 25, 7, 35, 10, 3, 30, 19, 12, 11, 5, 27, 29, 18, 33, 24, 22, 26, 31, 28, 23]
Distancia total do melhor caminho: 22651.2827234

----- ITERACAO 23 -----
Melhor caminho: [34, 24, 26, 36, 17, 25, 15, 37, 32, 35, 12, 14, 27, 38, 3, 16, 29, 18, 28, 23, 31, 33, 4, 5, 10, 19, 2, 1, 9, 30, 6, 22, 11, 8, 20, 13, 21, 7]
Distancia total do melhor caminho: 21730.3862203
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 24 -----
Melhor caminho: [33, 36, 31, 30, 17, 14, 18, 35, 24, 27, 29, 37, 32, 23, 38, 19, 28, 10, 16, 7, 20, 11, 5, 25, 6, 34, 15, 12, 26, 21, 9, 3, 2, 1, 22, 8, 13, 4]
Distancia total do melhor caminho: 22508.1711747

----- ITERACAO 25 -----
Melhor caminho: [36, 21, 34, 26, 28, 27, 30, 23, 15, 32, 9, 24, 31, 37, 10, 2, 17, 20, 11, 16, 33, 29, 25, 22, 38, 18, 3, 7, 35, 19, 6, 14, 12, 8, 4, 1, 5, 13]
Distancia total do melhor caminho: 22364.3325617

----- ITERACAO 26 -----
Melhor caminho: [17, 22, 19, 37, 8, 7, 20, 11, 14, 34, 5, 9, 13, 18, 36, 10, 2, 3, 1, 35, 27, 6, 26, 4, 23, 30, 16, 28, 33, 24, 32, 25, 12, 29, 21, 15, 38, 31]
Distancia total do melhor caminho: 23335.6949045

----- ITERACAO 27 -----
Melhor caminho: [31, 32, 19, 29, 21, 25, 20, 33, 37, 13, 28, 15, 9, 12, 6, 26, 17, 23, 24, 16, 22, 30, 10, 5, 36, 34, 8, 38, 14, 11, 1, 18, 2, 4, 27, 3, 35, 7]
Distancia total do melhor caminho: 22801.9967737

----- ITERACAO 28 -----
Melhor caminho: [37, 14, 33, 35, 18, 34, 17, 12, 30, 31, 10, 13, 36, 16, 22, 29, 9, 25, 11, 27, 32, 21, 19, 6, 23, 38, 28, 5, 24, 26, 20, 7, 8, 2, 15, 4, 1, 3]
Distancia total do melhor caminho: 21947.2558747

----- ITERACAO 29 -----
Melhor caminho: [27, 33, 18, 26, 23, 15, 16, 24, 5, 19, 7, 17, 3, 32, 14, 9, 1, 2, 4, 10, 36, 8, 28, 6, 11, 29, 21, 13, 20, 37, 22, 34, 31, 12, 30, 25, 35, 38]
Distancia total do melhor caminho: 22686.8844399

----- ITERACAO 30 -----
Melhor caminho: [22, 31, 11, 27, 12, 20, 23, 15, 26, 5, 32, 24, 18, 8, 17, 19, 16, 25, 33, 6, 30, 3, 1, 9, 2, 21, 10, 29, 7, 14, 35, 4, 36, 28, 13, 34, 37, 38]
Distancia total do melhor caminho: 20558.4749888

----- ITERACAO 31 -----
Melhor caminho: [20, 21, 6, 9, 4, 8, 15, 1, 2, 22, 16, 17, 10, 33, 5, 7, 11, 29, 3, 13, 28, 14, 32, 23, 24, 12, 27, 31, 26, 19, 37, 30, 38, 34, 25, 18, 36, 35]
Distancia total do melhor caminho: 21215.5767256
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 33 -----
Melhor caminho: [25, 24, 2, 6, 1, 4, 5, 12, 36, 34, 14, 10, 11, 7, 35, 3, 9, 8, 23, 26, 33, 31, 21, 32, 29, 22, 15, 20, 30, 38, 28, 19, 27, 13, 37, 17, 16, 18]
Distancia total do melhor caminho: 19922.4129219

----- ITERACAO 34 -----
Melhor caminho: [37, 36, 4, 35, 23, 28, 26, 32, 27, 33, 29, 19, 7, 21, 16, 25, 5, 22, 17, 8, 38, 10, 34, 24, 6, 20, 31, 18, 30, 13, 15, 9, 14, 11, 1, 12, 3, 2]
Distancia total do melhor caminho: 22201.8904507

----- ITERACAO 35 -----
Melhor caminho: [37, 16, 38, 17, 32, 13, 21, 11, 31, 14, 34, 18, 20, 23, 12, 7, 36, 30, 19, 4, 2, 28, 15, 29, 5, 22, 33, 26, 6, 1, 35, 10, 3, 25, 8, 24, 9, 27]
Distancia total do melhor caminho: 23365.9796302

----- ITERACAO 36 -----
Melhor caminho: [28, 21, 9, 22, 10, 13, 17, 1, 2, 35, 8, 7, 5, 33, 16, 6, 12, 11, 30, 19, 34, 38, 29, 36, 3, 31, 4, 23, 24, 27, 25, 20, 32, 14, 26, 15, 18, 37]
Distancia total do melhor caminho: 23147.1648417

----- ITERACAO 37 -----
Melhor caminho: [31, 22, 3, 7, 1, 2, 17, 5, 38, 36, 16, 15, 14, 11, 21, 18, 10, 9, 4, 23, 37, 30, 20, 19, 13, 8, 28, 35, 34, 24, 33, 29, 12, 32, 25, 6, 26, 27]
Distancia total do melhor caminho: 22970.125037

----- ITERACAO 38 -----
Melhor caminho: [33, 18, 24, 20, 31, 30, 26, 28, 13, 25, 15, 35, 23, 37, 29, 10, 34, 11, 22, 21, 36, 38, 19, 32, 27, 16, 6, 12, 8, 14, 7, 2, 5, 4, 9, 1, 17, 3]
Distancia total do melhor caminho: 23724.8029483

----- ITERACAO 39 -----
Melhor caminho: [29, 25, 21, 8, 20, 2, 3, 1, 4, 23, 5, 7, 9, 24, 6, 16, 11, 14, 15, 19, 35, 30, 22, 10, 33, 28, 12, 32, 31, 34, 27, 13, 18, 37, 17, 38, 36, 26]
Distancia total do melhor caminho: 20932.2374119

----- ITERACAO 40 -----
Melhor caminho: [1, 2, 3, 26, 23, 16, 18, 17, 15, 11, 6, 25, 27, 12, 14, 13, 38, 29, 4, 22, 7, 21, 9, 30, 10, 8, 36, 19, 31, 32, 28, 24, 20, 34, 5, 35, 37, 33]
Distancia total do melhor caminho: 21601.0270353
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 41 -----
Melhor caminho: [35, 30, 19, 13, 12, 36, 16, 11, 10, 27, 8, 14, 34, 22, 15, 5, 7, 1, 2, 37, 33, 17, 21, 6, 9, 20, 18, 3, 29, 28, 4, 23, 38, 32, 31, 26, 24, 25]
Distancia total do melhor caminho: 22322.057116

----- ITERACAO 42 -----
Melhor caminho: [5, 33, 11, 7, 10, 6, 12, 1, 4, 29, 3, 23, 22, 31, 2, 8, 20, 9, 15, 24, 18, 21, 25, 14, 13, 36, 28, 32, 30, 38, 37, 19, 27, 16, 34, 26, 35, 17]
Distancia total do melhor caminho: 22193.781083

----- ITERACAO 43 -----
Melhor caminho: [27, 35, 12, 20, 22, 19, 17, 7, 13, 24, 8, 6, 18, 28, 16, 3, 1, 4, 2, 34, 30, 15, 33, 14, 31, 21, 25, 26, 29, 38, 11, 32, 5, 23, 36, 37, 10, 9]
Distancia total do melhor caminho: 22199.0563316

----- ITERACAO 44 -----
Melhor caminho: [20, 24, 2, 1, 3, 10, 9, 5, 38, 21, 6, 15, 4, 22, 8, 26, 28, 31, 36, 29, 11, 23, 19, 32, 7, 30, 25, 14, 12, 37, 17, 33, 13, 34, 16, 27, 18, 35]
Distancia total do melhor caminho: 21543.0059365

----- ITERACAO 45 -----
Melhor caminho: [37, 12, 17, 13, 38, 15, 36, 33, 16, 34, 23, 28, 14, 32, 31, 18, 35, 9, 11, 2, 21, 30, 5, 8, 4, 3, 29, 7, 22, 10, 24, 1, 26, 19, 25, 6, 27, 20]
Distancia total do melhor caminho: 23188.0670452

----- ITERACAO 46 -----
Melhor caminho: [25, 28, 8, 16, 17, 33, 9, 4, 11, 22, 6, 7, 27, 31, 26, 5, 3, 1, 2, 30, 37, 10, 15, 38, 34, 14, 12, 19, 32, 29, 20, 21, 35, 24, 36, 18, 13, 23]
Distancia total do melhor caminho: 22105.0651708

----- ITERACAO 47 -----
Melhor caminho: [4, 36, 9, 10, 6, 18, 1, 11, 3, 26, 7, 17, 2, 37, 5, 15, 24, 8, 23, 19, 38, 13, 35, 20, 31, 12, 30, 14, 27, 33, 32, 16, 22, 21, 28, 29, 25, 34]
Distancia total do melhor caminho: 21492.1241043
```

4 EXERCÍCIOS

```
----- ITERACAO 48 -----
Melhor caminho: [37, 23, 31, 38, 6, 25, 4, 21, 17, 18, 16, 5, 19, 36, 9, 1, 3, 2, 8, 7, 24, 15, 32, 11, 20, 14, 13, 10, 34, 35, 22, 12, 33, 26, 29, 28, 30, 27]
Distancia total do melhor caminho: 22634.631799

----- ITERACAO 49 -----
Melhor caminho: [35, 36, 32, 34, 25, 12, 38, 33, 15, 14, 9, 30, 27, 6, 8, 20, 26, 21, 29, 17, 13, 23, 16, 37, 22, 10, 18, 11, 31, 5, 19, 24, 28, 3, 7, 2, 4, 1]
Distancia total do melhor caminho: 22666.3152645
```