



# **Problema de manutenção de sistema elétrico de potência Trabalho 04**

Computação Evolutiva  
at Universidade Federal de Uberlândia

*Antonio Fernandes Valadares*

18 de janeiro de 2022

**Número de matrícula:**  
**Professor:**

11711ECP015  
Keiji Yamanaka

## Objetivo

O objetivo desse trabalho é implementar um algoritmo genético para resolver o problema do caixeiro viajante. O problema do caixeiro viajante consiste em determinar a menor rota para percorrer uma série de cidades, visitando uma única vez cada uma, e retornando a cidade de origem. Ele é considerado um problema NP-completo, e é um problema de otimização combinacional.

Para representar o problema, vamos gerar pontos aleatórios no espaço que iram representar as cidades a serem percorridas.

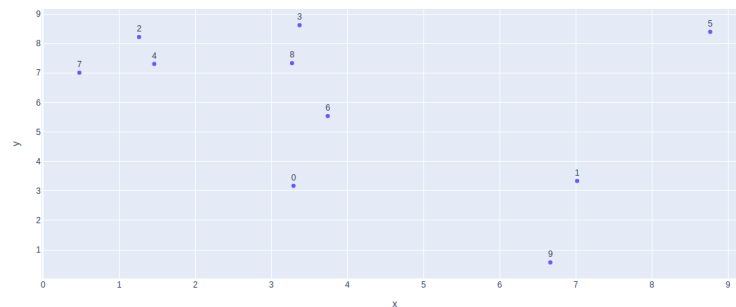


Figura 1: 10 pontos gerados aleatoriamente para representar as cidades.

## Construção do algoritmo

O primeiro passo foi definir o formato do cromossomo de cada indivíduo da população. Por se tratar de um problema de ordenamento, os valores dos genes de um cromossomo não são relevantes, o importante é a ordem, defini o cromossomo como sendo a própria ordem de pontos a serem percorridos.

```
array([[4, 0, 5, 9, 6, 3, 8, 2, 7, 1],
       [7, 2, 4, 3, 9, 8, 1, 0, 6, 5],
       [2, 1, 0, 7, 3, 5, 4, 6, 8, 9],
       [9, 4, 2, 3, 6, 0, 7, 1, 5, 8],
       [6, 0, 2, 7, 5, 4, 8, 1, 3, 9],
       [8, 6, 5, 7, 2, 4, 0, 1, 9, 3],
       [1, 4, 2, 7, 8, 6, 0, 5, 3, 9],
       [0, 6, 8, 3, 7, 1, 2, 5, 4, 9],
       [8, 5, 9, 1, 7, 3, 0, 6, 2, 4],
       [0, 8, 5, 3, 6, 9, 1, 4, 2, 7]])
```

Figura 2: População de 10 indivíduos para um problema com 10 cidades.

Cada lista no objeto representa um indivíduo, ou uma possível solução para o problema.

## Cálculo da aptidão

O cálculo da aptidão foi feito calculando a distância total a ser percorrida por cada caminho, quanto menor ela fosse mais apto o indivíduo é.

[ 3.	8.	5.	6.	9.	2.	1.	0.	4.	7.	47.93]
[ 7.	1.	6.	5.	9.	8.	2.	3.	0.	4.	48.24]
[ 9.	1.	3.	8.	2.	0.	4.	5.	6.	7.	48.33]
[ 3.	0.	7.	8.	9.	4.	2.	6.	5.	1.	51.24]
[ 6.	5.	7.	9.	4.	2.	0.	1.	3.	8.	51.3]
[ 6.	5.	1.	4.	7.	9.	8.	2.	0.	3.	51.68]
[ 2.	9.	4.	0.	1.	7.	3.	6.	5.	8.	53.62]
[ 6.	7.	1.	3.	5.	2.	8.	0.	4.	9.	55.56]
[ 5.	7.	8.	9.	3.	6.	2.	0.	1.	4.	57.62]
[ 2.	0.	5.	7.	6.	4.	1.	3.	8.	9.	59.35]

Figura 3: Cálculo do fitness para uma população de 10 indivíduos

## Crossover

A seleção dos indivíduos para o cruzamento, foi novamente utilizando o torneio. Dessa forma um número  $k$  de indivíduos são selecionados e o mais apto é escolhido pra cruzamento.

Por se tratar de um problema de ordenamento, não foi possível utilizar o operador de cruzamento clássico pois iria surgir filhos inválidos, passando pelo mesmo ponto mais de uma vez no mesmo trajeto. Então o cruzamento foi feito utilizando o operador PMX (Partially Matched CX), onde ele verifica se irá ocorrer a duplicação de um ponto, e caso ocorra ele é substituído por outro.

Também foi utilizando o elitismo como técnica de seleção,  $x$  indivíduos mais aptos são passados a frente, é configurável através do parâmetro *elit*.

## Mutação

Novamente, por se tratar de um problema de ordenamento o operador padrão de mutação não iria servir. Dessa forma realizei a mutação utilizando uma técnica

chamada de Swap mutation, onde dois valores aleatórios do cromossomo são invertidos.

## Resultados

Foram realizados varios testes, com vários parâmetros diferentes. No geral, para uma quantidade de pontos menor ou igual a 20, o algoritmo possuía um desempenho muito bom, achando o melhor caminho em poucas gerações. Para uma quantidade de pontos maior, o algoritmo passava a demorar muitas gerações para achar melhor resultado e conseqüentemente muito tempo, porém ele conseguia achar o resultado ainda.

Foram feitos testes com 30 pontos, e foram necessários cerca de 8000 gerações para achar o melhor resultado, isso ocorre pois o espaço de busca começa a ficar muito grande. Aumentar a taxa de mutação me ajudou para uma quantidade grande pontos, pois dessa forma aumentava a variabilidade genética, permitindo testar mais opções e não deixar um indivíduo dominar a população.

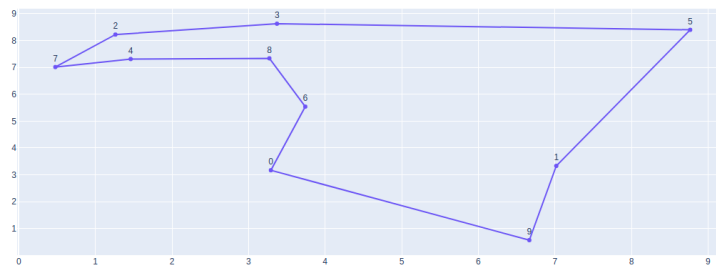


Figura 4: Melhor caminho para o 10 pontos apresentados.