

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**Algoritmo Simulated Annealing aplicado ao problema do
caixeiro viajante**

João Vitor de Oliveira

Inteligência Artificial

Dourados
Agosto de 2022

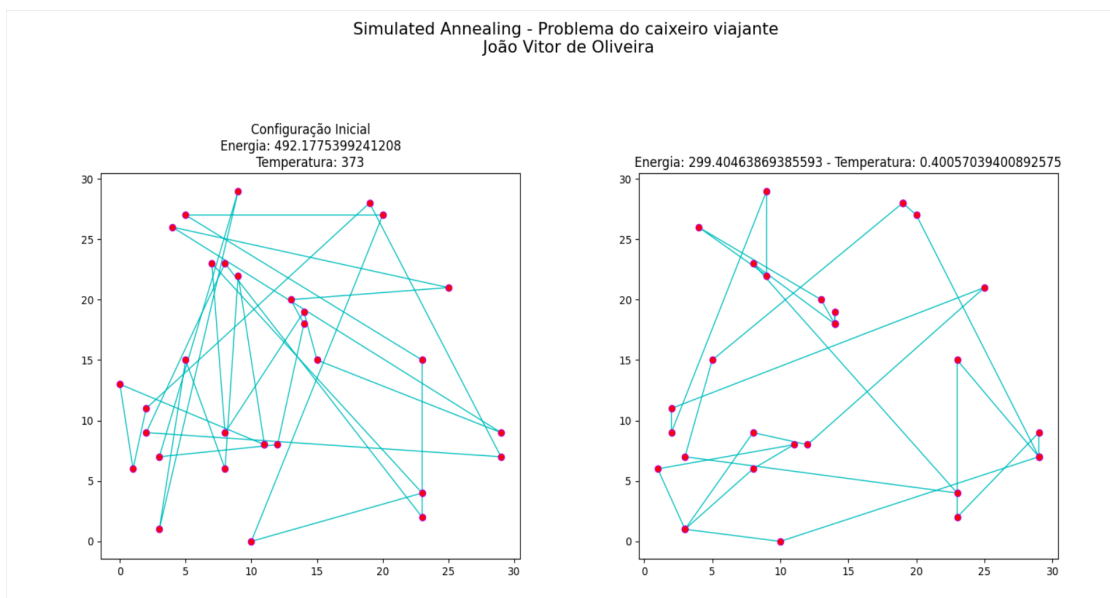
Simulated Annealing

O algoritmo Simulated Annealing, é um algoritmo de busca local proposto originalmente por Kirkpatrick e seus colaboradores, em 1983. Trata-se de uma técnica probabilística, que se baseia em uma analogia com a termodinâmica, ao simular o resfriamento da matéria, após ser aquecida. Podemos dizer que são introduzidos os conceitos do processo físico.

O processo físico da têmpera (ou recozimento) consiste em aquecer o material até o ponto de fusão e então resfriá-lo lentamente permitindo que exista um tempo necessário para que os átomos do material se organizem em uma estrutura cuja configuração é de energia mínima para determinada temperatura.

Sendo assim, o algoritmo foi implementado visando o problema do caixeiro viajante. Para implementar esse algoritmo, foi utilizado a linguagem de programação python e com auxílio de algumas bibliotecas, como por exemplo, a matplotlib para a criação de gráficos, que no caso foi para ver as iterações do algoritmo, comparando seu estado inicial (com uma temperatura e energia inicial) e com o estado corrente. Um exemplo de execução desse algoritmo segue na figura 1, com 30 cidades.

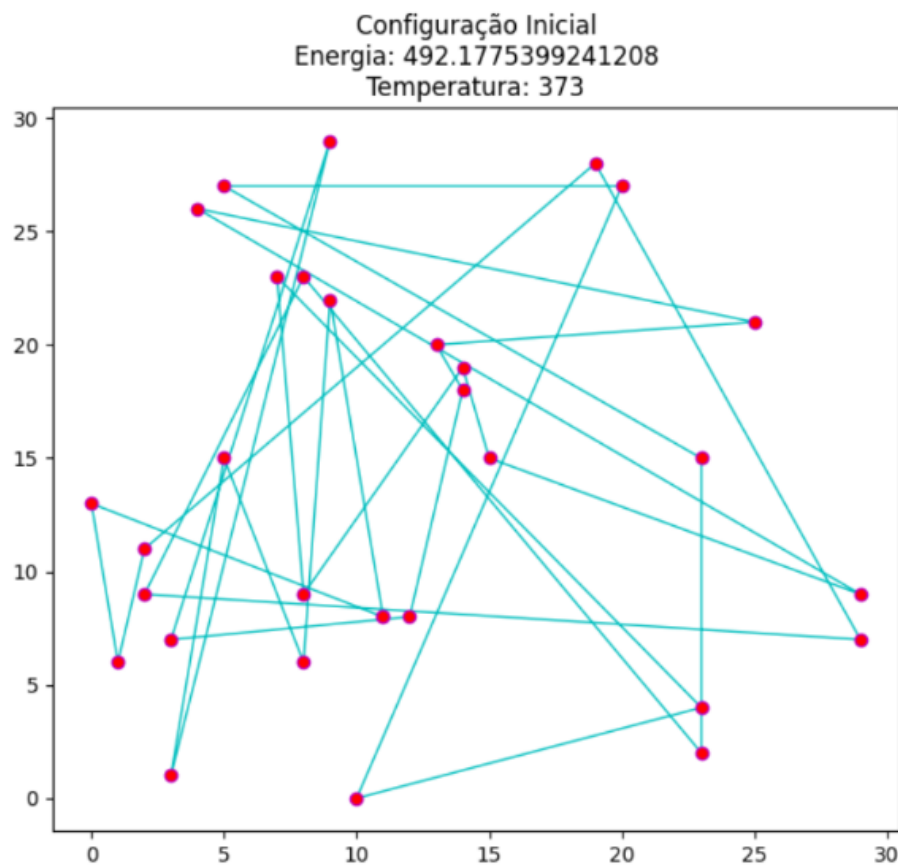
Figura 1



Fonte: O autor

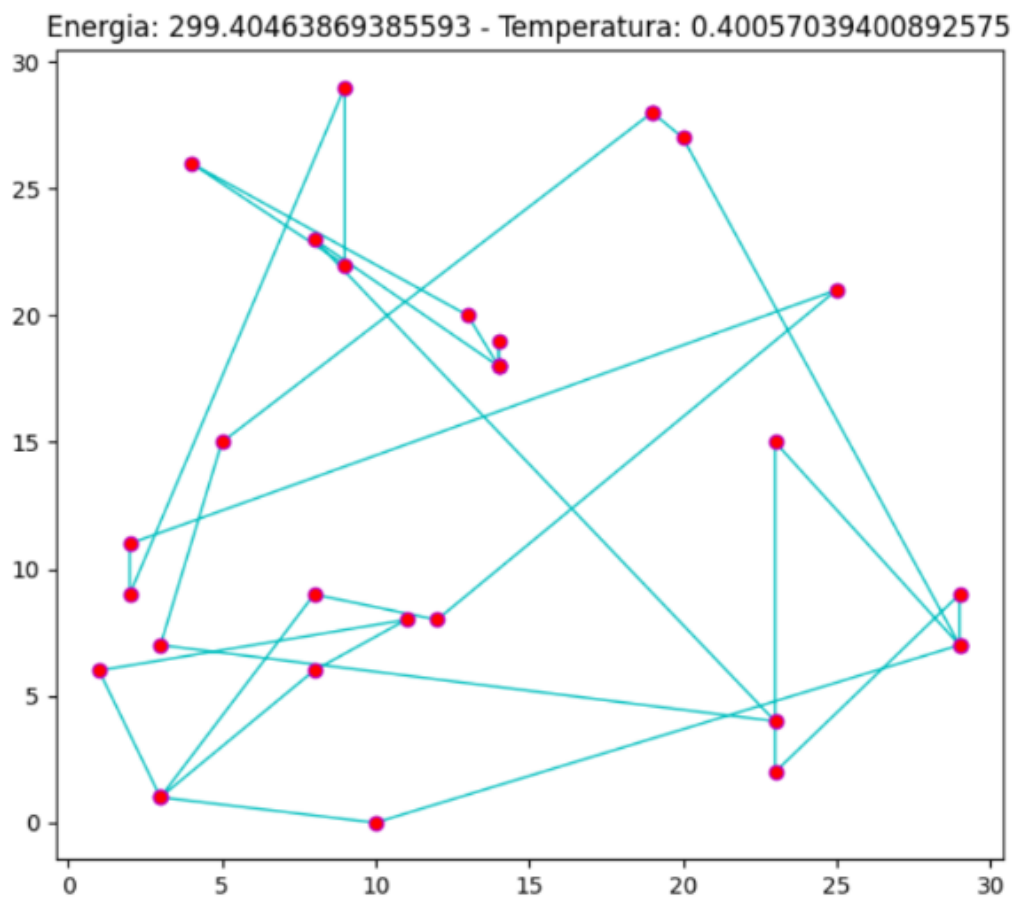
A figura 1 mostra a execução do algoritmo com 30 cidades, geradas aleatoriamente. Do lado esquerdo temos a configuração inicial com energia aproximada de 492, ou seja a distância para percorrer todas as cidades, e temperatura inicial de 373, podemos acompanhar melhor essa configuração na figura 2. Já do lado direito temos a execução corrente do algoritmo, no momento do print, a energia contava com aproximadamente 299,40 e a temperatura já havia caído para 0,400, podemos ver melhor na figura 3.

Figura 2



Fonte: O autor

Figura 3



Fonte: O autor

Na implementação do algoritmo, temos algumas constantes que podem ser alteradas para uma visão diferente do algoritmo. Essas constantes estão presentes nas linhas 14 a 18, como mostra a figura 4.

Figura 4

```
simulated_annealing.py M X
simulated_annealing.py
1  # Simulated Annealing
2  # João Vitor de Oliveira
3  # RGM: 38342
4  # Inteligência Artificial - 4º ano - Ciência da Computação
5
6  # importações
7  import sys
8  import numpy as np
9  import matplotlib.pyplot as plt
10 import math as mt
11 import time
12
13 # constantes
14 RANDOM_SEED = None
15 TEMPERATURA_INICIAL = 373
16 TEMPERATURA_PARADA = 0.005
17 NUMERO_ITERACOES = 20
18 FATOR_REDUCAO = 0.99999
19
```

Fonte: O autor