

Trabalho Final da Disciplina de Complexidade de Algoritmos

Maria Julia Barbosa Sales¹, Victor Hugo Moresco¹, Nicolle Beatrice Asquino¹

¹Departamento de Ciência da Computação – Universidade Estadual de Santa Catarina
(UDESC) – Joinville, SC – Brasil

juliasales913@gmail.com, victor.moresco1@edu.udesc.br,
nickbeatrice.asquino245@gmail.com

1. Introdução

O problema escolhido para este trabalho é uma variação do problema do caixeiro viajante(TSP), aplicado a um grafo incompleto, onde alguns nós não estão entre si. O trabalho envolve uma variável do mundo real, utilizando mapas urbanos reais, onde cidades ou pontos de interesse não estão todos conectados e alguns caminhos podem ser temporariamente ou permanentemente bloqueados.

2. Definição do Problema

O objetivo deste trabalho é encontrar a solução para o Problema do Caixeiro Viajante considerando um grafo incompleto, onde as cidades ou pontos de origem e destino estão conectados de forma não linear, com algumas arestas (caminhos) bloqueadas. A variável escolhida para este problema é o grafo incompleto, que é modelado a partir de mapas reais, como redes viárias de uma cidade, importante ressaltar que uma rua pode ser de via única, a conexão entre dois nós então é direcionada.

3. Solução Proposta

A solução desenvolvida foi o algoritmo A*(a estrela) para calcular o menor caminho entre dois pontos geográficos [Hart, Nilsson e Raphael, 1968], sendo modificado para que leve em conta as restrições impostas pela falta de conexões entre alguns nós. Para gerar o grafo da rede viária de uma região foi utilizada a biblioteca *OSMnx* [Boeing, 2017], onde os endereços são traduzidos em coordenadas pelo *Nominatim*, um geocoder

para dados do *OpenStreetMap* [OpenStreetMap Contributors, 2025] acessados por meio do geocoder Nominatim da biblioteca *geopy* [Geopy Developers, 2025]. Utilizando a latitude e longitude dos pontos de origem e destino foi empregado como heurística o método *vicenty* [Vincenty, 1975] calcular a distância em um geodésico elipsoidal, para melhor representar a topografia terrestre.

4. Testes Realizados e Resultados

Foram realizados três experimentos, dois desses testes ocorreram dentro dos limites municipais, enquanto o terceiro consistiu em um trajeto intermunicipal entre essas duas cidades. Cada experimento possui uma figura correspondente, apresentada nas Figuras 1, 2 e 3, respectivamente, todas anexadas ao trabalho em alta resolução.

Primeiro teste dentro do município de Joinville, com origem no terminal Itaum, localizado no bairro Itaum, e com destino UDESC Joinville, no bairro Zona Industrial (Figura 1). Como a Av. Santos Dumont é via única o trajeto é impossibilitado devido ao sentido ser oposto, resultando no desvio pela R. Ten. Antônio João.

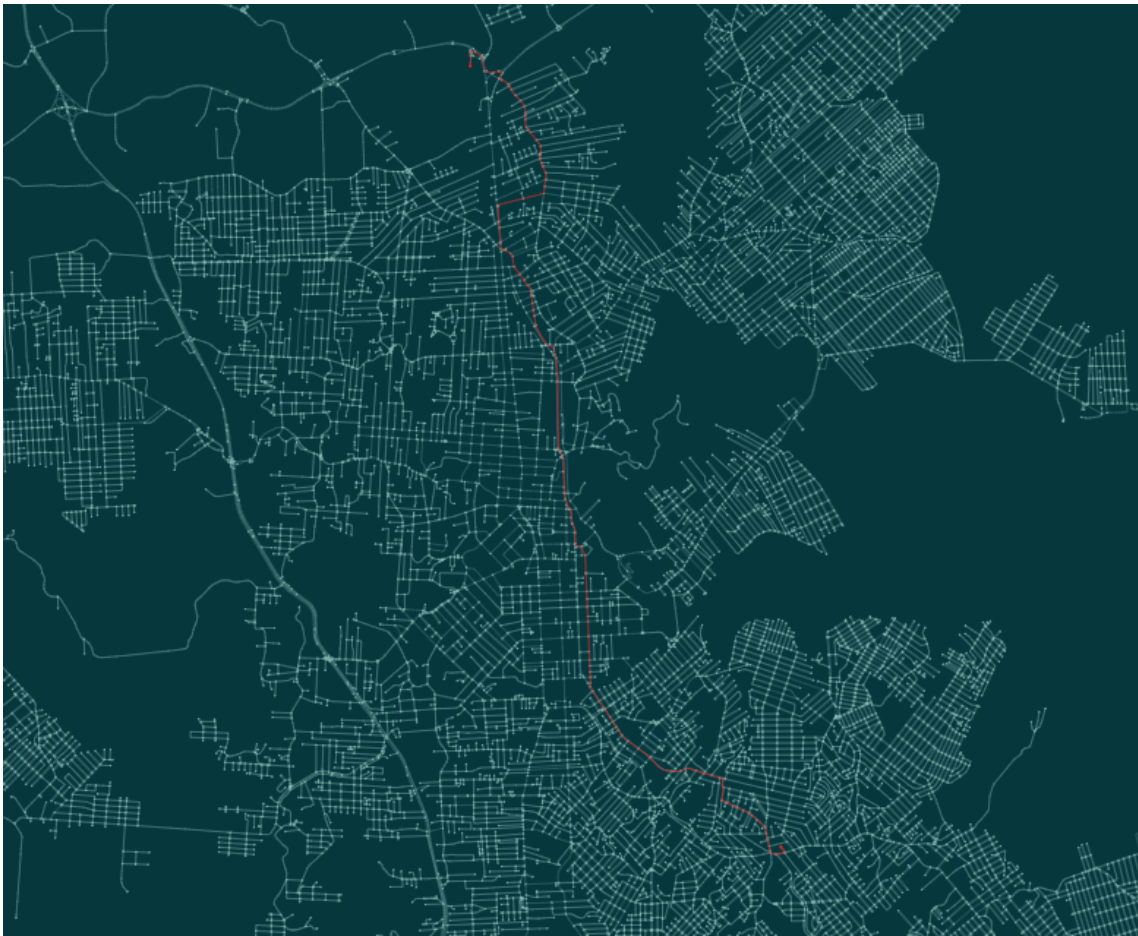


Figura 1. Trajeto sul-norte de Joinville.

Segundo teste dentro do município de Jaraguá do Sul, com origem na Malwee, localizado no bairro Barra do Rio Cerro, e destino Parque Fabril II WEG, no bairro Vila Lalau (Figura 2).

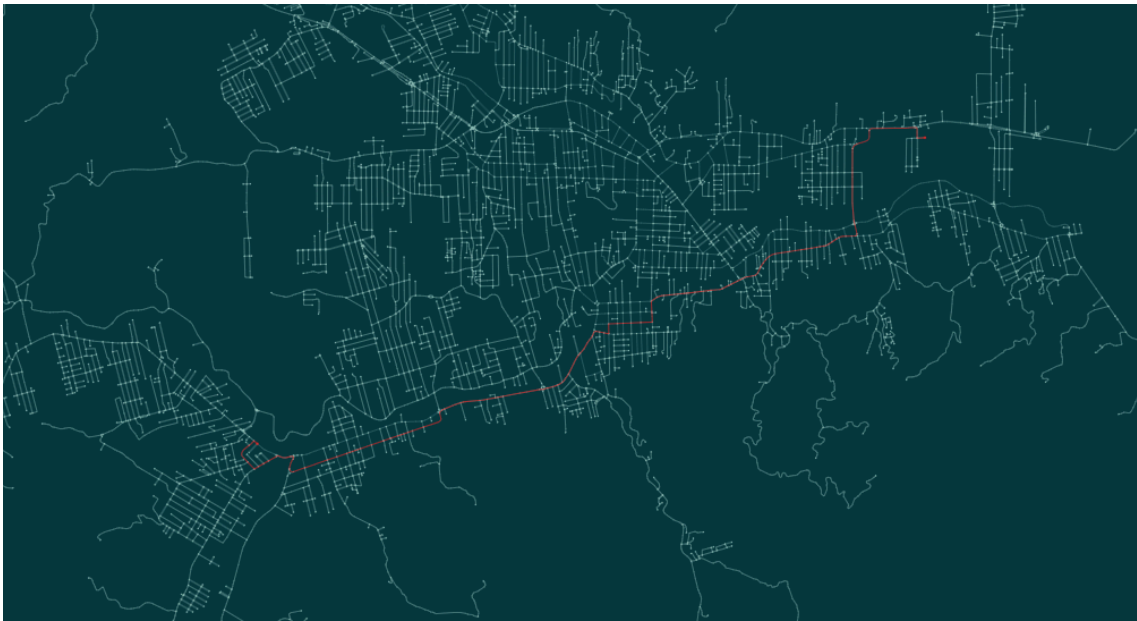


Figura 2. Trajeto oeste-leste de Jaraguá do Sul.

Por fim, o terceiro teste consiste em um trajeto intermunicipal, conectando o Parque Fabril II da WEG, em Jaraguá do Sul, à UDESC Joinville, em Joinville (Figura 3). A figura mostra a rota encontrada pelo algoritmo ao conectar os dois municípios, e a imagem anexada apresenta todo o estado de Santa Catarina recortada na figura principal para facilitar a visualização do percurso.

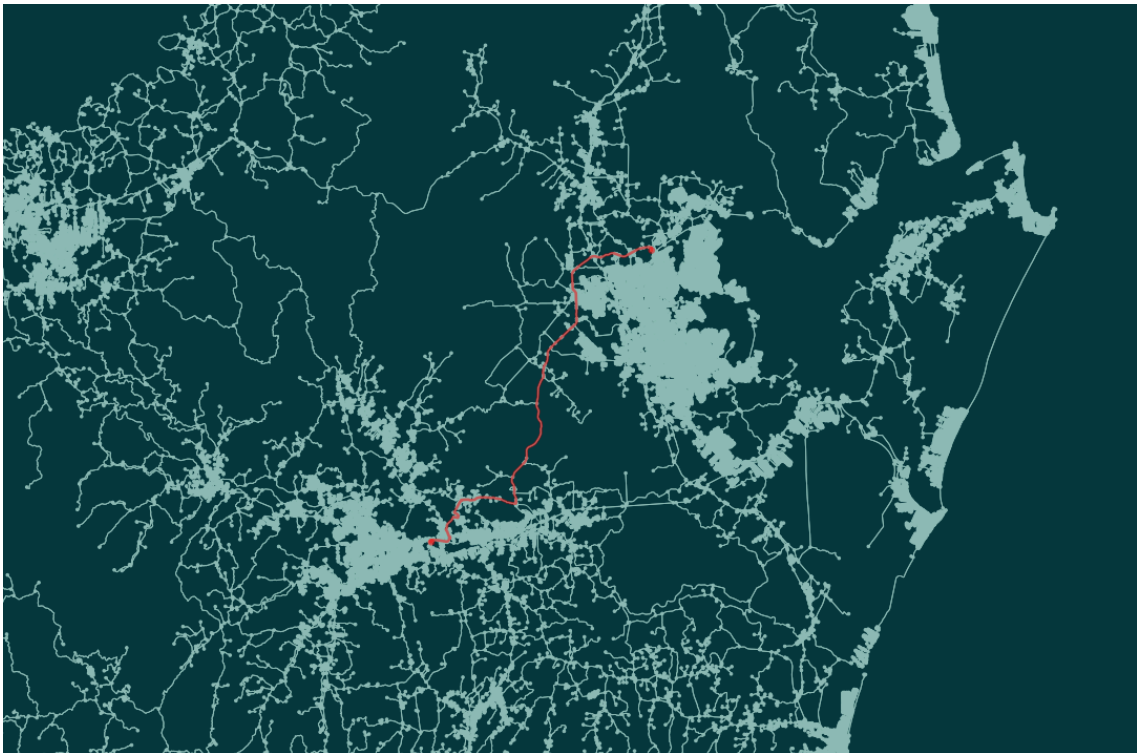


Figura 3. Trajeto Jaraguá do Sul à Joinville.

Conclusões

Os resultados mostram que o uso do algoritmo A* em um grafo baseado em mapas reais foi eficaz para gerar trajetos viáveis mesmo com vias bloqueadas ou de sentido único. Os testes em Joinville e Jaraguá do Sul confirmam que, ao considerar essas restrições e utilizar uma heurística geográfica, o método produz rotas realistas e coerentes com a malha urbana, evidenciando sua aplicabilidade em problemas reais de mobilidade.

Referências

Boeing, G. (2017). Osmnx: New methods for acquiring, constructing, analyzing, and visualizing complex street networks. *Computers, Environment and Urban Systems*, 65:126–139.

Geopy Developers. geopy: GeoCoding Library for Python. Disponível em: <https://geopy.readthedocs.io>. Acesso em: 22 nov. 2025.

Hart, P. E., Nilsson, N. J., e Raphael, B. (1968). A formal basis for the heuristic determination of minimum cost paths. *IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics*, 4(2):100–107.

OpenStreetMap Contributors. OpenStreetMap. Disponível em: <https://www.openstreetmap.org/>. Acesso em: 26 nov. 2025.

Vincenty, T. Direct and Inverse solutions of geodesics on the ellipsoid with application of nested equations.