O Problema do Caixeiro Viajante

Como um motorista de Uber em Aracaju resolve um dos problemas mais complexos da matemática sem perceber

Projeto e Análise de Algoritmos
Docente: Leonardo Nogueira Matos
Discentes:
Mikael da Silva Boto
Poliana Rafaela Moraes de Lira Lima
Thomás Silva de Araujo


Três passageiros ao mesmo tempo! Para onde ir primeiro?
Se eu escolher a ordem errada, vou rodar muito mais...
SHOPPING
BAIRRO LUZIA
BAIRRO AMERICA
Esse é o mesmo desafio do Caixeiro Viajante: visitar todos os pontos pelo menor caminho.
Achei a rota ótima! Economizei tempo e combustivel.
BAIRRO AMERICA
A teoria dos grafos ajuda até na vida real.

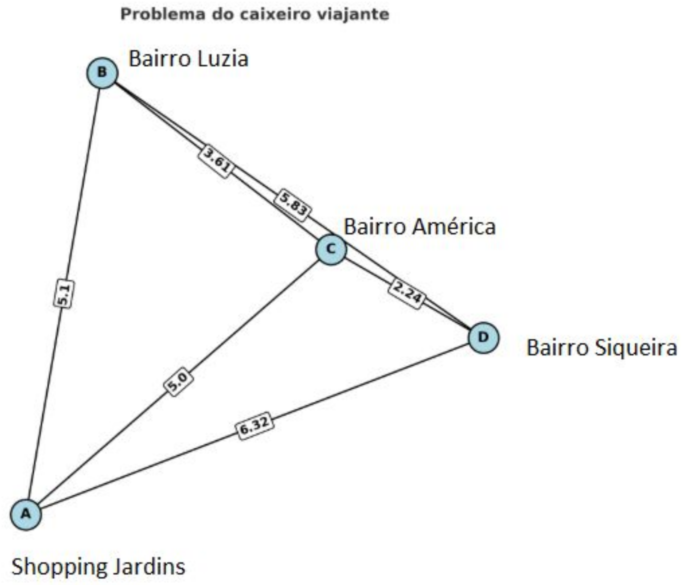
Uma Corrida de Uber... ou Várias?

Imagine que você é um motorista de Uber em um sábado à noite. Você está no Shopping Jardins e recebe 3 chamados de uma vez:

1. Um passageiro no **Bairro Siqueira**.
2. Um grupo na **Bairro Luzia**.
3. Um cliente no **Bairro América**

O Problema do Caixeiro Viajante (PCV)

Dado um conjunto de bairros e as distâncias entre cada par deles, qual é a rota mais curta possível que visita cada local exatamente uma vez e retorna ao ponto de origem?



O Problema do Caixeiro Viajante (PCV)

O Problema do Caixeiro Viajante (PCV) na sua forma exata é **exponencial**.

Resumido:

- **Força bruta:** $O(n!)$ → totalmente impraticável para n grande.
- **Heurísticas/algoritmos aproximados:** podem rodar em $O(n^2)$, $O(n^3)$, etc., mas não garantem a solução ótima, apenas uma solução "boa".

Então sim, a resolução exata do problema é exponencial, enquanto montar a matriz de distâncias é apenas quadrática ($O(n^2)$).

Complexidade do Algoritmo do (PCV)

- **Pior caso**
  - O pior caso ocorre quando **n** é grande → o número de rotas explode.
  - **Por exemplo:**
    - Para 10 cidades: 9! = 362.880 rotas.
    - Para 15 cidades: 14! ≈ 87 bilhões rotas.
    - Para 20 cidades: inviável até com supercomputadores.

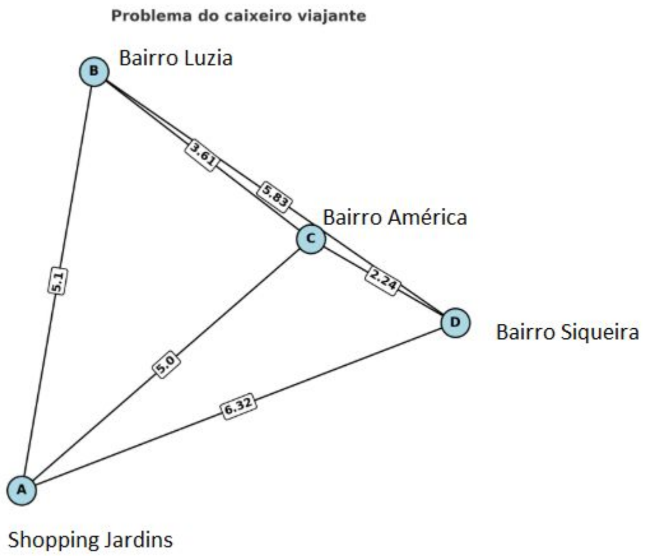
Portanto, o pior caso é exponencial ($O(n!)$) ou $O(n^2 2^n)$, dependendo do algoritmo.

O Problema do Caixeiro Viajante (PCV)

Rotas encontradas:

1. **A → B → C → D → A**
2. **A → B → D → C → A**
3. **A → C → B → D → A**
4. **A → C → D → B → A**
5. **A → D → B → C → A**
6. **A → D → C → B → A**

Ciclo Hamiltoniano: O problema do Caixeiro Viajante busca um **ciclo Hamiltoniano** de custo mínimo. Um ciclo Hamiltoniano é um caminho que visita cada vértice exatamente uma vez e retorna ao ponto de partida. Cada uma das rotas listadas (como A → C → E → B → D → A) é um exemplo de um ciclo Hamiltoniano nesse grafo.

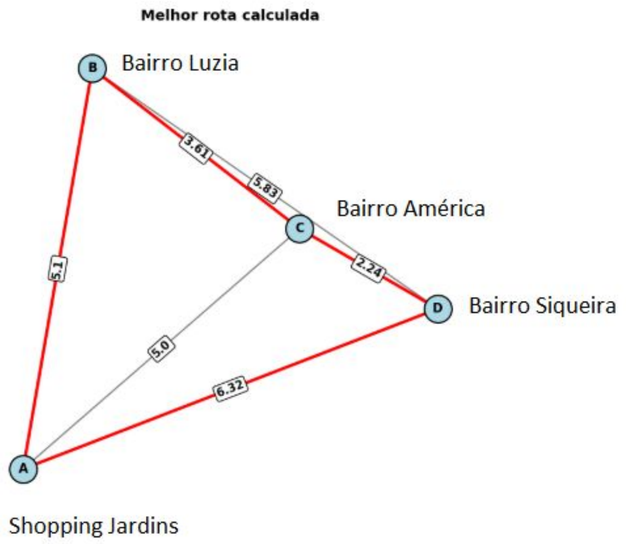


O Problema do Caixeiro Viajante (PCV)

Heurística vs. Solução Ótima: A lista de rotas mostra que existem várias soluções possíveis para o problema, mas nem todas são a melhor. O fato de ter múltiplas rotas com custos diferentes (17.73, 20.32, 17.27) demonstra que encontrar a solução ótima (a de menor custo) é o objetivo do problema, e que métodos simples de "tentativa e erro" podem não ser suficientes.

Rotas encontradas:

1. **A → B → C → D → A** = 5.10 + 3.61 + 2.24 + 6.32 = **17.27**
2. **A → B → D → C → A** = 5.10 + 5.39 + 2.24 + 5.00 = **17.73**
3. **A → C → B → D → A** = 5.00 + 3.61 + 5.39 + 6.32 = **20.32**
4. **A → C → D → B → A** = 5.00 + 2.24 + 5.39 + 5.10 = **17.73**
5. **A → D → B → C → A** = 6.32 + 5.39 + 3.61 + 5.00 = **20.32**
6. **A → D → C → B → A** = 6.32 + 2.24 + 3.61 + 5.10 = **17.27**



Apresentação do código

Referências Bibliográficas

- https://chatgpt.com/
- https://www.youtube.com/watch?v=tEryMeECijE
- https://www.youtube.com/watch?v=58zbWf1Tcks
- https://www.youtube.com/watch?v=y5UdMdcJ1ow
- Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., & Stein, C. Introduction to Algorithms (CLRS), 3ª edição, MIT Press, 2009.
- Wikipedia – Travelling salesman problem https://en.wikipedia.org/wiki/Travelling_salesman_problem