



### ALGORITMOS DE ROTEAMENTO: DOIS ESTUDOS DE CASO APLICADOS NO MUNICÍPIO DE PORTO ALEGRE

CARINE B. BATHAGLINI | LUCIANA S. BURIOL

#### INTRODUÇÃO

O trabalho desenvolvido aborda dois problemas: o Problema do Caixeiro Viajante (PCVA) e o Problema de Roteamento de Veículos Capacitados (PRVC). O primeiro problema está sendo aplicado em um desenvolvimento de um aplicativo voltado ao turismo em Porto Alegre e o segundo para otimizar a coleta de lixo na mesma cidade.

#### METODOLOGIA

##### 1 Pesquisa Bibliográfica

- Identificação e leitura de artigos relacionados com os problemas

##### 2 Aplicativo Turistando em Porto Alegre

- Coleta dos Pontos turísticos da cidade por meio das bases de dados: DataPOA e GoogleMaps
- Desenvolvimento do aplicativo para Android, em linguagem Java
- Implementação do algoritmo do vizinho mais próximo no aplicativo desenvolvido

##### 3 Coleta de Lixo em Porto Alegre

- Coleta dos dados relacionados à Coleta de Lixo no município de Porto Alegre por meio do portal de dados abertos da cidade (DataPOA)
- Implementação da Heurística do Vizinho mais Próximo
- Implementação do Algoritmo Savings

#### AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Luciana S. Buriol e Carlo S. Sartori pela ajuda durante o desenvolvimento do trabalho, seja com indicações de artigos, seja com conselhos sobre APIs e mudanças favoráveis aos códigos.

#### Referências

- Cirasella, Jill and Johnson, David S. and McGeoch, Lyle A. and Zhang, Weixiong (2001). *The Asymmetric Travelling Salesman Problem: Algorithms, Instance Generators and Tests*.
- [Clarke and Wright 1964] G. Clarke; J. W. Wright (1964). *Scheduling of Vehicles from a Central Depot to a Number of Delivery Points*
- <http://datapoa.com.br/group/limpeza-urbana>
- Instâncias exemplo para coleta de lixo: <http://vrp.atd-lab.inf.puc-rio.br/index.php/en/>
- Figura 3 e 4: [https://docs.ufpr.br/~volmir/PO\\_II\\_12\\_TSP.pdf](https://docs.ufpr.br/~volmir/PO_II_12_TSP.pdf)

#### SOBRE O PRIMEIRO ESTUDO DE CASO

O primeiro estudo de caso lidou com o Problema do Caixeiro Viajante Assimétrico, aplicado no conceito de formar rotas entre pontos turísticos na cidade de Porto Alegre. Uma instância do problema é dada por:

- um conjunto de pontos turísticos  $P$  (coordenadas  $xy$ )
- uma função  $d(p_i, p_j)$  que fornece a distância entre os pontos turísticos  $p_i$  e  $p_j$
- o custo entre  $p_i$  e  $p_j$  pode não ser o mesmo que o entre  $p_j$  e  $p_i$  (assimétrico)

Uma solução ótima para este problema é uma rota composta por todo o conjunto  $P$  sendo cada ponto visitado uma única vez e cuja distância total seja a menor possível.

O problema definido no parágrafo anterior foi utilizado para uma aplicação mobile (Aplicativo Android). O aplicativo Turistando em Porto Alegre procura construir uma rota de menor distância possível passando por todos os pontos turísticos, escolhidos pelo usuário, do município de Porto Alegre, de forma a diminuir a distância percorrida pelo turista na cidade, e também reduzir seu tempo de deslocamento. O aplicativo evidencia de forma mais prática a utilização da heurística do **Vizinho mais Próximo** - em inglês, Nearest neighbor - que foi um dos primeiros algoritmos heurísticos aplicados no Problema do Caixeiro Viajante e embora gere o caminho curto de forma rápida, geralmente não gera o percurso ideal.

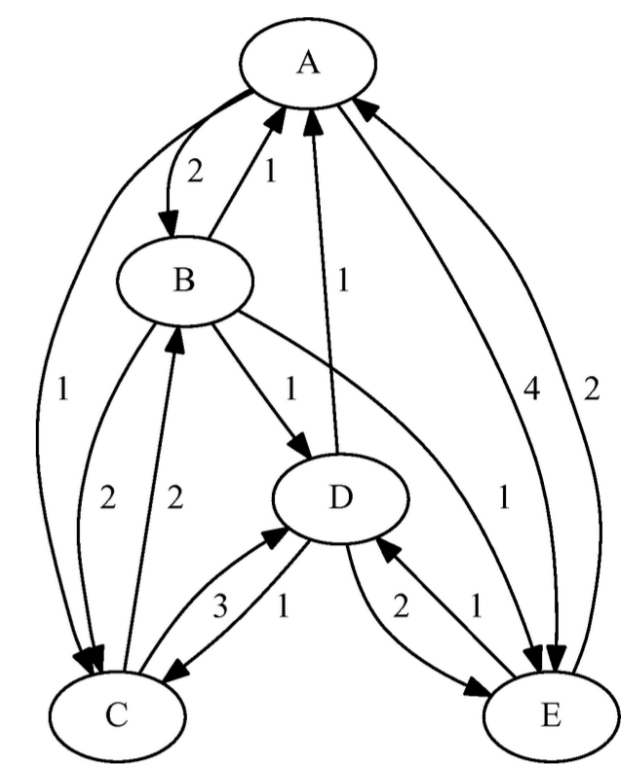
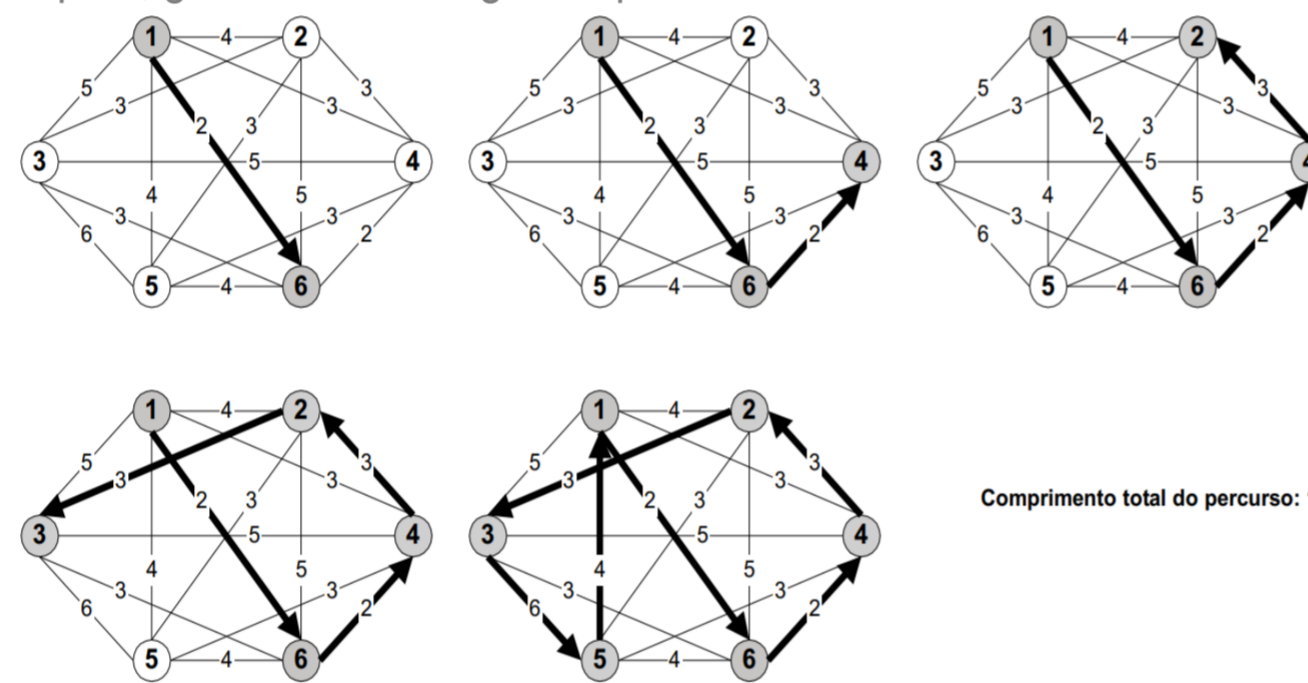


Figura 1: PCVA



Comprimento total do percurso: 19

Figura 2: <https://paginas.fe.up.pt/~mac/ensino/docs/OR/CombinatorialOptimizationHeuristicsLocalSearch.pdf>

O passo a passo do algoritmo do vizinho mais próximo aplicado a pontos turísticos na cidade de Porto Alegre é:

- Escolhe-se o ponto de partida como sendo a localização atual do usuário e este será inserido na lista dos pontos turísticos já visitados
- Enquanto houverem pontos turísticos não visitados, deve-se selecionar o ponto mais próximo do último ponto visitado e adicioná-lo a lista de visitados
- Ligar o último vértice ao do ponto de partida

#### SOBRE O SEGUNDO ESTUDO DE CASO

O segundo estudo de caso lida com o Problema de Roteamento de Veículos Capacitados, utilizados para resolução do problema de Coleta de Lixo no Município de Porto Alegre.

O PRVC é uma variação do Problema de Roteamento de Veículos (PRV) no qual os veículos apresentam capacidade de carga máxima delimitada e precisam coletar ou entregar itens em vários pontos. Cada item tem um peso ou volume associado, e os veículos têm uma capacidade máxima que podem transportar. O problema consiste em carregar ou entregar os itens em uma rota de menor custo, sem nunca exceder a capacidade dos veículos e passando em cada ponto apenas uma vez.

Os algoritmos propostos para resolver de forma mais otimizada o presente problema foram:

- Vizinho mais próximo
- Savings [Clarke and Wright 1964], definida como o custo da combinação de duas rotas sub-existent.

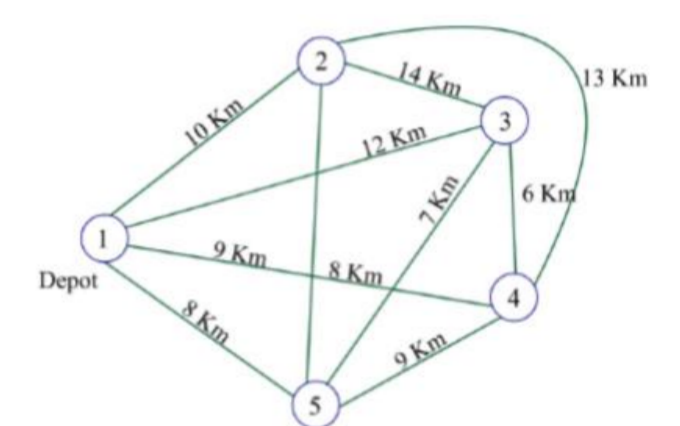


Figura 3: Exemplo de instância do PRVC

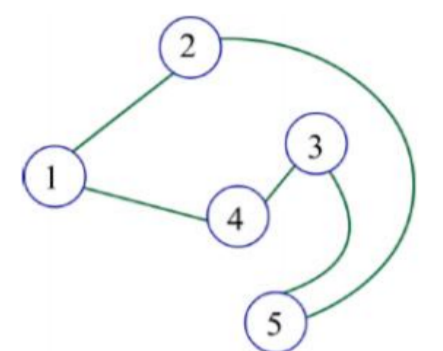


Figura 4: Após aplicação do algoritmo Savings

#### CONCLUSÃO

Conclui-se, ao desenvolver este trabalho percebeu-se que o os problemas PCV e PRVC podem ser aplicados nas mais diversas situações que envolvam deslocamento de veículos e pessoas.

#### TRABALHOS FUTUROS

- Fazer aplicação mobile para o caso da Coleta de Lixo
- Implementar o algoritmo do Savings para mais de um veículo
- Aplicar o algoritmo de busca local 2-opt
- Aplicar o algoritmo de busca local 3-opt

#### CONTATO

CARINE BERTAGNOLLI BATHAGLINI - [cbbathaglini@gmail.com](mailto:cbbathaglini@gmail.com)  
LUCIANA SALETE BURIOL - [buriol@inf.ufrgs.br](mailto:buriol@inf.ufrgs.br)  
CARLO SULZBACH SARTORI - [carlosartori2@gmail.com](mailto:carlosartori2@gmail.com)