

Regras para a execução do trabalho:

1. No dia **02/06/2018** às **23:50** encerra-se o prazo para a entrega do trabalho prático I. Trabalho atrasados serão descontados em 0,1 pontos (da média final) por dia de atraso.
2. O trabalho será realizado **individualmente**.
3. O aluno, até o prazo final de entrega, deverá fazer o envio **via Moodle** dos arquivos de código-fonte do programa e as instruções de como compilar e/ou executar.
4. O arquivo deve possuir um cabeçalho contendo o nome completo do aluno e respectivo número de matrícula, além de uma breve descrição da solução do programa. O código deve estar indentado e devidamente comentado para facilitar o entendimento. Códigos mal identados e/ou não comentados não serão considerados (**nota zero**).

Sobre a avaliação do trabalho:

1. O peso do trabalho corresponde a 3 pontos na média final.
2. A nota será composta por dois itens de avaliação, descritos a seguir:
 - a) **Qualidade das soluções geradas:** a nota será de acordo com o desvio médio das soluções geradas em relação ao ótimo conhecido para as instâncias dos problemas (até 2 pontos). Os alunos que obtiverem o valor mais próximo aos valores conhecidos (para as instâncias) serão ponderados com nota máxima (2 pontos). Para os demais, as notas serão proporcionais aos valores atingidos em relações aos primeiros.
 - b) **Apresentação da solução:** A solução desenvolvida será defendida/apresentada em dia/hora definidos *a priori*. (1.0 ponto).
3. Trabalhos plagiados, com informações parciais e/ou não devidamente apresentados terão notas **zero**.

Datas:

1. **Apresentação do enunciado do trabalho:** 28/05/2018
2. **Entrega do trabalho:** 02/06/2018 até às 23:50 (via Moodle).

Definição do problema:

O problema de roteamento de veículos está no centro do gerenciamento do processo de distribuição. O problema é enfrentado por milhares de empresas e organizações envolvidas na entrega e recolhimento de bens/serviços. O problema de roteamento de veículos capacitado (VRP – Vehicle Routing Problem) é um problema de otimização combinatória que determinar o conjunto ótimo de rotas de veículos para atender (em ordem) um conjunto de consumidores. O VRP generaliza o problema do caixeiro viajante (TSP – Travelling Salesperson Problem) e é substancialmente mais difícil de ser resolvido de maneira ótima do que o TSP.

A versão clássica do VRP objetiva encontrar rotas com custos mínimos (neste caso, distância total percorrida) que iniciem e terminem em um único depósito. A demanda de cada vértice (consumidor) é conhecido de *a priori*, assim como a capacidade do veículo. As rotas construídas (para cada veículo) não deve exceder a capacidade de carga dos veículos. Considera-se que cada consumidor é atendido atômica e exclusivamente por apenas um único veículo e que cada veículo visita cada consumidor apenas uma única vez. Não existe restrição no número de rotas geradas.

O VRP simétrico é definido em um grafo completo, ponderado e não direcionado $G = (V, E)$. O conjunto $V = \{0, \dots, n\}$ é um conjunto de vértices. Cada vértice $i \in V$ representa um consumidor com uma demanda não negativa q_i , enquanto o vértice 0 corresponde ao depósito. Para cada aresta $e \in E = \{(i, j) \mid i, j \in V\}$ é associado um custo de viagem de i para j como $c_{i,j}$. Um conjunto M de veículos está disponível no depósito com capacidade Q . A versão do VRP visa determinar um conjunto de rotas cujos custos totais seja minimizado.

Instâncias:

Um conjunto com 14 instâncias para o VRP está disponível no Moodle contendo entre 50 e 200 consumidores distribuídos em um plano 2D. O formato dos arquivos das instâncias é definido como segue:

- (Linha 1) número de consumidores, capacidade dos veículos
- (Linha 2) Coordenadas x e y do depósito
- (Linhas 3-até-fim) Coordenadas x, y e demanda do consumidor

Os consumidores deverão ser indexados como segue: o depósito indexado como vértice 0. Os demais vértices, deverão ser indexados de acordo com a ordem em que são definidos pela instância.

Entrada:

O algoritmo desenvolvido deverá receber como entrada a instância do problema VRP via entrada padrão do sistema operacional. Por exemplo:

```
./a.out < vrpnc1.txt
```

Saída:

O algoritmo desenvolvido deverá imprimir na saída padrão do sistema operacional o resultado como segue:

- (Linha 1 - Rota 1) Índice do depósito (considerado como 0) e demais índices de consumidores (separados por um único espaço) cobertos pela mesma rota.
- (Linha 2- Rota 2) Índice do depósito (considerado como 0) e demais índices de consumidores (separados por um único espaço) cobertos pela mesma rota.
- (Linha 3- Rota 3) Índice do depósito (considerado como 0) e demais índices de consumidores (separados por um único espaço) cobertos pela mesma rota.
- ...
- (Linha N- Rota N) Índice do depósito (considerado como 0) e demais índices de consumidores (separados por um único espaço) cobertos pela mesma rota.

Exemplo contendo três rotas iniciadas no depósito com índice 0:

0 1 5 10 0

0 2 3 4 9 8 0

0 6 7 0

Custos ótimos para as instâncias disponibilizadas:

vrpnc1: 524.61

vrpnc2: 835.61

vrpnc3: 826.14

vrpnc4: 1028.42

vrpnc5: 1291.45

vrpnc6: 555.43

vrpnc7: 909.68

vrpnc8: 865.94

vrpnc9: 1162.55

vrpnc10: 1395.85

vrpnc11: 1042.11

vrpnc12: 819.56

vrpnc13: 1541.14

vrpnc14: 866.37