

## Trabalho Prático 1 - Grafos

Você foi contratado para prestar consultoria para uma grande distribuidora de produtos, a Atlanticon. A empresa pretende instalar uma nova filial de distribuição para servir uma região e você está incumbido de decidir em qual cidade a filial deve ser instalada. A empresa utiliza a malha rodoviária em suas entregas e tem conhecimento das distâncias entre quaisquer duas cidades da região que sejam conectadas por algum trilho. Considere que só um produto é entregue por viagem, logo o trem sai da filial, faz a entrega e retorna para a filial para carregar um novo produto. Dado que todas as cidades realizam a mesma quantidade de pedidos em um mesmo período de tempo, você deve escolher a melhor cidade para 3 cenários distintos descritos abaixo.

**Cenário 1:** No primeiro cenário você deve escolher a cidade de modo a minimizar os custos de entrega da Atlanticon, em especial o gasto em combustível pelos trens. Considere que cada cidade emite a mesma quantidade de pedidos em um mesmo intervalo de tempo.

**Cenário 2:** Após um tempo a empresa observou que algumas cidades fazem muito mais pedidos que outras e portanto gostaria que sua decisão levasse isso em conta. Além da malha de distâncias entre as cidades você também receberá a média de pedidos de cada cidade. Considerando que a proporção desses pedidos entre as cidades vai se manter a mesma, você deve agora decidir a localização da filial levando em conta o volume de pedidos de cada cidade a fim de novamente minimizar o gasto de combustível nas entregas.

**Cenário 3:** A Atlanticon decidiu lançar um novo serviço para seus clientes e recorreu novamente à você. O serviço consiste em uma taxa adicional paga no momento da compra de modo a garantir que produto será entregue rigorosamente dentro de um prazo de  $X$  horas. A empresa portanto gostaria de saber em qual cidade deveria se instalar para garantir o menor valor de  $X$  para anunciar em seu novo serviço. Considere que todos trens viajam a velocidade constante. Observe que para esse caso o número de pedidos emitidos por cada cidade é irrelevante.

Por fim, para decidir qual cenário é o mais interessante, a Atlanticon gostaria de saber qual o prejuízo que a escolha do cenário 3 irá lhe acarretar. Ou seja, qual será o aumento percentual em gasto de combustível se a cidade for escolhida de acordo com o cenário 3 ao invés do cenário 1.

Resumidamente, para cada instância do problema você receberá o mapa de distâncias entre as cidades e um vetor com as médias de pedidos de cada cidade da região. Você deve retornar as seguintes informações, cada uma correspondente ao uso de uma métrica:

1. Identificador da cidade na qual a filial deve ser instalada para minimizar o gasto em combustível considerando a mesma quantidade de pedidos em cada cidade.
2. Identificador da cidade na qual a filial deve ser instalada para minimizar o gasto em combustível considerando a média de pedidos de cada cidade dada como entrada.

3. Identificador da cidade na qual a filial deve ser instalada para minimizar o valor X do serviço de entrega rápida.
4. Prejuízo percentual acarretado quando a cidade é escolhida de modo a garantir o menor tempo de entrega máximo.

## Entrada e Saída

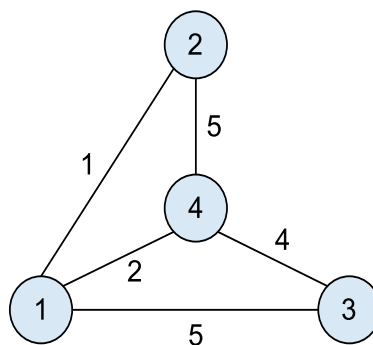
O programa deverá solucionar múltiplas instâncias do problema em uma única execução. A entrada deve ser lida de um arquivo passado como argumento e a saída deve ser escrita também em um arquivo passado como argumento. Um exemplo de invocação é dado abaixo:

```
./tp1 input.txt output.txt
```

O arquivo de entrada consiste de K instâncias do problema, onde K é dado na primeira linha do arquivo. Em seguida, cada instância é definida da seguinte forma. Um inteiro N é dado na primeira linha onde N é o número de cidades da região. Em seguida a matriz de adjacência que representa as distâncias entre as cidades é dada nas próximas N linhas. Cada linha i contém as distâncias da cidade i para cada outra cidade j conectada diretamente a i por um trilha, ou o valor 0 caso não exista um trilha entre i e j ou se  $i=j$ . Considere que o grafo será sempre conexo. Por fim, a linha seguinte consiste de N inteiros que descrevem o volume médio de pedidos de cada cidade da região. As instâncias seguintes são definidas da mesma forma.

A saída deve consistir em uma linha para cada instância da entrada. A k-ésima linha deve conter 3 inteiros e um valor de ponto flutuante. Cada inteiro é um identificador da cidade na qual a filial deve ser instalada considerando cada um dos 3 casos enumerados na seção anterior, na ordem específica em que são mostrados. Os identificadores das cidades vão de 1 até N. No caso de uma métrica apresentar duas soluções igualmente boas, a cidade com o menor identificador deve ser escolhida. O último valor consiste no aumento percentual ao se escolher a cidade de modo a minimizar o tempo máximo de entrega ao invés de minimizar o gasto total de combustível. O valor deve ser impresso com precisão de 2 casas decimais.

Como exemplo, considere o grafo abaixo que representa a conectividade de uma dada região. Cada nodo representa uma cidade e os pesos das arestas as distâncias entre as cidades.



Considere ainda que a média de pedidos da região em um dado período de tempo é a seguinte: a cidade 1 faz 100 pedidos, a cidade 2 faz 600, a cidade 3 faz 50 e a cidade 4 faz 250. Os arquivos de entrada e saída esperados são mostrados abaixo.

Entrada:

```
1
4
0 1 5 2
1 0 0 5
5 0 0 4
2 5 4 0
100 600 50 250
```

Saída:

```
1 2 4 12.50
```

## Entrega

- A data de entrega desse trabalho é **18 de Outubro**. Será fornecido um dia adicional para a entrega da documentação impressa na secretaria, entretanto **a cópia impressa deve ser idêntica à versão digital!**
- A penalização por atraso obedece à seguinte fórmula  $2^{d-1}/0.32\%$ , onde  $d$  são os dias úteis de atraso.
- O código e a documentação devem ser **submetidos em um arquivo compactado** (zip ou tar.gz) pelo *minha.ufmg*.
- O arquivo zip pode ter qualquer nome, porém ele deve conter **somente uma pasta dentro dele chamada tp1** e dentro dessa pasta deve estar seu código e documentação em formato pdf.
- Uma cópia impressa da **documentação deve ser entregue na secretaria** (atenção para o horário de funcionamento). Como já mencionado, essa entrega possui um dia de tolerância, mas deve ser idêntica à versão digital. Não utilize os escaninhos dos professores. Entregue diretamente para a secretária.
- A documentação na secretaria e o envio pelo *minha.ufmg* receberão **penalização de atraso independentes**, em seguida as notas serão combinadas como descrito no próximo item.
- Será adotada **média harmônica** entre as notas da **documentação e da execução**, o que implica que a nota final será 0 se uma das partes não for apresentada.
- Uma planilha será divulgada no *minha.ufmg* instruindo o **agendamento das entrevistas**.

## Documentação

A documentação não deve exceder 10 páginas e deve conter pelo menos os seguintes itens:

- Uma **introdução** do problema em questão.
- **Modelagem e solução proposta** para o problema. O algoritmo deve ser explicado de forma clara, possivelmente através de pseudo-código e esquemas ilustrativos.
- **Análise de complexidade** de tempo e espaço da solução implementada.
- **Experimentos** variando-se o tamanho da entrada e quaisquer outros parâmetros que afetem significativamente a execução.

- Especificação da(s) **máquina(s) utilizada(s)** nos experimentos realizados.
- Uma breve **conclusão** do trabalho implementado.

## Código

- O código deve ser obrigatoriamente escrito na **linguagem C**. Ele deve compilar e executar corretamente nas máquinas Linux dos laboratórios de graduação.
- O utilitário ***make*** deve ser utilizado para auxiliar a compilação, um arquivo *Makefile* deve portanto ser incluído no código submetido.
- As estruturas de dados devem ser **alocadas dinamicamente** e o código deve ser **modularizado** (divisão em múltiplos arquivos fonte e uso de arquivos cabeçalho .h)
- Variáveis globais devem ser evitadas.
- Parte da correção poderá ser feita de forma automatizada, portanto  **siga rigorosamente os padrões de saída especificados**, caso contrário sua nota pode ser prejudicada.
- O arquivo executável deve ser chamado `tpl`.
- **Legibilidade e boas práticas** de programação serão avaliadas.