

## Contexto

Considere uma cidade com várias ruas interconectadas e um objetivo de maximizar o fluxo de veículos entre diferentes pontos da cidade, a fim de minimizar o engarrafamento. Para modelar esse problema utilizando grafos e o problema de fluxo máximo, podemos seguir as seguintes etapas:

- Primeiro, representamos a cidade como um grafo direcionado  $G = (V, E)$ , onde  $V$  é o conjunto de vértices e  $E$  é o conjunto de arestas. Cada vértice representa um cruzamento ou interseção na cidade, e cada aresta representa uma rua que conecta dois cruzamentos. As direções das arestas indicam as direções permitidas de tráfego.
- A capacidade de uma aresta representa a quantidade máxima de veículos que podem passar por ela em um determinado intervalo de tempo sem causar congestionamento. É importante considerar a capacidade de cada rua para evitar sobrecarregar o tráfego.
- O fluxo de veículos é a quantidade de veículos que passam por cada aresta do grafo em um determinado momento. O objetivo é maximizar o fluxo de veículos, permitindo que o tráfego flua de forma eficiente e minimizando o engarrafamento.
- Existem algumas restrições que devem ser consideradas ao modelar o problema de fluxo máximo para minimizar o engarrafamento:
  - A capacidade máxima de cada rua deve ser respeitada, garantindo que o fluxo de veículos não exceda a capacidade da aresta correspondente.
  - O fluxo de entrada e saída em cada cruzamento deve ser equilibrado, de modo que a quantidade de veículos que entra em um cruzamento seja igual à quantidade que sai.
  - O fluxo de veículos deve ser maximizado, permitindo que o tráfego flua pelo caminho mais eficiente possível entre origem e destino.

## Problema

Resolva o problema de maximização do fluxo de veículos utilizando o algoritmo de Ford-Fulkerson. O algoritmo encontrará o caminho mais eficiente entre a origem e o destino, levando em consideração as capacidades das ruas e as restrições do problema. Uma vez que o algoritmo de fluxo máximo tenha sido aplicado, podemos analisar os resultados obtidos. Podemos determinar o fluxo máximo alcançado entre a origem e o destino e identificar as ruas que apresentam maior fluxo de veículos. Com base nesses resultados, podemos avaliar se o engarrafamento foi minimizado de acordo com as expectativas.

## Proposta

- Gere um grafo com 20 vértices, onde cada vértice representa a posição geográfica de uma interseção entre ruas. Inclua uma quantidade arbitrária de arestas, respeitando as restrições do problema e do método de Ford-Fulkerson.
- Resolva o problema de fluxo máximo usando o algoritmo de Ford-Fulkerson.
- Gere uma figura do grafo resultante, diferenciando arestas que têm fluxo máximo e arestas que têm fluxo residual maior do que zero.

## Análises

- Mudar o sentido de algumas ruas pode aumentar o fluxo de carros na região analisada?
- Qual é a proporção de ruas com fluxo máximo, em relação ao total de ruas analisadas?
- Como o modelo poderia considerar os semáforos afetando o fluxo de carros?

## Regras

- O trabalho será em dupla e representa 25% da nota total da disciplina;
- Deve ser entregue:
  - Relatório contendo (1) fundamentação teórica do problema e do método de Ford-Fulkerson, apresentando as devidas equações; (2) explicação do código-fonte implementado e; (3) resultados obtidos e análises relacionadas.
  - Código executável, elaborado na linguagem da sua escolha, que garanta a reprodutibilidade dos resultados alcançados.
- O relatório deve ser encaminhado na atividade disponibilizada na página da disciplina no Moodle em formato *pdf*; o código-fonte pode ser encaminhado da mesma forma (ambos em arquivo comprimido) ou depositado em um repositório (preferencialmente) e reportado no relatório.