

PROJETO DE LOGÍSTICA COM APLICAÇÃO DA TEORIA DE GRAFOS

ATIVIDADE DE PROVA PARA DISCIPLINA (COMPLEXIDADE DE ALGORÍTIMOS)

DOCENTE: MARCIO ALEXANDRE GARRIDO

DISCENTES: DENIS COMES BOMFIM & MARCOS LUIZ DE SOUSA REIS

INTRODUÇÃO

Como engenheiros de software, pesquisamos e procuramos estruturar este projeto de logística com Teoria de Grafos de forma clara, performática e seguindo uma abordagem que analogicamente se alinha a um sistema profissional muito utilizado no mercado industrial e no Brasil grandes empresas como: JBF, AMBEVE... Utilizam o SAP R/3 (focando em Modularidade e Otimização) para a distribuição e controle dos armazenagens e custos.

O SAP R/3 possui módulos interconectados (como o MM - Materials Management e SD - Sales and Distribution) que gerenciam a logística. Nosso projeto simulará essa otimização de rotas.

Utilizarei Python com as bibliotecas NetworkX para manipulação de grafos e Matplotlib para visualização, garantindo um código limpo e funcional.

A seguir para uma melhor organização documental estruturamos em Módulos a saber:

Módulo I: Representação e Construção do Gráfico (Análogo ao Master Data/Configuração SAP R/3)

Para a nossa sub-rede de transporte, escolhemos 5 cidades fictícias para adicionar mais robustez e cenários de rota.

- O Armazém Central de Distribuição (Origem): Alpha
- As Cidades/Cientes (Destinos): Beta, Gamma, Delta, Epsilon

Desta maneira assumiremos um grafo direcionado (estradas de mão única ou custos diferentes em direções opostas) e os custos baseados em tempo de viagem (em minutos).

Módulo II: Cálculo de Caminho Mínimo Simples (Análogo à Otimização de Transporte)

Nesta etapa, fizemos o cálculo do caminho de menor custo (Caminho Mínimo) entre a Origem (Alpha) e o destino Epsilon de forma simples/manual, como solicitado, sem utilizar algoritmos avançados (como Dijkstra ou A* nativos do NetworkX), mas simulando a lógica de acumulação de custos.

Origem: Alpha Destino: Epsilon

Cálculo Simples das Rotas Possíveis

Rota 1: Alpha → Beta → Delta → Epsilon.

Custo: $20(\text{Alpha} \rightarrow \text{Beta}) + 30(\text{Beta} \rightarrow \text{Delta}) + 10(\text{Delta} \rightarrow \text{Epsilon}) = 60 \text{ min.}$

Rota 2: Alpha → Gamma → Epsilon

Custo: $50(\text{Alpha} \rightarrow \text{Gamma}) + 40(\text{Gamma} \rightarrow \text{Epsilon}) = 90 \text{ min.}$

Rota 3: Alpha → Beta → Gamma → Epsilon

Custo: $20(\text{Alpha} \rightarrow \text{Beta}) + 25(\text{Beta} \rightarrow \text{Gamma}) + 40(\text{Gamma} \rightarrow \text{Epsilon}) = 85 \text{ min.}$

Rota 4: Alpha → Gamma → Delta → Epsilon.

Custo: $50(\text{Alpha} \rightarrow \text{Gamma}) + 35(\text{Gamma} \rightarrow \text{Delta}) + 10(\text{Delta} \rightarrow \text{Epsilon}) = 95 \text{ min.}$

Caminho de Menor Custo:

A Rota 1 (Alpha → Beta → Delta → Epsilon)
com custo de 60 minutos.

Módulo III & IV: Caminhos Alternativos e Análise de Robustez (Análogo à Gestão de Exceções)

- **Simulamos uma falha** em uma estrada crítica e analisamos o impacto na rede e quais alternativas permanecem viáveis.
- **Simulação de Falha.** Simulamos a falha da estrada Beta → Delta, que fazia parte do nosso caminho mínimo (custo 30).

Módulo V: Comparação de Resultados (Análogo ao Benchmarking/Auditoria)

Contextualização

Uma comparação do nosso trabalho com um **Grupo Fictício B**, que escolheu uma topologia de rede diferente.

1. Topologia da Rede

Característica	Nosso Grupo (A)	Grupo Fictício (B)
Nº de Cidades	5	4
Nº de Estradas	8	5
Conectividade	Alta (Muitas alternativas)	Baixa (Topologia mais linear)
Origem/Destino	Alpha → Epsilon	Hub → Spoke

2. Rotas Mais Curtas e Custos

Cenário	Nosso Grupo (A)	Grupo Fictício (B)
Caminho Mínimo	60 min (Alpha → Beta → Delta → Epsilon)	55 min (Hub → City2 → Spoke)
Falha Crítica	Aumento para 85 min (+41.6%)	Rota Inexistente (Rede Desconectada)

Análise de Comparação

- **Variação das Rotas Mais Curtas:**

- ✓ O Grupo B obteve um custo mínimo ligeiramente menor (55 min) devido à sua topologia mais linear (menos opções de desvio, rotas mais diretas).
- ✓ O Grupo A tem um custo um pouco maior (60 min) inicial, mas com a vantagem de maior conectividade.

- **Impacto dos Custos de Transporte:**

- ✓ Embora o Grupo B tenha custos nominais (por estrada) baixos, sua dependência de poucas rotas eleva o **Risco Total**. O custo total do transporte em A é mais robusto contra falhas.

- **Rotas Alternativas e Vantagem Competitiva (Robustez):**

- Grupo A (Vantagem): A alta conectividade (8 arestas para 5 cidades) permite rotas alternativas em caso de falha. A entrega ainda ocorre, mesmo que com atraso (85 min).

Prioriza a Confiabilidade.

- Grupo B (Desvantagem): A baixa conectividade (5 arestas para 4 cidades) torna a rede extremamente frágil. A falha de uma única aresta crítica desconectaria a rede, impedindo a entrega.

Prioriza a Rapidez em Cenário Ideal.

CONCLUSÃO

Em um sistema profissional de logística (como o SAP), o nosso modelo seria preferível, pois a **robustez e a garantia de entrega** (mesmo com atraso) são geralmente mais valiosas do que a economia marginal de tempo em uma rota ideal.

APENDICÊ A

Entregáveis: Códigos Python Completos (Para Google Colab)

Os códigos para a execução no Google Colab ou em qualquer ambiente Python com networkx e matplotlib instalados utilizados para fins de visualização gráficas das rotas de logística estão disponíveis. Para acesso utilize o arquivo anexo e ou link do google colab:

<https://colab.research.google.com/drive/1eq8afpjgmTYMryTREAzfYp6oV3Tbj8fL?usp=sharing>.

Disponível também no GitHub

[Manoreis/Projeto_Logistica_TeoriadeGrafos: Repositório de Atividades na Disciplina Complexidade de Algoritmos - Engenharia de Software](#)

São eles:

Código Python:

1. **Módulo 1** - Grafo direcionado
2. **Módulo 2** - (Validação com Dijkstra): Para fins de código limpo e objetivo, incluímos o cálculo do algoritmo padrão de caminho mínimo (Dijkstra) do NetworkX para validar o resultado manual. (Em um ambiente profissional, essa seria a implementação padrão).
3. **Módulos 3 e 4** - Código python de simulação de falhas.
4. **Módulos das tabelas**. Já inseridos no documento.