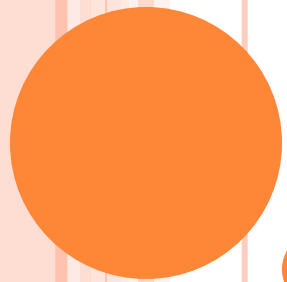




SCC0216 MODELAGEM COMPUTACIONAL EM GRAFOS

Prof. M. Cristina



A DISCIPLINA

A DISCIPLINA

- Parte essencial dos fundamentos de Computação
- Cadeia de algoritmos e estruturas de dados
 - ICC1 & Lab. ICC1
 - ICC2 & ALG1
 - **Grafos** & Arquivos & POO
 - Alg. Avançados
 - etc.

A DISCIPLINA

- Programação é o **cerne** da Computação
 - Estruturas de dados são o **cerne** da programação
- Até aqui, diversas estruturas de dados
 - Listas estáticas e dinâmicas, sequenciais e encadeadas, simples ou não
 - Pilhas, filas, deque, *heaps*, etc.
 - Árvores, árvores binárias, balanceadas ou não
 - Etc.
- Agora: as estruturas de dados mais *bonitas e sofisticadas* da Computação
 - Grafos & Arquivos

GRAFOS

- Intuitivamente, o que são?



GRAFOS

- E para que servem?



PORQUE APRENDER GRAFOS?

- Modelar relações e processos em diversos sistemas:
 - Físicos, biológicos, sociais e de informação
- Redes de
 - Comunicação (p.ex. Facebook ou Twitter...)
 - Organização de dados
 - Dispositivos computacionais
 - Fluxo de Computação
- Sistemas de recomendação (Amazon, Netflix,...)
- Otimização de caminhos (Google Maps, Waze,...)

MODELOS DE GRAFOS

- Modelar sintaxe de linguagem natural
- Estudo de átomos e moléculas
- Medir prestígio/importância
- Espalhamento de rumor
- Amizades entre pessoas
- Padrões de reprodução de animais
- Espalhamento de doenças
- Relação entre genes
- ...

PROGRAMA DA DISCIPLINA

- Grafos - conceitos fundamentais, grafos dirigidos e não dirigidos, grafos ponderados, caminhos Eulerianos e Hamiltonianos, ciclos, operações básicas sobre grafos, busca em largura e em profundidade, isomorfismo. Representação de grafos via matriz de adjacência e listas de adjacências, operações e análise de algoritmos. Caminhos mínimos, detecção de ciclos, componentes conexos e fortemente conexos, pontes e vértices de articulação, ordenação topológica. Árvores geradoras mínimas, caminhos mínimos, fluxo em rede. Noções de redes complexas e aplicações.

ESTILO DA AULA

○ Slides & lousa

- Considero importante trazer **caderno!**
- Slides, entregas e outros materiais no e-Disciplinas USP

(mas é uma disciplina presencial, i.e., entendo que os alunos estarão nas aulas!)

○ As vezes, Exercício/Prática no fim da aula

- Individual ou em **grupos** de 2-3 alunos
- Quem tiver **notebook** pode trazer

○ Informal!

AValiação

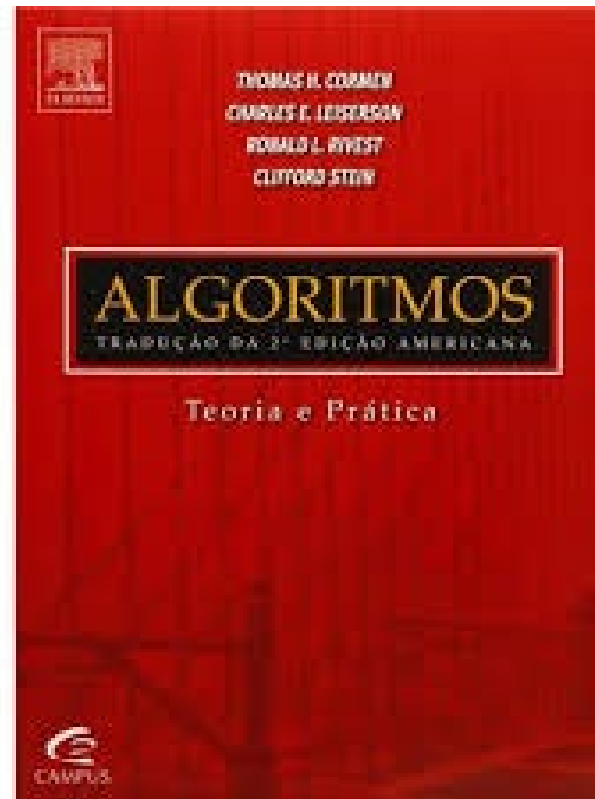
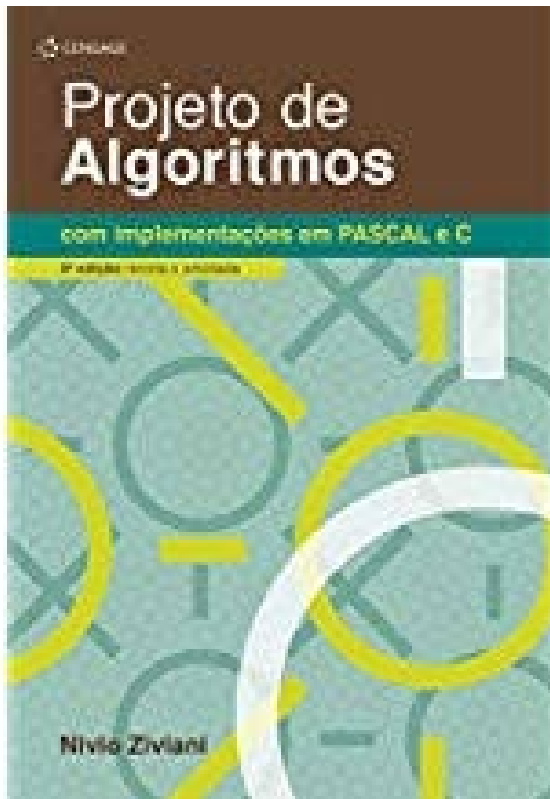
○ Provas

	Turma A (terça-feira)	Turma B (segunda-feira)
Prova 1	16/05	15/05
Prova 2	11/07	10/07

- **2 trabalho práticos** (individuais, run.codes)
- **2 entregas de atividade em grupo** (2 ou 3 alunos)
- ***Plágios/cópias não serão tolerados***
- Frequência mínima de 70%, conforme lista de presença
- Média final = 40% média das provas + 40% média dos trabalhos práticos + 20% média das atividades

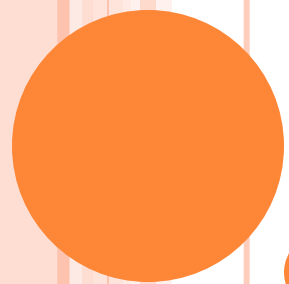
LIVROS

- Há muitos na nossa biblioteca!



A DISCIPLINA

- Dúvidas?



UM POUCO DA HISTÓRIA

LEONHARD PAUL EULER (1707-1783)

- Considerado o “pai” da teoria dos grafos
 - Matemático e físico
 - Viveu na Rússia e na Alemanha
 - Ficou parcialmente cego aos 28 anos e totalmente cego nas 2 últimas décadas de vida
 - Resolveu o **problema das 7 pontes** na cidade de Königsberg/Alemanha em 1735



Quadro de Johann Georg Brucker

O PROBLEMA

- *Na antiga cidade prussiana de Königsberg (atual Kaliningrado, na Rússia) havia 7 pontes que conectavam 2 ilhas.*
- *Hoje somente três pontes daquela época ainda existem (duas da época de Euler, e uma que foi reconstruída). Duas foram destruídas durante a segunda guerra, outras duas foram destruídas para formar uma única via moderna.*

O PROBLEMA

- *A questão que intrigava os moradores da cidade era essa: é possível fazer um caminho por todas as pontes passando uma e somente uma vez em cada uma das delas?*

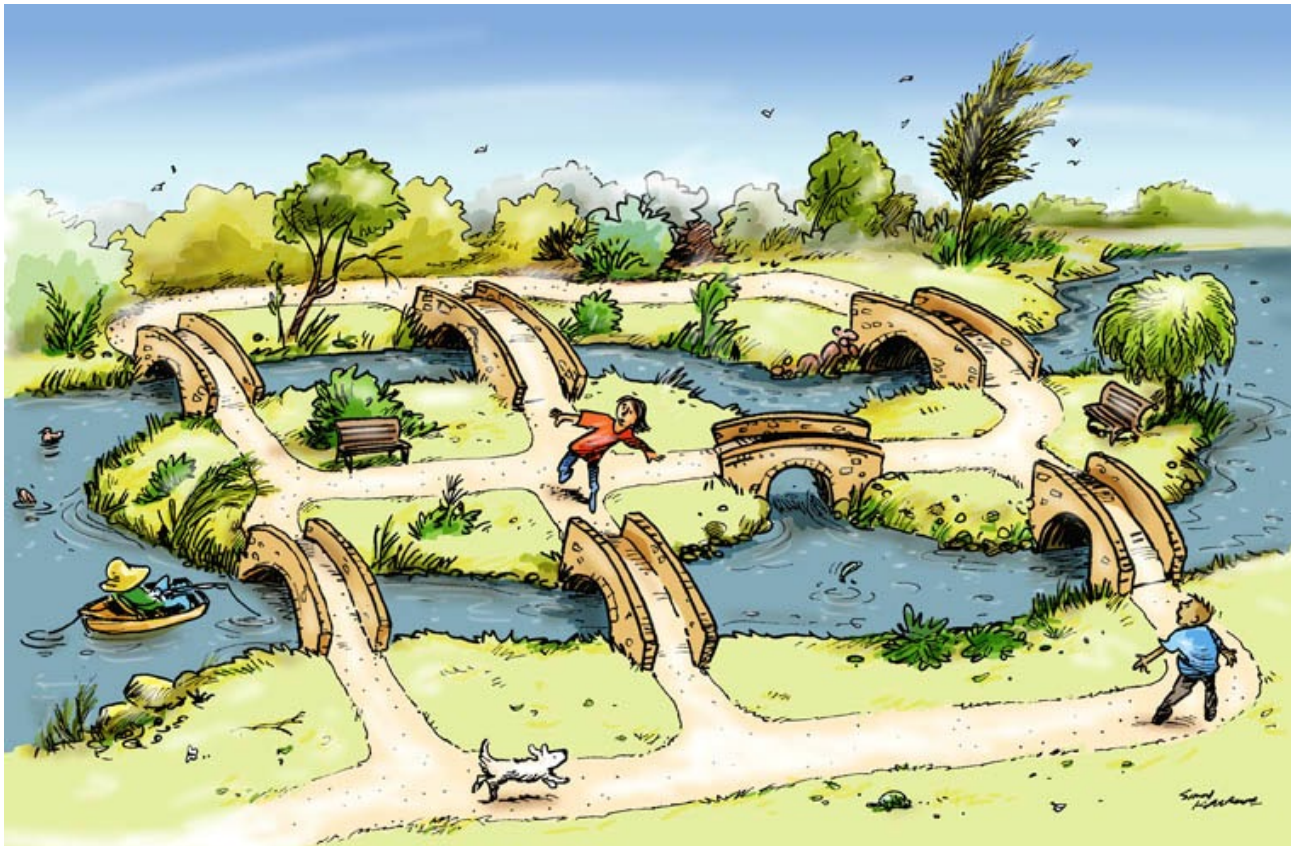
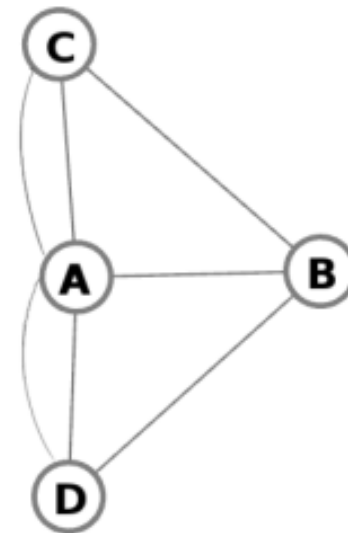


Imagem de Simon Kneebone

A REPRESENTAÇÃO

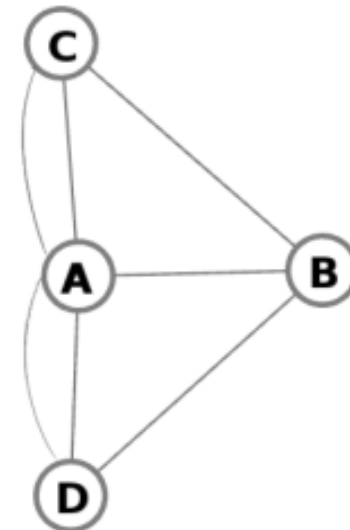
- Representação esquemática do problema com “vértices” e “arestas”
 - Nasce o que é considerado oficialmente por muitos como o **primeiro grafo**



A SOLUÇÃO

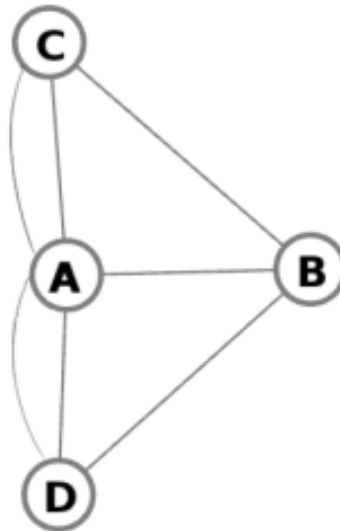
- Considerando vértices de partida, de chegada e intermediários
 - Vértices intermediários devem ter número par de arestas, pois é preciso chegar e sair do vértice sem passar pela mesma aresta
 - Vértices de partida e de chegada
 - Não faz diferença

Todos os vértices têm número ímpar de arestas ☹



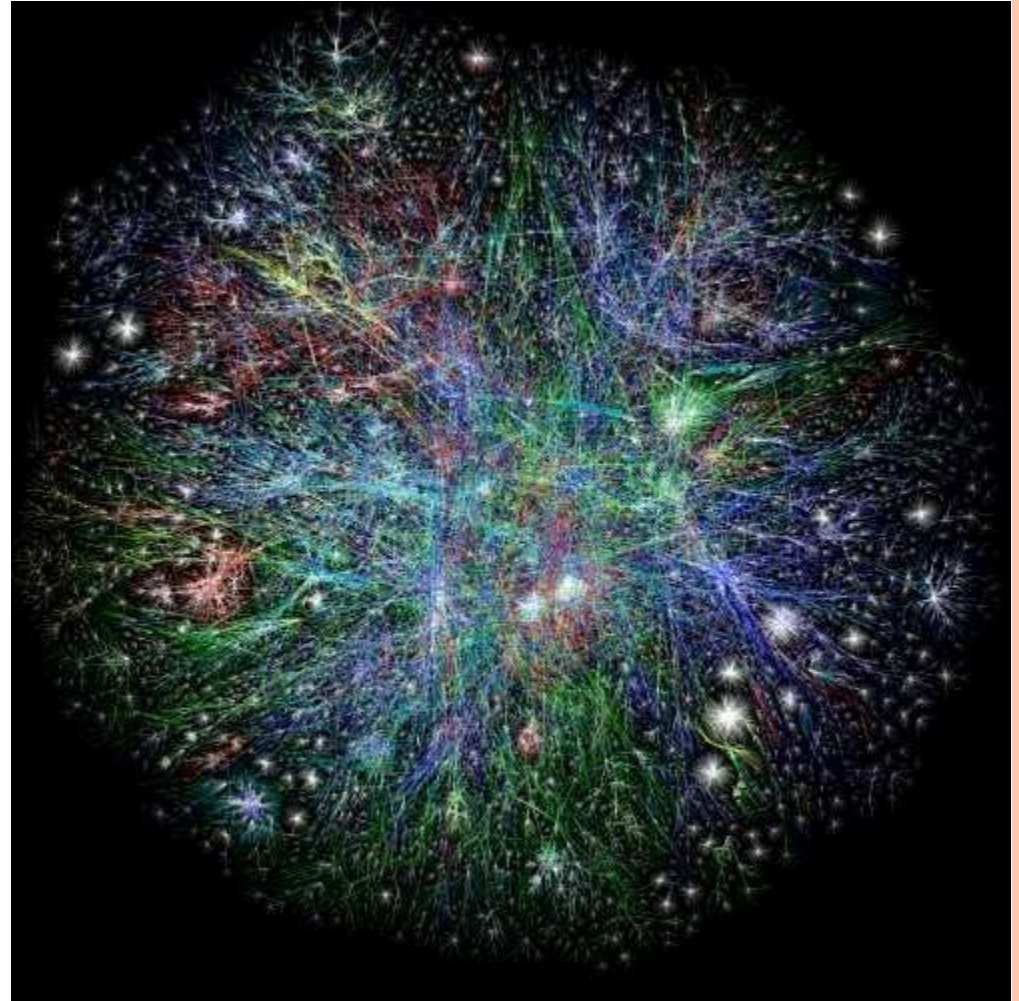
QUESTÃO

- Esse tipo de estrutura nos é estranha? Ou já vimos coisas parecidas em outras disciplinas do curso?



DESDE ENTÃO...

- Internet



<https://pt.wikipedia.org/wiki/Internet>

DESDE ENTÃO...

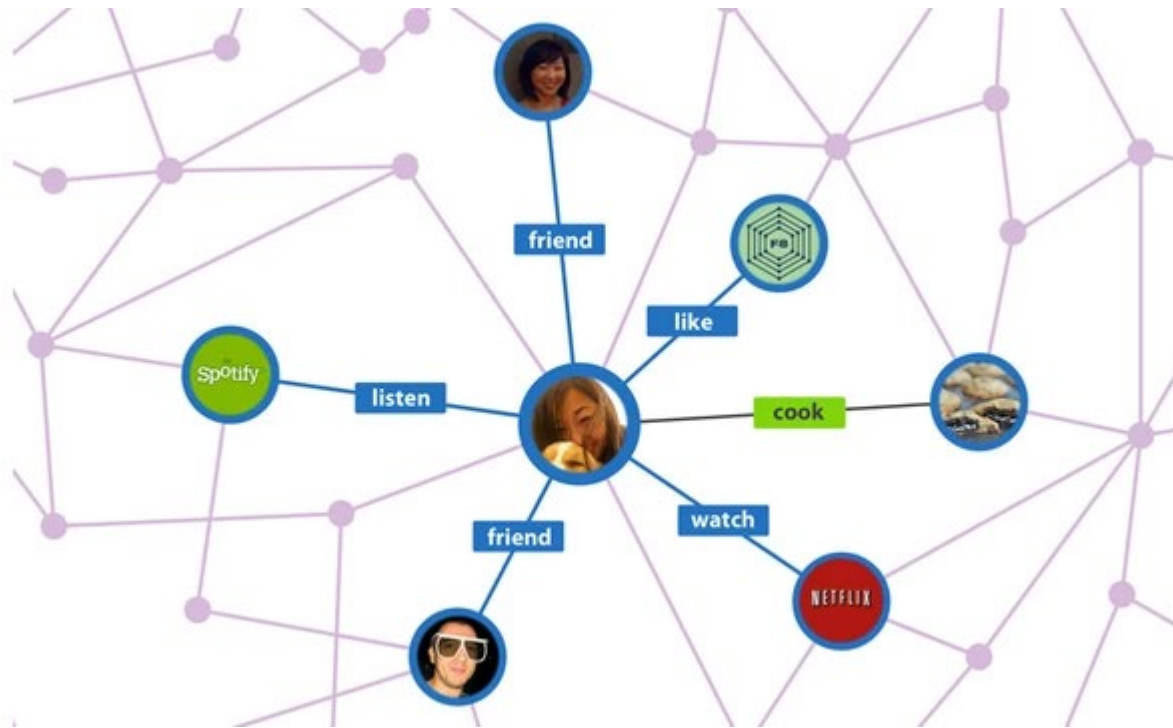
- Buscador na web



<https://pt.wikipedia.org/wiki/PageRank>

DESDE ENTÃO...

- Redes sociais e aplicativos relacionados



DESDE ENTÃO...

- Aeroportos & vôos



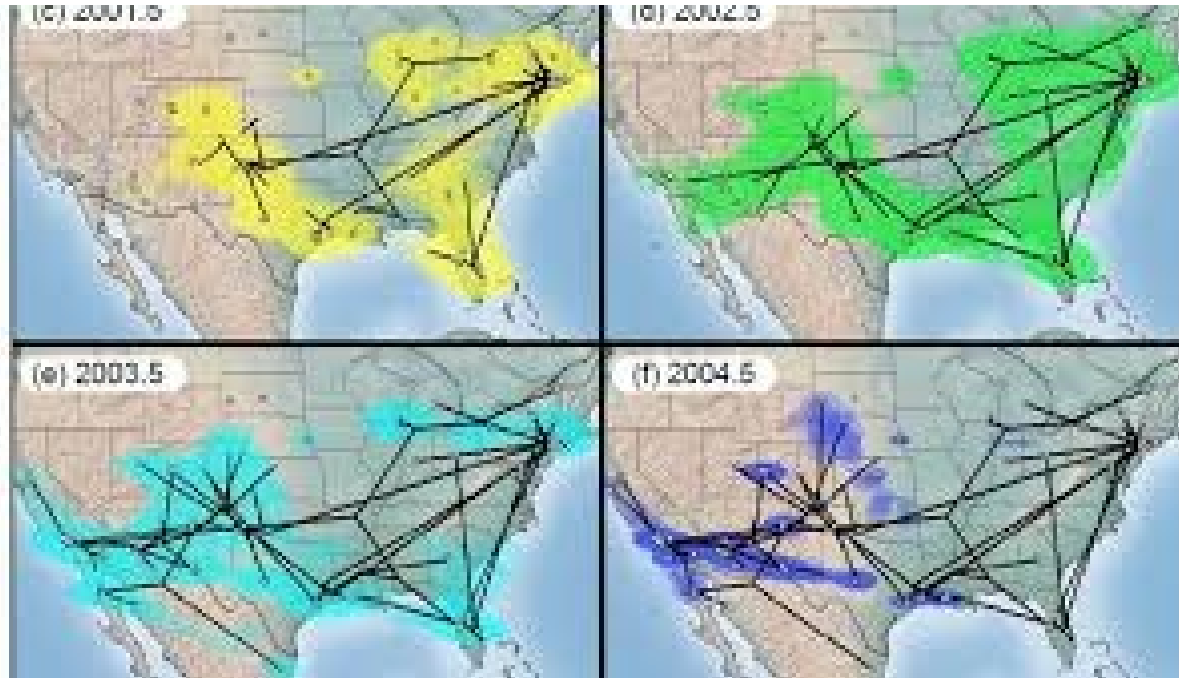
DESDE ENTÃO...

- GPS



DESDE ENTÃO...

- Epidemias



DESDE ENTÃO...

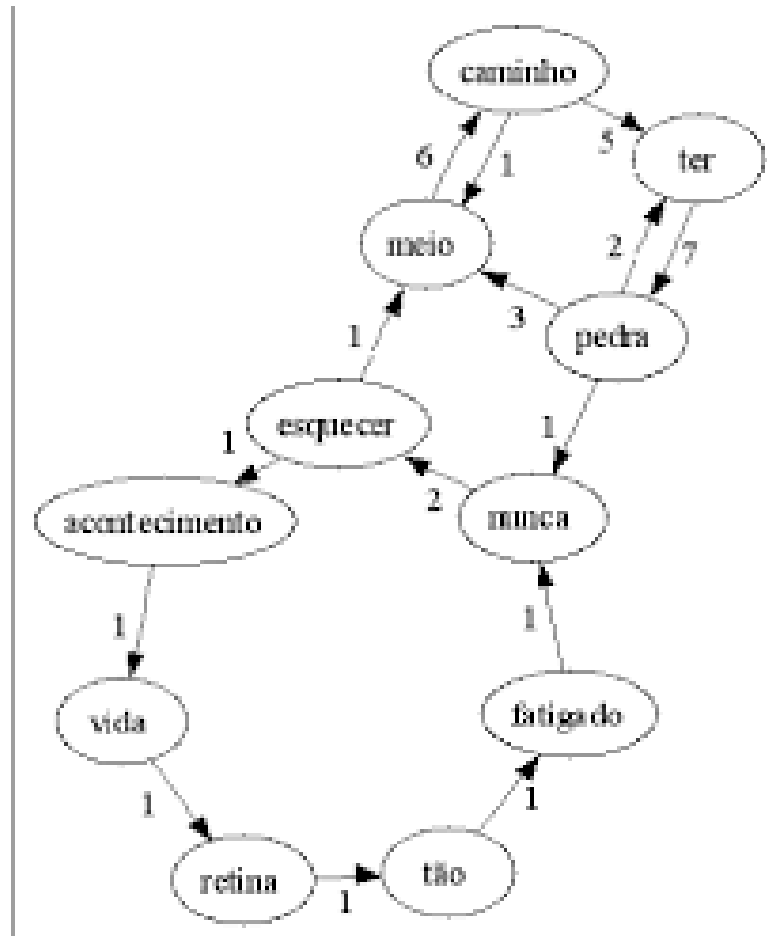
- Topologia urbana: densidade populacional, dinâmica do tráfego, planejamento



Cidade de
São Carlos

DESDE ENTÃO...

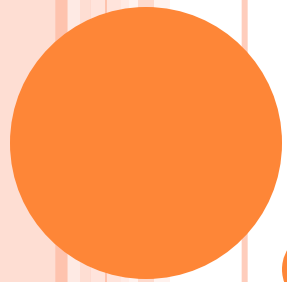
- Linguagem



DESDE ENTÃO...

- Incontáveis outras aplicações
 - Redes de computadores e roteamento de dados
 - Redes Neurais
 - Planejamento de movimento de robôs autônomos
 - Modelagem de cenários de jogos
 - Circuitos
 - Genealogia
 - Ecologia
 - Etc.
- Grafos são uma estrutura onipresente em computação





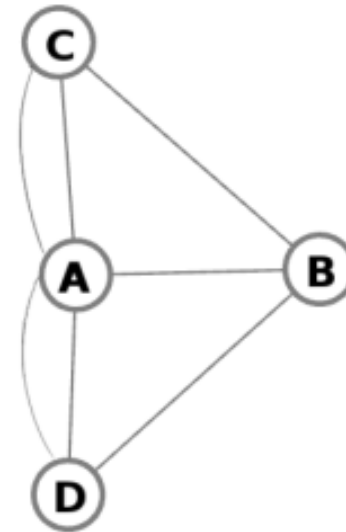
ALGUMAS DEFINIÇÕES

DEFINIÇÃO BÁSICA

- *Um grafo é uma estrutura de dados constituída de um conjunto de vértices V e um conjunto de arestas A conectando pares de vértices.*
 - $G = (V, A)$
 - Nomenclatura usual
 - Vértice, nó (*node, vertex*)
 - Aresta, ligação, arco (*edge, link, arc*)
- *Grau do vértice*: número de arestas incidentes ao vértice

EXEMPLO

- Possível grafo das 7 pontes de Königsberg
 - $V = \{A, B, C, D\}$
 - $A = \{(A,B), (A,C), (C,A), (A,D), (D,A), (B,C), (B,D)\}$
 - $G1 = (\{A, B, C, D\}, \{(A,B), (A,C), (C, A), (A,D), (D, A), (B,C), (B,D)\})$
 - Grau do vértice B é 3



HÁ MUITO MAIS ALÉM DO BÁSICO!

- Grafos podem ser direcionados (ou não!)
 - Para quê?
- Grafos podem ter ciclos
 - Sério?
- Arestas podem ter peso
 - Para quê?
- Grau pode ser de entrada ou de saída
 - Que diferença faz?
- Etc.

Vamos com calma! Temos o semestre inteiro pela frente... 😊

CARACTERÍSTICAS DOS GRAFOS

- Como logo veremos
 - **Muita liberdade e flexibilidade**
 - Grande poder de representação
 - Necessidade ainda maior de **controle**



PRÁTICA EM GRUPOS

NOTEBOOKS PERMITIDOS

EXERCÍCIO

- Desenhe um grafo do ICMC



EXERCÍCIO 2

- Pensando em um TAD Grafo, declare em C a estrutura de dados de um grafo

EXERCÍCIO 3

- Desenhe o esquema da sua estrutura de dados instanciada com o seu grafo do ICMC

EXERCÍCIO 4 (PARA CASA)

- Considerando o TAD Grafo e usando a sua estrutura de dados:
 - Escreva uma função em C que retorna o número de vértices de um grafo de entrada (dado pelo usuário)
 - Escreva uma função em C que retorna o vértice com mais conexões de um grafo de entrada