

# Strongly Connected Components (Componentes Fortemente Conexos)

SCC 218 - Alg. Avançados e Aplicações

# O mundo é um grafo !

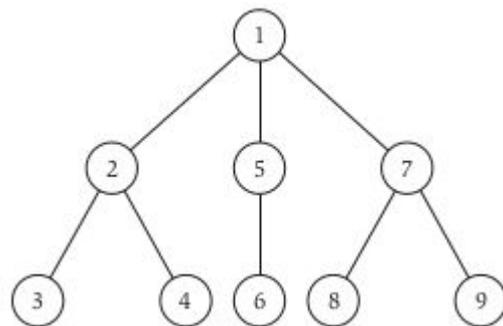
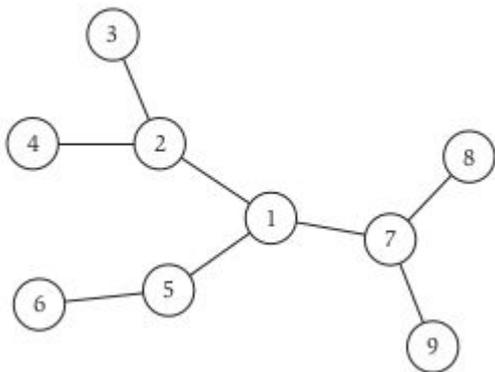
- Um grafo é uma coleção de coisas ligadas por arestas !
- Essa definição extremamente informal e abstrata nos indica uma série de situações em que podemos 'enxergar' grafos no nosso dia a dia
- Vou sugerir aqui uma lista.

# Nós e arestas em várias situações (tente identificá-los)

- Redes de transportes: um mapa com rotas aéreas ligando o mundo
- Redes de Comunicação: computadores conectados entre si
- Redes de Informação: WWW é um grafo dirigido ou não dirigido?
- Redes Sociais: coleção de pessoas que interagem
  - pessoas são nós e uma aresta indica uma **relação** entre elas
    - não dirigido: **u** e **v** tem um relacionamento amoroso (é o que se espera ao menos!)
    - dirigido: **u** **lista** **v** nos seus contatos (o contrário não necessariamente é verdadeiro)
- Redes de Dependência:
  - grafos dirigidos representando interdependências entre objetos:
    - lista de cursos universitários e seus pré-requisitos.

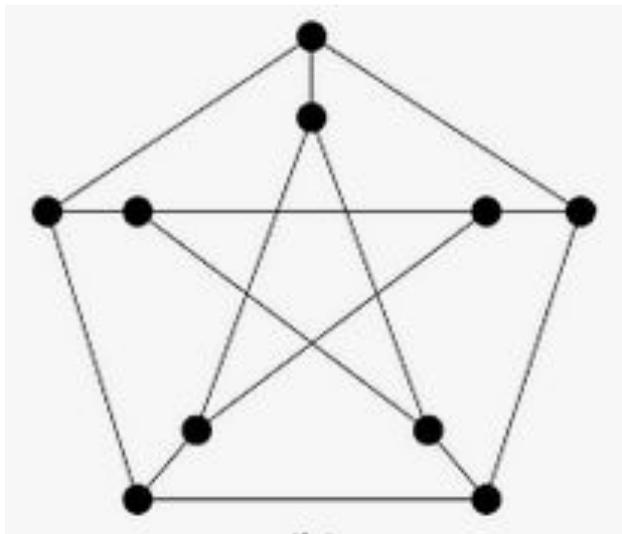
# Sobre caminhos e conectividade

- Grafos são úteis se podemos extrair informações deles e para isso precisamos 'caminhar' (traverse) por ele.
- Seja  $G = (V, E)$  um seq. de  $P$  nós  $(v_1, v_2, \dots, v_{k-1}, v_k)$  tal que cada par consecutivo  $v_i, v_{i+1}$  é unido por uma aresta em  $G$ .
- $P$  é um **caminho** de  $v_i$  a  $v_k$  ou simplesmente caminho  $(v_i - v_k)$ .
- Os nós 4,2,1,7,8 formam um caminho. Um caminho é simples se todos nós são distintos...



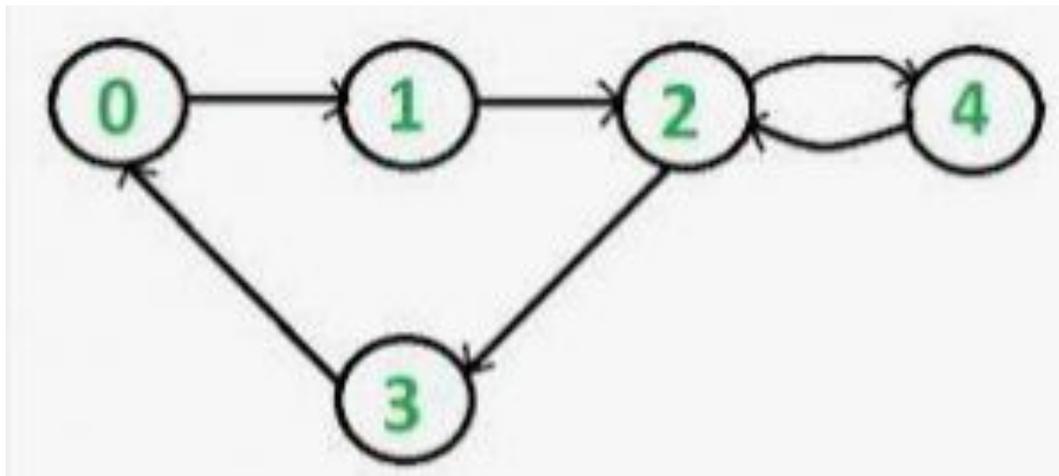
# Sobre caminhos e conectividade

- Um grafo não dirigido é conectado se para cada par de nós (vértices)  $u$  e  $v$  existe um caminho de  $u$  para  $v$ .



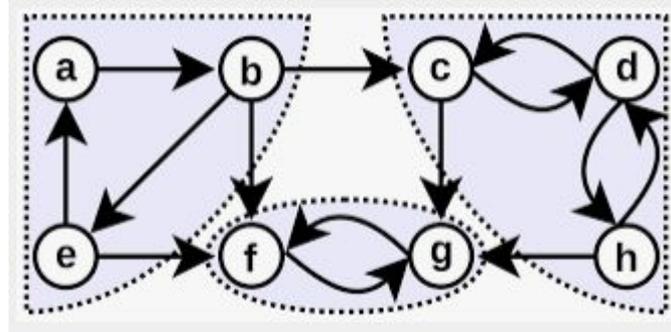
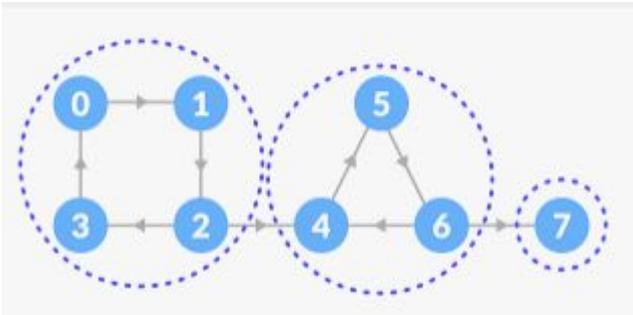
# Sobre caminhos e conectividade

- Um grafo dirigido é fortemente conexo se, para cada 2 nós  $u$  e  $v$  existe um caminho de  $u$  para  $v$  e de  $v$  para  $u$ .



# Sobre caminhos e conectividade

- Um **componente fortemente conexo (SCC)** é um componente de um grafo dirigido em que há um caminho de qq nó para qualquer outro nó deste componente !



## Por que é importante identificar os Componentes fortemente conexos?

- Simplesmente para **decompôr** o grafo (reducionismo)
- **Detecção de ciclos:** um grafo possui um ciclo se e somente se ele tem um componente fortemente conexo (SCC) com mais de um nó!
- **Planejamento de caminhos e navegação:** encontrar SCCs facilita a identificação de regiões que são mais fáceis de navegar, assim como as barreiras entre elas
- **Sistemas baseados em componentes:** em Eng. de Soft., encontrar SCCs ajuda a projetar sistemas mais modulares
- Modelagem e Simulação: grafos são usados para modelar sistemas em várias áreas (Física, biologia, ciências sociais, etc). Encontrar SCCs pode ajudar a entender a relação entre entidades do sistema.

## Por que é importante identificar os Componentes fortemente conexos?

- Projeto de Banco de Dados: SCC podem ser usados para consultas (queries), indexação e agrupamento de dados relacionados
- **Computação Paralela:**
- **Teoria dos Jogos e Redes Sociais:** identificar comunidades (quem está relacionado com quem)

# Quais os desafios em se encontrar SCCs em um grafo

- Grafos que modelam sistemas reais (redes sociais, por exemplo) são enormes: nós da ordem de  $10^5$  ou mais.
- É preciso, portanto, levar em conta a eficiência.
- Algoritmos mais conhecidos:
  - Kosaraju
  - Tarjan
- Vamos explicar (e implementar) o algoritmo em sala de aula.