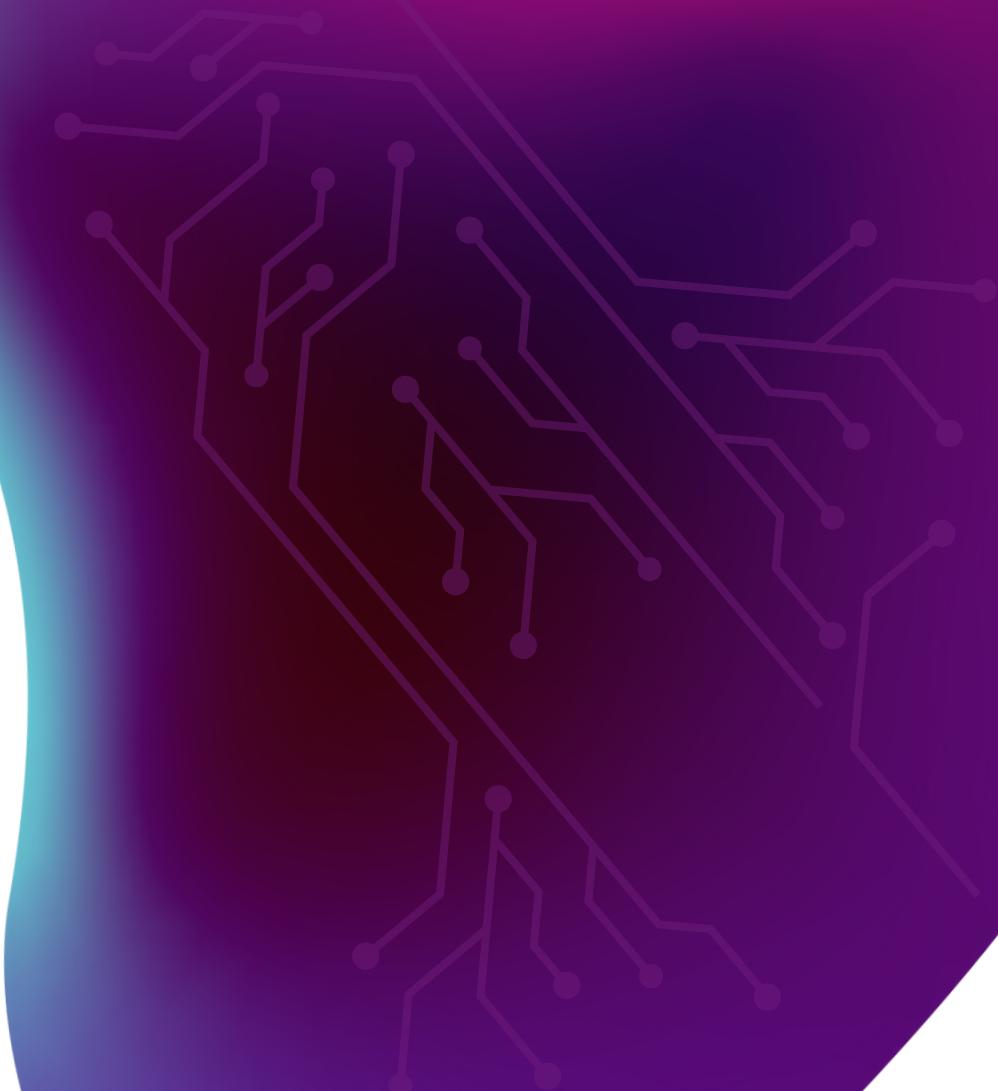


# Estrutura de dados

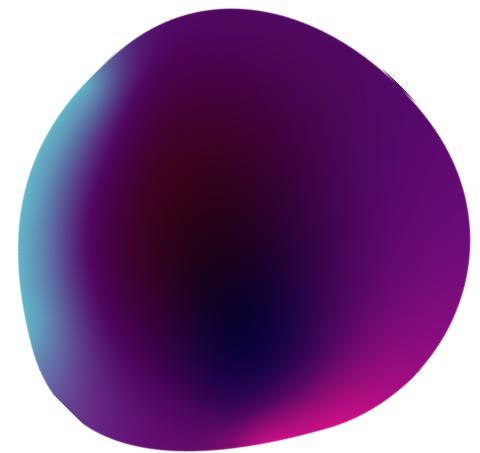
Grafos

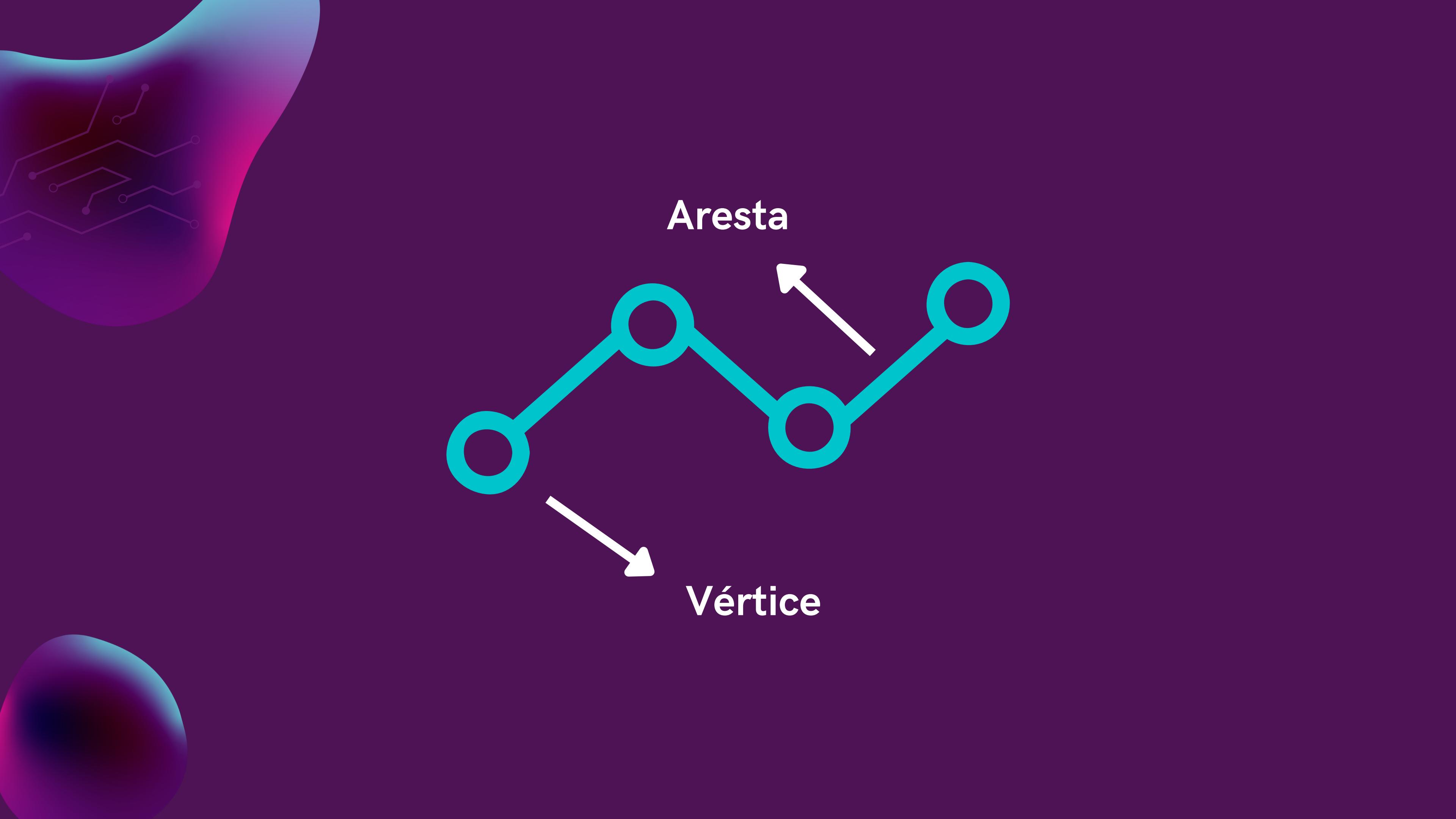


# Objetivos

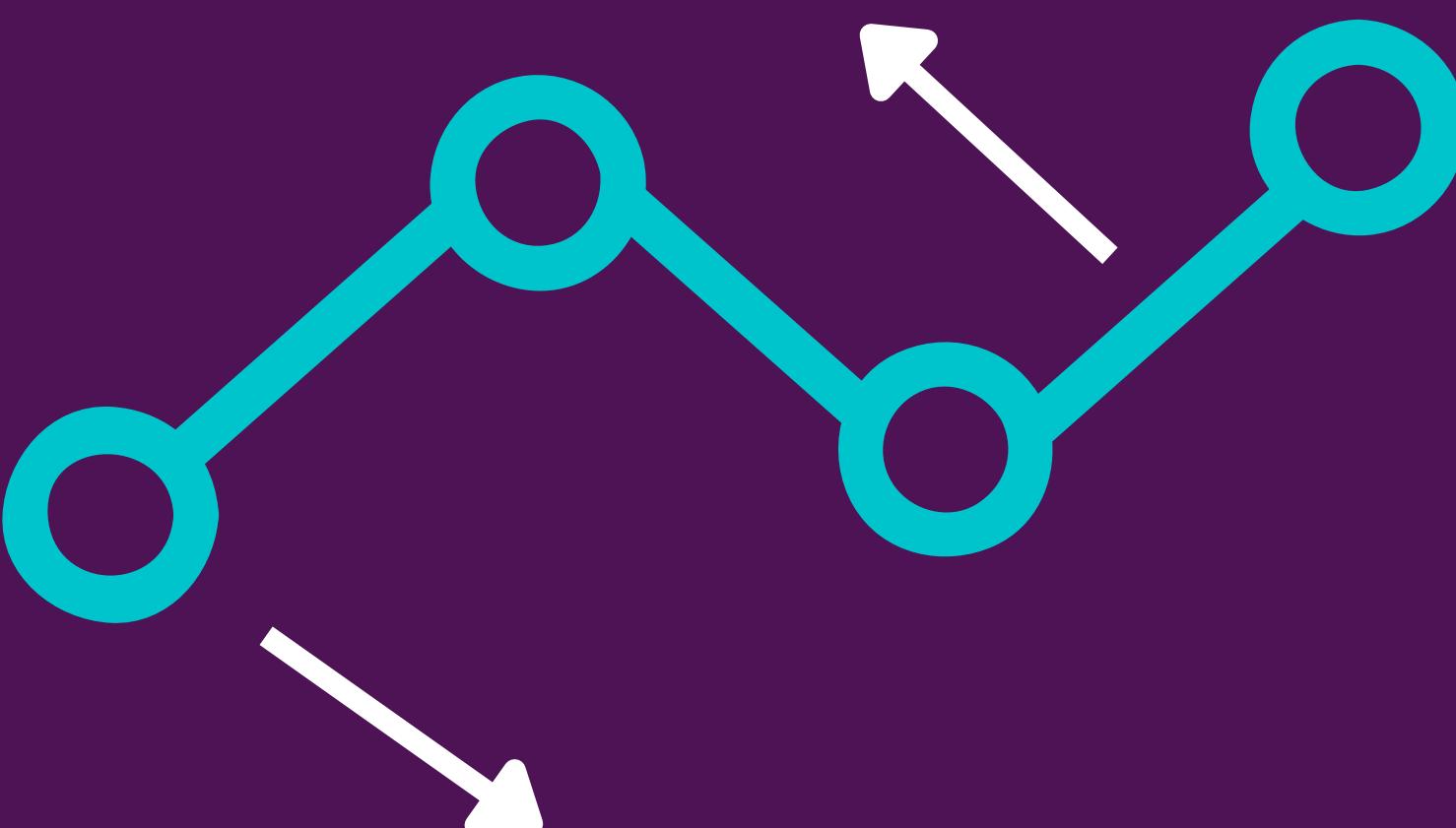
Grafos: conceitos, tipos de grafos

# O que são grafos?

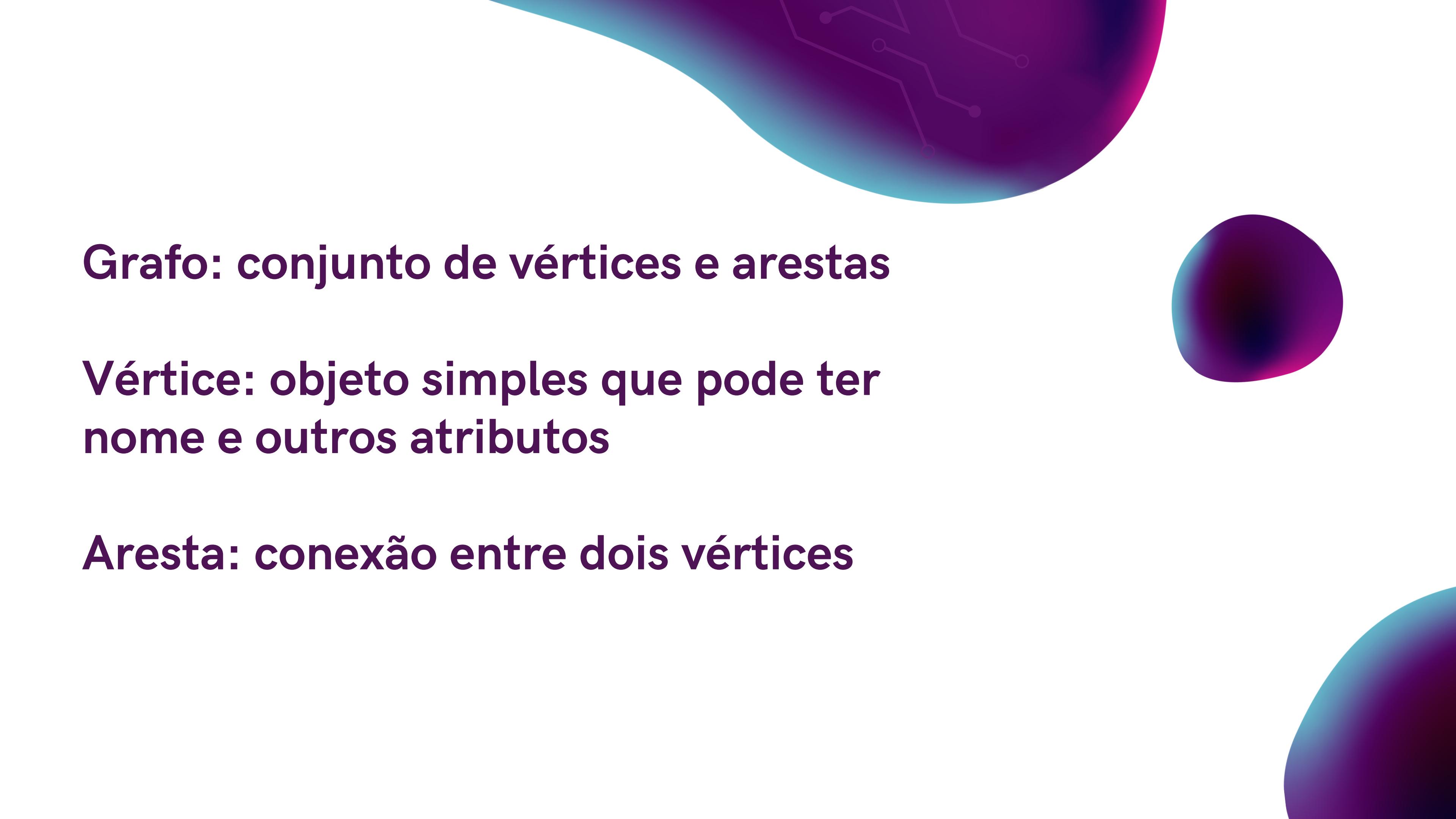




Aresta



Vértice



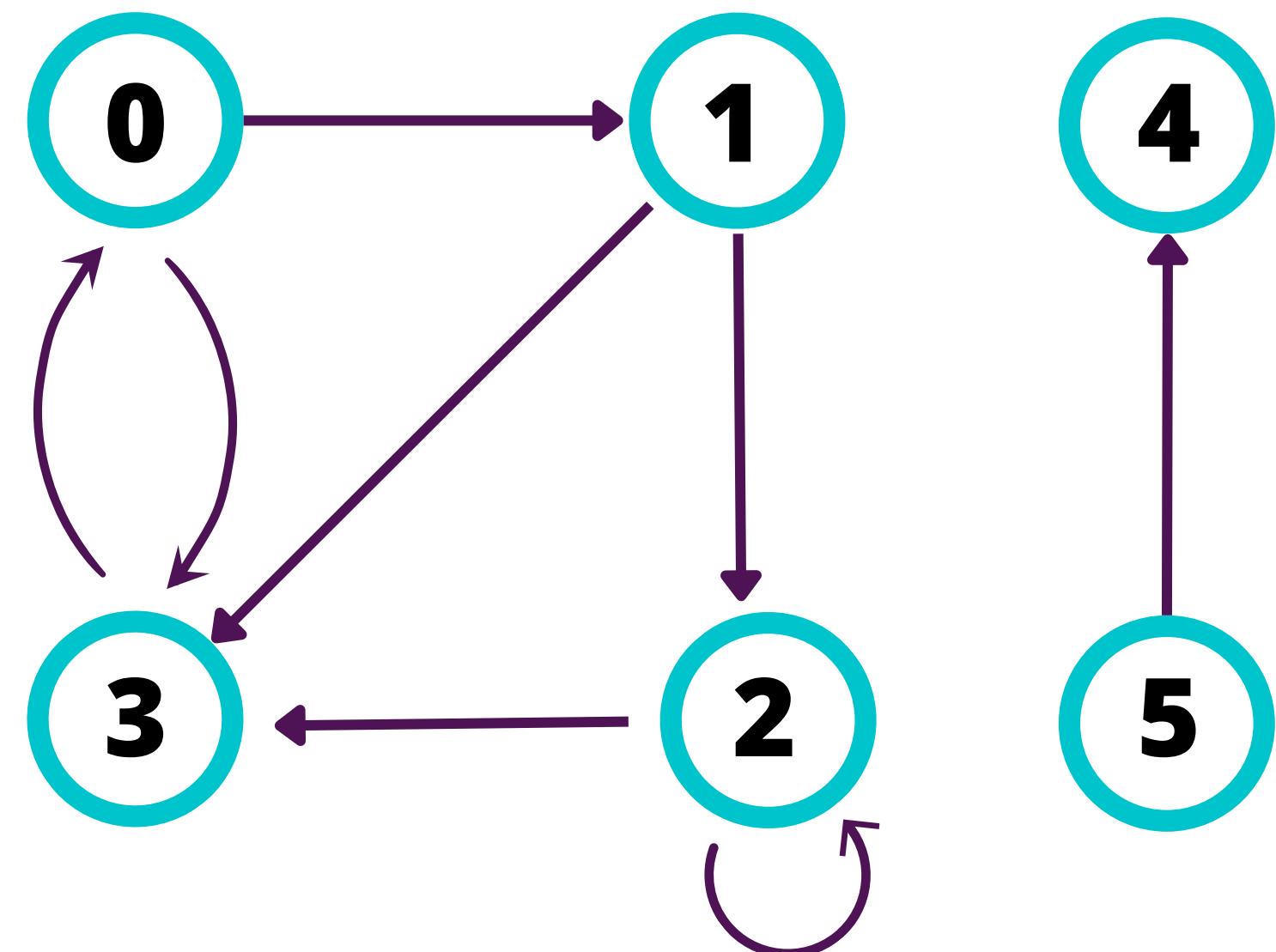
A decorative background featuring three overlapping circles: a large teal circle at the top left, a medium purple circle in the middle right, and a small blue circle at the bottom right. In the top right corner, there is a small, faint diagram of a graph with several nodes (dots) connected by lines.

**Grafo: conjunto de vértices e arestas**

**Vértice: objeto simples que pode ter nome e outros atributos**

**Aresta: conexão entre dois vértices**

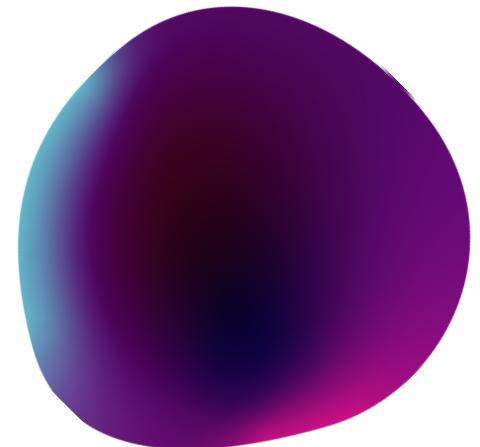
# Grafos direcionados



**Um grafo direcionado  $G$  é um par  $(V, A)$ , onde  $V$  é um conjunto finito de vértices e  $A$  é uma relação binária em  $V$**

**Uma aresta  $(u, v)$  sai do vértice  $u$  e entra no vértice  $v$ . O vértice  $v$  é adjacente ao vértice  $u$ .**

**Podem existir arestas de um vértice para ele mesmo, chamadas de self-loops**

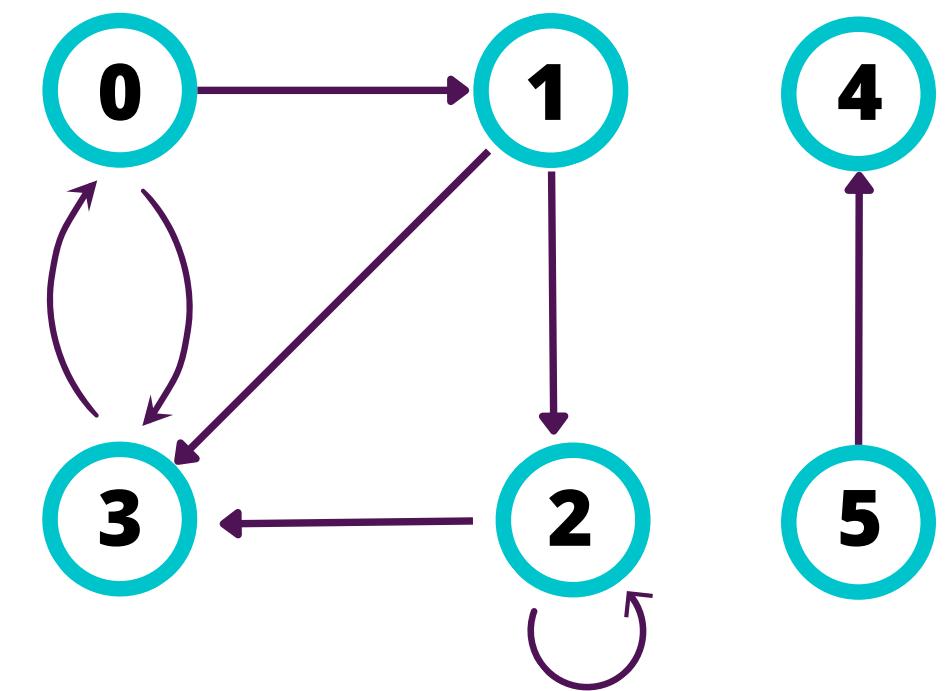


# Grau de vértice



O grau de um vértice é o número de arestas que saem dele (out-degree ) mais o número de arestas que chegam nele (in-degree).

Ex.: O vértice 2 tem in-degree 2, outdegree 2 e grau 4.

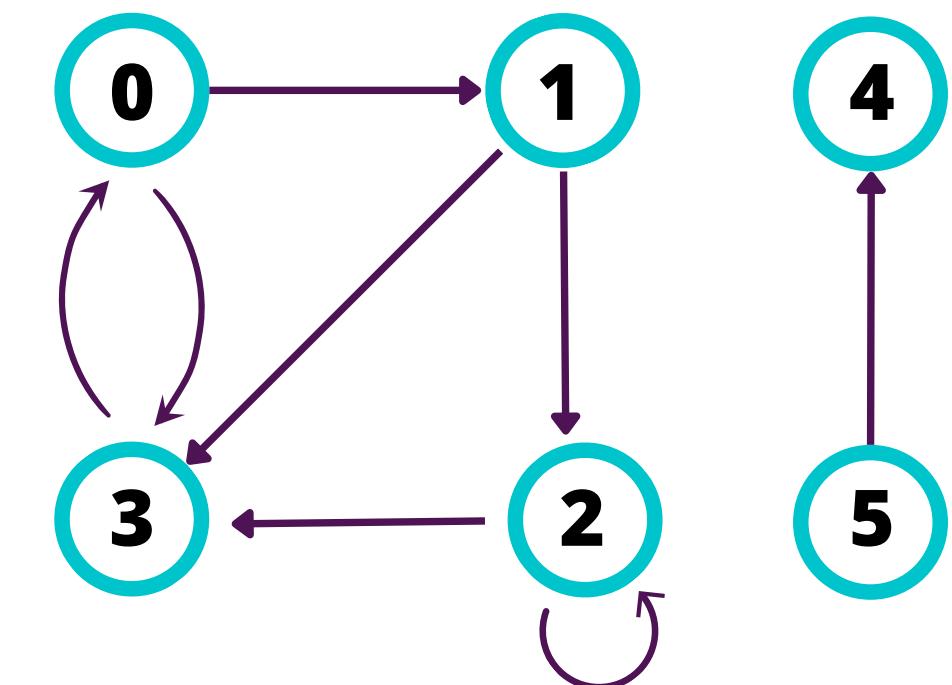


# Ciclos



**Um caminho  $(v_0, v_1, \dots, v_k)$  forma um ciclo se  $v_0 = v_k$  e o caminho contém pelo menos uma aresta**

**Ex.: O caminho  $(0, 1, 2, 3, 0)$  forma um ciclo.**  
**O caminho  $(0, 1, 3, 0)$  forma o mesmo ciclo que os caminhos  $(1, 3, 0, 1)$  e  $(3, 0, 1, 3)$**

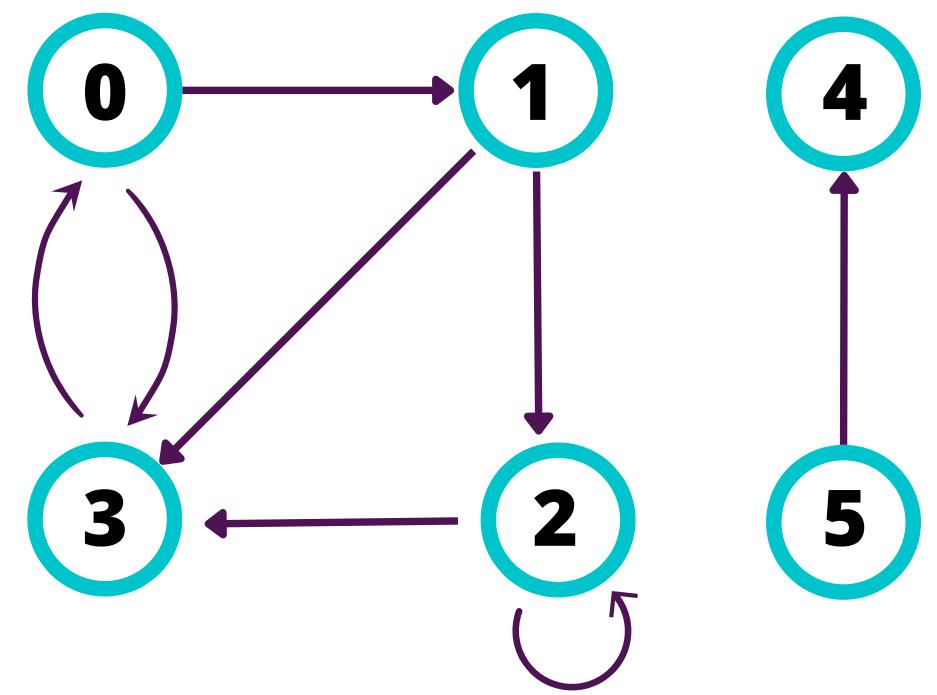


# Caminho entre vértices



**Um caminho é simples se todos os vértices do caminho são distintos**

**Ex.: O caminho  $(0, 1, 2, 3)$  é simples e tem comprimento 3. O caminho  $(1, 3, 0, 3)$  não é simples**

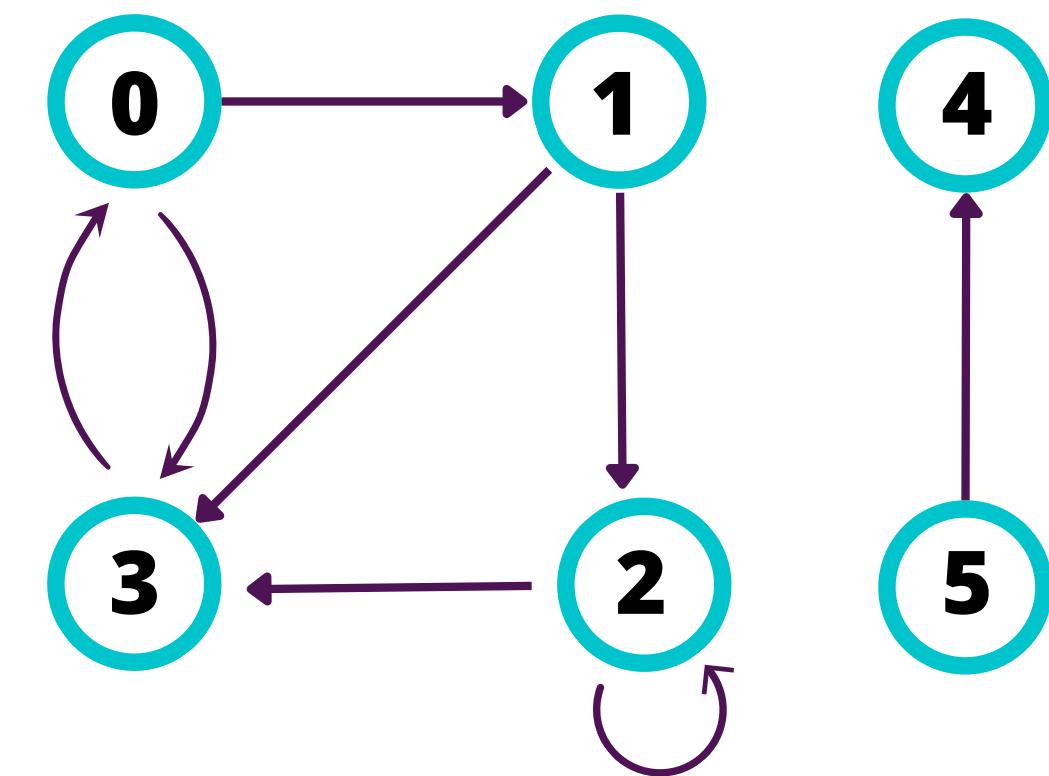




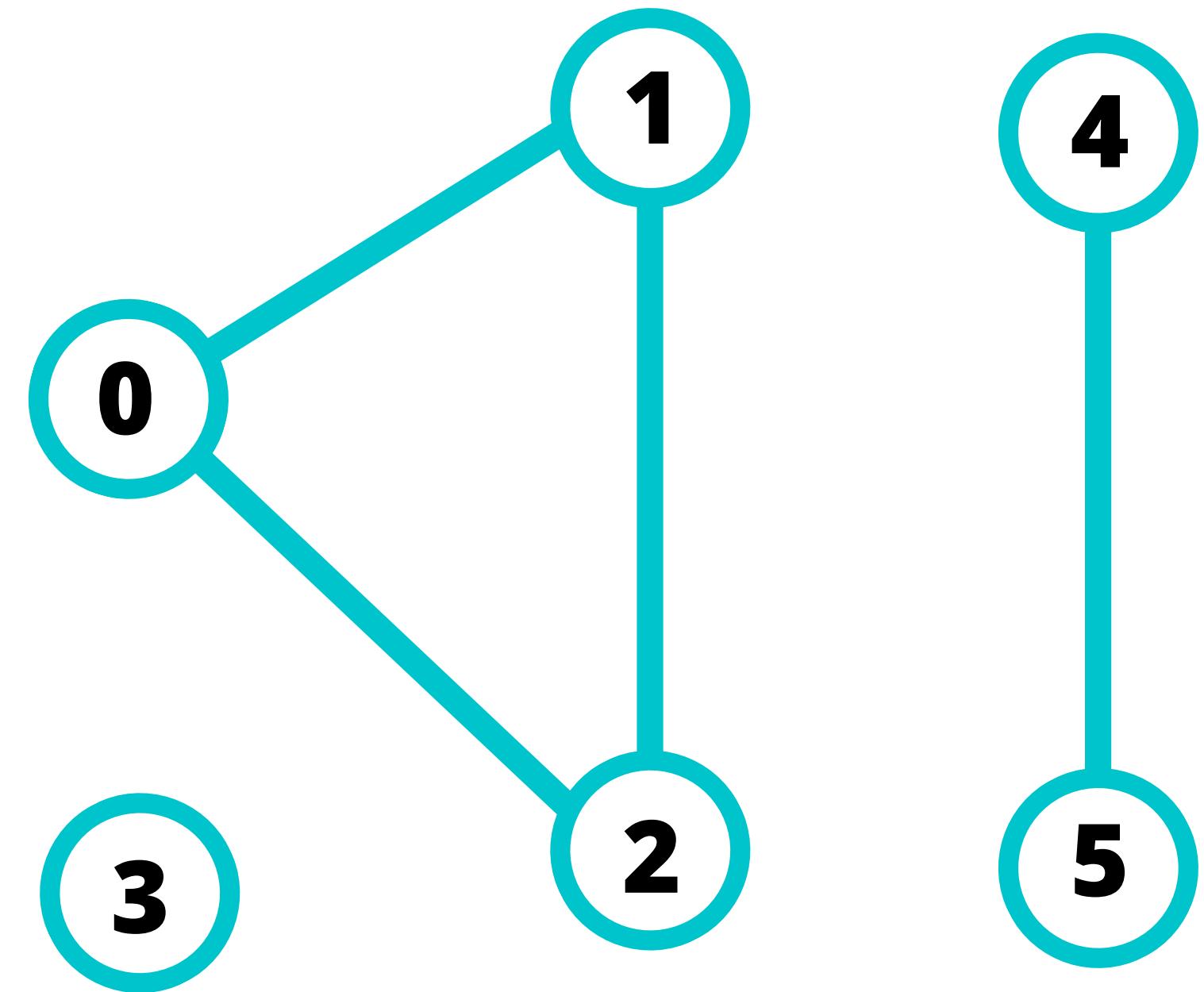
Componentes fortemente  
conectados

**Um grafo direcionado fortemente conectado tem apenas um componente fortemente conectado**

Ex.: { 0, 1, 2, 3 }, { 4 } e { 5 } são os componentes fortemente conectados, { 4, 5 } não o é pois o vértice 5 não é alcançável a partir do vértice 4



# Grafos não direcionados



**Um grafo não direcionado  $G$  é um par  $(V, A)$ ,  
onde o conjunto de arestas  $A$  é constituído de  
pares de vértices não ordenados**

**As arestas  $(u, v)$  e  $(v, u)$  são consideradas como  
uma única aresta. A relação de adjacência é  
simétrica**

**Self-loops não são permitidos**

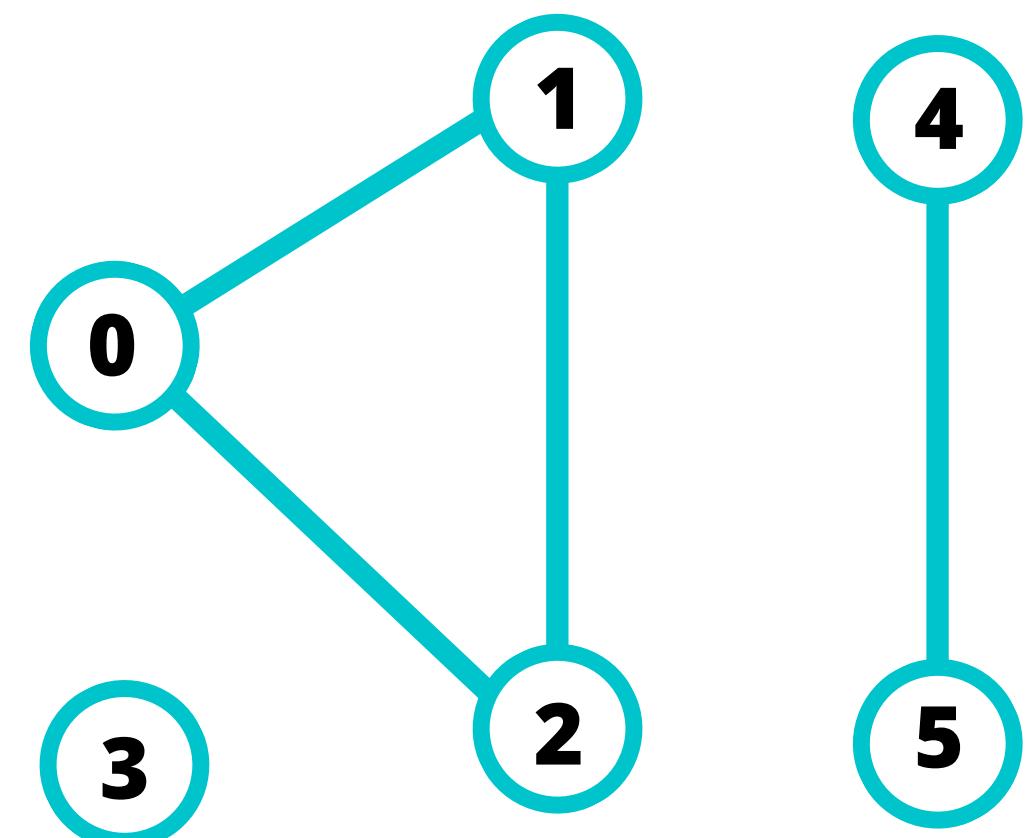
# Grau de vértice



O grau de um vértice é o número de arestas que incidem nele

Um vértice de grau zero é dito isolado ou não conectado

Ex.: O vértice 1 tem grau 2 e o vértice 3 é isolado

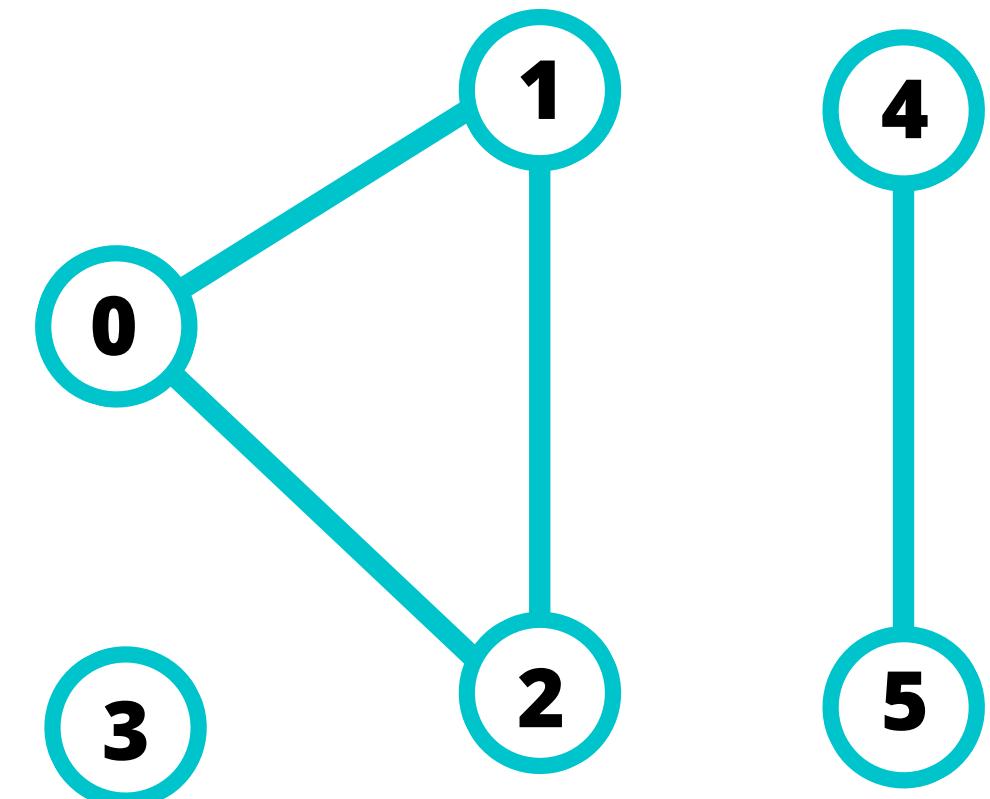


# Ciclos



**Um caminho  $(v_0, v_1, \dots, v_k)$  forma um ciclo se  $v_0 = v_k$  e o caminho contém pelo menos três arestas**

**Ex.: O caminho  $(0, 1, 2, 0)$  é um ciclo**

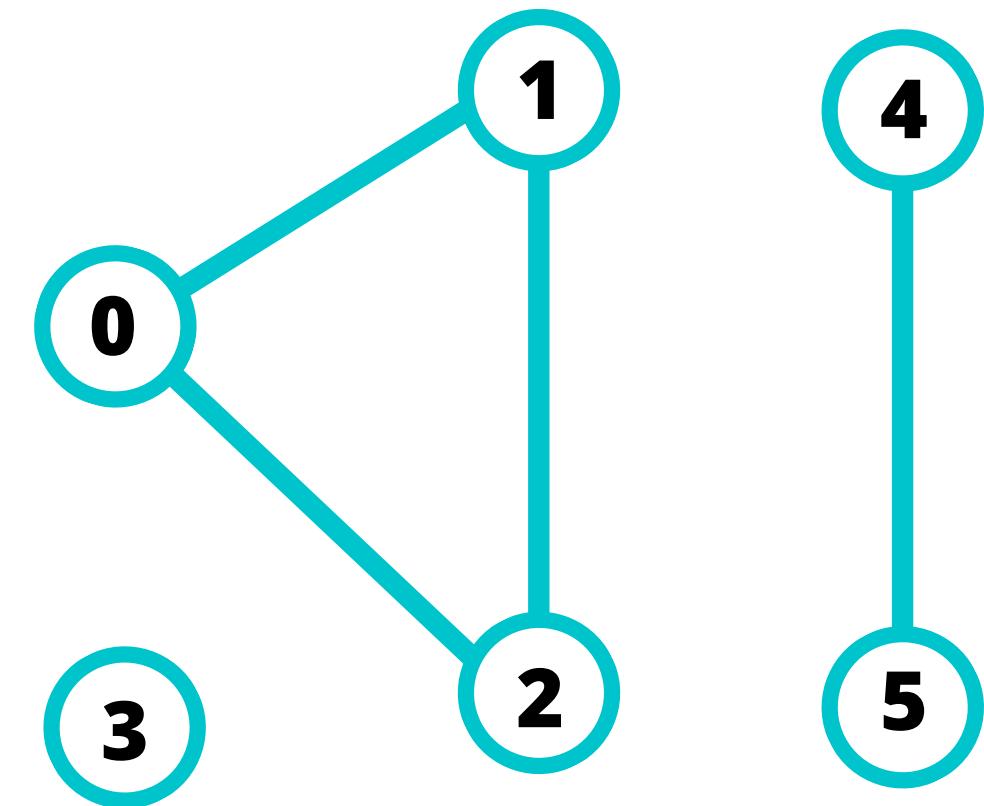


# Componentes Conectados



**Um grafo não direcionado é  
conectado se cada par de vértices  
está conectado por um caminho**

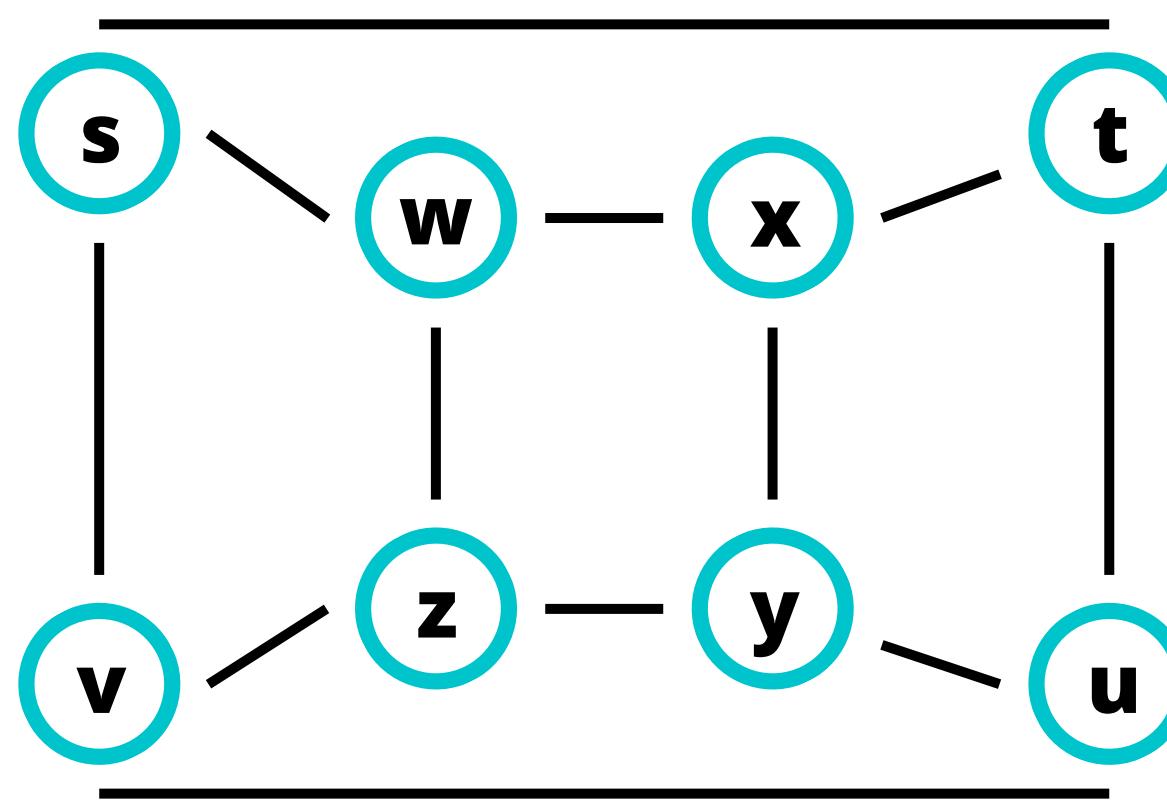
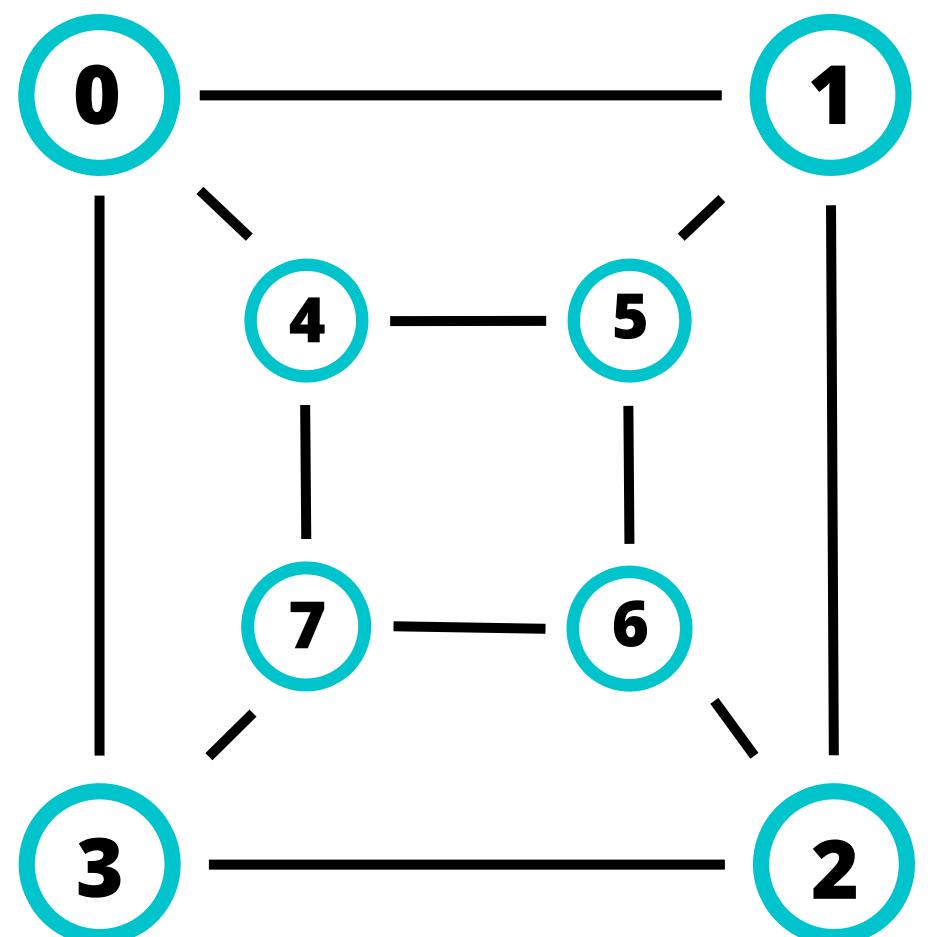
**Ex.: Os componentes são: { 0, 1, 2 },  
{ 4, 5 } e { 3 }**



# Tipos de Grafos

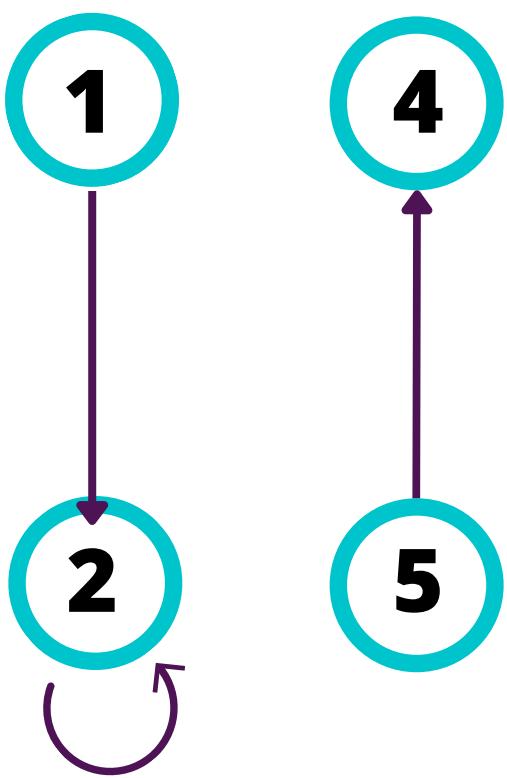
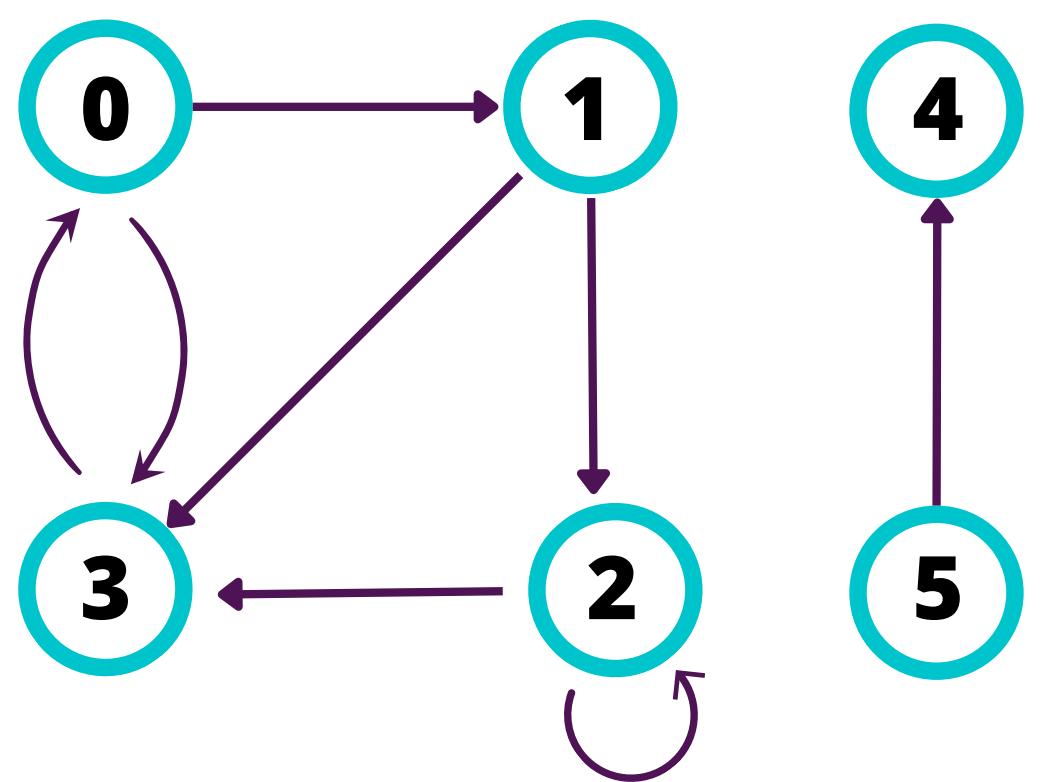
# Grafos Isomorfos





# Subgrafos

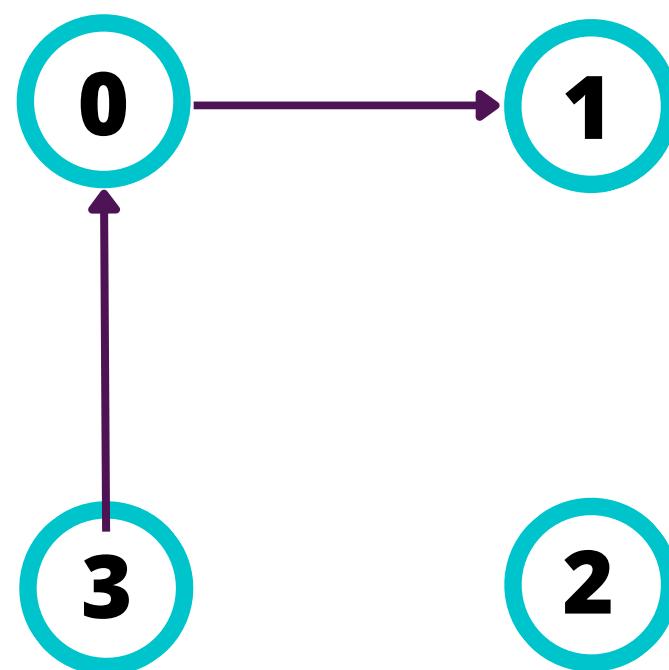




# Grafo simples

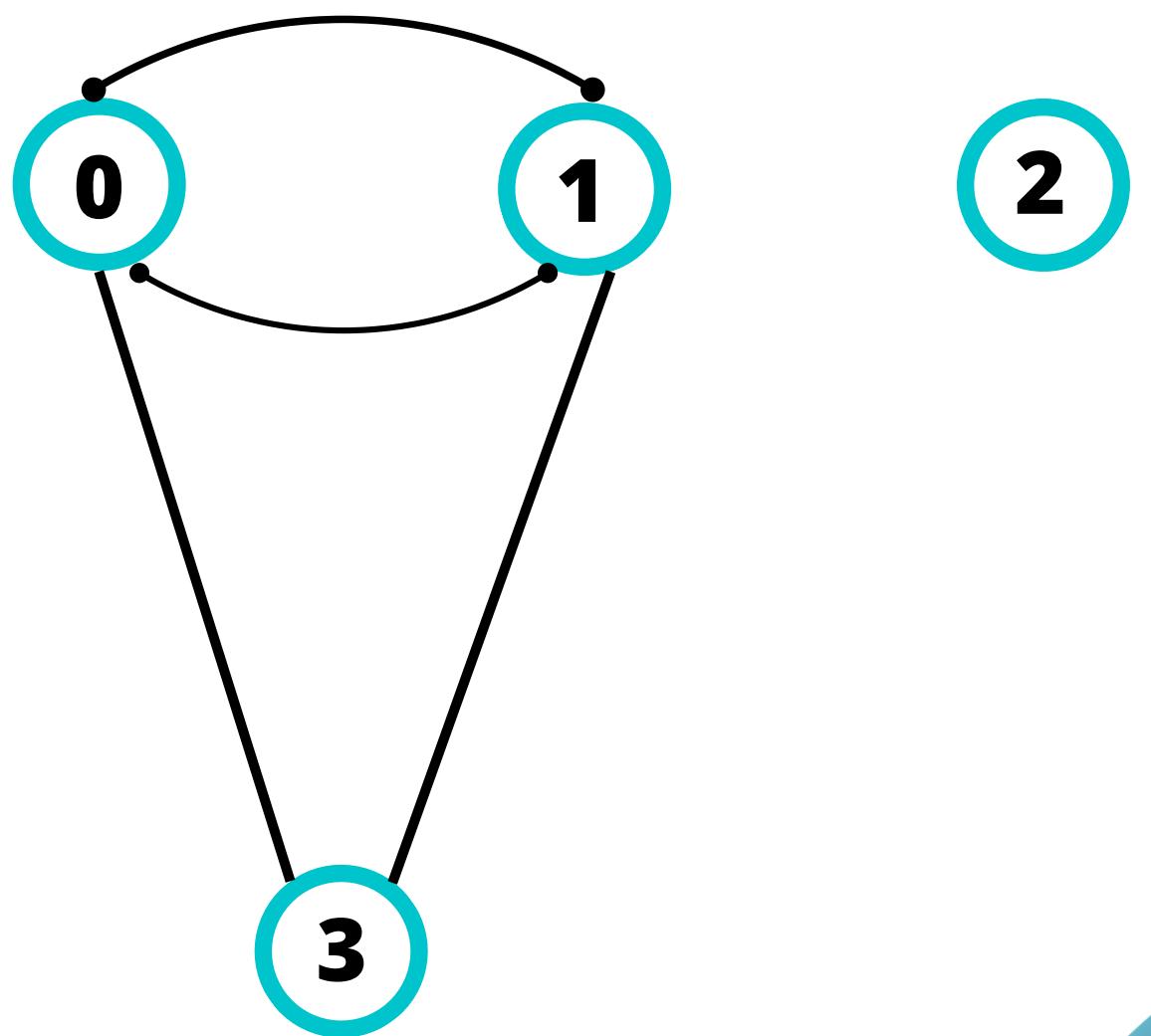


**Um grafo simples é um grafo que  
não possui loops nem arestas  
paralelas**



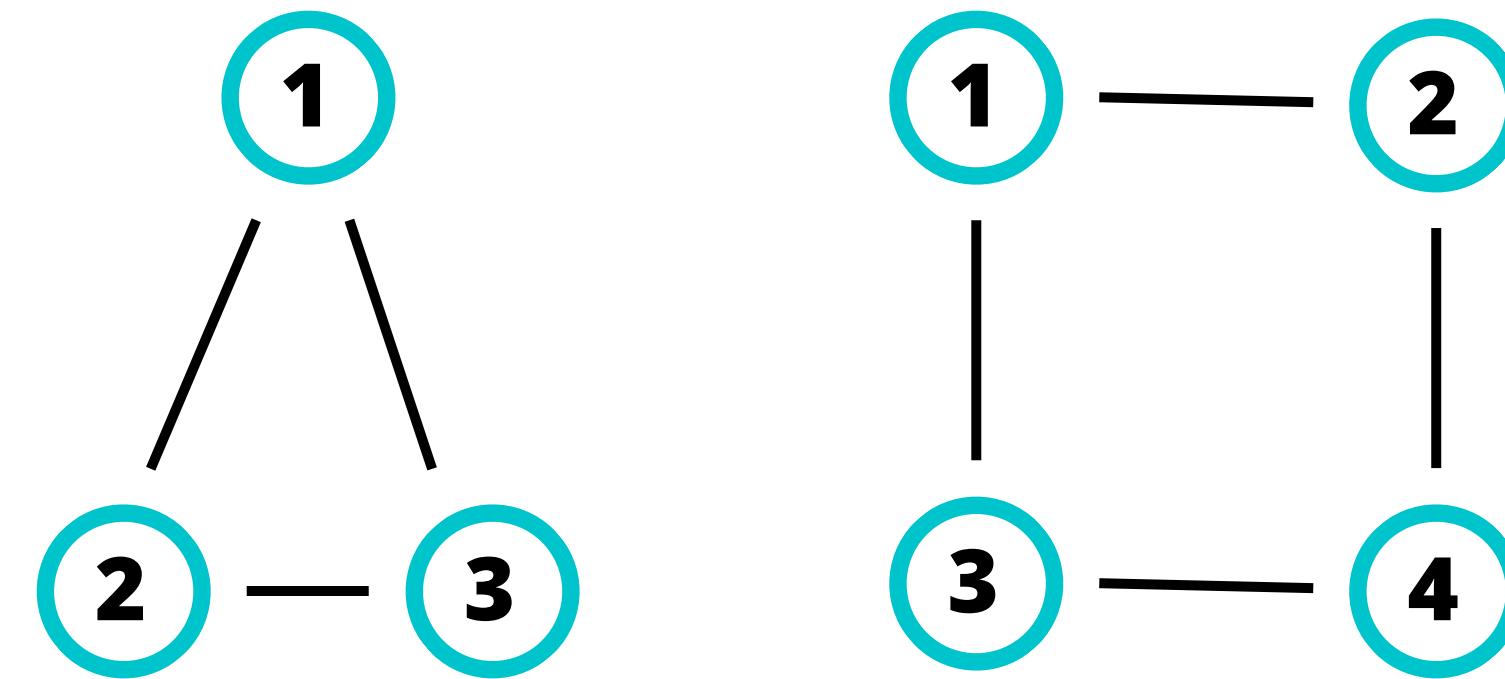
# Multigrafo

**É um grafo que não possui laços,  
mas pode ter arestas paralelas**



# Grafo ciclo

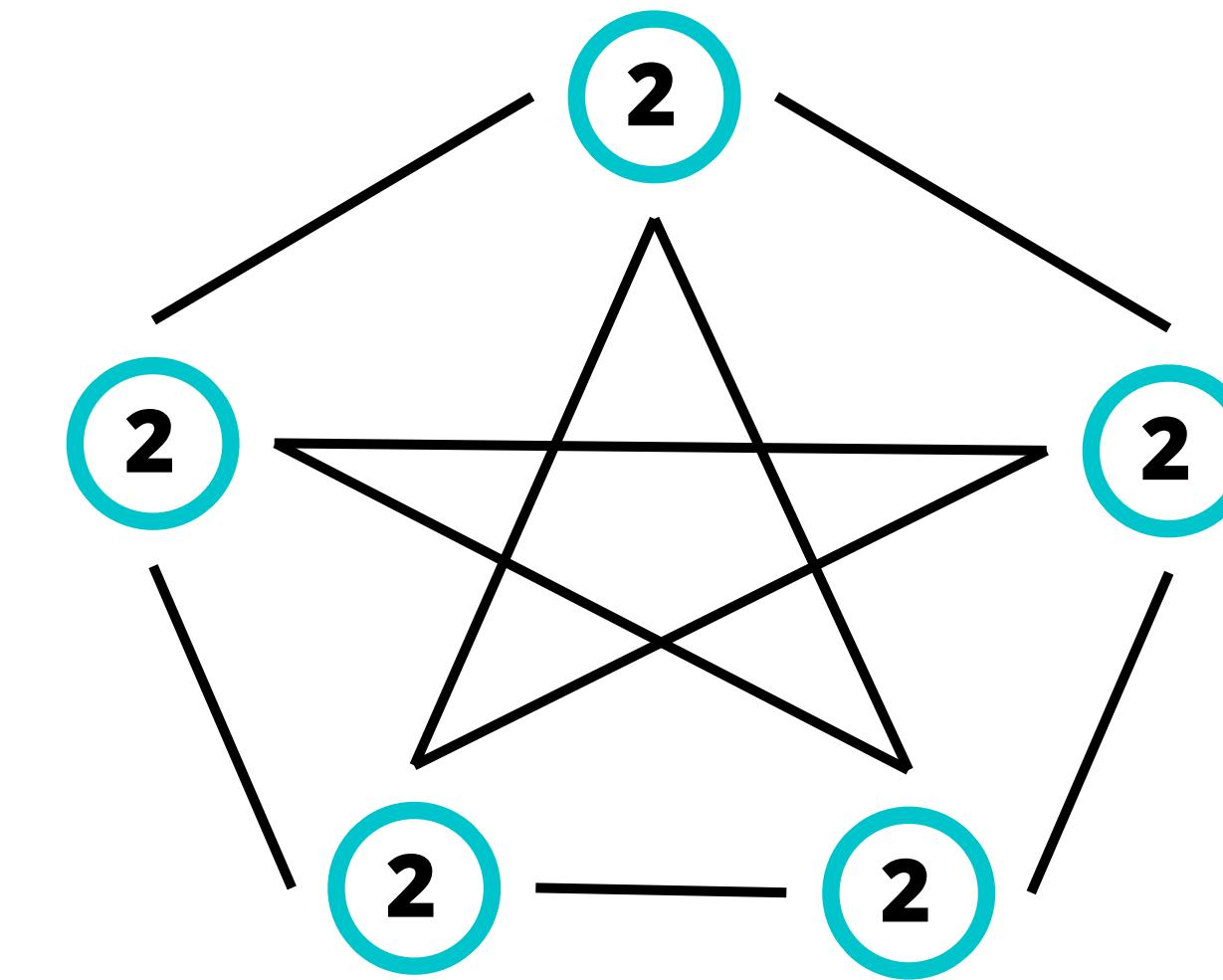
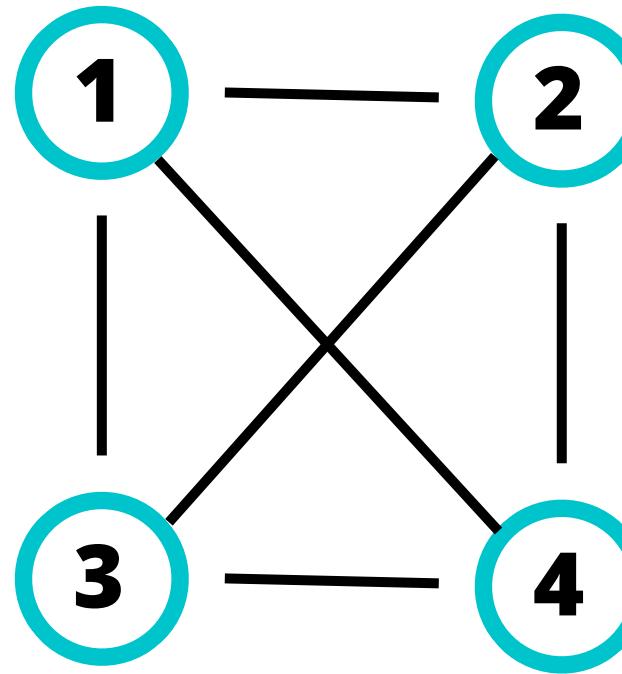
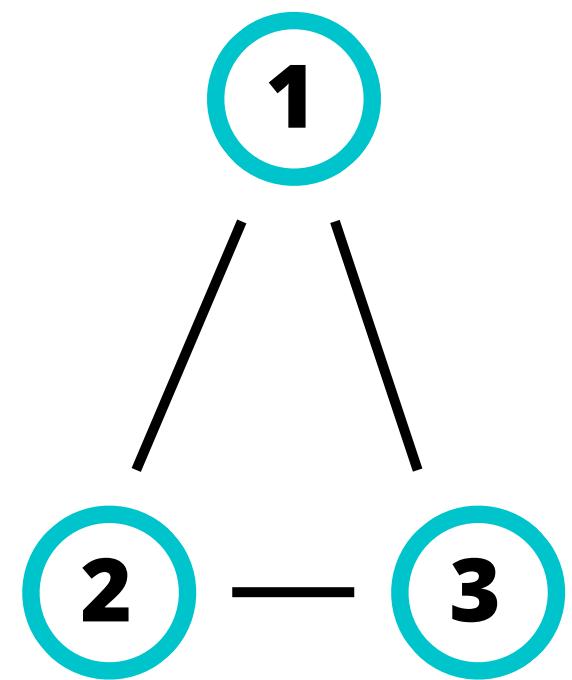




É um grafo que possui mais de 3  
vertíces

# Grafo regular



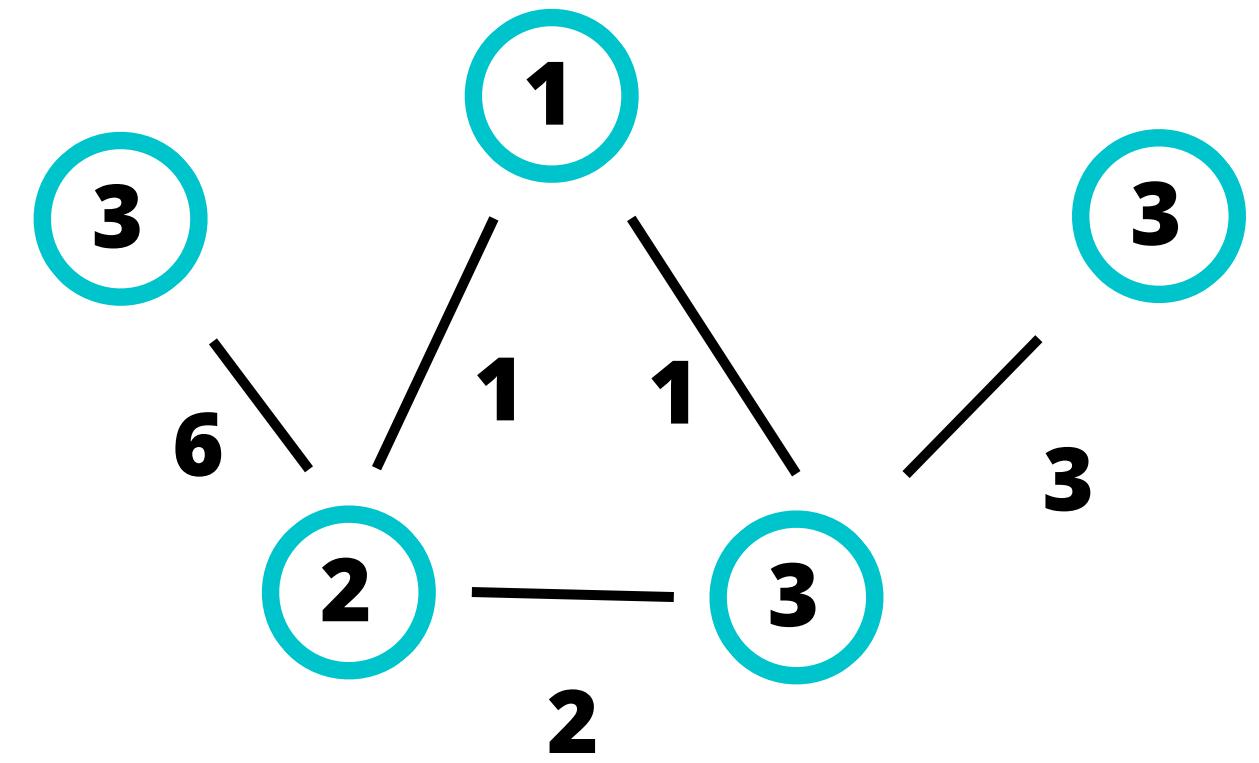


Um grafo é dito ser regular quando todos os seus vértices têm o mesmo grau.

# Grafo valorado ou ponderado

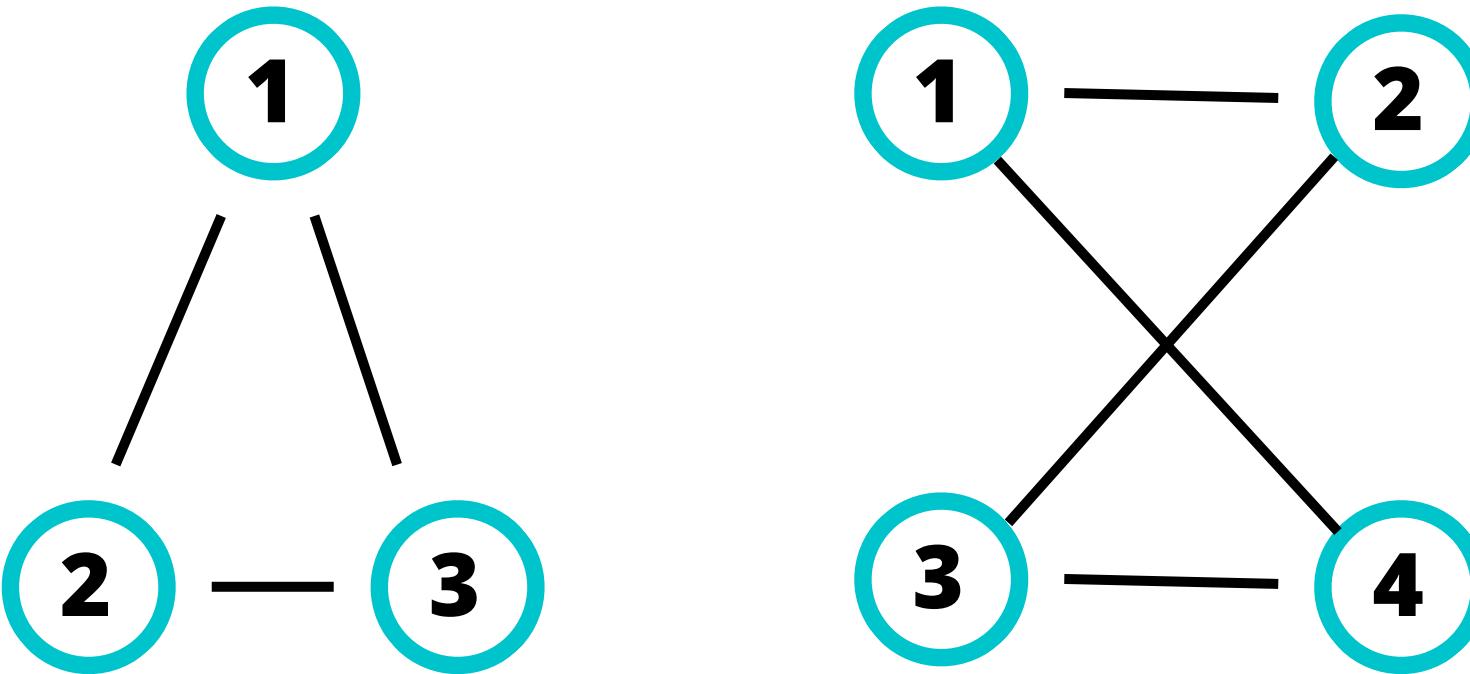


**Um grafo valorado é um grafo em que cada aresta tem um valor associado**



# Grafo conexo





**Um grafo é dito conexo se for possível caminhar de qualquer vértice para qualquer outro vértice através de uma sequência de arestas adjacentes**