Universidade Federal da Paraíba

Centro de Informática

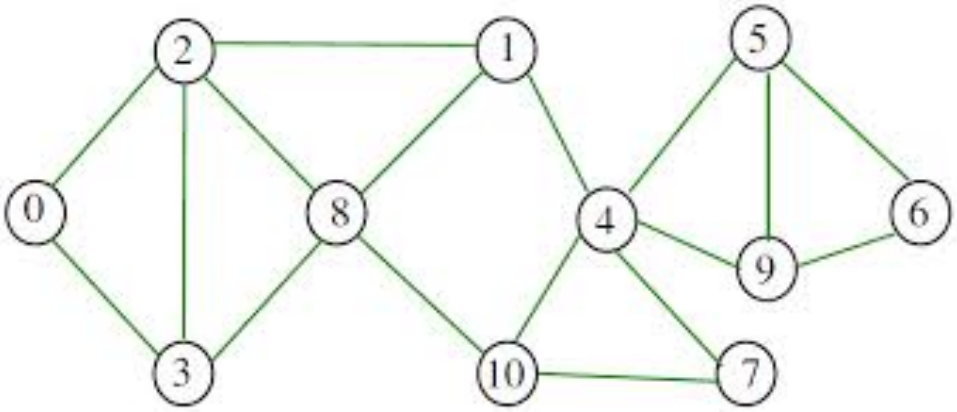
Departamento de Informática

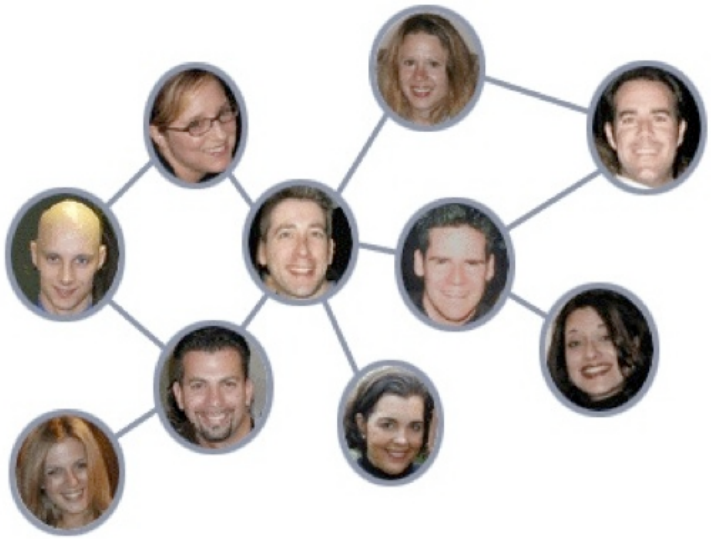
Estrutura de Dados
Grafos

- Tiago Maritan
- tiago@ci.ufpb.br

Grafos

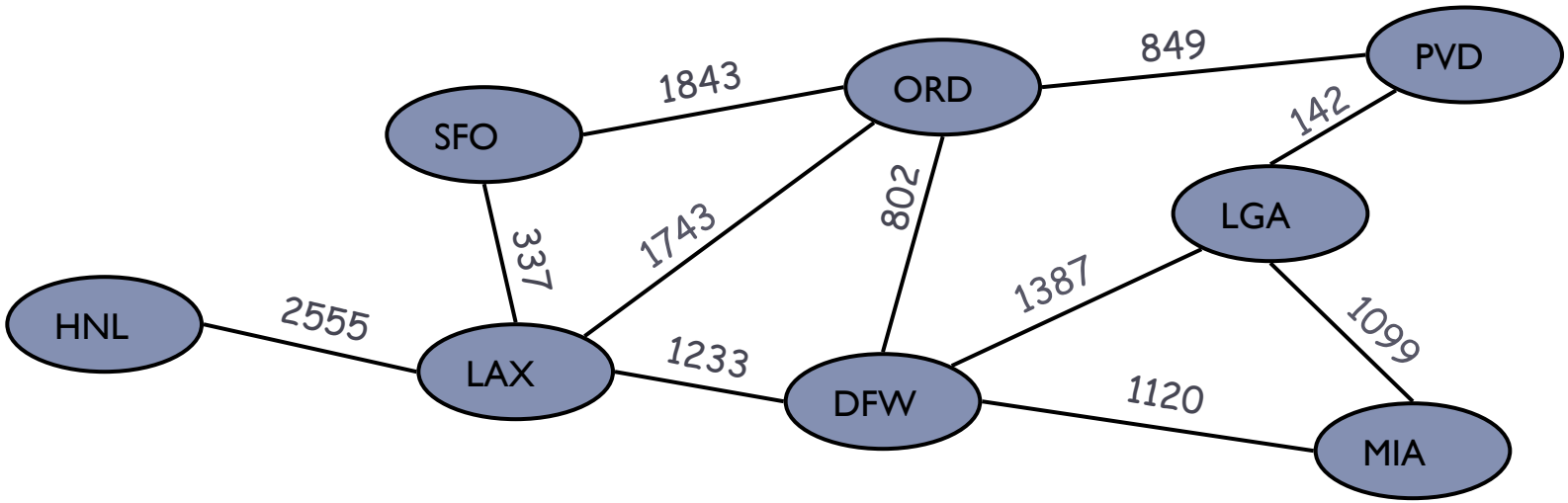
- Um grafo é um par (V, A), onde
  - V é um conjunto de nós, chamados de **vértices**
  - A é uma coleção de pares de vértices, chamados de **arestas**





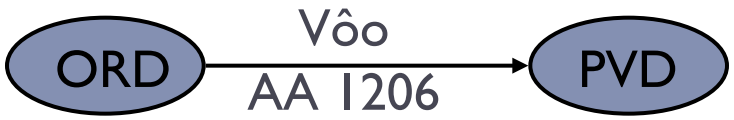
Grafos

- Exemplo: Rede de Aeroportos
  - Um vértice representa um aeroporto e armazena o código do aeroporto composto de três letras
  - Uma aresta representa uma rota de vôo entre dois aeroportos e armazena a milhagem da rota



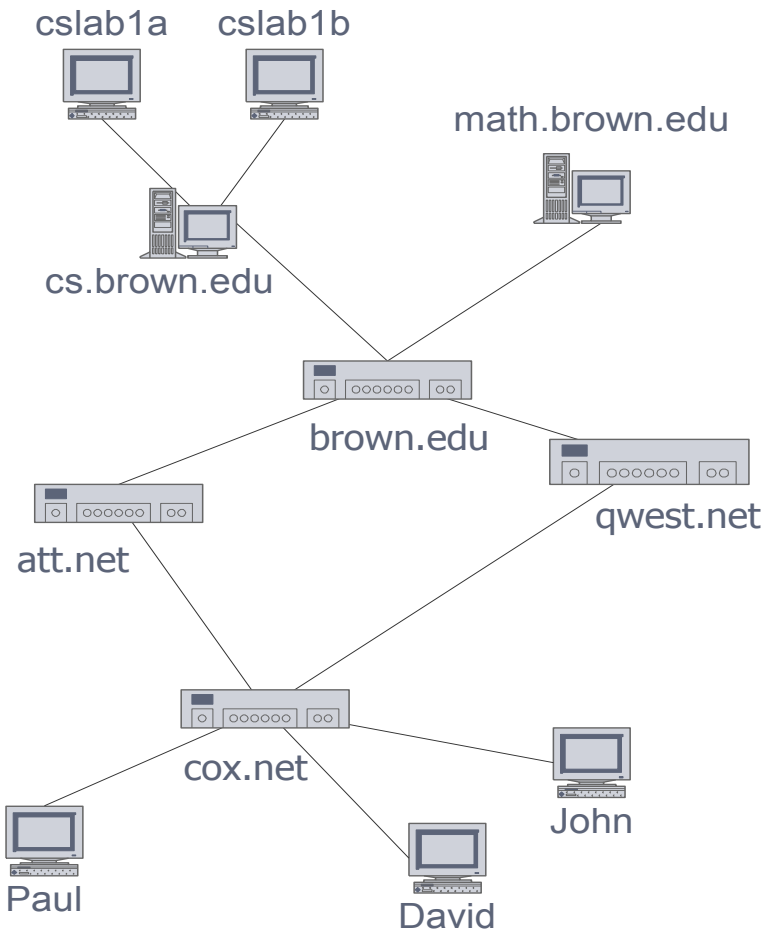
Tipos de arestas

- Aresta dirigida
  - Par ordenado de vértices (u,v)
  - 1º vértice **u** é a origem
  - 2º vértice **v** é o destino
  - Ex. Um vôo
- Aresta não-dirigida
  - Pares não-ordenados de vértices (u,v)
  - Ex. Distância entre aeroportos
- Grafo dirigido
  - Todas as arestas são dirigidas
  - Ex. Rede de vôos
- Grafo não-dirigido
  - Todos as arestas são não-dirigidas
  - Ex. Rede de distância entre aeroportos



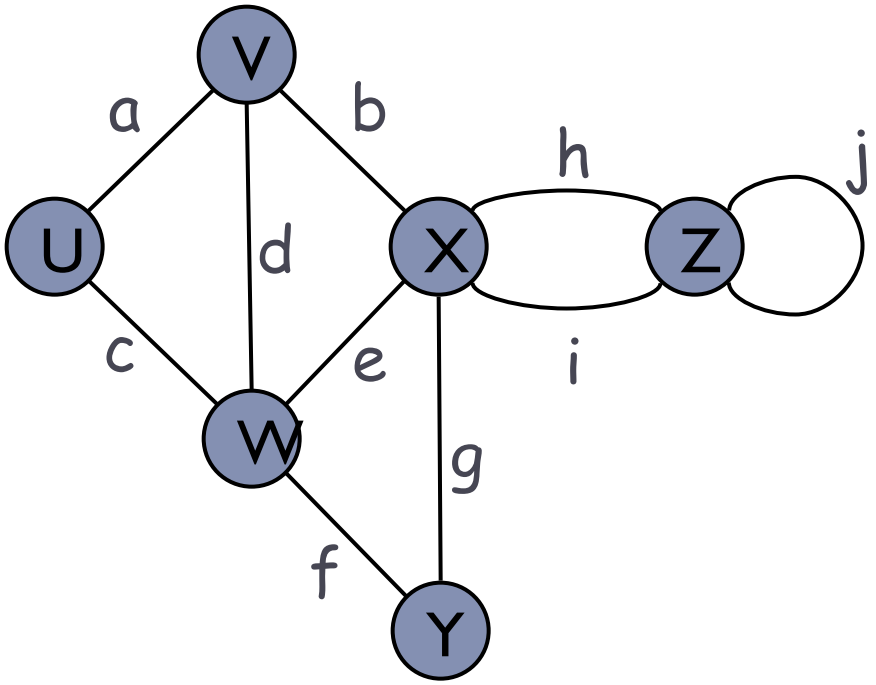
Aplicações

- Circuitos Eletrônicos
- Redes de transporte
  - Rede de rodovias
  - Rede de vôos
- Redes de computadores
  - Rede local
  - Internet
- Redes Sociais



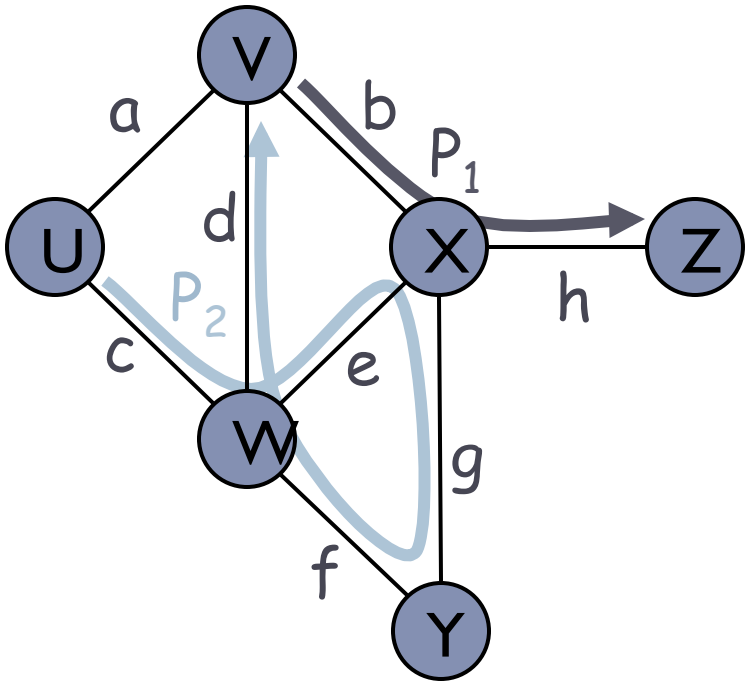
Terminologia

- Vértices-fim de uma aresta
  - U e V são os pontos-finais da aresta **a**
- Arestas incidentes em um vértice
  - a, d, e b são incidentes em V
- Vértices Adjacentes
  - U e V são adjacentes
- Grau de um vértice
  - Nº de arestas do vértice
  - Ex: X tem grau 5
- Arestas paralelas
  - h e i são arestas paralelas
- Auto-loop
  - j é um auto-loop



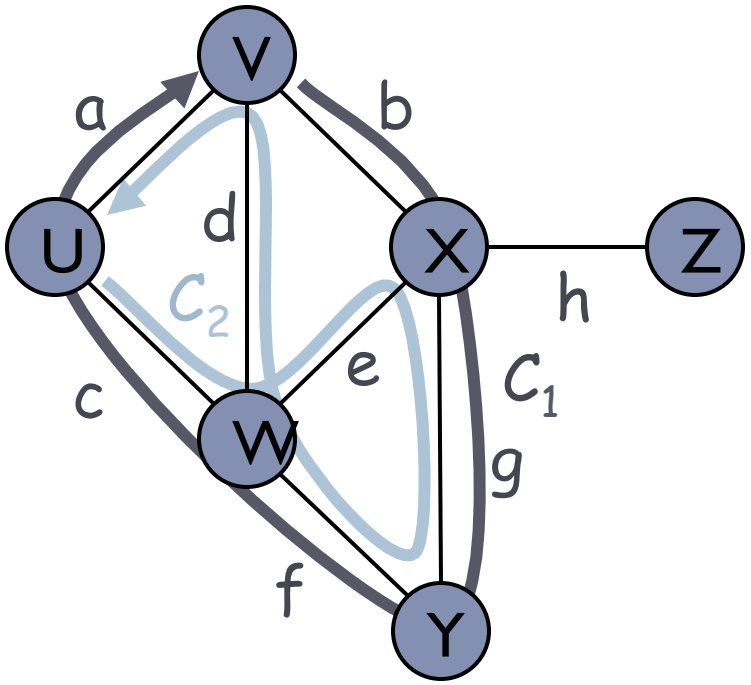
Terminologia (cont.)

- Caminho
  - Sequência de vértices e arestas
  - Começa com um vértice
  - Finaliza com um vértice
  - Cada aresta é precedida e seguida por seus pontos-finais
- Caminho Simples
  - Caminho de tal forma que todos os seus vértices e arestas são distintos
- Exemplos
  - P_1=(V,b,X,h,Z) é um caminho simples
  - P_2=(U,c,W,e,X,g,Y,f,W,d,V) é um caminho que não é simples



Terminologia (cont.)

- Ciclo
  - Sequência circular de vértices e arestas
  - Cada aresta é precedida e seguida pelos seus pontos-finais
- Ciclo simples
  - Um ciclo de forma que todos os seus vértices e arestas sejam diferentes
- Exemplos
  - C_1=(V,b,X,g,Y,f,W,c,U,a,↲) é um ciclo simples
  - C_2=(U,c,W,e,X,g,Y,f,W,d,V,a,↲) é um ciclo que não é simples

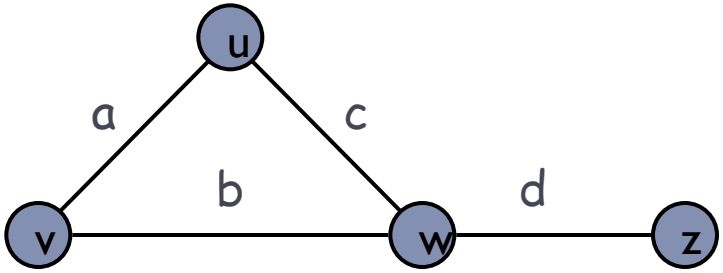


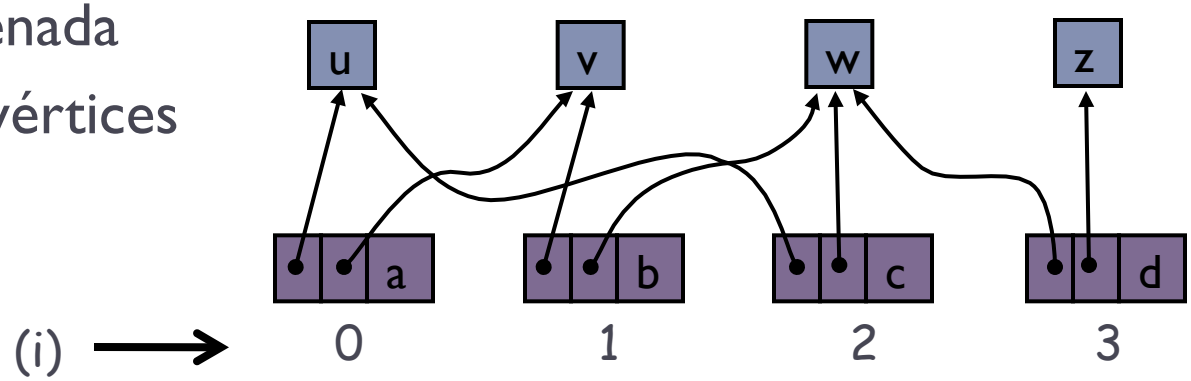
Implementação de Grafos

- Como implementar grafos?
  - Lista de arestas
  - Lista de adjacências
  - Matriz de adjacências

Lista de arestas

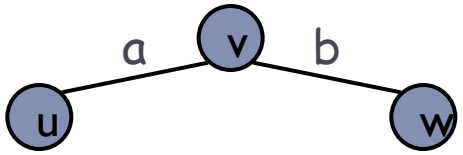
- Estrutura Vértice
  - Informação armazenada
- Estrutura Aresta
  - Chave inteira (índice) associado com o vértice
  - Informação armazenada
  - Ponteiros para os vértices

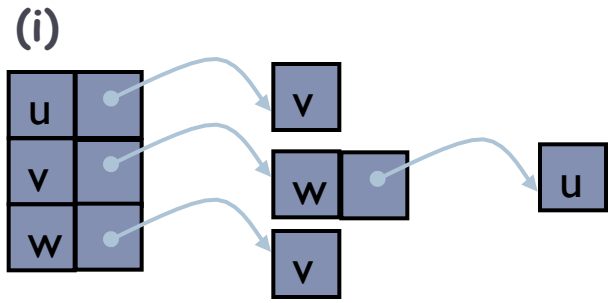




Lista de Adjacências

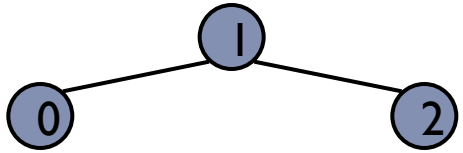
- Array de listas encadeadas
- Para descobrir se existe aresta (i,j) percorremos a lista do nó i até encontrarmos (ou não) j





Matriz de Adjacências

- Matriz de tamanho N x N, onde N é o número de vértices



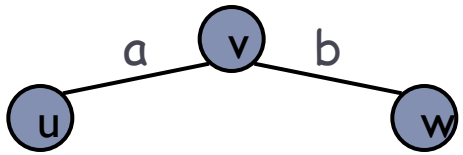
- A célula (i,j) indica se existe aresta entre i e j.

- Valor 0 indica aresta inexistente.

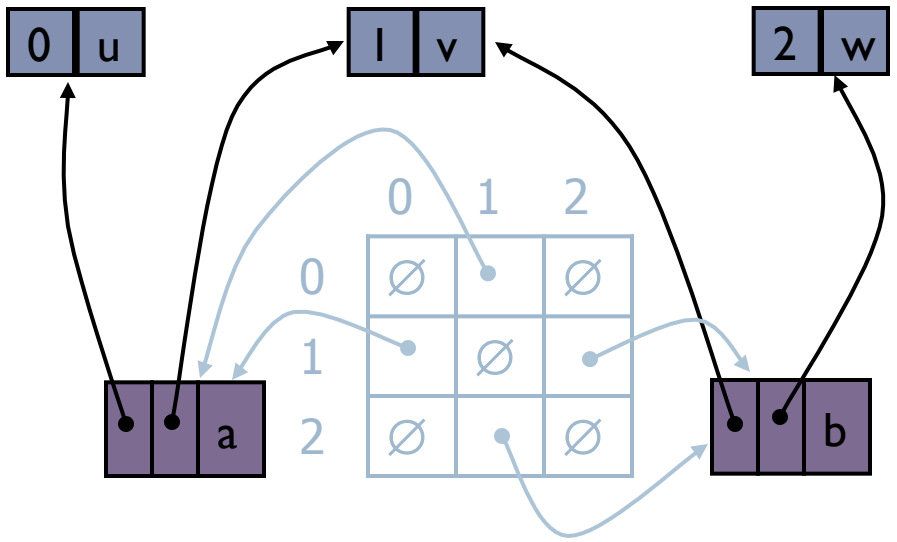
	0	1	2
0	**0**	**1**	**0**
1	**1**	**0**	**1**
2	**0**	**1**	**0**

Matriz de Adjacências

- Estrutura Vértice
  - Chave inteira (índice) associado com o vértice
  - Informação armazenada



- Estrutura Aresta
  - Informação armazenada
  - Ponteiros para os vértices
- Matriz
  - Ponteiro para a aresta de vértices adjacentes
  - Null caso não haja aresta



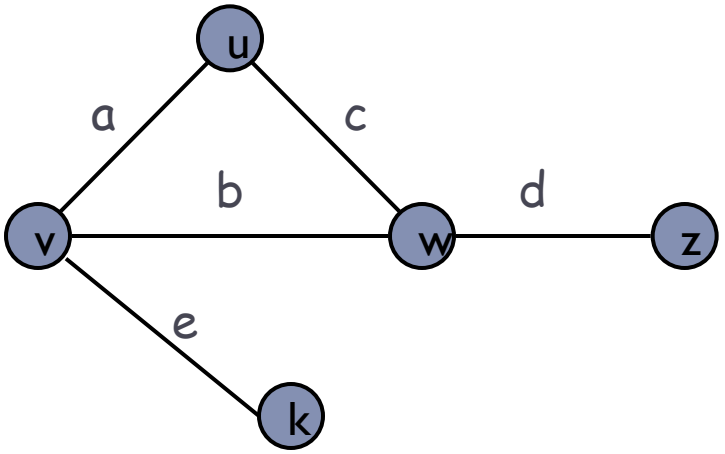
Busca em Grafos

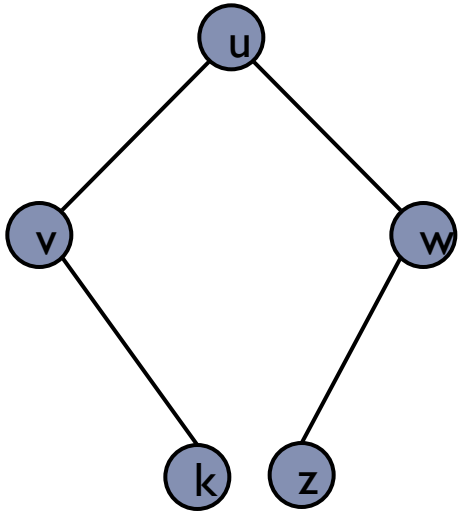
- Operação mais comum em Grafos: visita sistemática a seus nós (uma única vez!)

- Dois tipos básicos de busca:
  - Busca em largura/extensão
  - Busca em profundidade

Busca em Largura

- Semelhante a busca por nível em uma árvore
- Para cada nó, nós o processamos e colocamos seus adjacentes em uma FILA

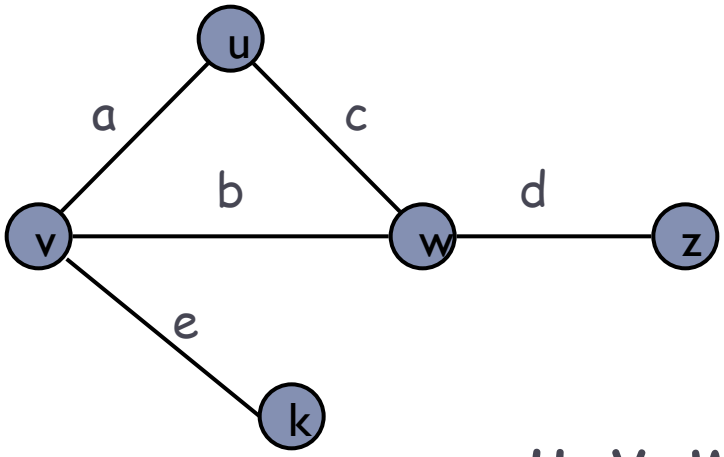


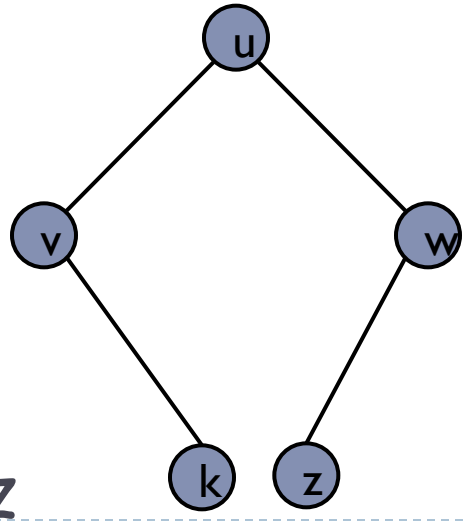


u, v, w, k, z

Busca em Largura

```
Busca-Largura ( Nó início ) {
  AdicionarFila( inicio )
  Enquanto ( Fila não está vazia ) {
       Nó P = RetirarFila()
       Processar(P)
       Para cada Vértice vizinho de P não visitado
             AdicionarFila(Vértice)
  }
}
```

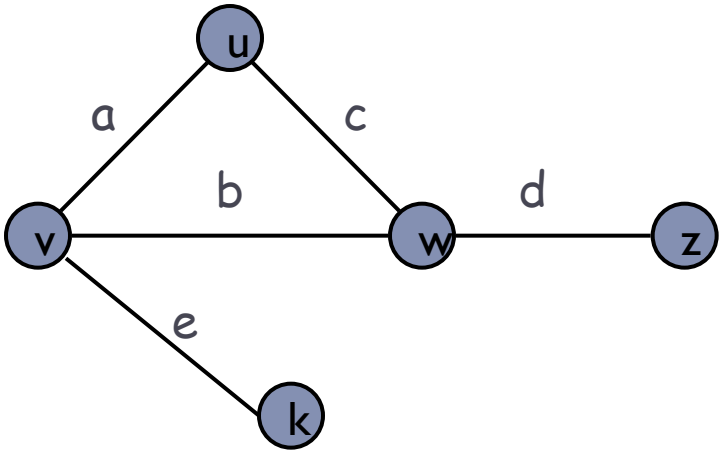


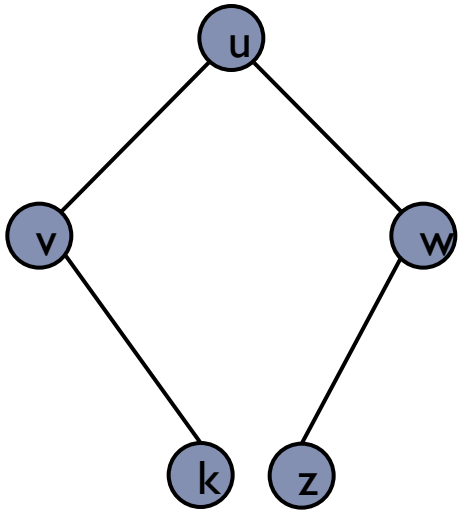


u, v, w, k, z

Busca em Profundidade

- Semelhante a busca em "pré-ordem" em uma árvore

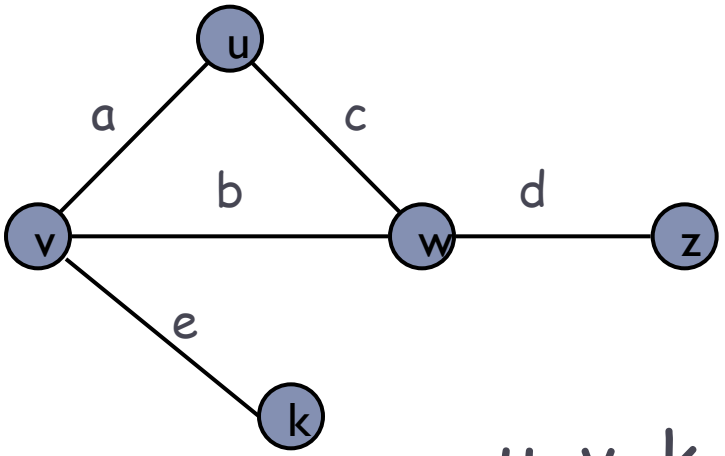




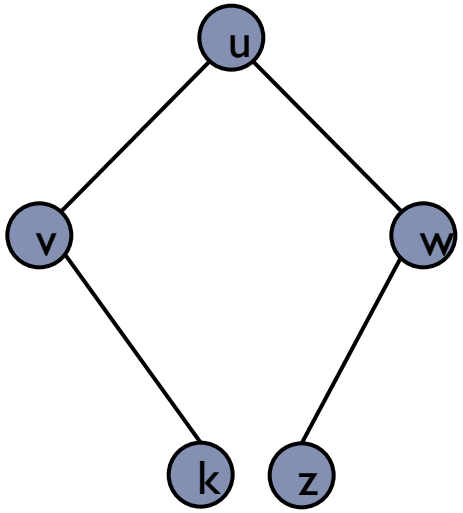
u, v, k, w, z

Busca em Profundidade

```
Busca-Profundidade( Nó início ) {
  Processar(início)
  Se existe Vértice vizinho ainda não visitado
      Busca-Profundidade(Vértice)
}
```



u, v, k, w, z



Universidade Federal da Paraíba

Centro de Informática

Departamento de Informática

Estrutura de Dados
Grafos

- Tiago Maritan
- tiago@ci.ufpb.br