

Grafos - Busca em Profundidade e Implementação em Hash

Prof.: Leonardo Tórtoro Pereira
leonardop@usp.br

*Material baseado em aulas dos professores: Elaine Parros Machado de Souza, Gustavo Batista, Robson Cordeiro, Moacir Ponti Jr., Maria Cristina Oliveira e Cristina Ciferri.

Busca em Grafos

Busca em Grafos

→ Exemplos:

- ◆ Dado um grafo $G = (V, A)$ e um vértice $v \in V$
 - Encontrar todos os vértices em G que estão conectados a v .
- ◆ Dado um grafo $G = (V, A)$
 - Visitar todos os vértices de G .

Busca em Grafos

- Duas abordagens principais de realizar essas tarefas:
 - ◆ Busca em profundidade
 - ◆ Busca em largura

Busca em Profundidade

Busca em Profundidade

- Busca em profundidade (depth-first search)
 - ◆ Algoritmo para caminhar no grafo.
- Estratégia:
 - ◆ Buscar o vértice “mais profundo” no grafo sempre que possível
 - ◆ Arestas são exploradas a partir do vértice v mais recentemente descoberto e que ainda possui arestas não exploradas saindo dele

Busca em Profundidade

→ Estratégia (cont.:)

- ◆ Quando todas as arestas adjacentes a v tiverem sido exploradas, a busca “anda para trás” (backtracking) para explorar vértices que saem do vértice a partir do qual v foi descoberto.

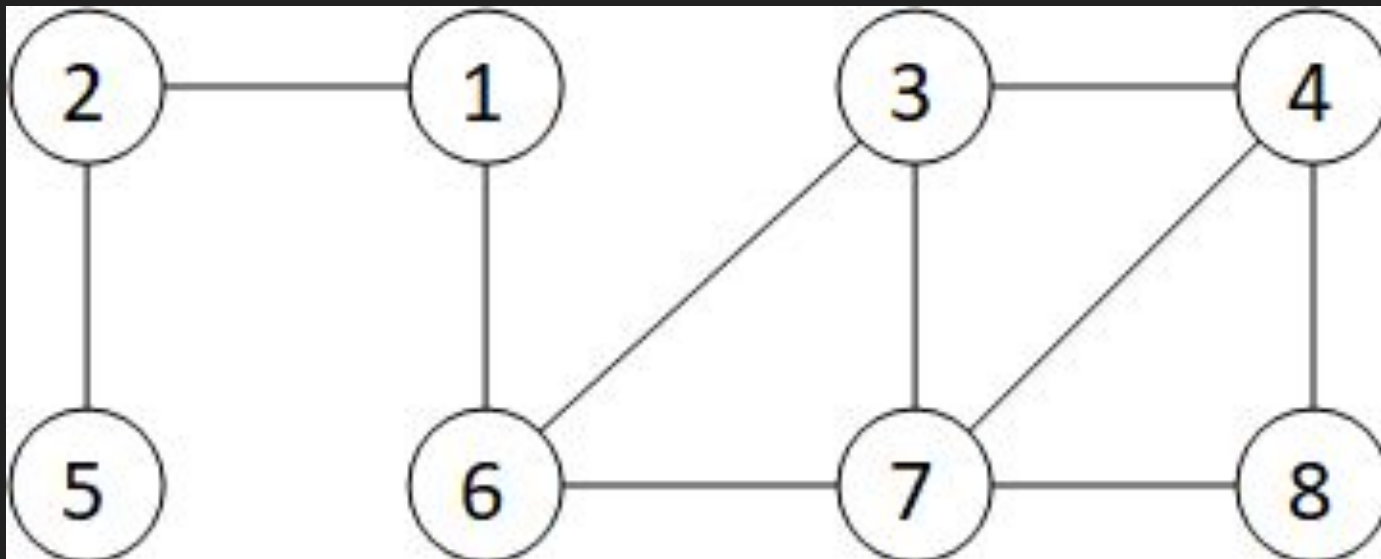
Busca em Profundidade

- Uso de marcadores para acompanhar o progresso do algoritmo:
 - ◆ Cada vértice é “colorido” de branco, cinza ou preto.
 - ◆ Todos os vértices são inicialmente brancos
 - ◆ Quando um vértice é visitado pela primeira vez ele torna-se cinza e recebe um marcador de tempo de descoberta

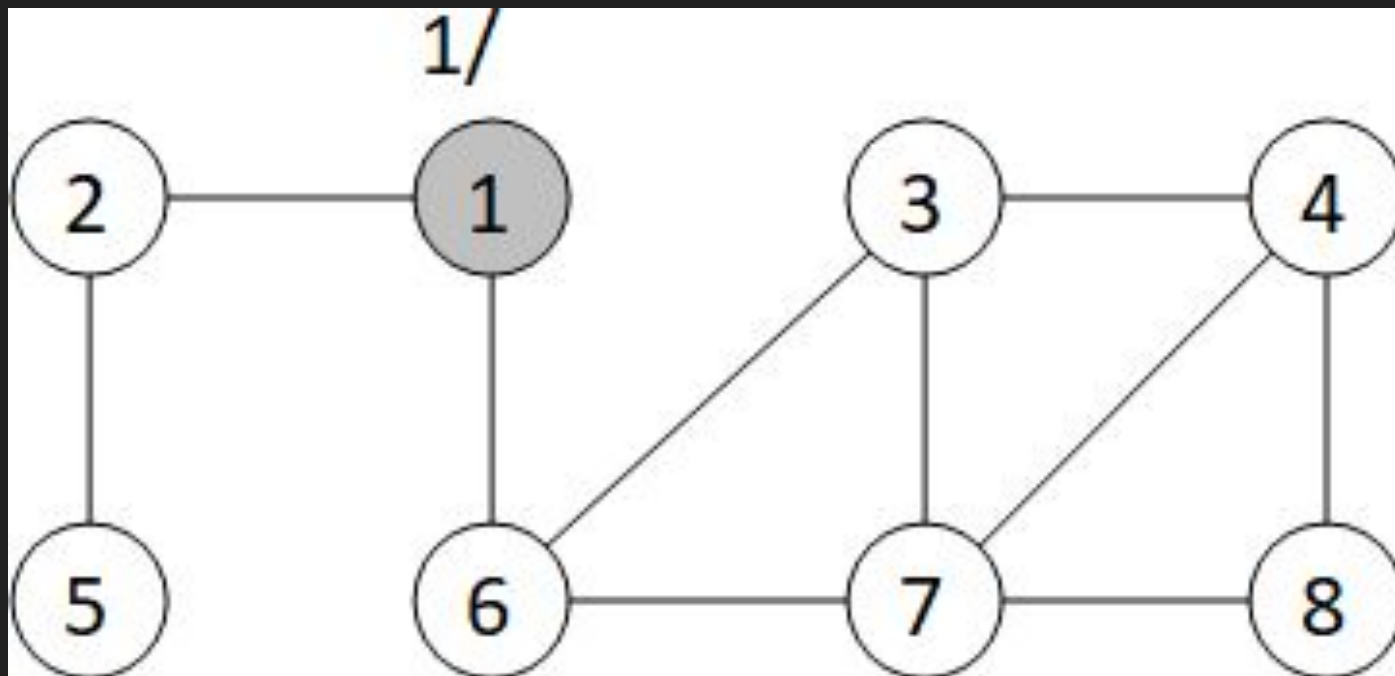
Busca em Profundidade

- Uso de marcadores para acompanhar o progresso do algoritmo (cont.):
 - ◆ Quando os adjacentes de um vértice são completamente examinados, ele torna-se preto e recebe um marcador de tempo de término

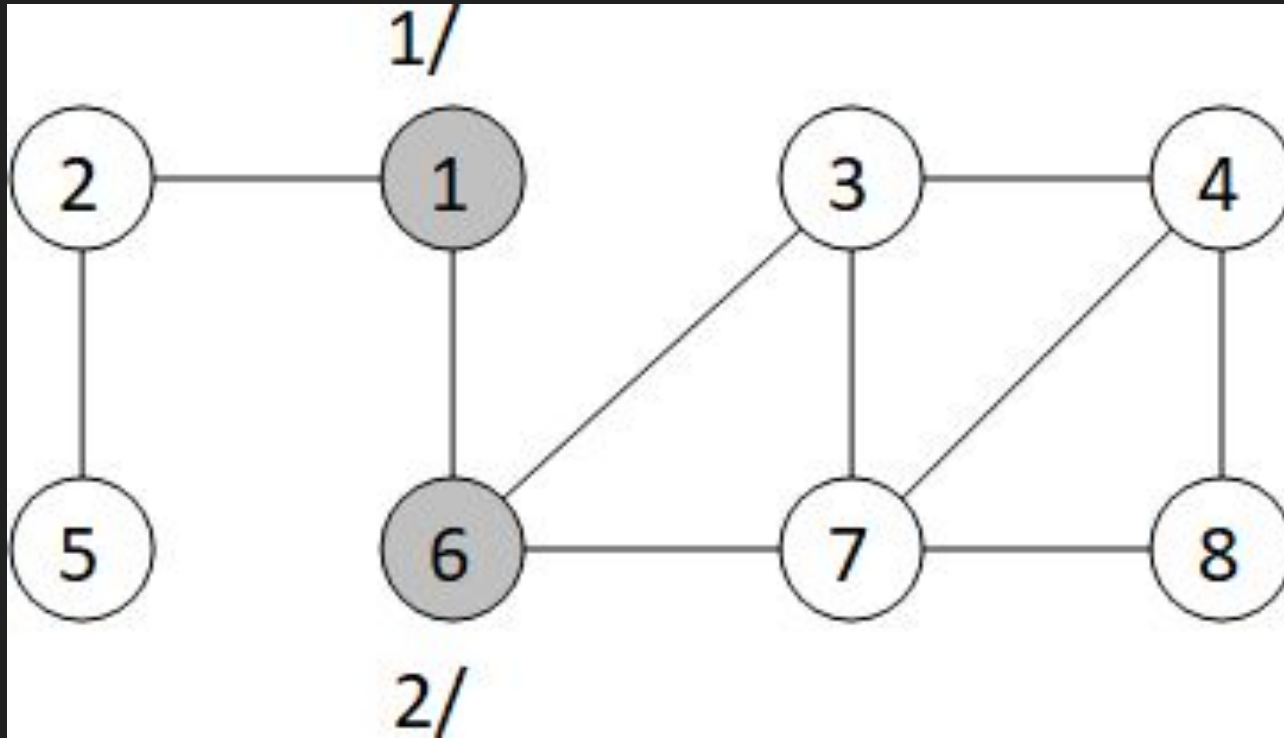
Busca em Profundidade



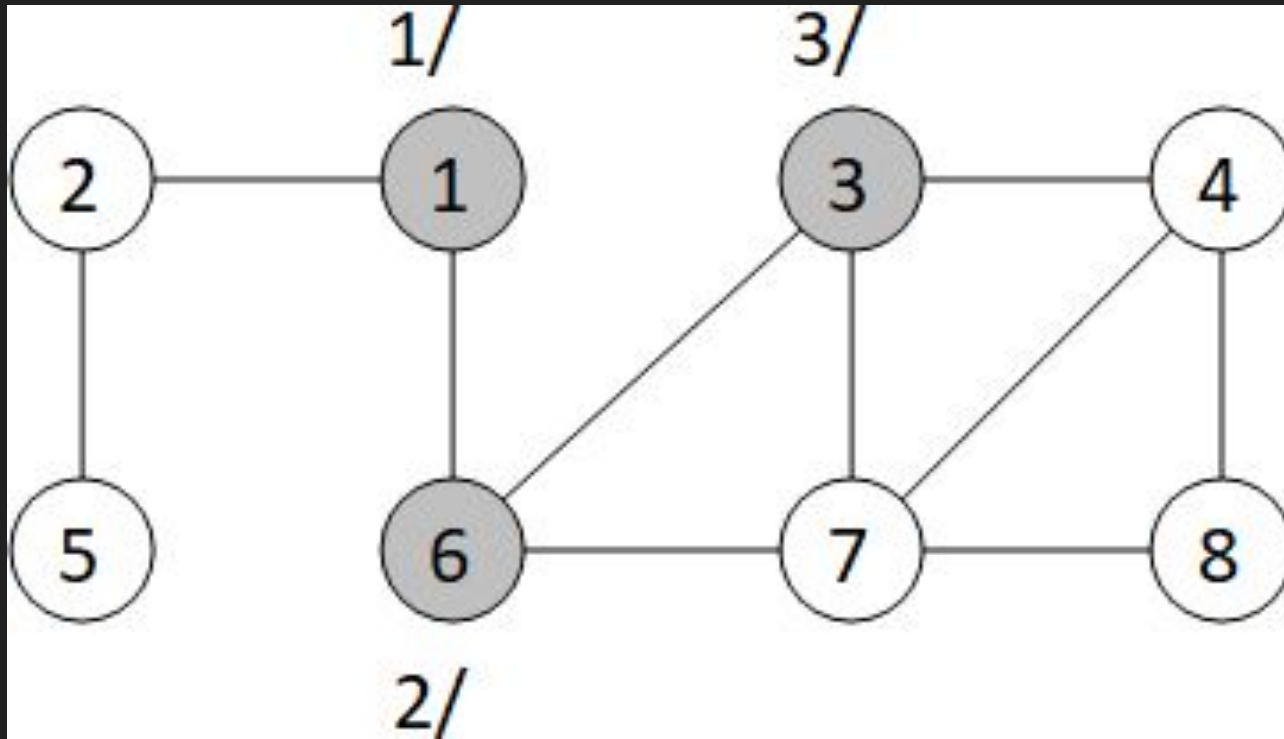
Busca em Profundidade



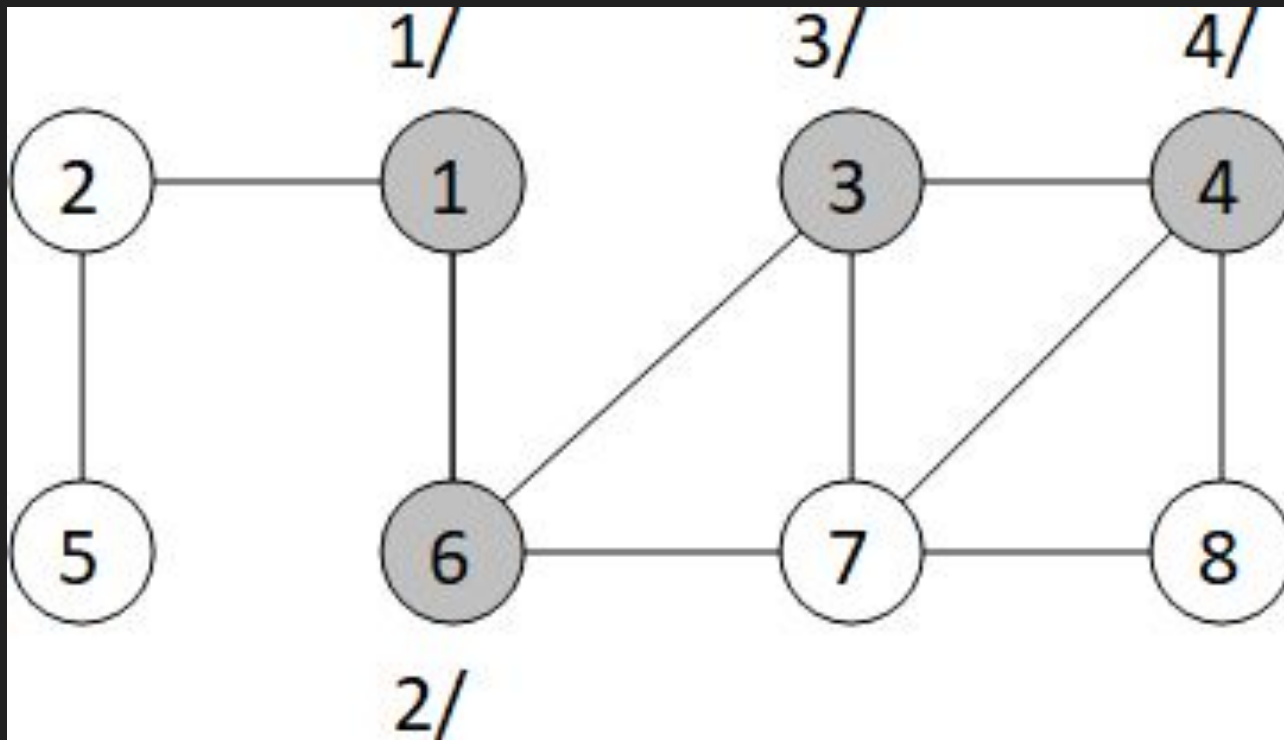
Busca em Profundidade



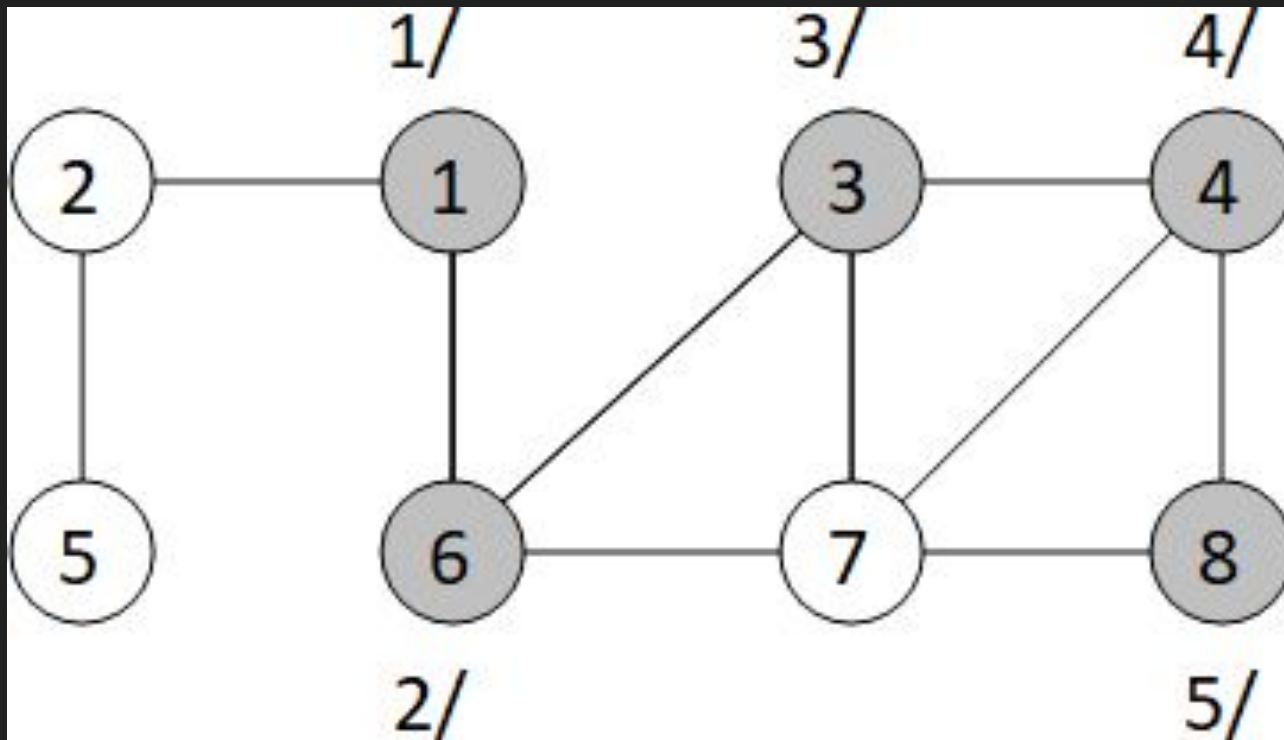
Busca em Profundidade



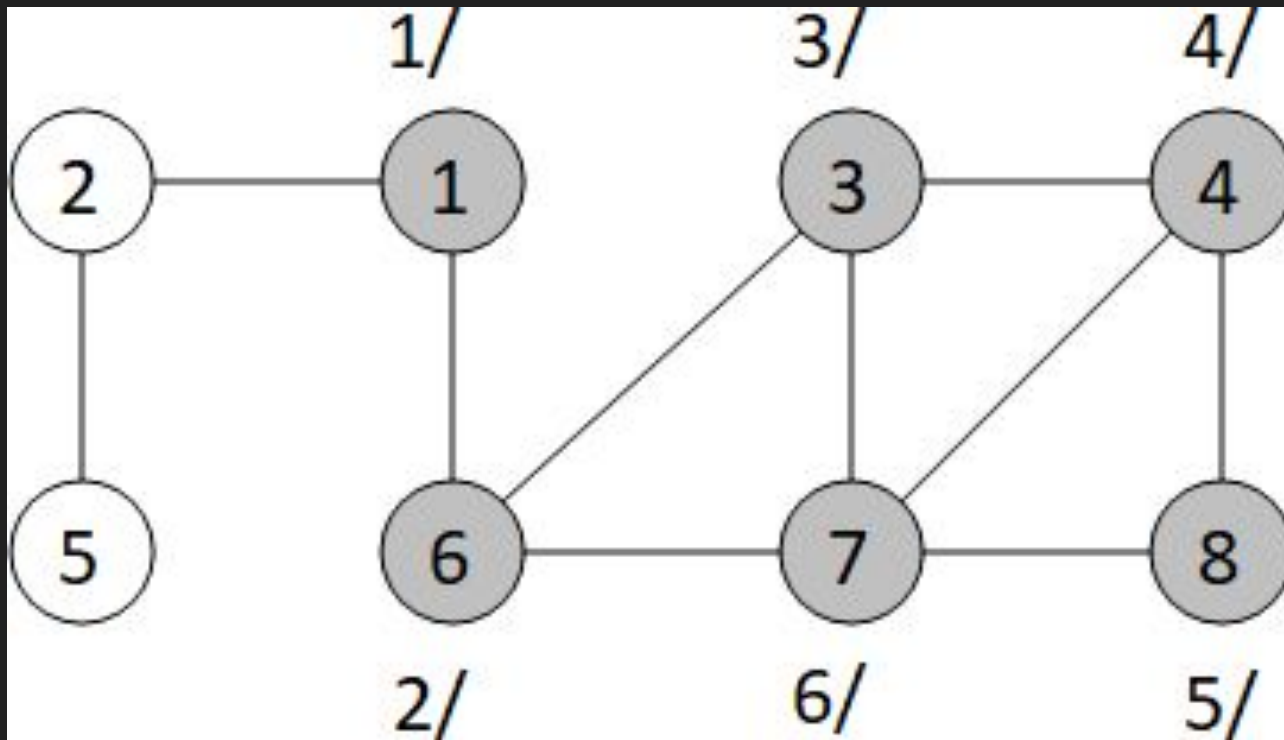
Busca em Profundidade



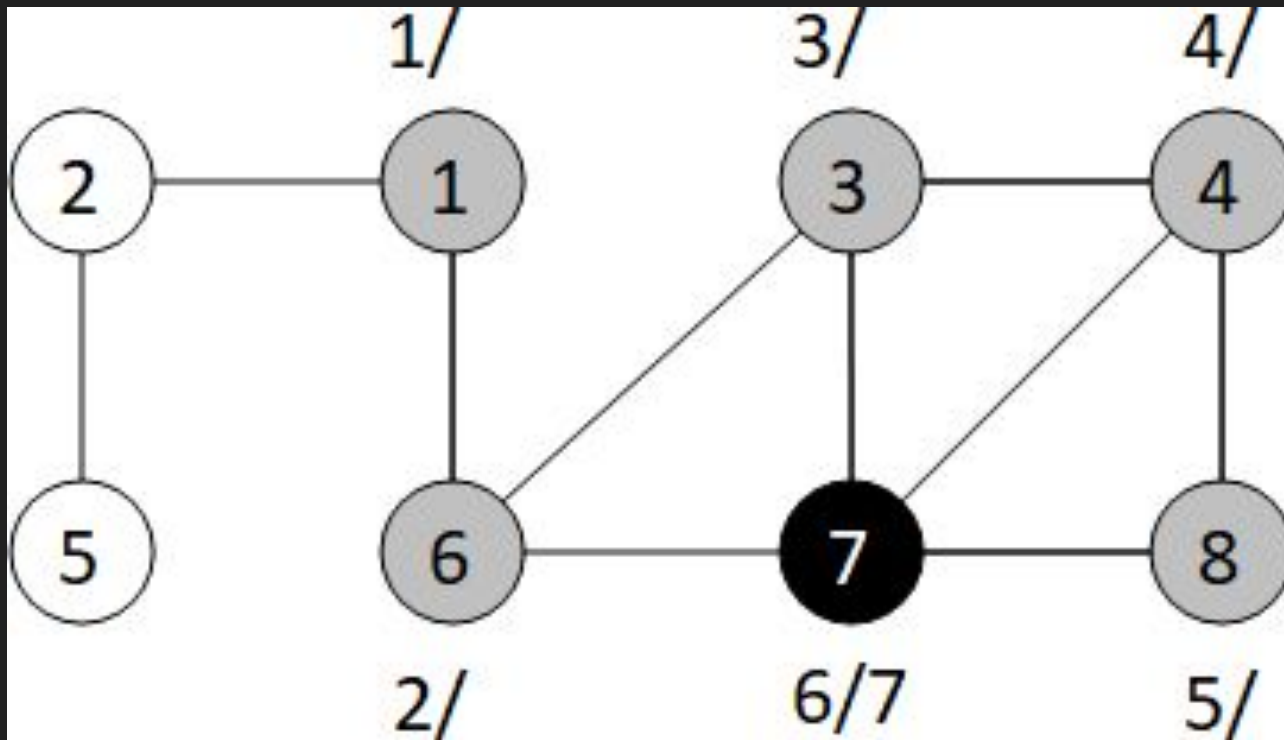
Busca em Profundidade



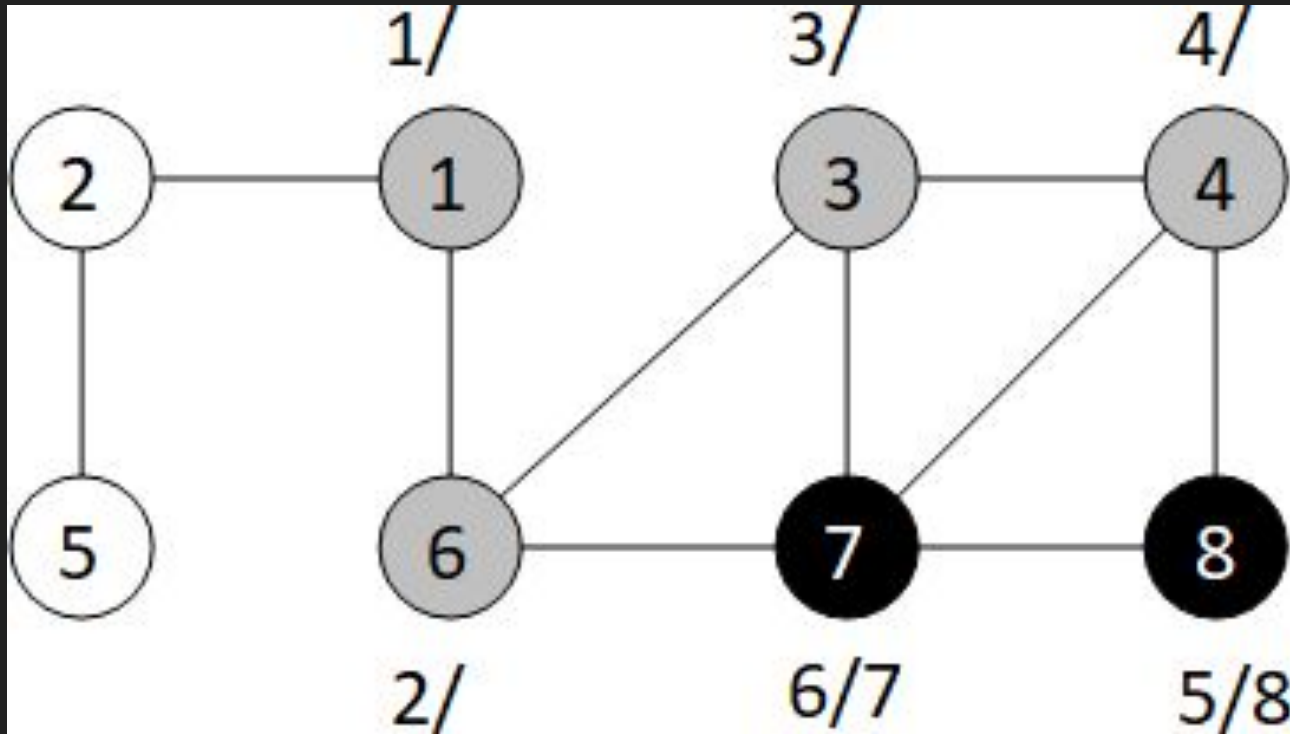
Busca em Profundidade



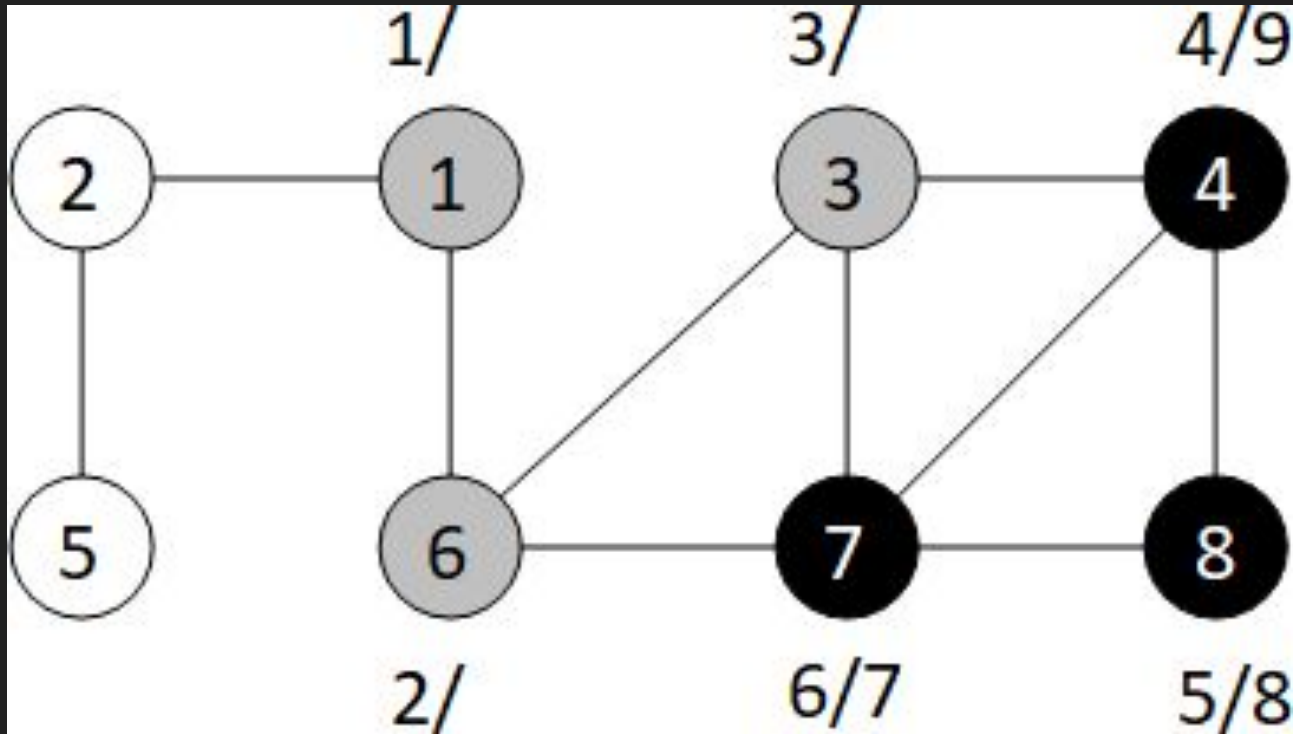
Busca em Profundidade



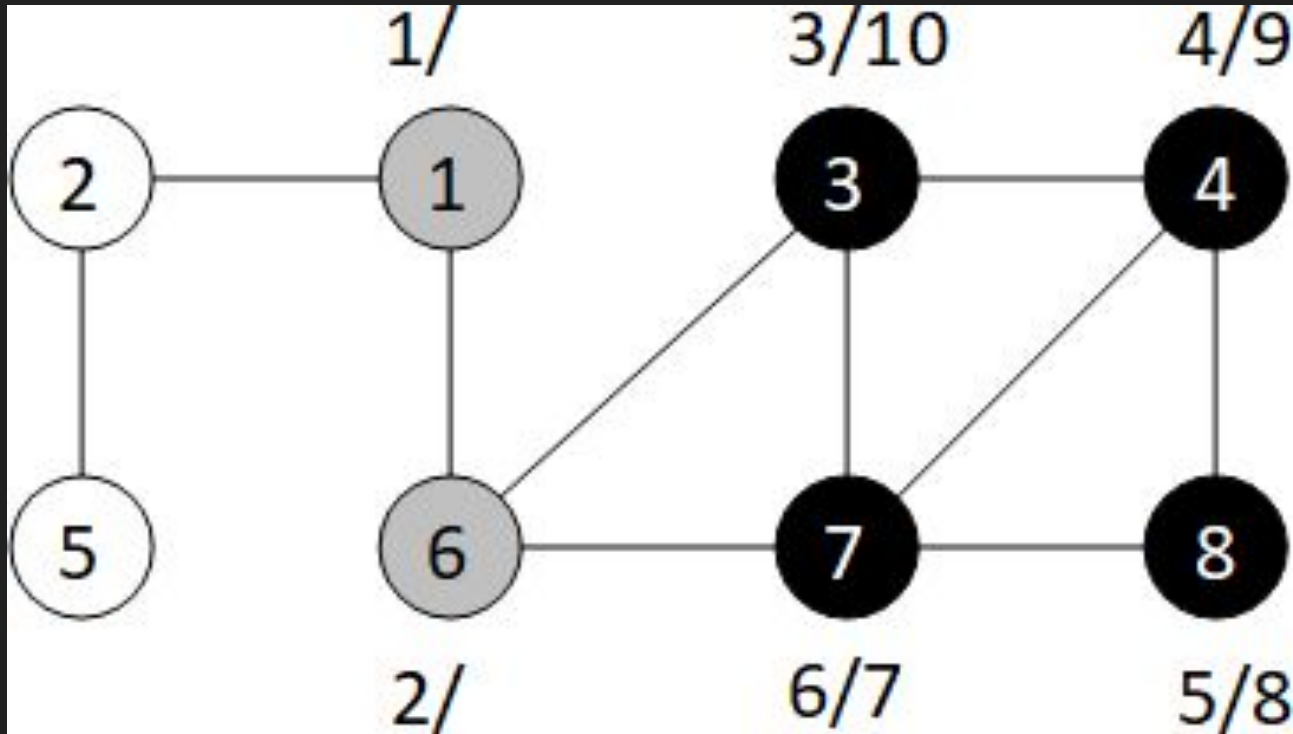
Busca em Profundidade



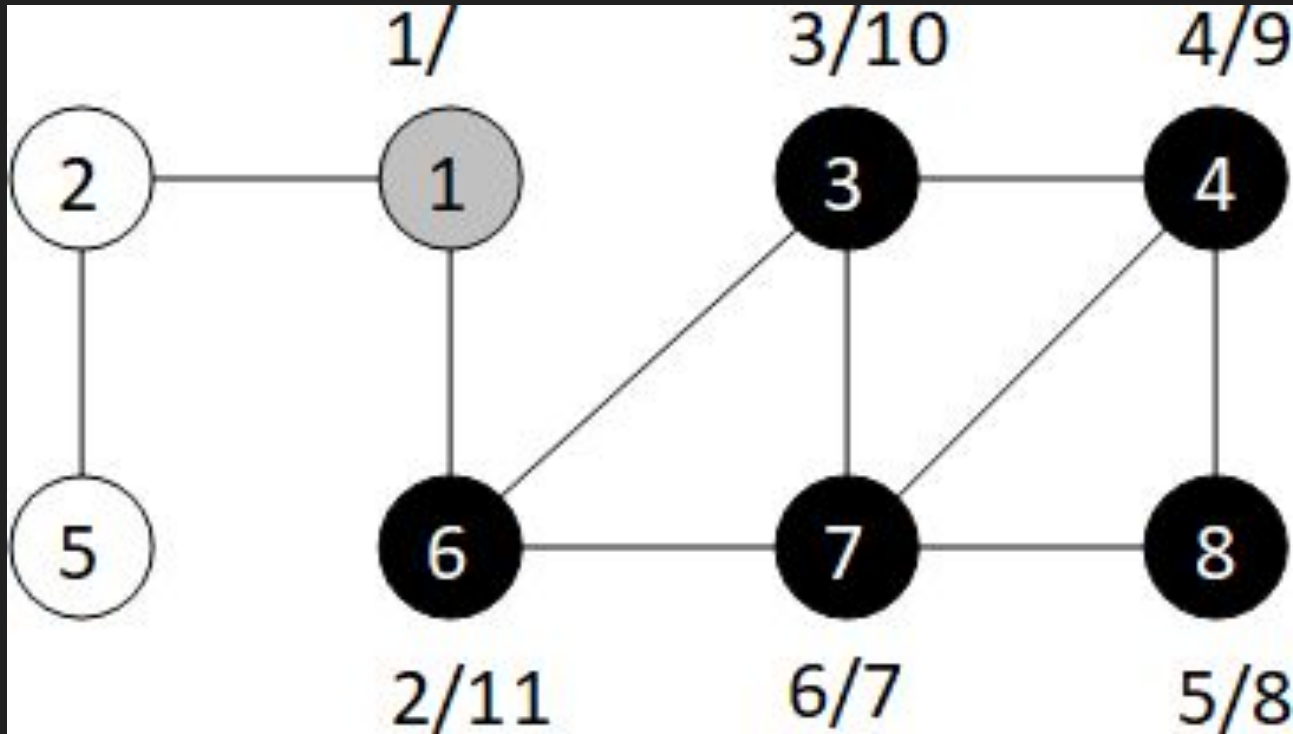
Busca em Profundidade



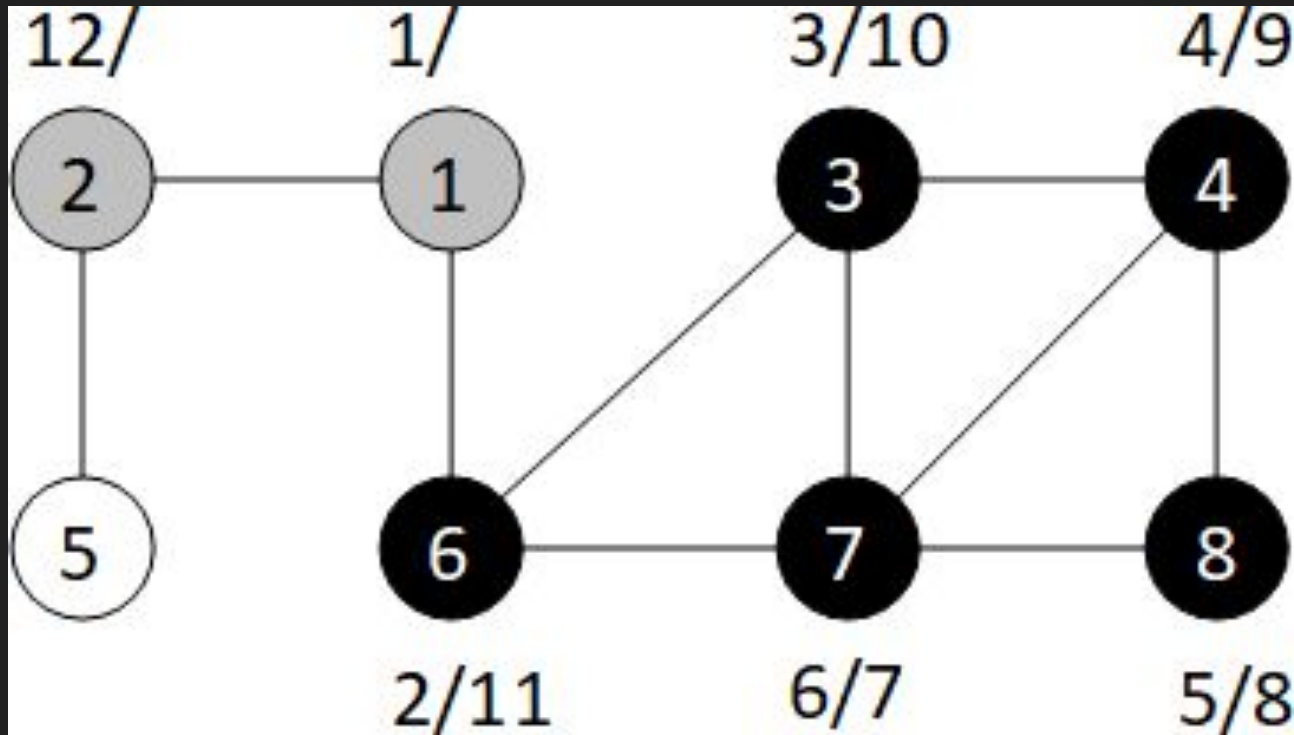
Busca em Profundidade



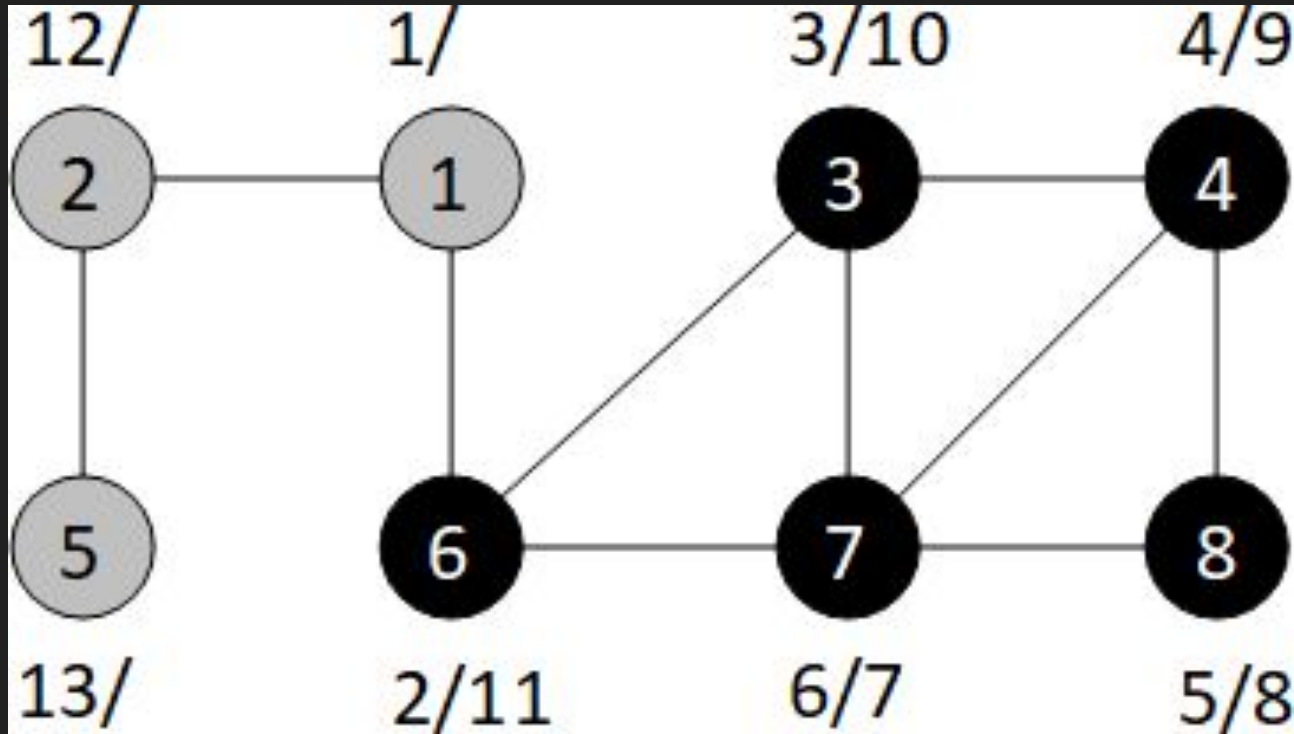
Busca em Profundidade



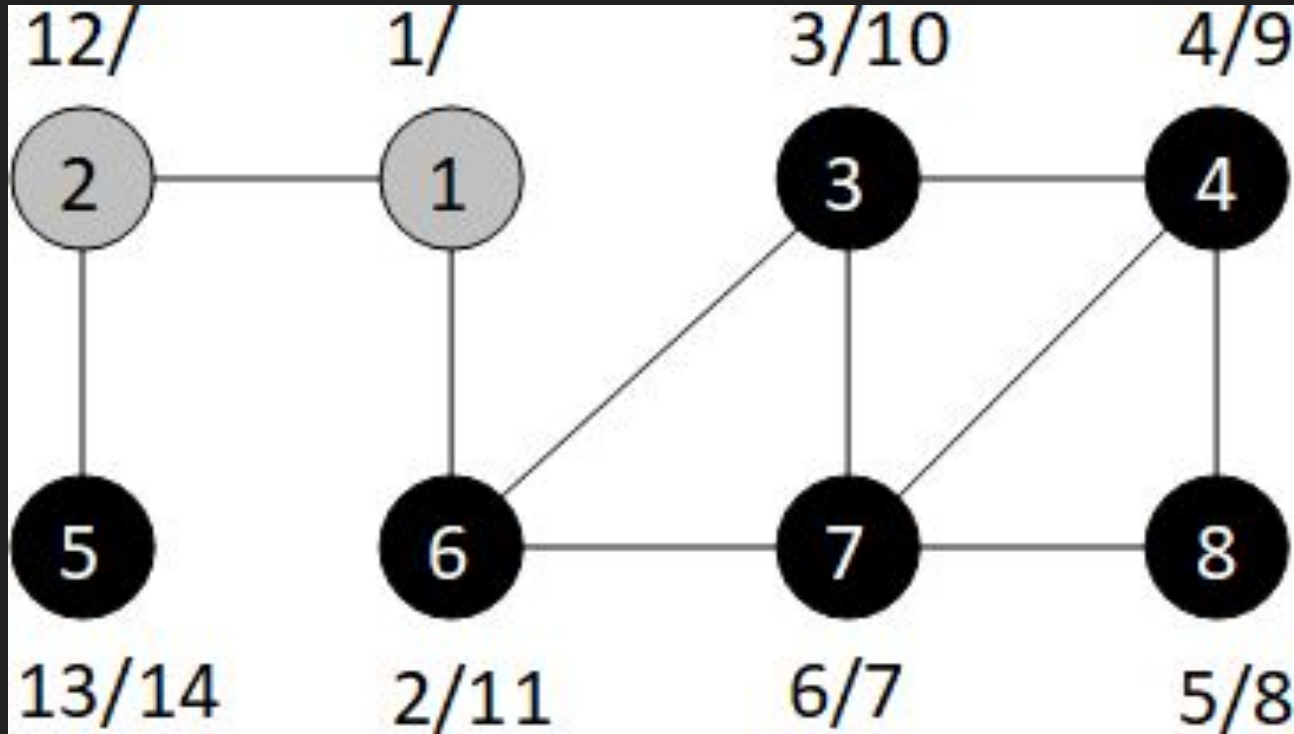
Busca em Profundidade



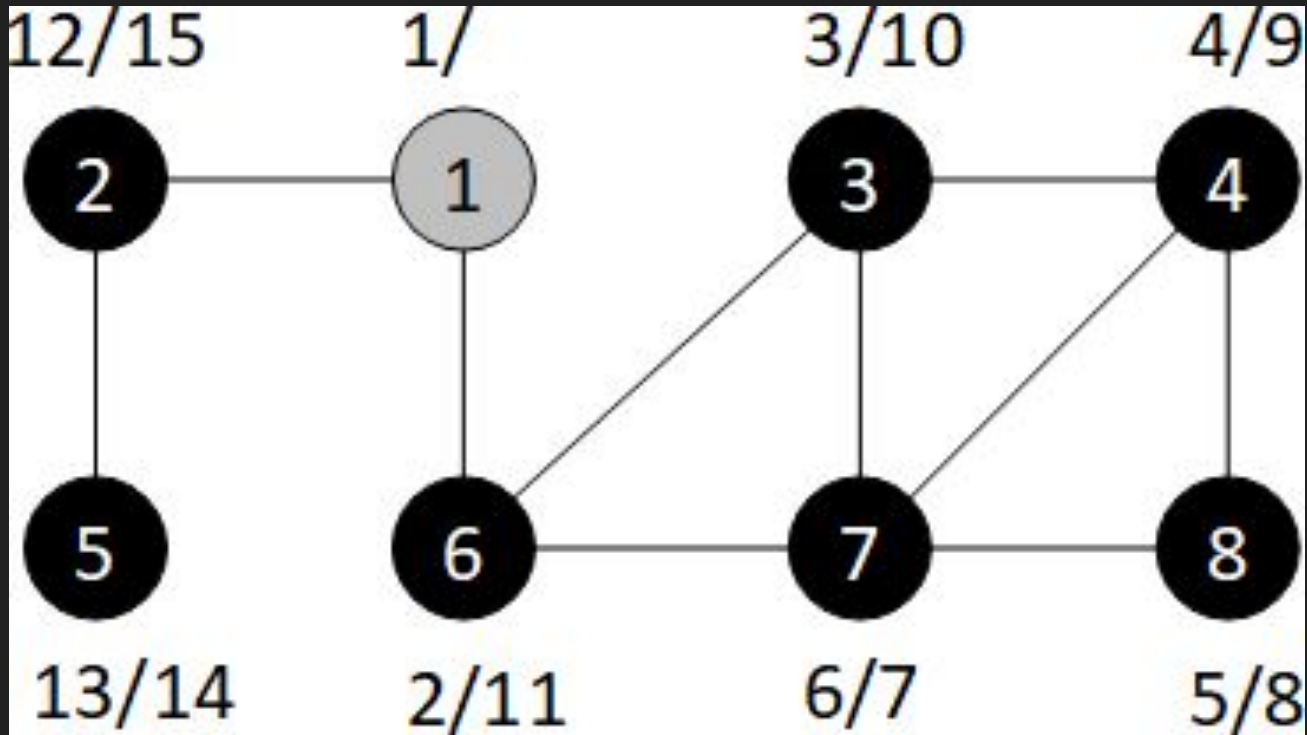
Busca em Profundidade



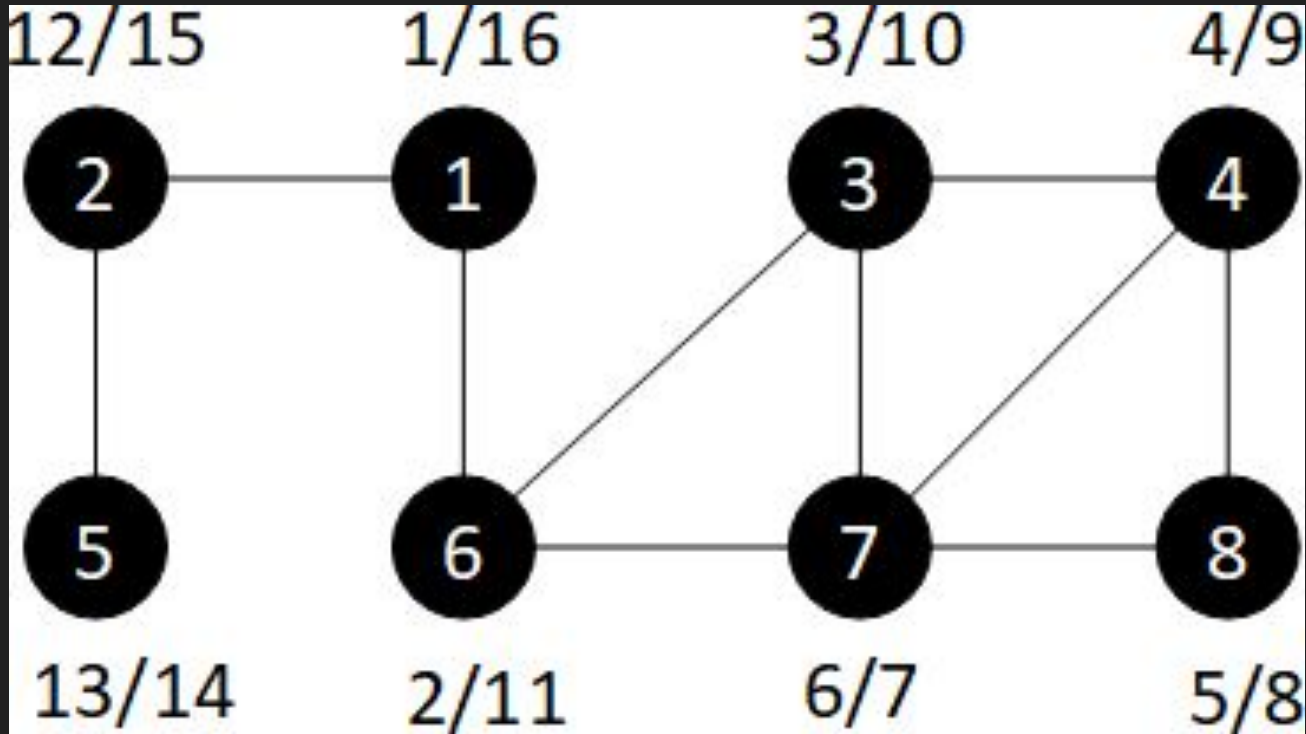
Busca em Profundidade



Busca em Profundidade



Busca em Profundidade



Busca em Profundidade

Implementação simplificada em C

```
void busca_profundidade(tgrafo *grafo) {  
    tvertice v;  
    int cor[MAXNUMVERTICES];  
  
    for (v = 0; v < grafo->num_vertices; v++)  
        cor[v] = BRANCO;  
    for (v = 0; v < grafo->num_vertices; v++)  
        if (cor[v] == BRANCO)  
            visita_dfs(v, cor, grafo);  
}
```

```
#define BRANCO 0  
#define CINZA 1  
#define PRETO 2
```

Busca em Profundidade

Implementação simplificada em C

```
void visita_dfs(tvertice v, int cor[], tgrafo *grafo) {
    tvertice w;
    tapontador p;
    tpeso peso;

    cor[v] = CINZA;
    p = primeiro_adj(v, grafo);
    while (p != NULO) {
        recupera_adj(v, p, &w, &peso, grafo);
        if (cor[w] == BRANCO)
            visita_dfs(w, cor, grafo);
        p = proximo_adj(v, p, grafo);
    }
    cor[v] = PRETO;
}
```

Busca em Profundidade - Complexidade

→ Inicialização do vetor de cores

◆ $O(|V|)$

→ Matriz de adjacências

◆ VisitaDFS

• $O(|V|^2)$

◆ Custo total

• $O(|V| + |V|^2)$

Busca em Profundidade - Complexidade

→ Lista de adjacências

◆ VisitaDfs

- $O(|A|)$

◆ Custo total

- $O(|V|+|A|)$

Busca em Profundidade - Aplicações

- O algoritmo é base para outros algoritmos importantes:
 - ◆ Verificação de grafos acíclicos
 - ◆ Descoberta de caminhos
 - ◆ Ordenação topológica
 - ◆ Descoberta de componentes fortemente conectados.
- Execução do algoritmo de busca em profundidade gera uma árvore de busca em profundidade.

Agora é a sua vez de programar!



Implementação em Hash

Bora programar



Referências

- WIRTH, N. Algorithms and Data Structures, Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1986.
- CORMEN, H.T.; LEISERSON, C.E.; RIVEST, R.L. Introduction to Algorithms, MIT Press, McGraw-Hill, 1999.
- ZIVIANI, N. Projeto de Algoritmos, Thomson, 2a. Edição, 2004.
- SZWARCFITER, J.L. Grafos e Algoritmos Computacionais. Editora Campus, 1983.
- Van Steen, Maarten. "Graph theory and complex networks." An introduction 144 (2010).
- Gross, Jonathan L., and Jay Yellen. Graph theory and its applications. CRC press, 2005.
- Barabási, A.-L., Pósfai, M. (2016). Network science. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN: 9781107076266 1107076269