# Busca em Grafos

**Paulo Vinícius Moreira Dutra**[1]

[1]IF Sudeste MG – Campus Muriaé

Sistemas Inteligentes, 2022

INSTITUTO FEDERAL
Sudeste de Minas Gerais
Campus Muriaé

INSTITUTO FEDERAL
Sudeste de Minas Gerais
Campus Muriaé

# Sumário

- **Parte I**
  - Introdução
  - Busca em largura
  - Busca em profundidade

INSTITUTO FEDERAL
Sudeste de Minas Gerais
Campus Muriaé

# Introdução

- A busca em grafo(**G**) consiste em explorar o grafo de forma sistemática, visitando as arestas e os vértices.
- O algoritmo em grafos deve ser o flexível suficiente para atender a diversidade de grafos.
- O algoritmo deve ser eficiente. Não deve haver repetições desnecessárias de visitas a um vértice e/ou aresta.
- Todos os vértices ou arestas devem ser visitados.

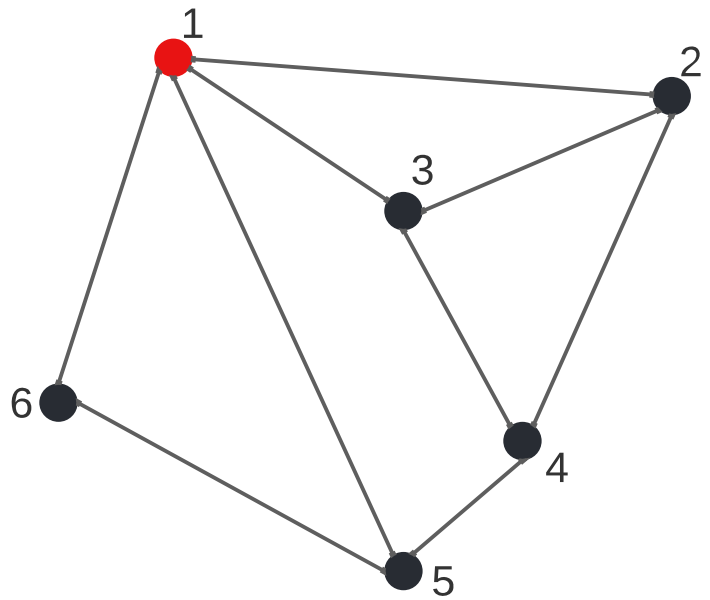
INSTITUTO FEDERAL
Sudeste de Minas Gerais
Campus Muriaé

# Introdução

- O algoritmo básico de busca em grafos:
  - Marcar os vértices
    - Não visitados;
    - Visitados;
    - Processados.

# Introdução

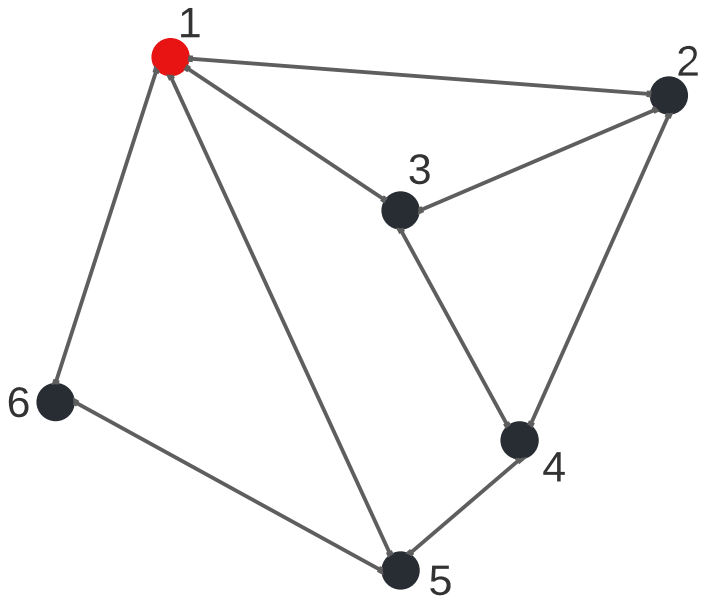
- De modo geral, as operações de buscas dependem de um vértice inicial. Por exemplo, busca pelo menor caminho, temos que saber qual é o ponto de partida.




INSTITUTO FEDERAL
Sudeste de Minas Gerais
Campus Muriaé

# Introdução

- Durante a busca, o algoritmo pode precisar visitar todos ou apenas um conjunto dos vértices.




INSTITUTO FEDERAL
Sudeste de Minas Gerais
Campus Muriaé

# Introdução

- Há duas principais possibilidades de buscas:
  - Busca em profundidade (Depth-First Search - DFS)
  - Busca em largura (Breadth-First Search - BFS)

# Busca em profundidade (DFS)

- A partir de um vértice inicial, a busca explora cada vizinho até o último vértice possível.

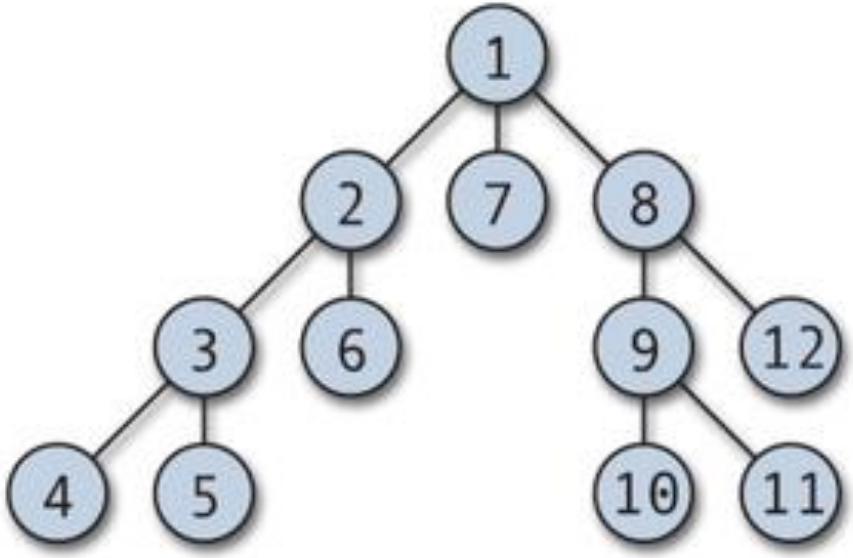



Figura: Representação gráfica da busca em profundidade

INSTITUTO FEDERAL
Sudeste de Minas Gerais
Campus Muriaé

# Busca em profundidade (DFS)

- Backtracking:
  - O grafo é percorrido até que a busca falhe, ou se encontrar um vértice sem vizinhos.
  - No backtracking a busca retorna pelo mesmo caminho para encontrar um caminho alternativo.

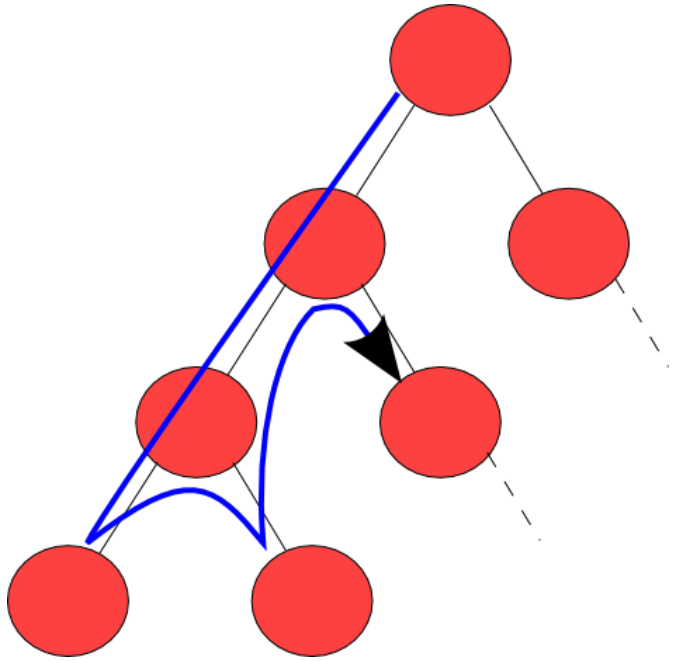


Figura: Representação gráfica da busca em profundidade. Backtraking

INSTITUTO FEDERAL
Sudeste de Minas Gerais
Campus Muriaé

# Busca em profundidade (DFS)

- Algoritmo – Utilizando Recursividade

**Dados**: $G(V,E)$, conexo

**Procedimento** P$(v,u)$

marcar $v$

**para** $w \in A(v)$ **efetuar**

**se** $w$ é não marcado **então**

visitar aresta de árvore $(v,w)$ > arestas visitadas (I)

P$(w,v)$

**caso contrário**

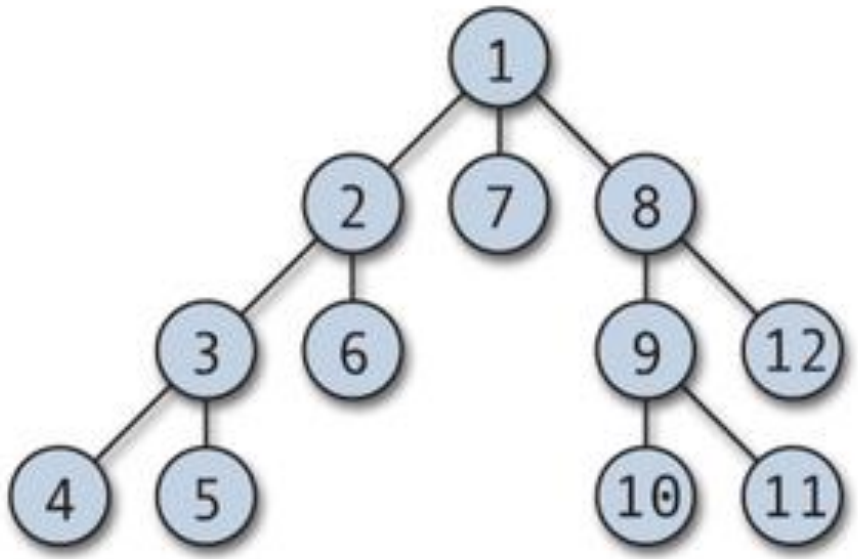
**se** $w \neq u$ **então**

visitar aresta de retorno $(v,w)$ > arestas visitadas (II)

desmarcar todos os vértices

escolher uma raiz $s$

P$(s,\varnothing)$




INSTITUTO FEDERAL
Sudeste de Minas Gerais
Campus Muriaé

# Busca em profundidade (DFS)

- Algoritmo – Utilizando Pilha

**Dados**: $G(V,E)$, conexo
  **Procedimento** P($v$)
    marcar $v$
    colocar $v$ na pilha $Q$
    **para** $w \in A(v)$ **efetuar**
      **se** $w$ é não marcado **então**
        visitar $(v,w)$ > arestas visitadas (I)
        P($w$)
      **caso contrário**
        **se** $w \in Q$ e $v,w$ não são consecutivos em $Q$ **então**
          visitar $(v,w)$ > arestas visitadas (II)
    retirar $v$ de $Q$
  desmarcar todos os vértices
  definir uma pilha $Q$
  escolher uma raiz $s$
  P($s$)

INSTITUTO FEDERAL
Sudeste de Minas Gerais
Campus Muriaé

# Busca em profundidade (DFS)

- Busca em largura em matriz de adjacência para um grafo não direcionado:

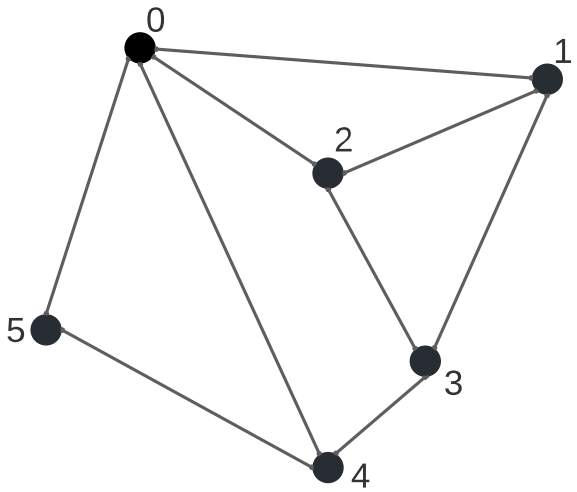



Figura: Grafo não-direcionado

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **0** | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| **1** | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **2** | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| **3** | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| **4** | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| **5** | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |

$$V = \{0, 1, 2, 3, 4, 5\}$$

$$E\ \{(0,1), (0,2), (0,4), (0,5), (1,0), (1,2), (2,0), (2,1), (2,3), (3,2), (3,4), (4,0), (4,3), (4,5), (5,0), (5,4)\}$$

INSTITUTO FEDERAL
Sudeste de Minas Gerais
Campus Muriaé

# Busca em profundidade (DFS) - Implementação

- Visitando todos os vértices do grafo:

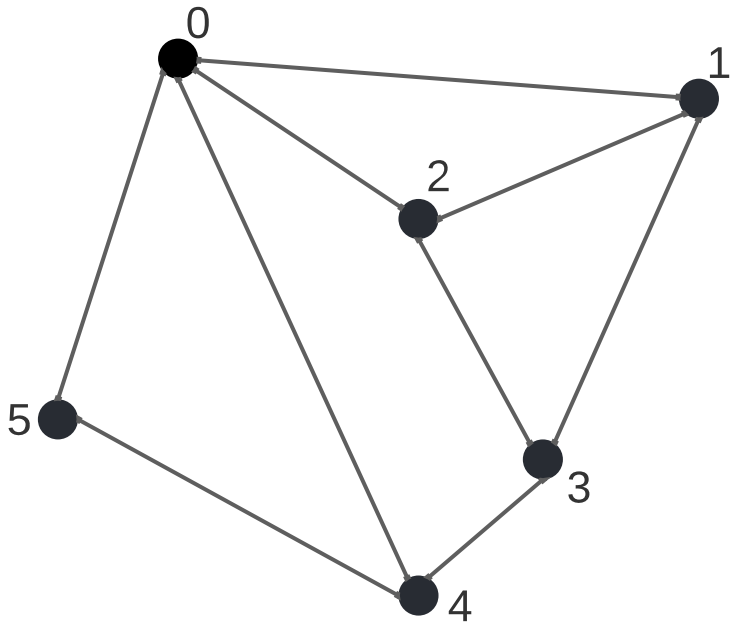



Figura: Grafo conexo e não-direcionado

```
#Grafo com 6 vértices
grafo = Grafo(6)
grafo.inserir_aresta(0, 1)
grafo.inserir_aresta(0, 2)
grafo.inserir_aresta(0, 4)
grafo.inserir_aresta(0, 5)
grafo.inserir_aresta(1, 2)
grafo.inserir_aresta(1, 3)
grafo.inserir_aresta(2, 3)
grafo.inserir_aresta(3, 4)
grafo.inserir_aresta(4, 5)
grafo.busca_profundidade_grafo(0)
```

INSTITUTO FEDERAL
Sudeste de Minas Gerais
Campus Muriaé

# Busca em profundidade (DFS) – Implementação em python

- Visitando todos os vértices do grafo:

```
def busca_profundidade_grafo(self, v_inicial):
    visitados = np.zeros(self.n, dtype="int")
    print(visitados)
    self.busca_profundidade(v_inicial, visitados)
    print(visitados)

def busca_profundidade(self, v_inicial, visitados):
    visitados[v_inicial] = -1 #Marca o vértice como visitado
    for i in range(self.n):
        v = self.matriz_adjacencia[v_inicial][i]
        if visitados[i] == 0:
            if v == 1: #Verifica se o vértice é vizinho
                print("v({})->w({})".format(v_inicial, i))
                self.busca_profundidade(i, visitados)
```

INSTITUTO FEDERAL
Sudeste de Minas Gerais
Campus Muriaé

# Busca em profundidade (DFS) – Implementação em python

- Primeiro devemos marcar os vértices como não visitados. Para isso, criamos um vetor com o mesmo tamanho de vértices do grafo.

- É iniciamos a busca a partir de um vértice inicial.

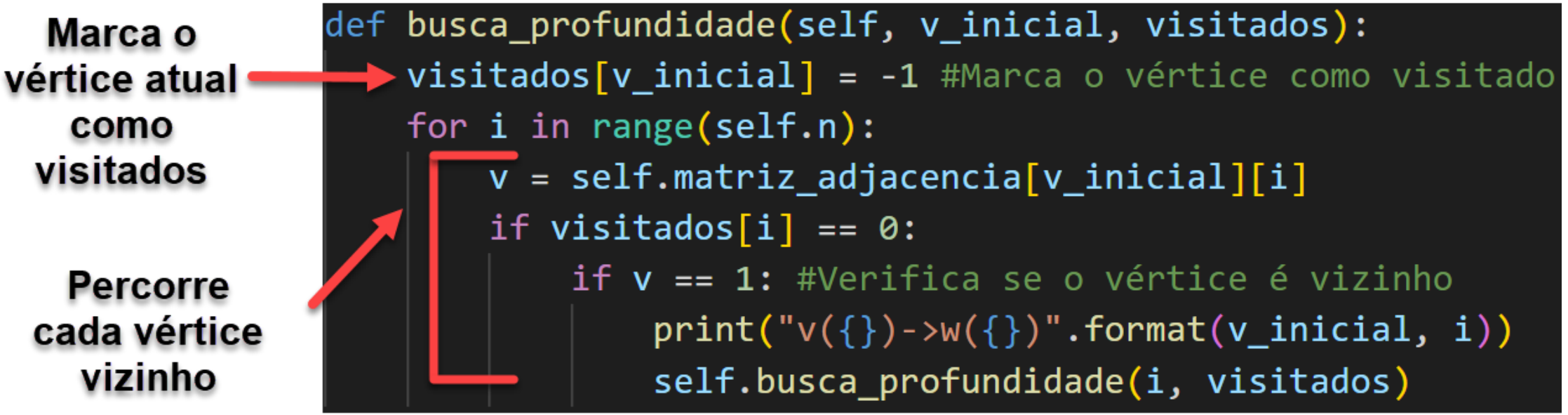
Marca os vértices como NÃO visitados

```
def busca_profundidade_grafo(self, v_inicial):
    visitados = np.zeros(self.n, dtype="int")
    print(visitados)
    self.busca_profundidade(v_inicial, visitados)
    print(visitados)
```

INSTITUTO FEDERAL
Sudeste de Minas Gerais
Campus Muriaé

# Busca em profundidade (DFS) – Implementação em python

- Marca o vértice como visitado e realiza uma busca nos vizinhos ainda não visitados.




INSTITUTO FEDERAL
Sudeste de Minas Gerais
Campus Muriaé

# Busca em profundidade (DFS) – Aplicações

- Ordenação topológica de um grafo
- Procurar a saída de um labirinto
- Verificar se um grafo é completamente conexo
  - Por exemplo, podemos verificar se um rede esta funcionamento corretamente
- Implementar uma ferramenta de preenchimento
  - Por exemplo, o balde de pintura do Paint ou Photoshop

INSTITUTO FEDERAL
Sudeste de Minas Gerais
Campus Muriaé

# Referências

Szwarciter, Jaime Luiz. **Teoria Computacional de Grafos**. Elsevier, 2018. ISBN 978-85-352-8884-1.

INSTITUTO FEDERAL
Sudeste de Minas Gerais
Campus Muriaé