

# Busca Não Informada algoritmos BFS e DFS

**Inteligência Artificial**  
**PCS3438**

*Escola Politécnica da USP*  
*Engenharia de Computação (PCS)*

# Busca em Largura (ou em Amplitude)

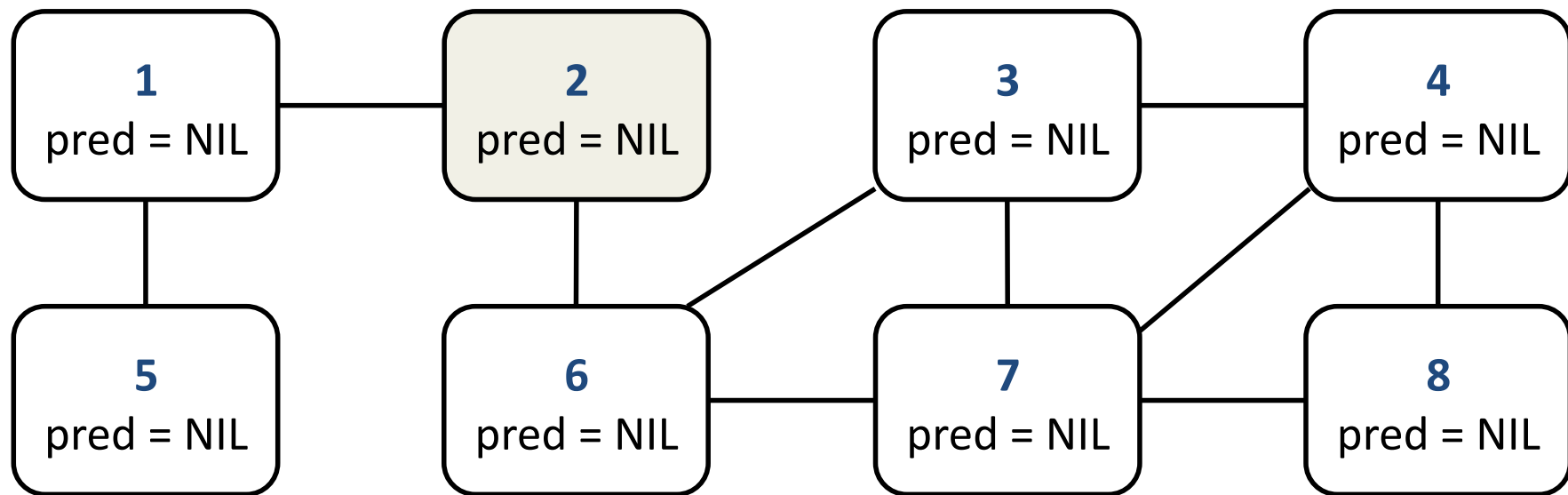
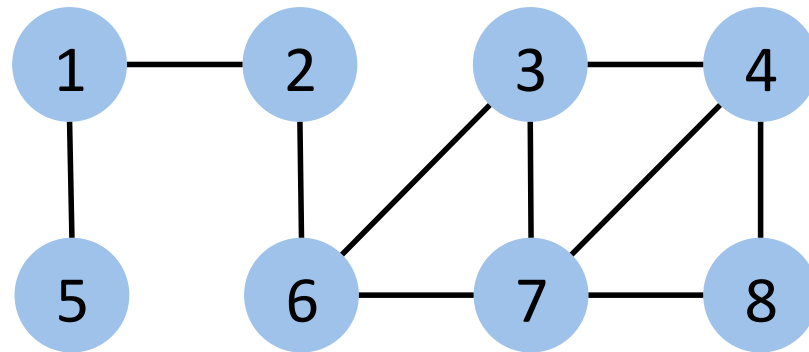
- BFS – *Breadth-First Search*
- Sistematização da busca no BFS:
  - A seleção do próximo vértice marcado é dada pela estratégia **FIFO** – *First In, First Out*
    - Vértices armazenados em uma **fila**
  - Descubra os vértices a uma distância  $k$  de um vértice  $u$  antes de descobrir os vértices a uma distância  $k + 1$

# Busca em Largura

- Atributos necessários ao vértice  $u$ 
  - $cor \in \{\text{BRANCO}, \text{CINZA}, \text{PRETO}\}$ 
    - Branco: ainda não descoberto (início)
    - Cinza: vértice foi descoberto e está na **fila** para ser visitado
    - Preto: vértice foi visitado (todos seus vértices adjacentes já foram descobertos)
  - $pred$  (*predecessor*)
    - Indica o predecessor ou NIL se não tem predecessor
- A algoritmo dado aqui aplica-se a grafos conexos

# Exemplo

- Busca em largura a partir do vértice 2

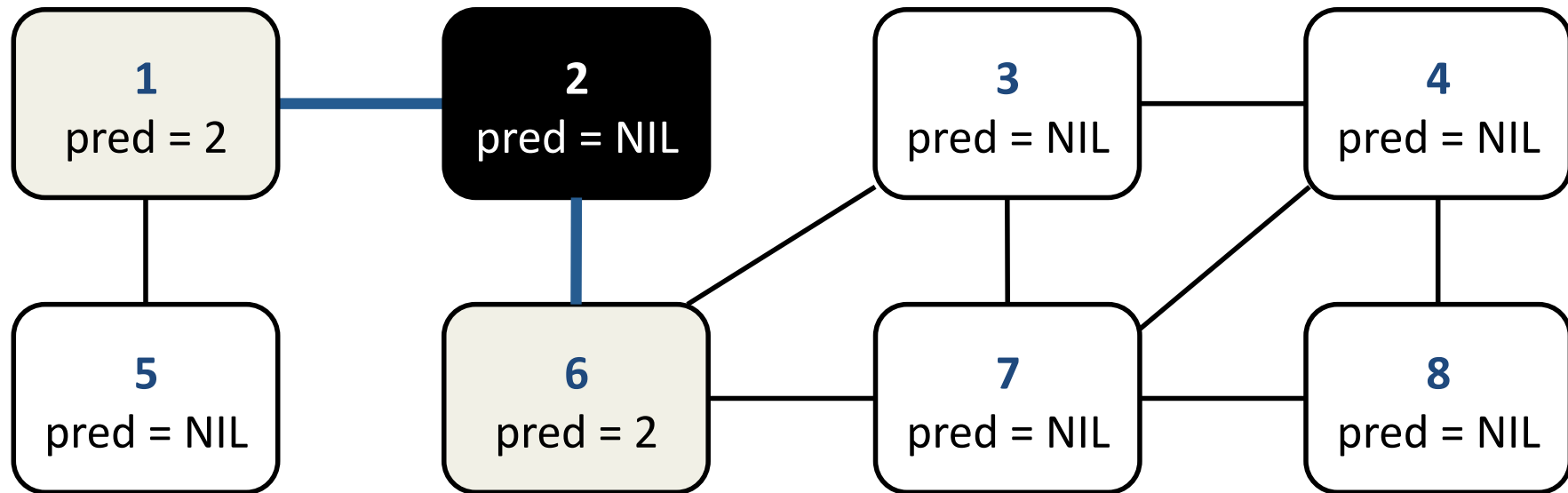


Fila Q (a visitar)

2

4

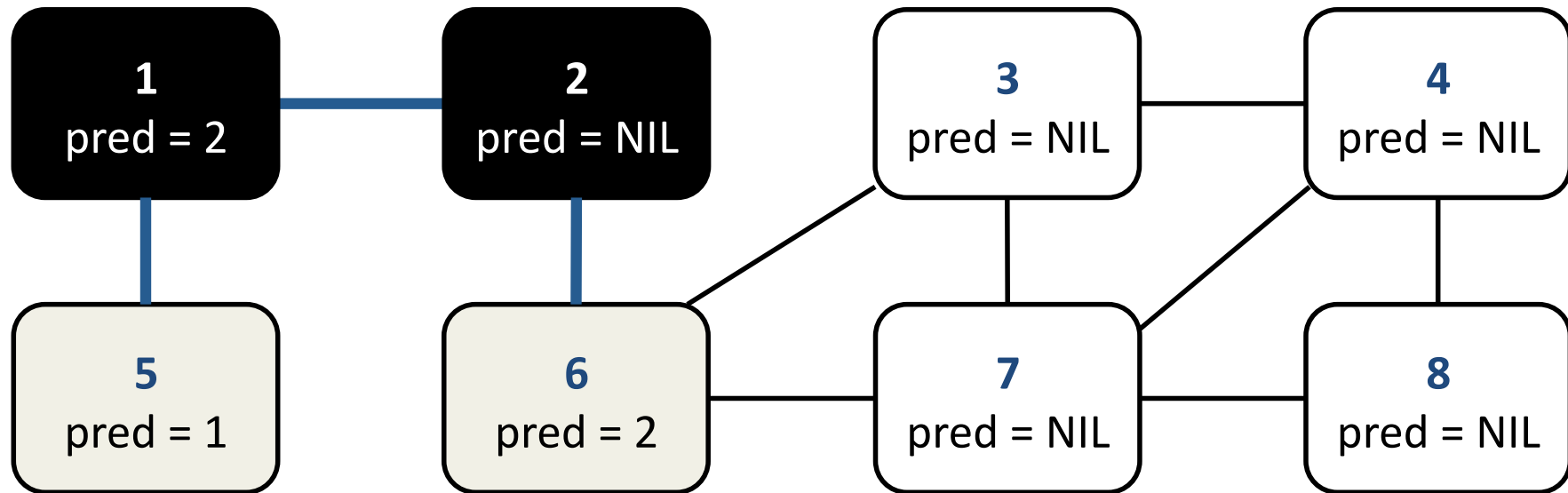
# Exemplo



Fila Q (a visitar) 1, 6

Sequência visitada 2

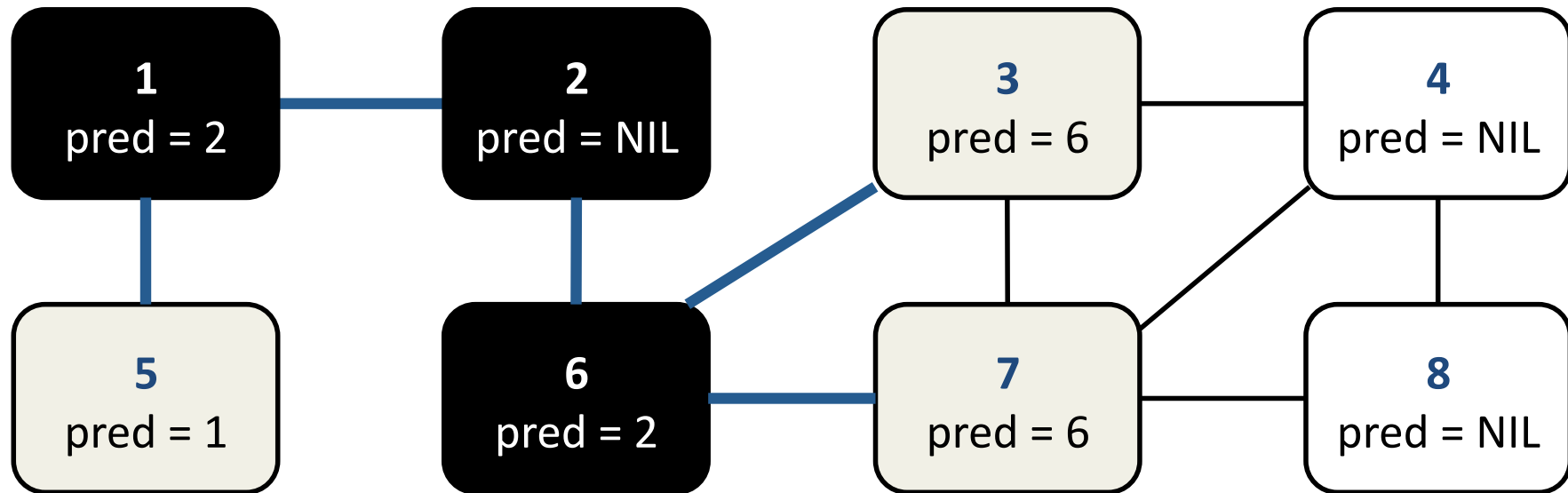
# Exemplo



**Fila Q (a visitar)** 6, 5

**Sequência visitada** 2, 1

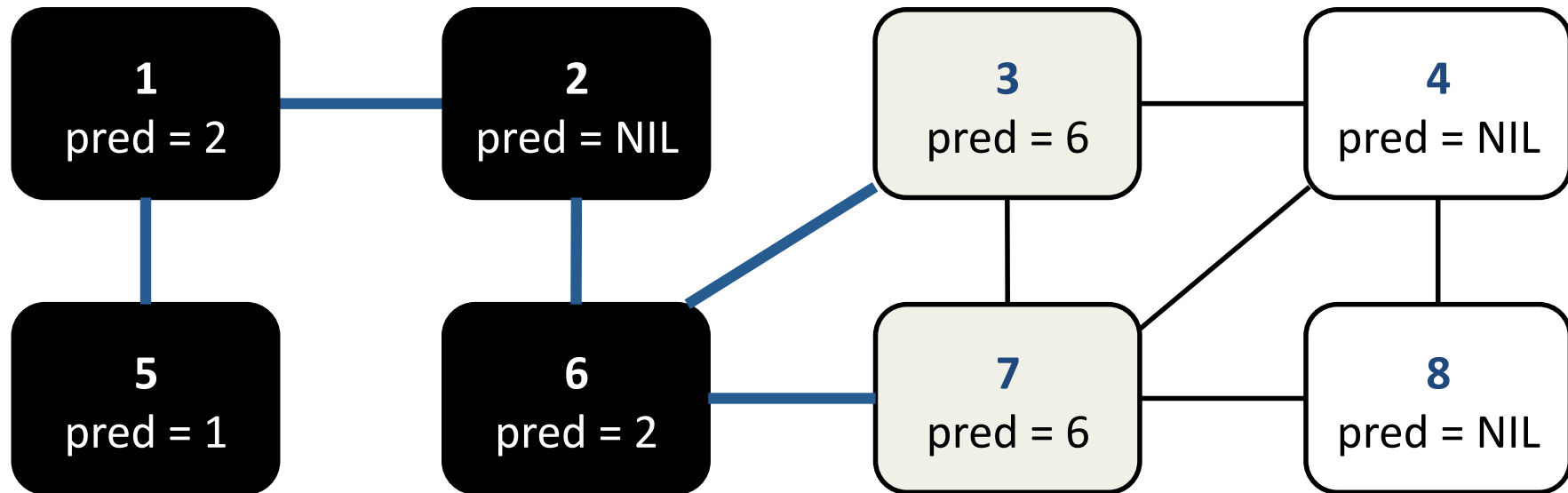
# Exemplo



**Fila Q (a visitar)** 5, 3, 7

**Sequência visitada** 2, 1, 6

# Exemplo

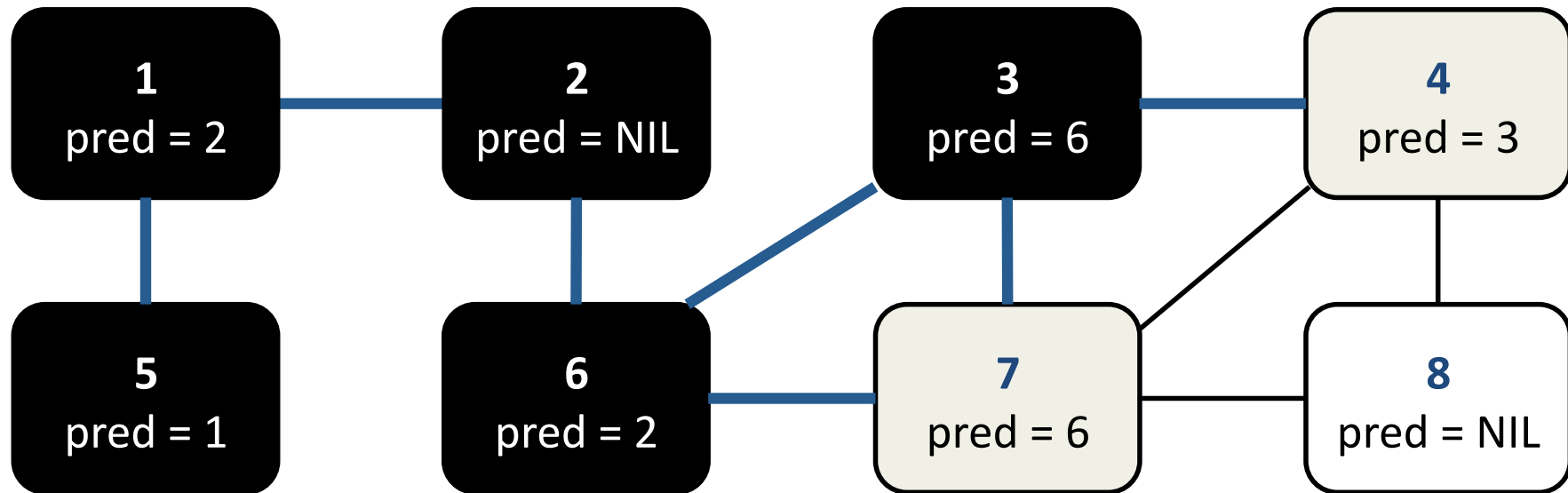


Fila Q (a visitar) 3, 7

Sequência visitada 2, 1, 6, 5



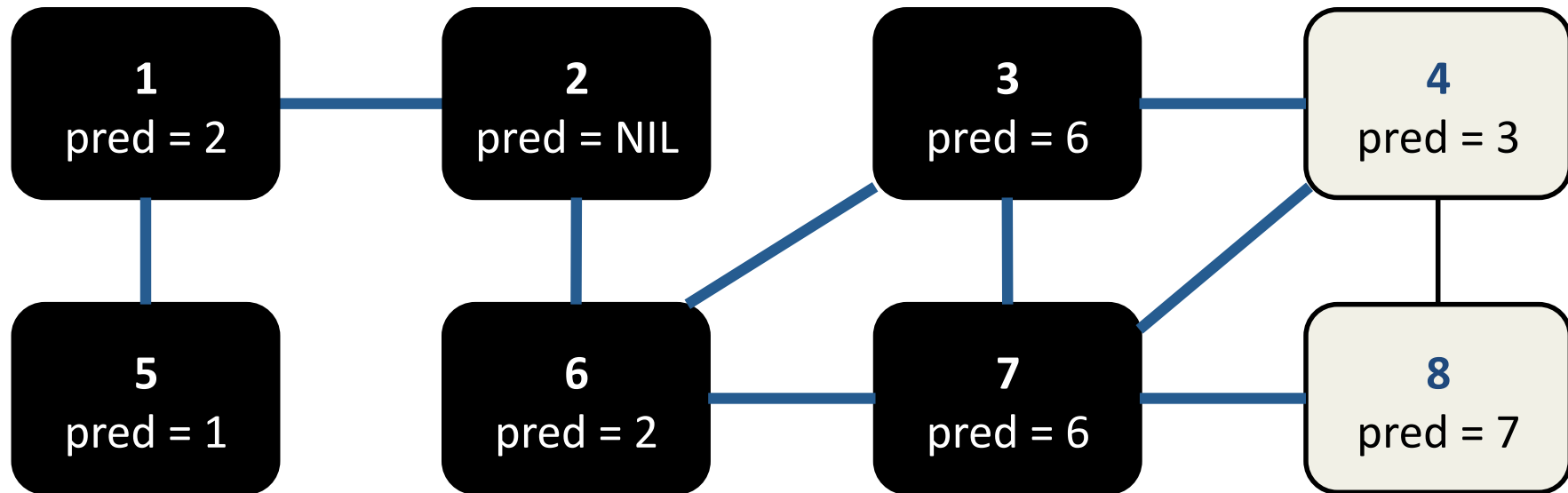
# Exemplo



Fila Q (a visitar) 7, 4

Sequência visitada 2, 1, 6, 5, 3

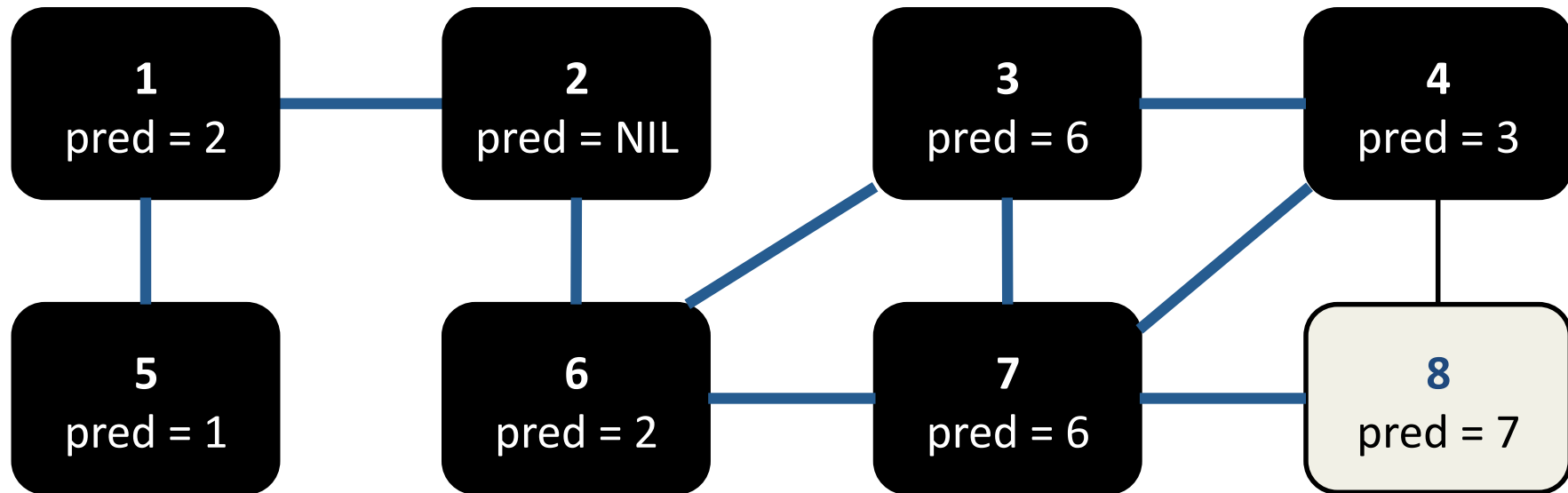
# Exemplo



**Fila Q (a visitar)** 4, 8

**Sequência visitada** 2, 1, 6, 5, 3, 7

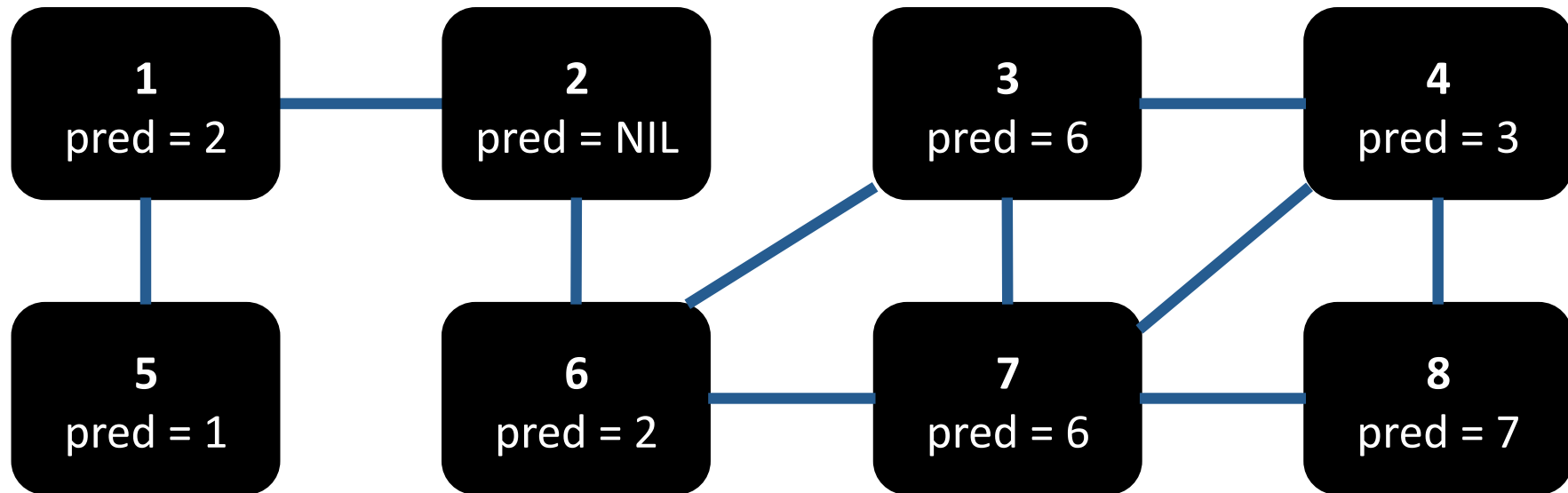
# Exemplo



Fila Q (a visitar) 8

Sequência visitada 2, 1, 6, 5, 3, 7, 4

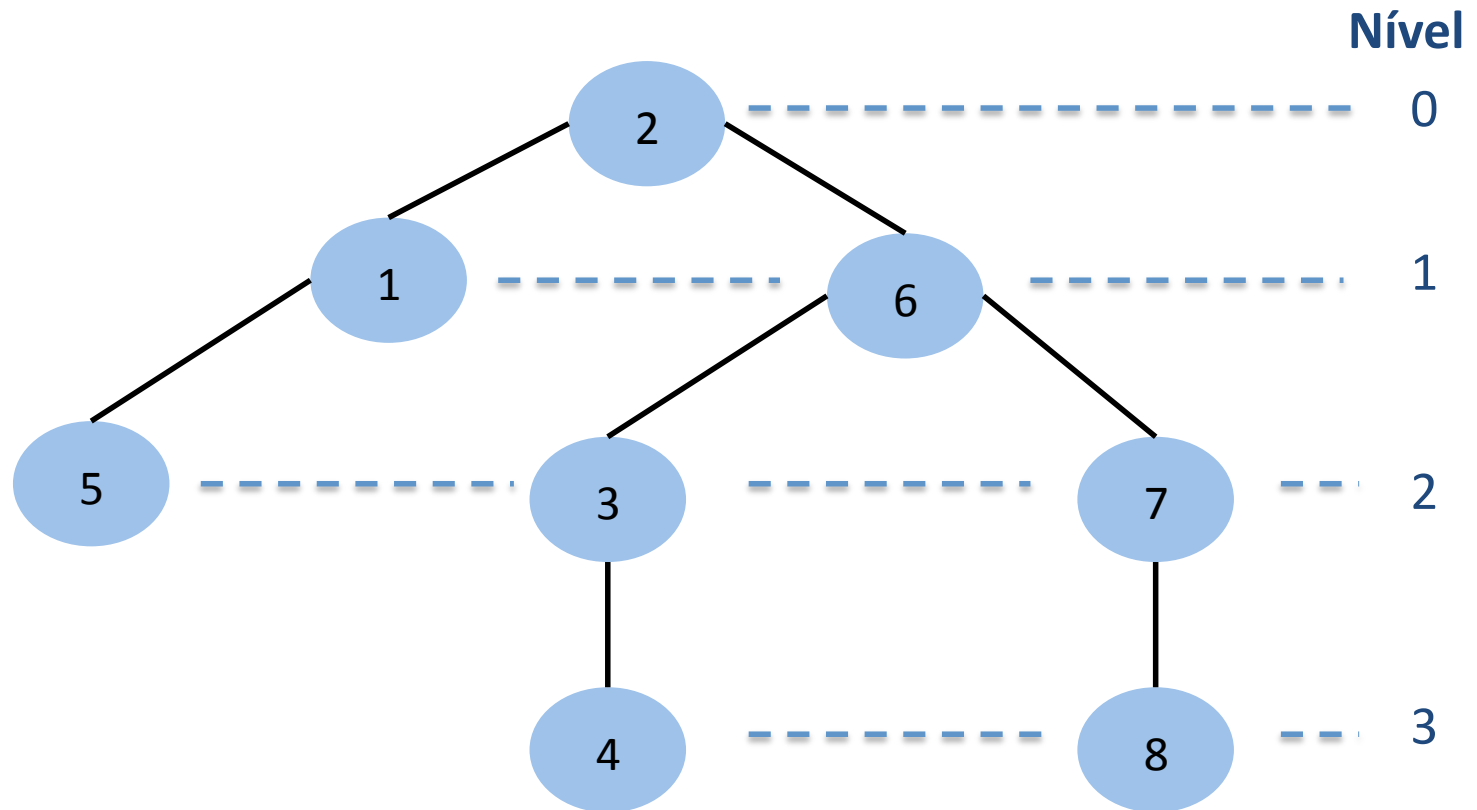
# Exemplo



Fila Q (a visitar)  $\emptyset$

Sequência visitada 2, 1, 6, 5, 3, 7, 4, 8

# Árvore gerada na busca



**Altura da árvore: 3 (maior nível)**

# Busca em Largura (BFS)

```
BFS (G, s)
1  for each u ∈ G.V - {s}
2    u.cor = BRANCO
3    u.pred = NIL
4  s.cor = CINZA
5  s.pred = NIL
6  Q = ∅
7  Enqueue(Q, s)
8  while Q ≠ ∅
9    u = Dequeue (Q)
10   for each v ∈ G.Adjacia[u]
11     if v.cor == BRANCO
12       v.cor = CINZA
13       v.pred = u
14       Enqueue(Q, v)
15   u.cor = PRETO
```

# Busca em Profundidade

- DFS – *Depth-First Search*
- No algoritmo geral
  - A seleção do próximo vértice a ser visitado é dada pela estratégia **LIFO** – *Last In, First Out*
  - Explora primeiro os vértices descobertos mais recentemente
  - Depois de explorar **todos os vértices adjacentes** a um vértice  $v$ , **volta** a explorar os demais vértices adjacentes do **predecessor** de  $v$ 
    - *Backtrack*

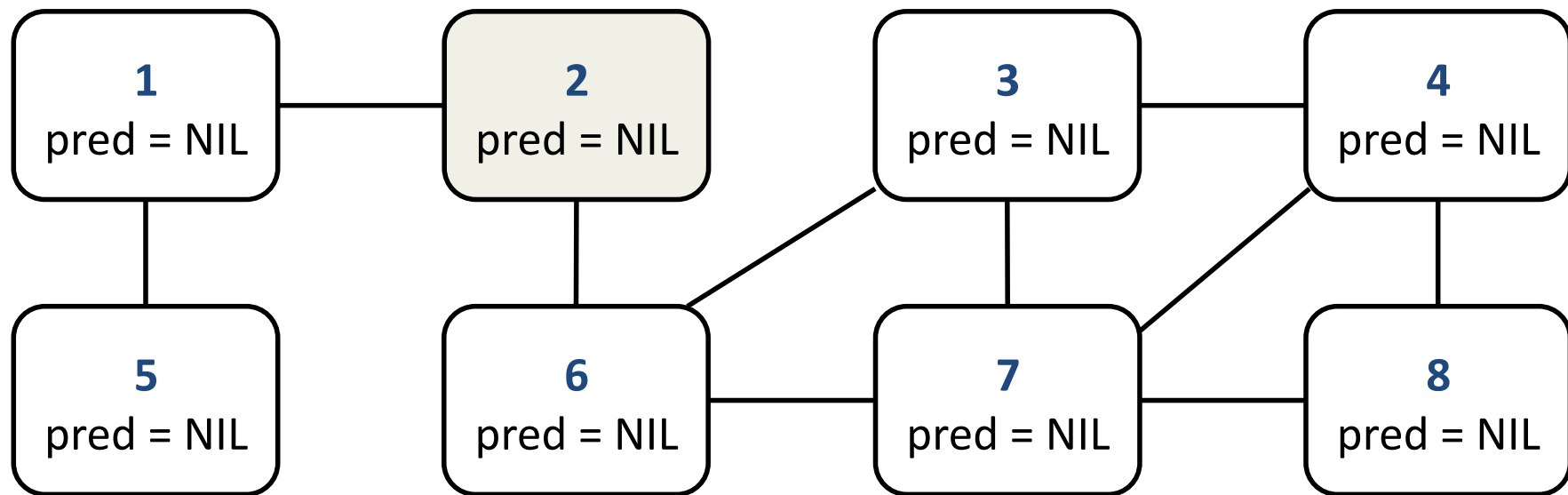
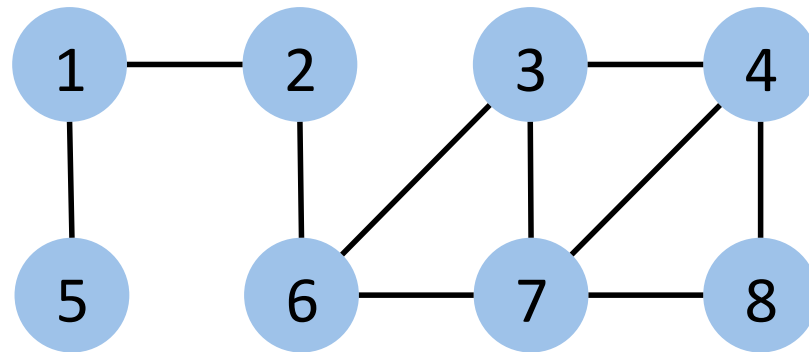
# Busca em Profundidade

- Atributos necessários ao vértice  $u$ 
  - $cor \in \{\text{BRANCO}, \text{CINZA}, \text{PRETO}\}$ 
    - Branco: ainda não descoberto (início)
    - Cinza: vértice foi descoberto e está na **pilha** para ser visitado
    - Preto: vértice foi visitado (todos seus vértices adjacentes já foram descobertos)
  - $pred$  (*predecessor*)
    - Indica o predecessor ou NIL se não tem predecessor

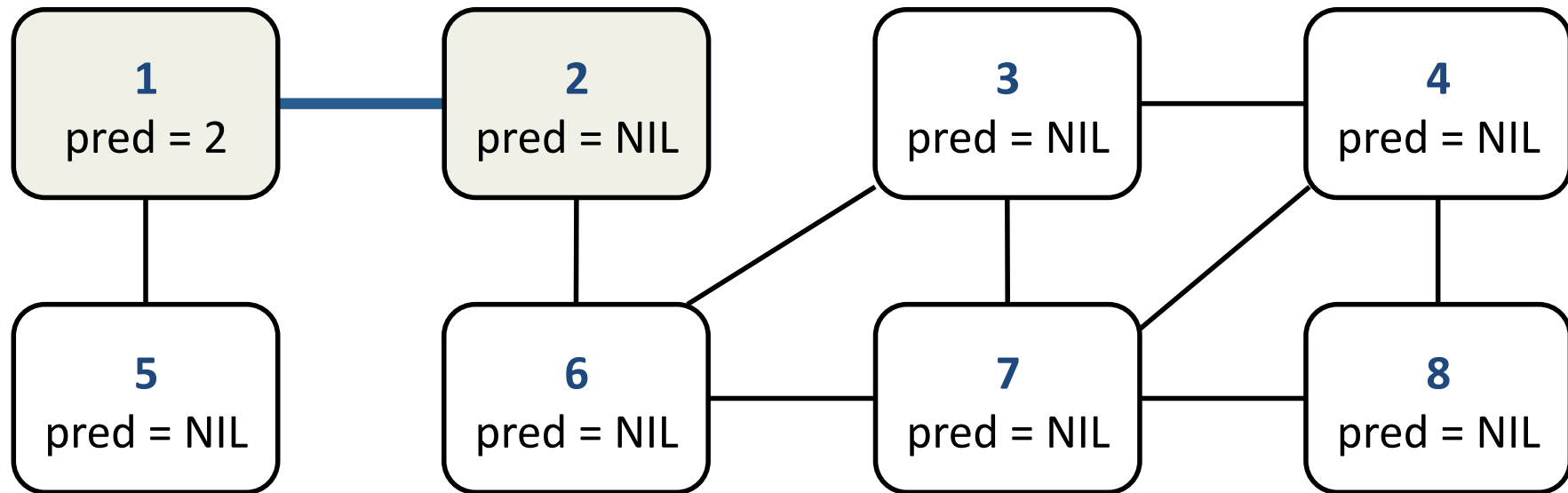


# Exemplo

- Busca em profundidade a partir do vértice 2



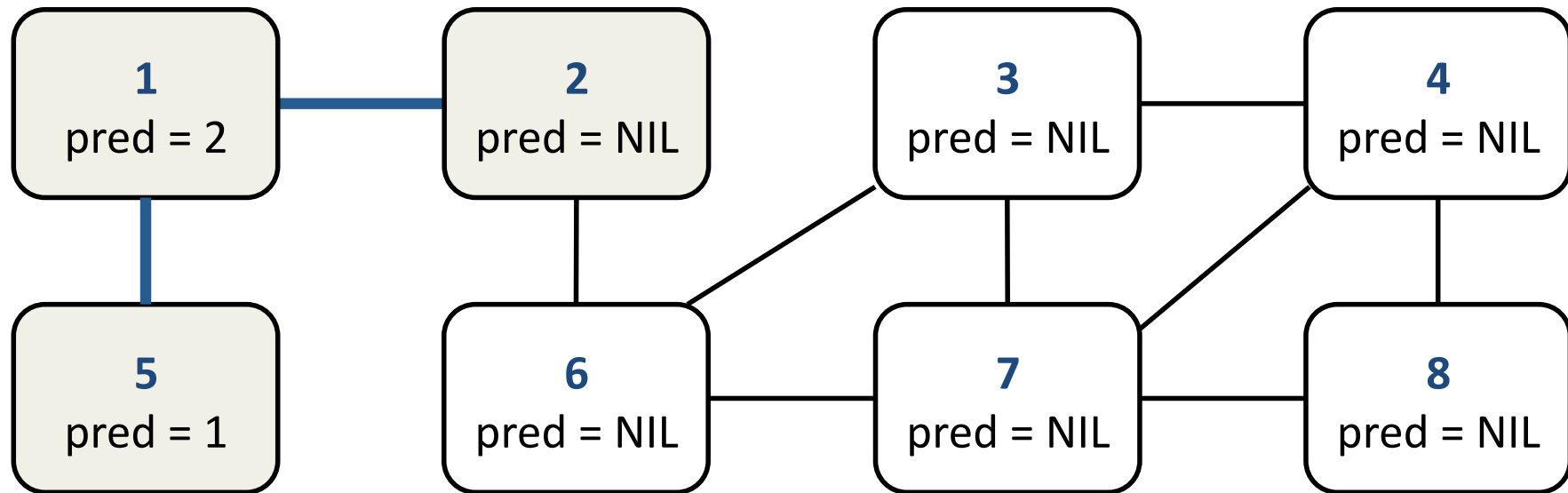
# Exemplo



**Sequência visitada**

2, 1

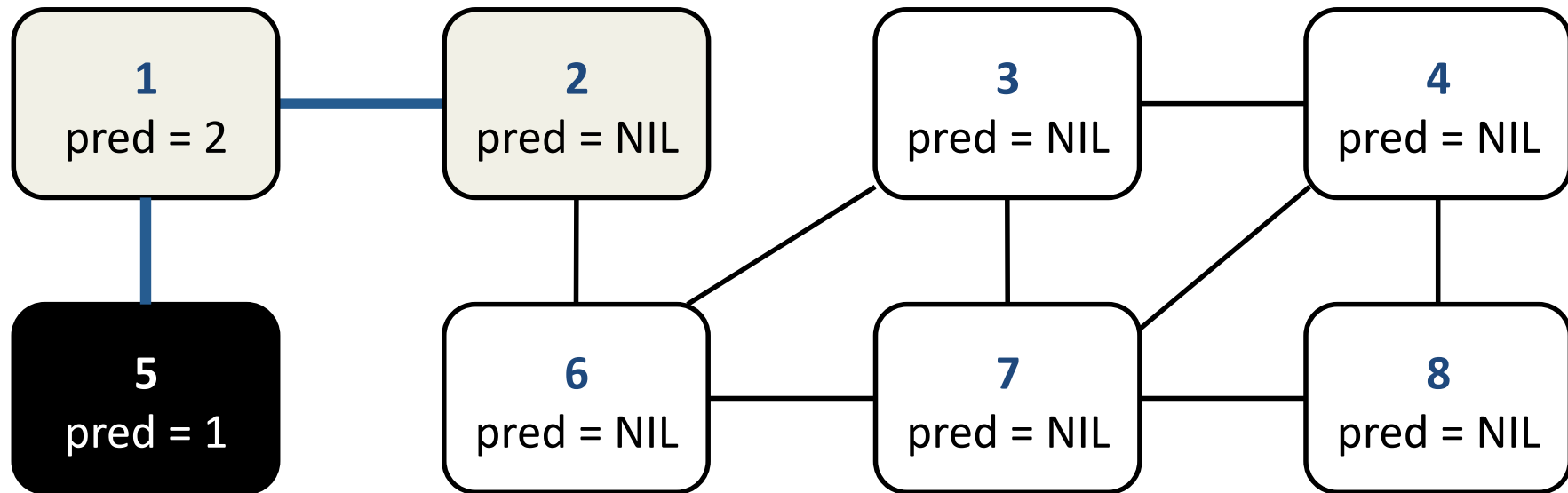
# Exemplo



**Sequência visitada**

2, 1, 5

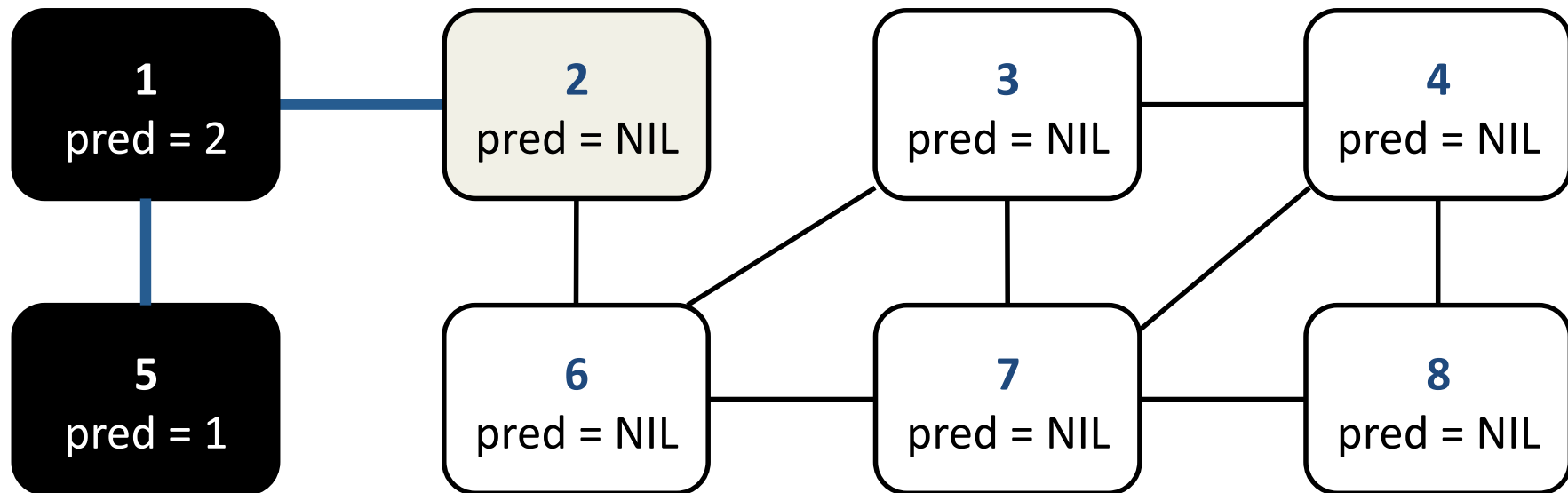
# Exemplo



**Sequência visitada**      2, 1, 5

Volta a analisar o vértice **1** (*backtrack*)

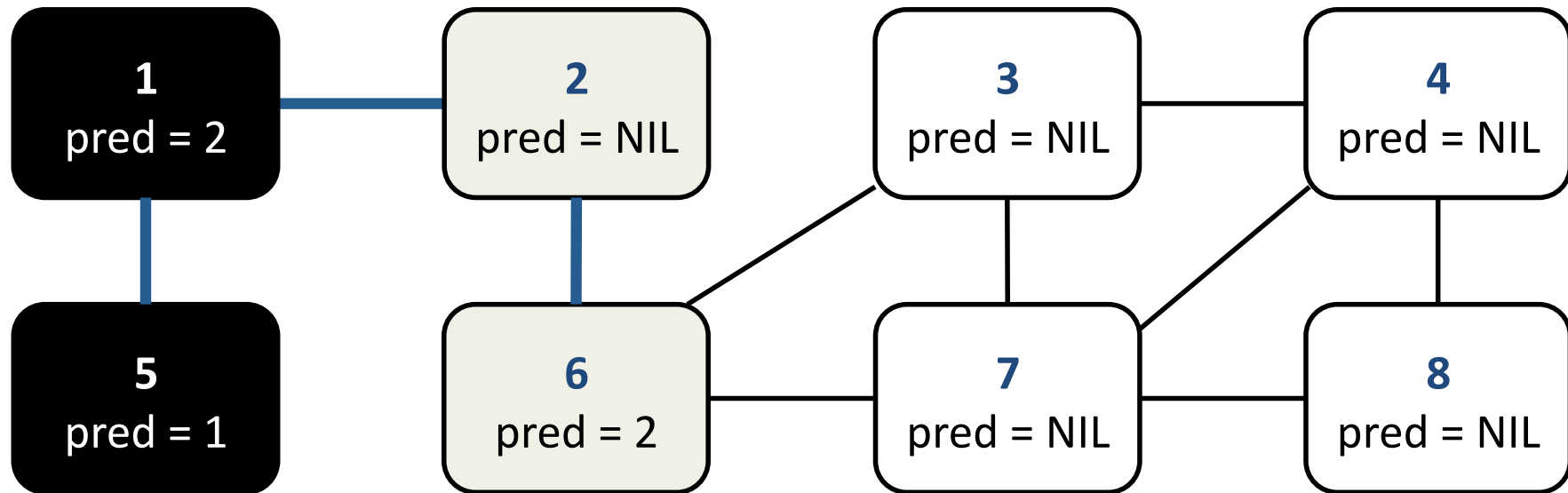
# Exemplo



**Sequência visitada**      2, 1, 5

Volta a analisar o vértice 2 (*backtrack*)

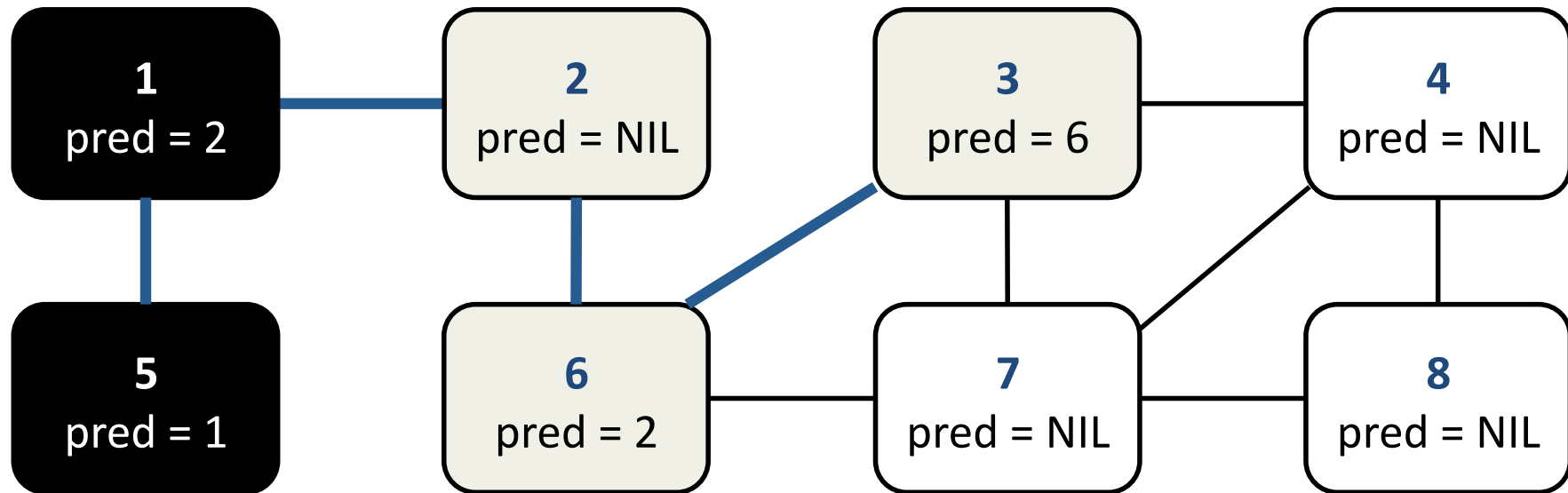
# Exemplo



**Sequência visitada**

2, 1, 5, 6

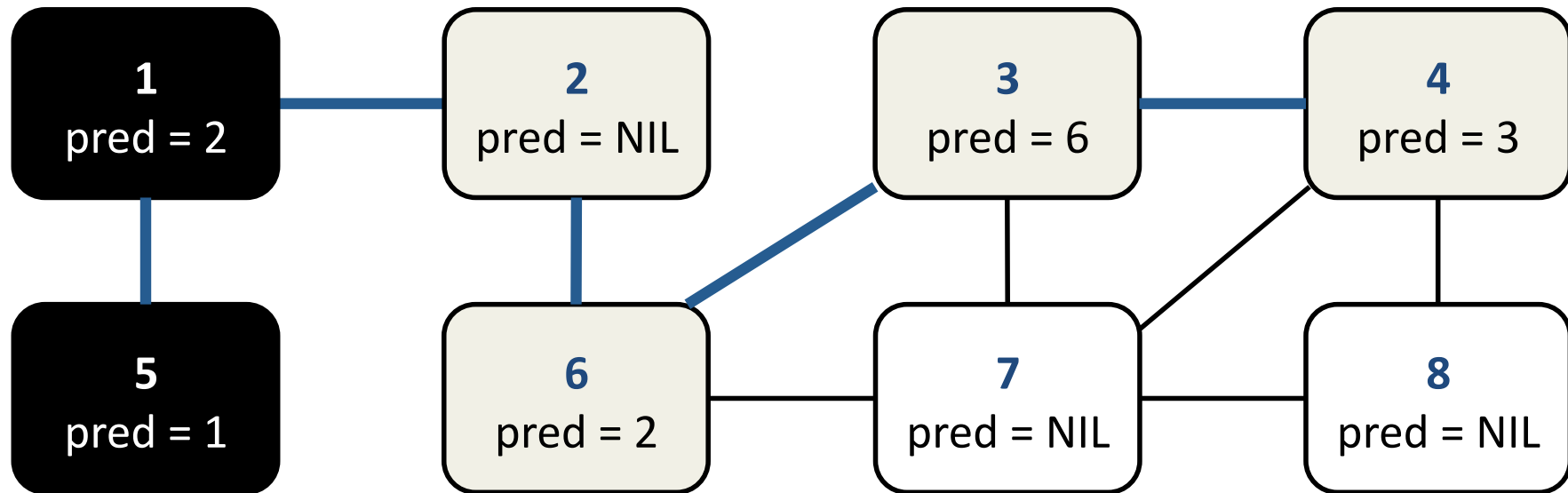
# Exemplo



**Sequência visitada**

2, 1, 5, 6, 3

# Exemplo

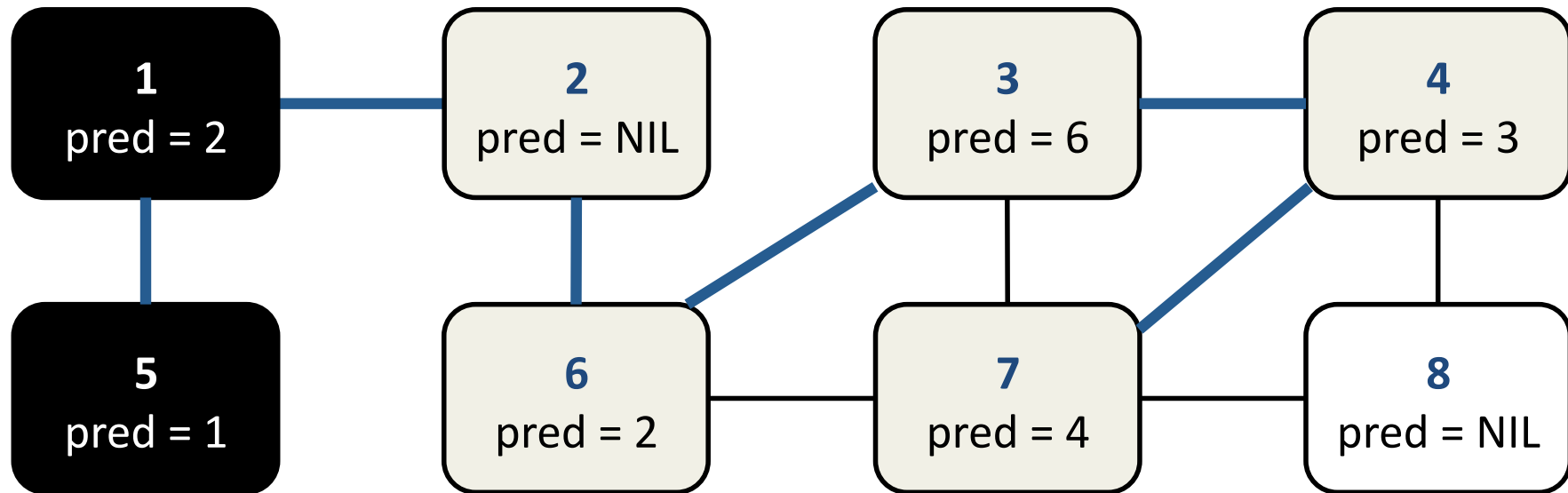


**Sequência visitada**

2, 1, 5, 6, 3, 4



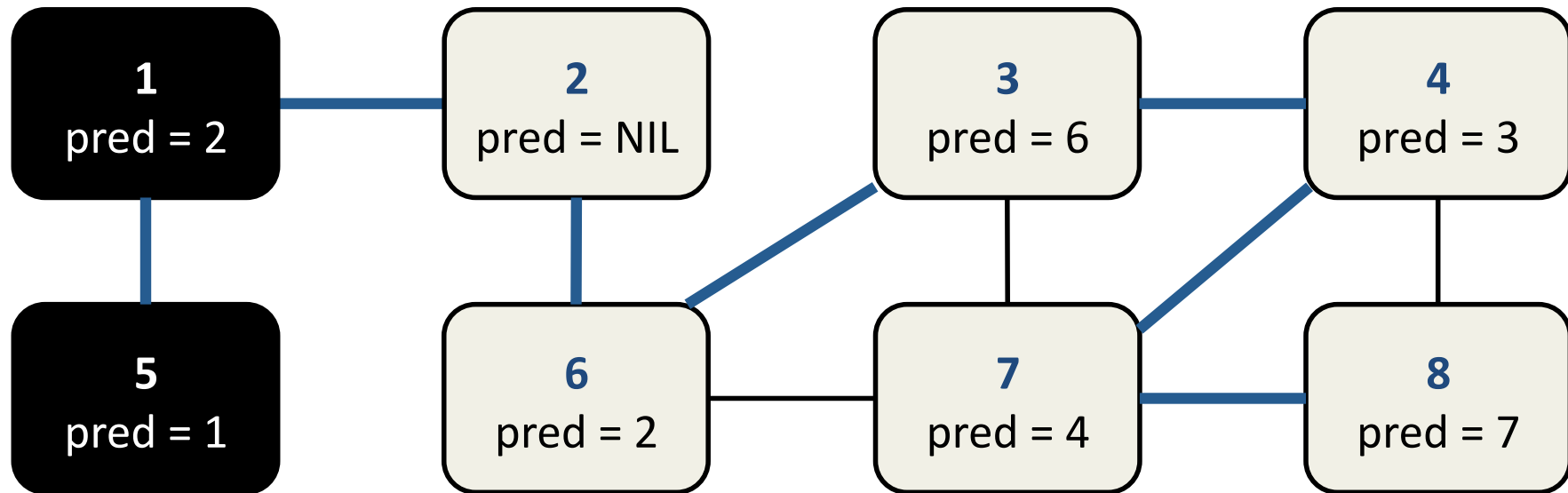
# Exemplo



**Sequência visitada**

2, 1, 5, 6, 3, 4, 7

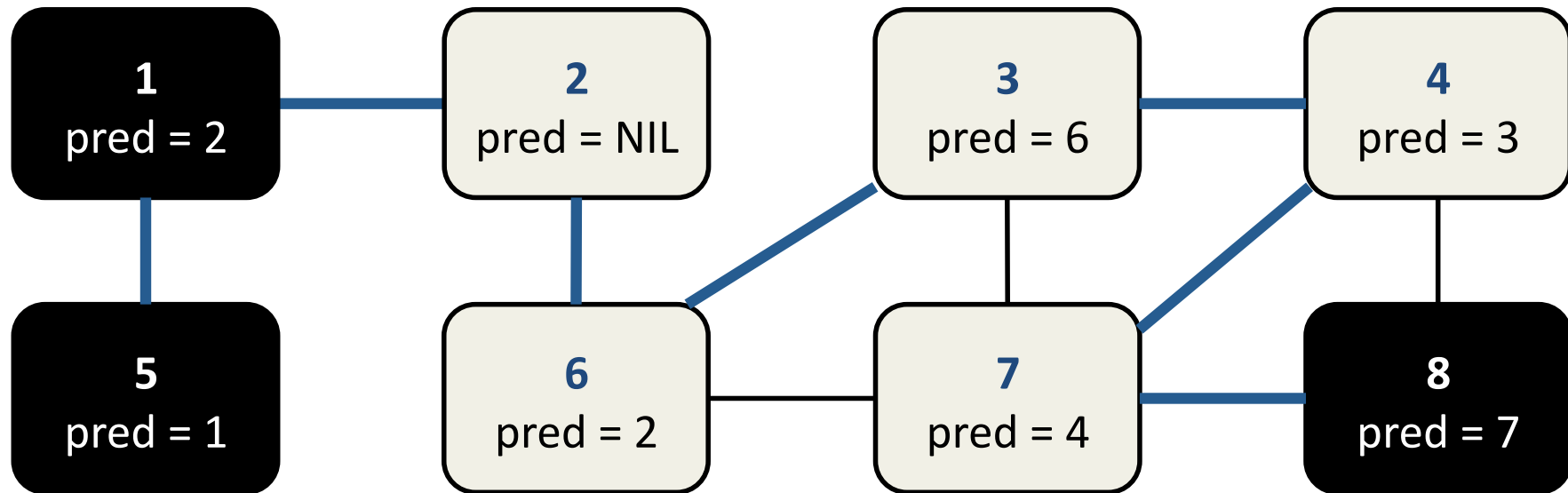
# Exemplo



**Sequência visitada**

2, 1, 5, 6, 3, 4, 7, 8

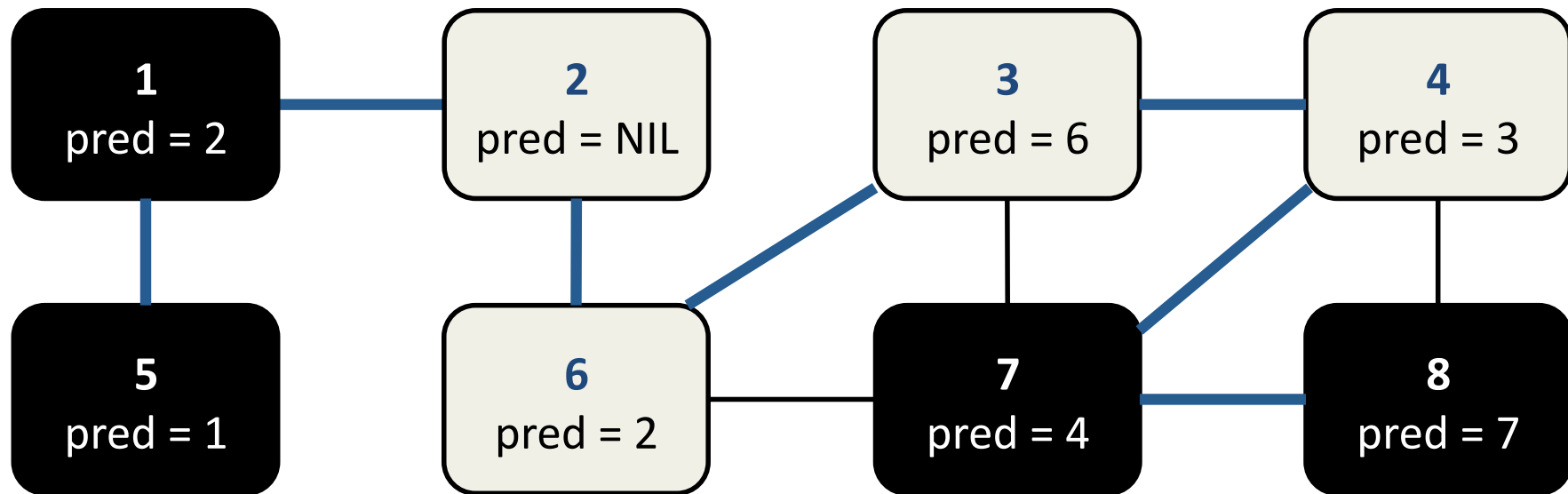
# Exemplo



**Sequência visitada**      2, 1, 5, 6, 3, 4, 7, 8

Volta a analisar o vértice **7** (*backtrack*)

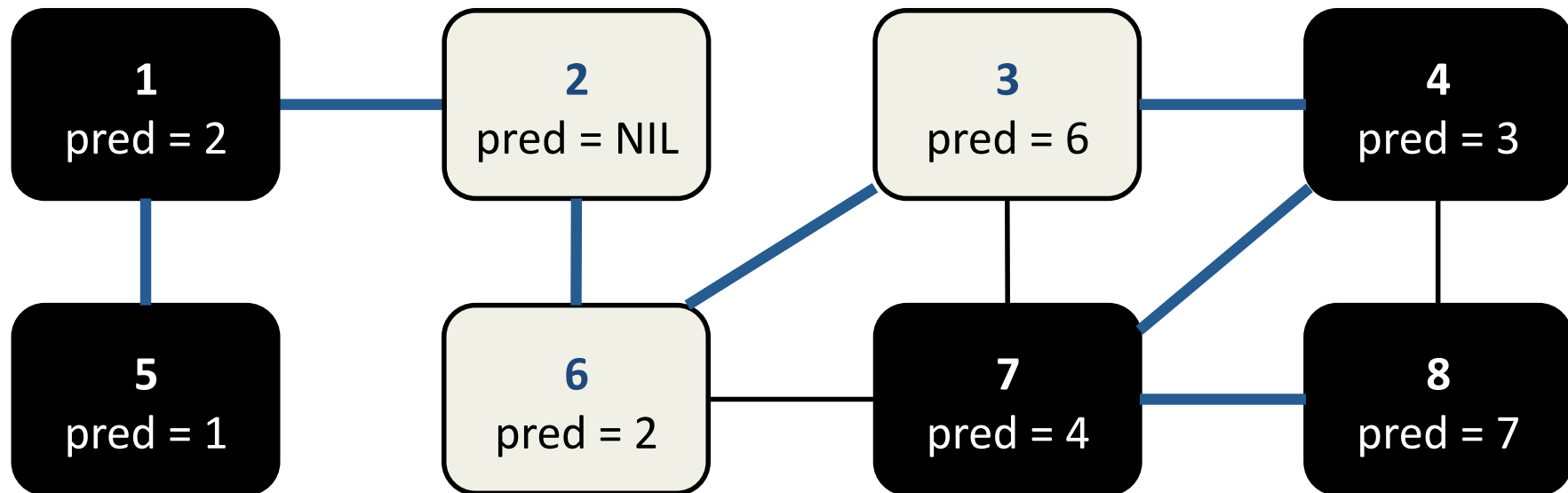
# Exemplo



**Sequência visitada** 2, 1, 5, 6, 3, 4, 7, 8

Volta a analisar o vértice 4 (*backtrack*)

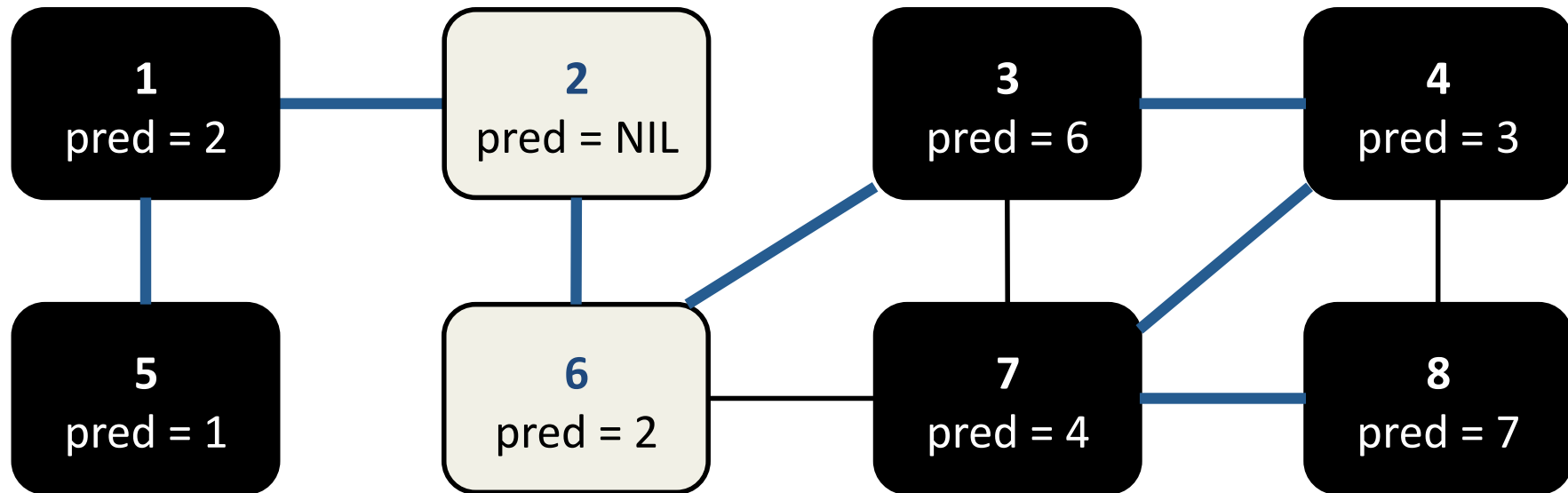
# Exemplo



**Sequência visitada**      2, 1, 5, 6, 3, 4, 7, 8

Volta a analisar o vértice 3 (*backtrack*)

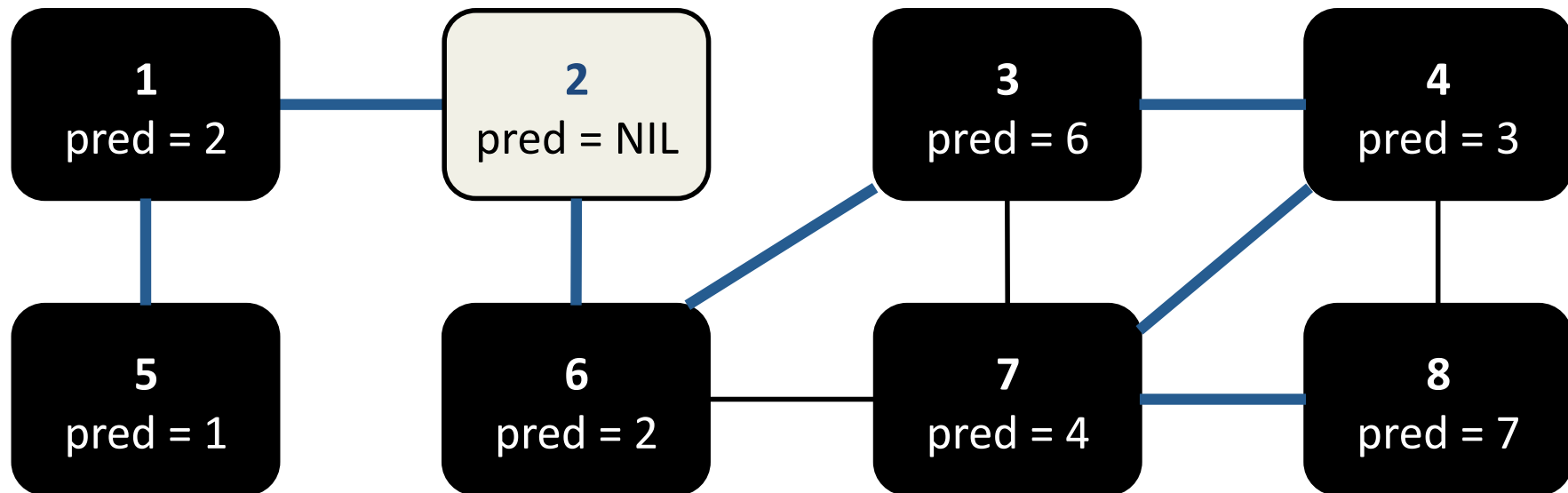
# Exemplo



**Sequência visitada**      2, 1, 5, 6, 3, 4, 7, 8

Volta a analisar o vértice 6 (*backtrack*)

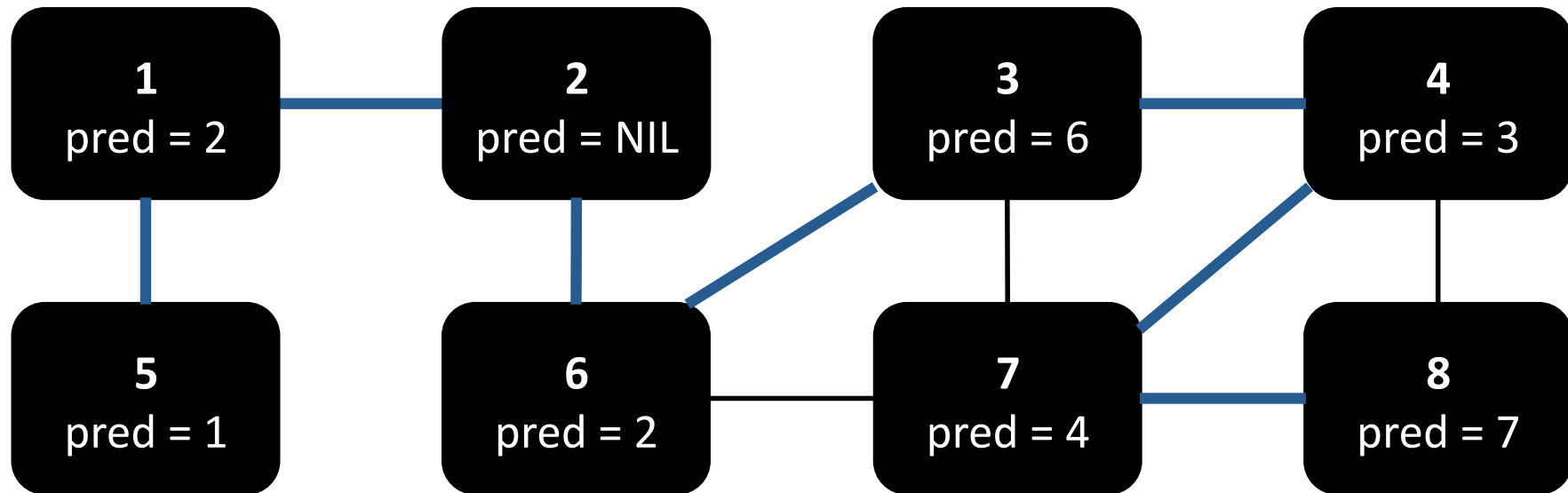
# Exemplo



**Sequência visitada**      2, 1, 5, 6, 3, 4, 7, 8

Volta a analisar o vértice 2 (*backtrack*)

# Exemplo

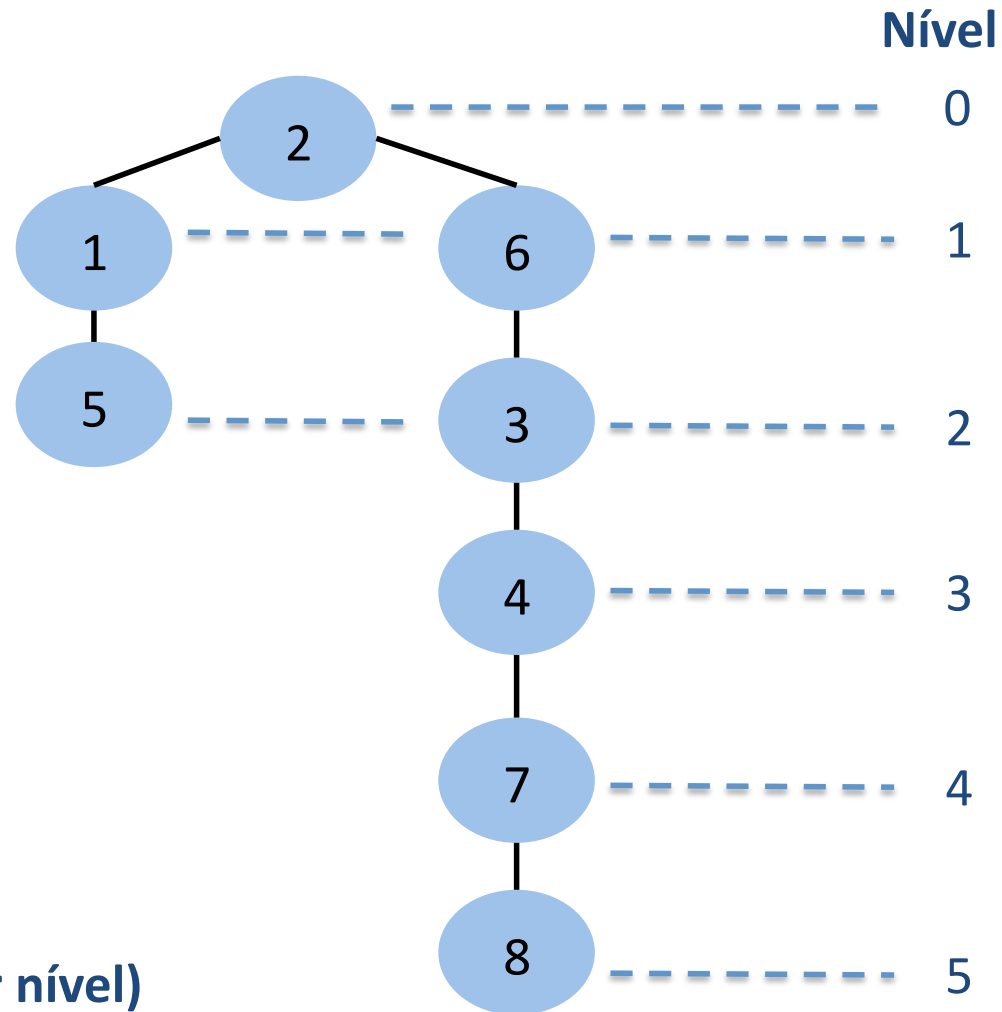


**Sequência visitada**      2, 1, 5, 6, 3, 4, 7, 8

Sem vértices a visitar



# Árvore de busca gerada



Altura da árvore: 5 (maior nível)