

# Algoritmos e Teoria dos Grafos

## Tópico 25: Busca em Profundidade

Renato Carmo

André Guedes

Murilo Silva

Nicollas Sdroievski

Departamento de Informática da UFPR

2026 - Primeiro semestre

# Algoritmo de Busca em Profundidade

---

## BuscaProfundidade( $G$ )

---

Para **cada**  $v \in V(G)$

$v.\text{estado} \leftarrow 0$

$t \leftarrow 0$

Para **cada**  $v \in V(G)$

    Se  $v.\text{estado} = 0$

$v.\text{pai} \leftarrow \Lambda$

        BuscaProfundidade( $G, v$ )

---

---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

$r.\text{pre} \leftarrow ++t$

$r.\text{estado} \leftarrow 1$

Para **cada**  $v \in \Gamma_G(r)$

    Se  $v.\text{estado} = 1$  e  $v \neq r.\text{pai}$

        processe  $\{r, v\}$

    Senão, se  $v.\text{estado} = 0$

$v.\text{pai} \leftarrow r$

        processe  $\{r, v\}$

        BuscaProfundidade( $G, v$ )

processe  $r$

$r.\text{estado} \leftarrow 2$

$r.\text{pos} \leftarrow ++t$

---

# Busca em Profundidade

Seja  $F$  a floresta resultante da execução de  $\text{BuscaProfundidade}(G)$ , então

1.  $\text{BuscaProfundidade}(G, r)$  processa a árvore enraizada  $(T, r)$  e as arestas de  $G - F$  que ligam descendentes e ancestrais de  $r$ .
2.  $v.\text{pre}$  é o **índice de pré-ordem** de  $v$ , que indica o “momento” de início do processamento da subárvore de  $T$  de raiz  $v$  (“**DFS number**”),
3.  $v.\text{pos}$  é o **índice de pós-ordem** de  $v$ , que indica o “momento” do fim do processamento da subárvore de  $T$  de raiz  $v$ .
4. ao final,  $t = 2|V(G)|$ .

# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

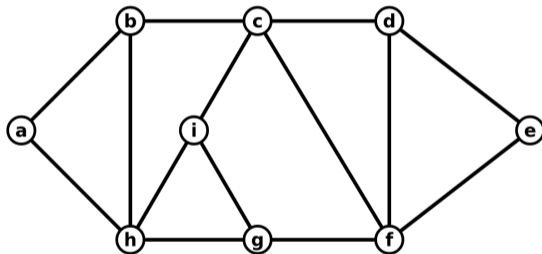
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre  $\leftarrow$  ++t  
r.estado  $\leftarrow$  1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
processe  $r$   
r.estado  $\leftarrow$  2  
r.pos  $\leftarrow$  ++t
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

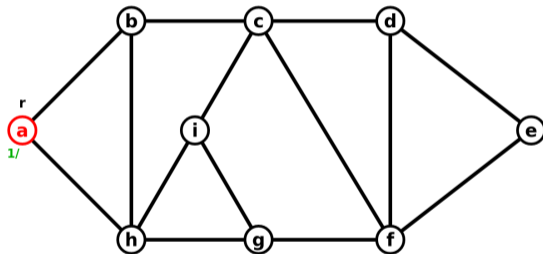
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre  $\leftarrow$  ++t  
r.estado  $\leftarrow$  1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow$  2  
 $r.pos \leftarrow$  ++t
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

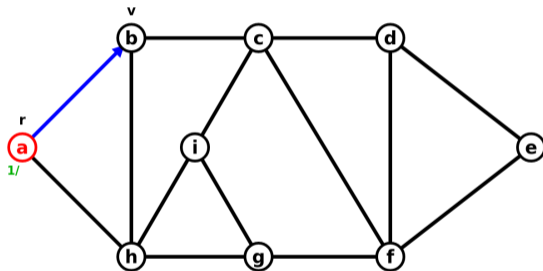
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

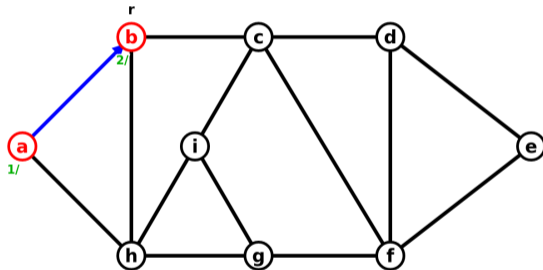
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

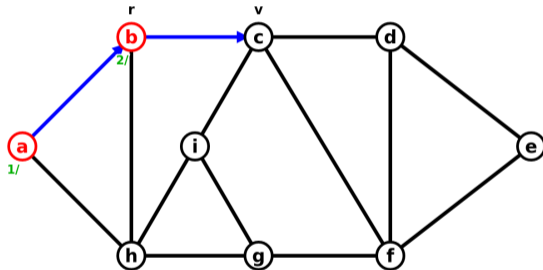
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---





# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

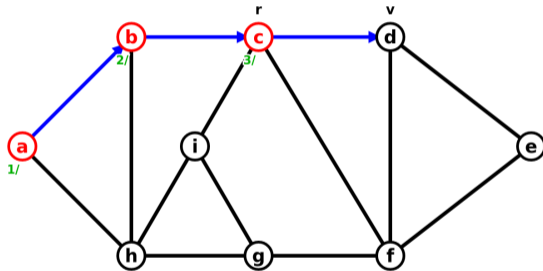
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

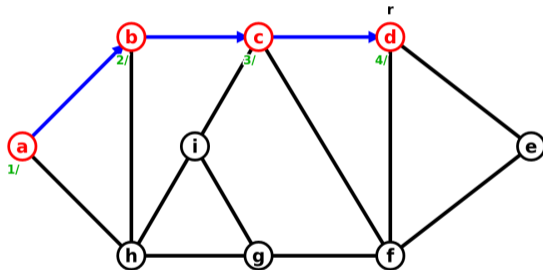
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

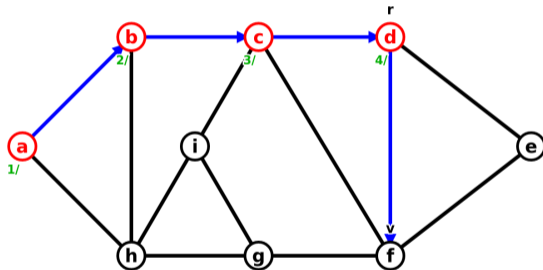
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

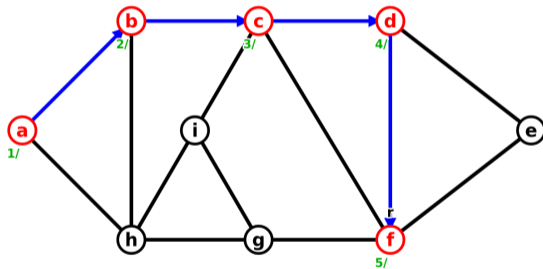
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

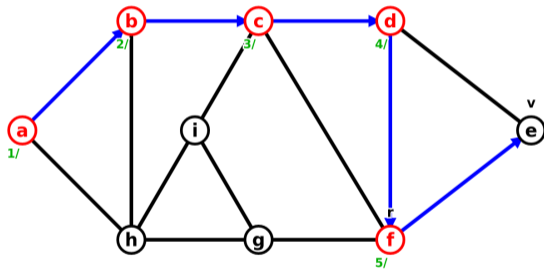
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

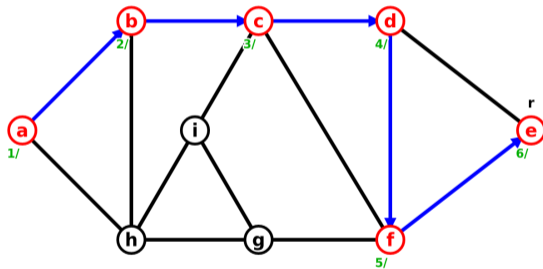
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

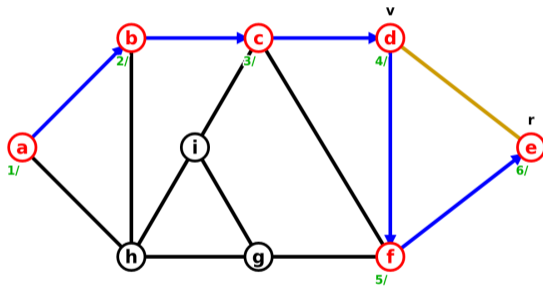
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

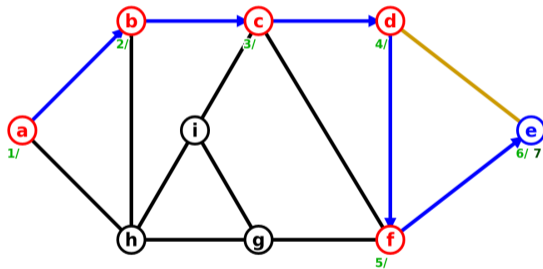
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

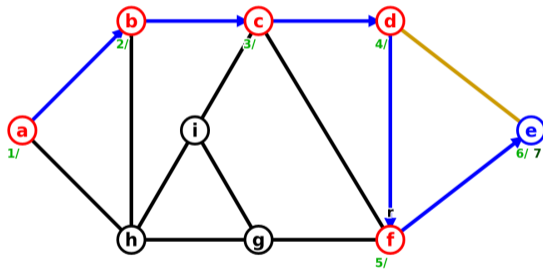
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

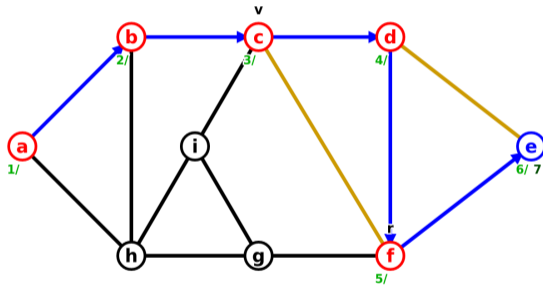
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

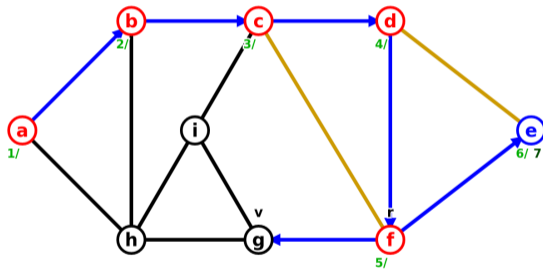
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

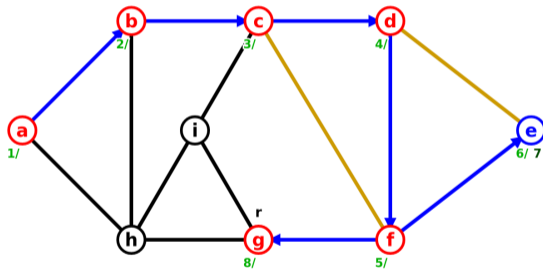
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---







# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

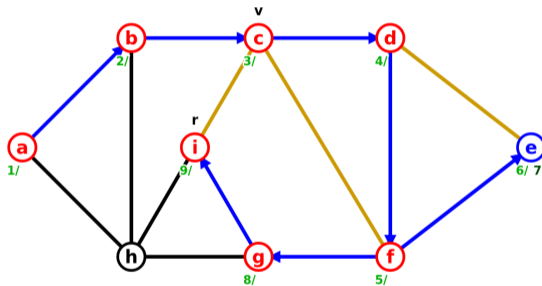
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

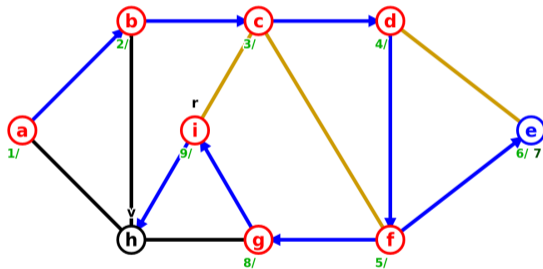
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

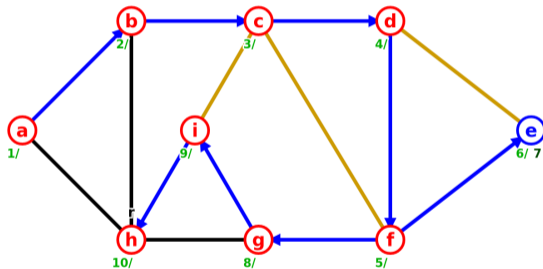
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

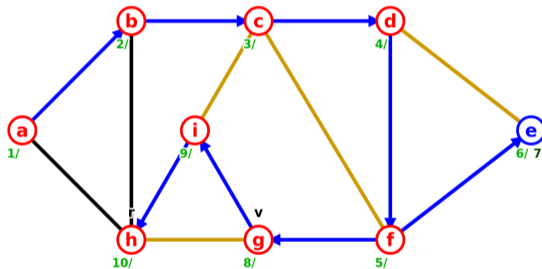
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

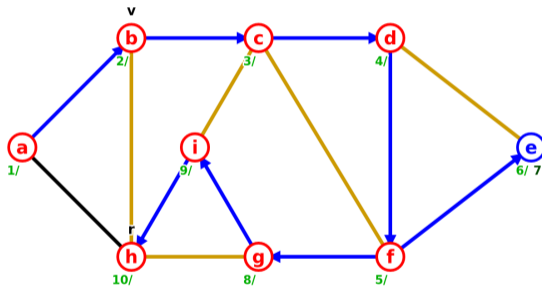
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

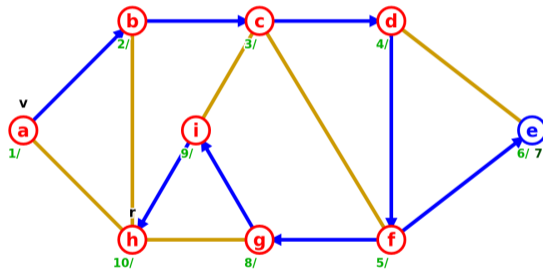
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

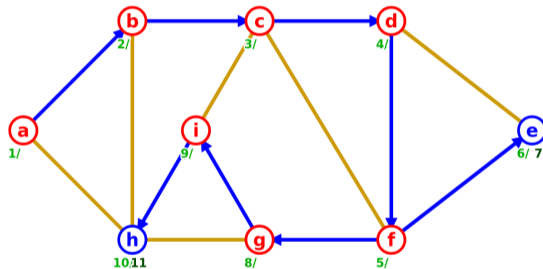
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

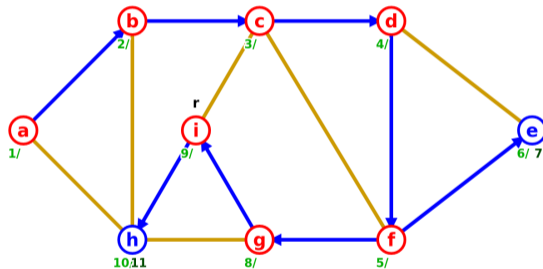
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

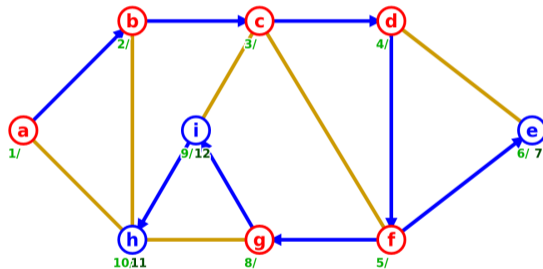
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

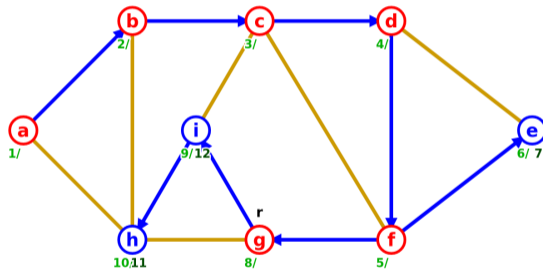
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

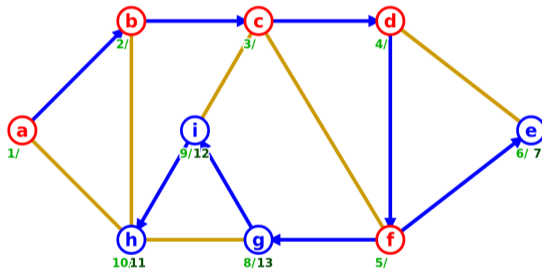
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

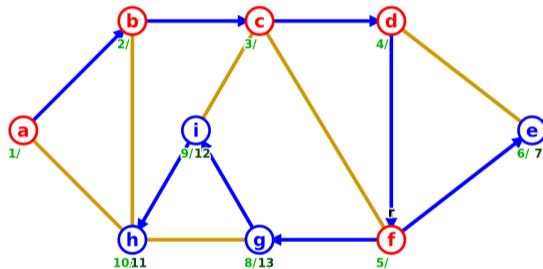
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

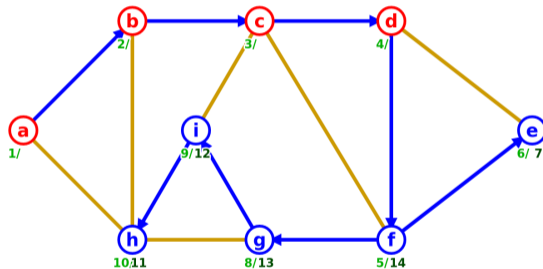
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

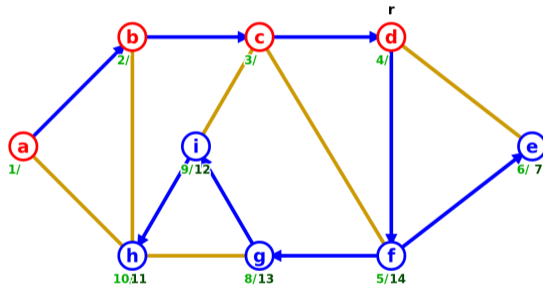
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

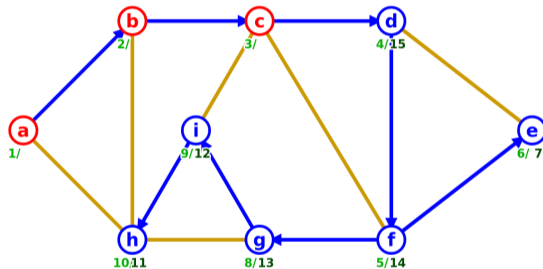
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

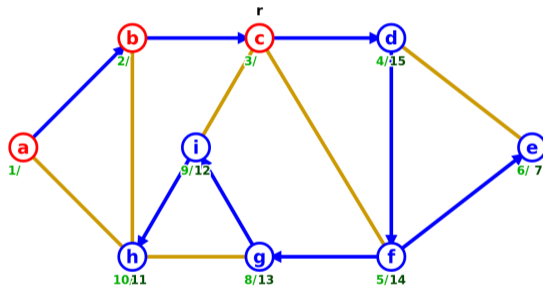
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

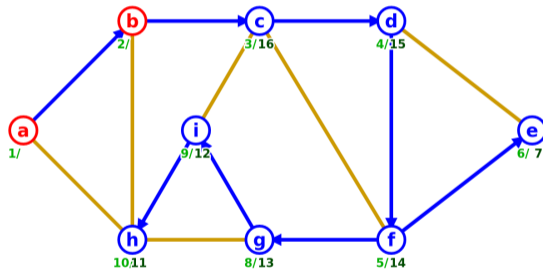
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

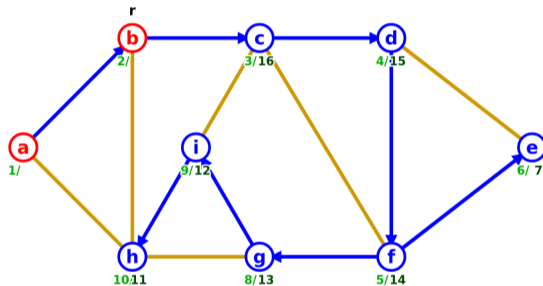
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

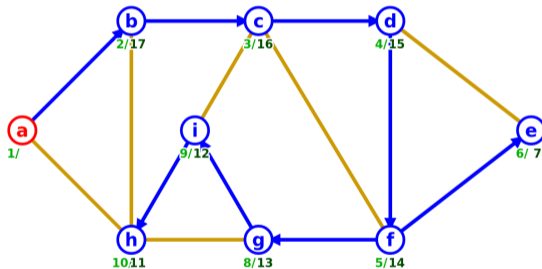
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

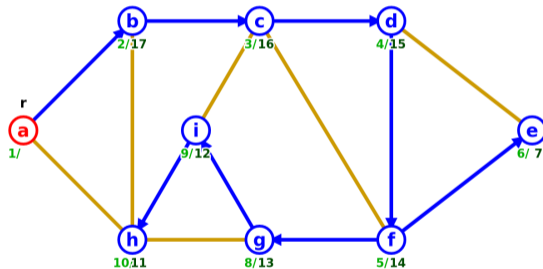
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

---



# Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

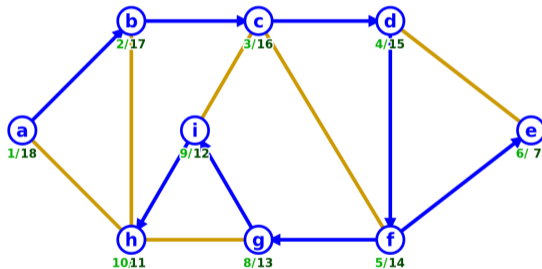
---

## BuscaProfundidade( $G, r$ )

---

```
r.pre ← ++t  
r.estado ← 1  
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
processe  $r$   
 $r.estado \leftarrow 2$   
 $r.pos \leftarrow ++t$ 
```

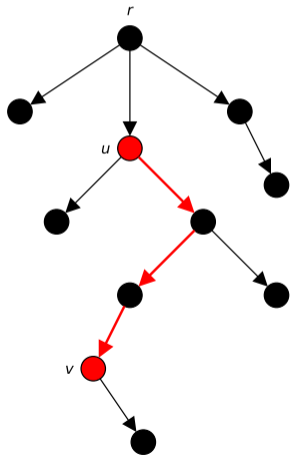
---



## Teorema 93

Se  $F$  é a floresta resultante de uma busca em profundidade em um grafo  $G$  e  $u$  é ancestral de  $v$  em  $F$ , então

$$u.\text{pre} < v.\text{pre} < v.\text{pos} < u.\text{pos}.$$



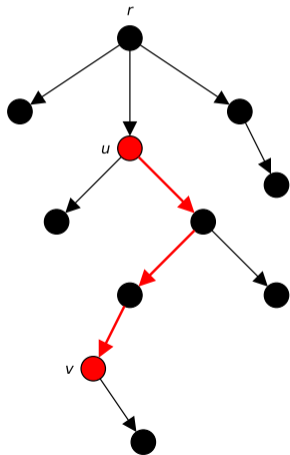
## Teorema 93

Se  $F$  é a floresta resultante de uma busca em profundidade em um grafo  $G$  e  $u$  é ancestral de  $v$  em  $F$ , então

$$u.\text{pre} < v.\text{pre} < v.\text{pos} < u.\text{pos}.$$

Demonstração.

1. Decorre da definição dos números de pré e pós ordem que



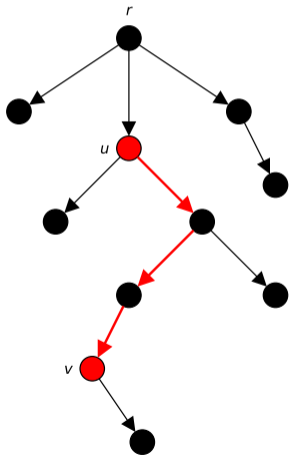
## Teorema 93

Se  $F$  é a floresta resultante de uma busca em profundidade em um grafo  $G$  e  $u$  é ancestral de  $v$  em  $F$ , então

$$u.pre < v.pre < v.pos < u.pos.$$

Demonstração.

1. Decorre da definição dos números de pré e pós ordem que  $u.pre < u.pos$  e  $v.pre < v.pos$ .



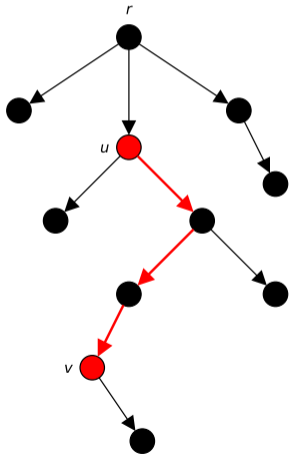
## Teorema 93

Se  $F$  é a floresta resultante de uma busca em profundidade em um grafo  $G$  e  $u$  é ancestral de  $v$  em  $F$ , então

$$u.pre < v.pre < v.pos < u.pos.$$

Demonstração.

1. Decorre da definição dos números de pré e pós ordem que  $u.pre < u.pos$  e  $v.pre < v.pos$ .
2. Como  $u$  é ancestral de  $v$  em  $F$ , do Algoritmo BuscaProfundidade( $G, r$ ) temos que



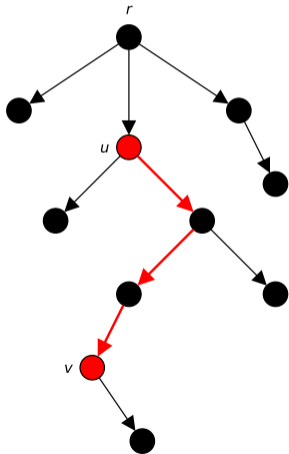
## Teorema 93

Se  $F$  é a floresta resultante de uma busca em profundidade em um grafo  $G$  e  $u$  é ancestral de  $v$  em  $F$ , então

$$u.pre < v.pre < v.pos < u.pos.$$

Demonstração.

1. Decorre da definição dos números de pré e pós ordem que  $u.pre < u.pos$  e  $v.pre < v.pos$ .
2. Como  $u$  é ancestral de  $v$  em  $F$ , do Algoritmo BuscaProfundidade( $G, r$ ) temos que  $u.pre < v.pre$  e  $v.pos < u.pos$ ,



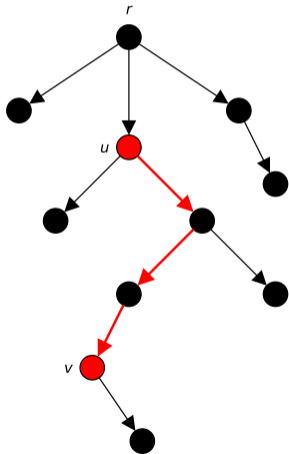
## Teorema 93

Se  $F$  é a floresta resultante de uma busca em profundidade em um grafo  $G$  e  $u$  é ancestral de  $v$  em  $F$ , então

$$u.pre < v.pre < v.pos < u.pos.$$

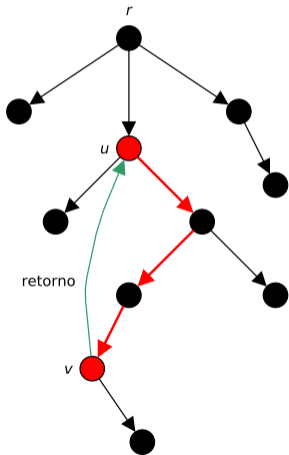
### Demonstração.

1. Decorre da definição dos números de pré e pós ordem que  $u.pre < u.pos$  e  $v.pre < v.pos$ .
2. Como  $u$  é ancestral de  $v$  em  $F$ , do Algoritmo BuscaProfundidade( $G, r$ ) temos que  $u.pre < v.pre$  e  $v.pos < u.pos$ ,
3. e daí, temos





# Teorema 94



Se  $F$  é a floresta resultante de uma busca em profundidade de um grafo  $G$  então toda aresta em  $G - F$  é de retorno com relação a  $F$ .