

Algoritmos e Teoria dos Grafos

Tópico 25: Busca em Profundidade

Renato Carmo

André Guedes

Murilo Silva

Departamento de Informática da UFPR

2023

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 $v.estado = 0$

$v.pai \leftarrow r$

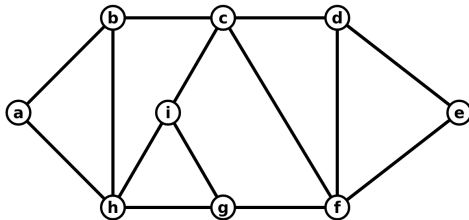
 processe $\{r, v\}$

 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 $v.estado = 0$

$v.pai \leftarrow r$

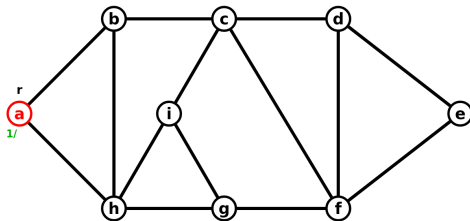
 processe $\{r, v\}$

 BuscaProfundidade(G, v)

processe r

$r.estado \leftarrow 2$

$r.pos \leftarrow ++t$



Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

BuscaProfundidade(G, r)

$r.pre \leftarrow ++t$

$r.estado \leftarrow 1$

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

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

 processe $\{r, v\}$

 Senão, se $v.estado = 0$

$v.pai \leftarrow r$

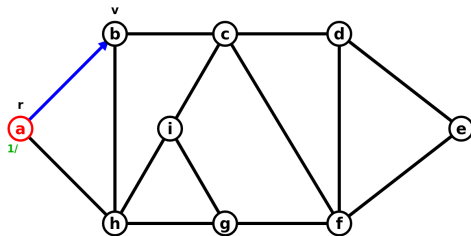
 processe $\{r, v\}$

 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 $v.estado = 0$

$v.pai \leftarrow r$

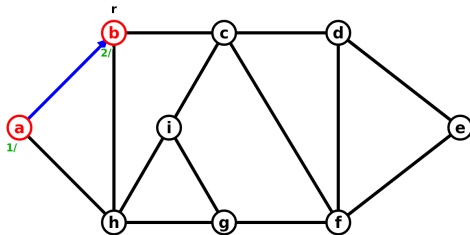
 processe $\{r, v\}$

 BuscaProfundidade(G, v)

processe r

$r.estado \leftarrow 2$

$r.pos \leftarrow ++t$



Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

BuscaProfundidade(G, r)

$r.pre \leftarrow ++t$

$r.estado \leftarrow 1$

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

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

 processe $\{r, v\}$

 Senão, se $v.estado = 0$

$v.pai \leftarrow r$

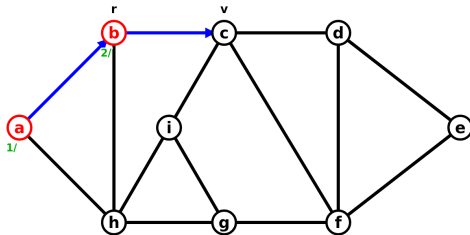
 processe $\{r, v\}$

 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 $v.estado = 0$

$v.pai \leftarrow r$

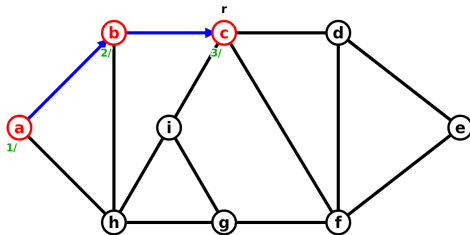
 processe $\{r, v\}$

 BuscaProfundidade(G, v)

processe r

$r.estado \leftarrow 2$

$r.pos \leftarrow ++t$



Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

BuscaProfundidade(G, r)

$r.pre \leftarrow ++t$

$r.estado \leftarrow 1$

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

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

 processe $\{r, v\}$

 Senão, se $v.estado = 0$

$v.pai \leftarrow r$

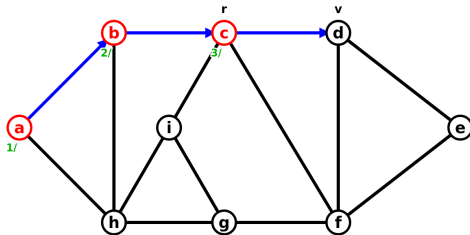
 processe $\{r, v\}$

 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 $v.estado = 0$

$v.pai \leftarrow r$

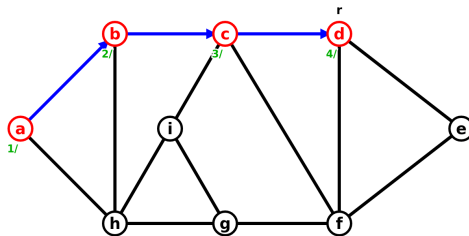
 processe $\{r, v\}$

 BuscaProfundidade(G, v)

processe r

$r.estado \leftarrow 2$

$r.pos \leftarrow ++t$



Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

BuscaProfundidade(G, r)

$r.pre \leftarrow ++t$

$r.estado \leftarrow 1$

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

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

 processe $\{r, v\}$

 Senão, se $v.estado = 0$

$v.pai \leftarrow r$

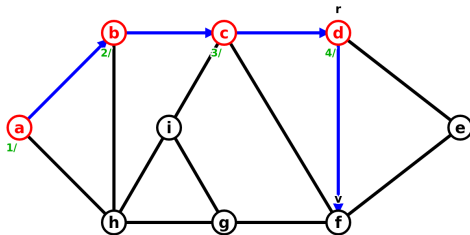
 processe $\{r, v\}$

 BuscaProfundidade(G, v)

processe r

$r.estado \leftarrow 2$

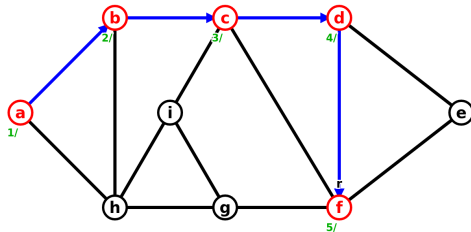
$r.pos \leftarrow ++t$



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)

$r.pre \leftarrow ++t$

$r.estado \leftarrow 1$

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

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

 processe $\{r, v\}$

 Senão, se $v.estado = 0$

$v.pai \leftarrow r$

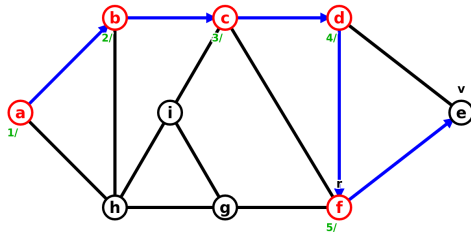
 processe $\{r, v\}$

 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 $v.estado = 0$

$v.pai \leftarrow r$

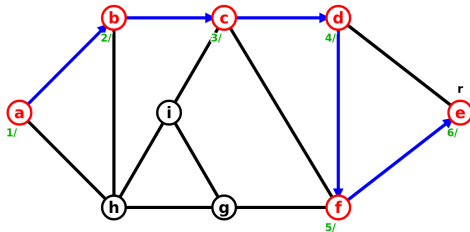
 processe $\{r, v\}$

 BuscaProfundidade(G, v)

processe r

$r.estado \leftarrow 2$

$r.pos \leftarrow ++t$



Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

BuscaProfundidade(G, r)

$r.pre \leftarrow ++t$

$r.estado \leftarrow 1$

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

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

 Senão, se $v.estado = 0$

$v.pai \leftarrow r$

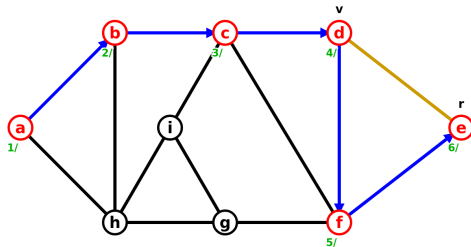
 processe $\{r, v\}$

 BuscaProfundidade(G, v)

processe r

$r.estado \leftarrow 2$

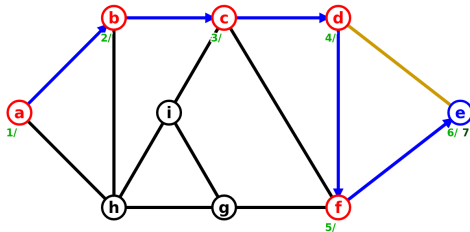
$r.pos \leftarrow ++t$



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

$$\text{BuscaProfundidade}(G, r)$$

```
r.pre ← ++t
```

```

r.estado ← 1

```

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

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

processe $\{r, v\}$

Senão, se $v.\text{estado} = 0$

$$v.pai \leftarrow r$$

processe $\{r, v\}$

BuscaProfundidade(G, v)

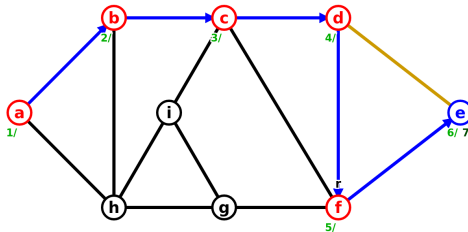
processe r

```

r.estado ← 2

```

```
r.pos ← ++t
```



Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

$$\text{BuscaProfundidade}(G, r)$$

```
r.pre ← ++t
```

```

r.estado ← 1

```

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

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

processe $\{r, v\}$

Senão, se $v.estado = 0$

$$v.pai \leftarrow r$$

processe $\{r, v\}$

BuscaProfundidade(G, v)

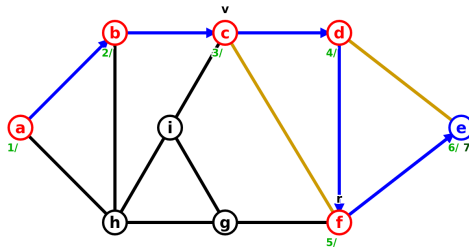
processe r

```

r.estado ← 2

```

```
r.pos ← ++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 $v.estado = 0$

$v.pai \leftarrow r$

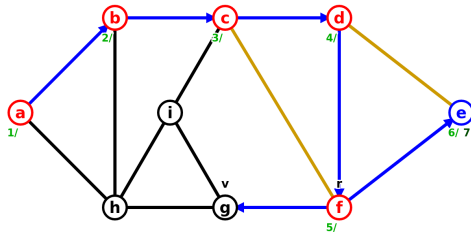
 processe $\{r, v\}$

 BuscaProfundidade(G, v)

processe r

$r.estado \leftarrow 2$

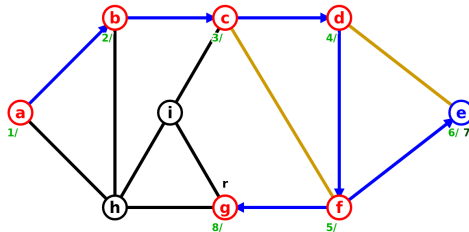
$r.pos \leftarrow ++t$



Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

BuscaProfundidade(G, r)

```
 $r.pre \leftarrow ++t$   
 $r.estado \leftarrow 1$   
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 $v.estado = 0$

$v.pai \leftarrow r$

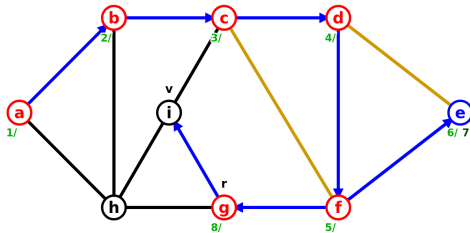
 processe $\{r, v\}$

 BuscaProfundidade(G, v)

processe r

$r.estado \leftarrow 2$

$r.pos \leftarrow ++t$



Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

BuscaProfundidade(G, r)

$r.pre \leftarrow ++t$

$r.estado \leftarrow 1$

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

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

 processe $\{r, v\}$

 Senão, se $v.estado = 0$

$v.pai \leftarrow r$

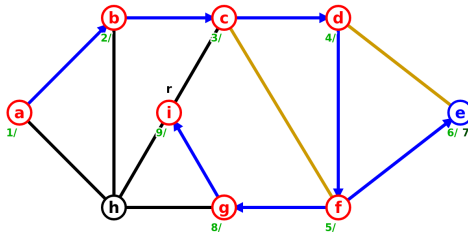
 processe $\{r, v\}$

 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 $v.estado = 0$

$v.pai \leftarrow r$

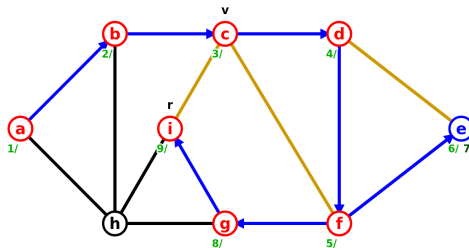
 processe $\{r, v\}$

 BuscaProfundidade(G, v)

processe r

$r.estado \leftarrow 2$

$r.pos \leftarrow ++t$



Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

BuscaProfundidade(G, r)

$r.pre \leftarrow ++t$

$r.estado \leftarrow 1$

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

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

 Senão, se $v.estado = 0$

$v.pai \leftarrow r$

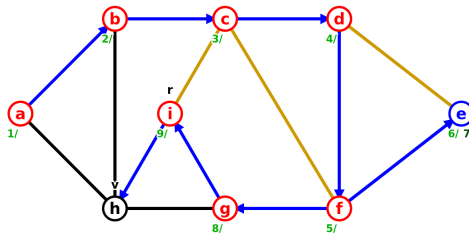
 processe $\{r, v\}$

 BuscaProfundidade(G, v)

processe r

$r.estado \leftarrow 2$

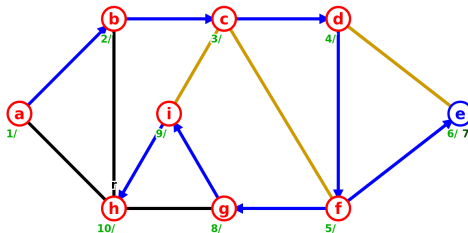
$r.pos \leftarrow ++t$



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)

$r.pre \leftarrow ++t$

$r.estado \leftarrow 1$

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

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

 processe $\{r, v\}$

 Senão, se $v.estado = 0$

$v.pai \leftarrow r$

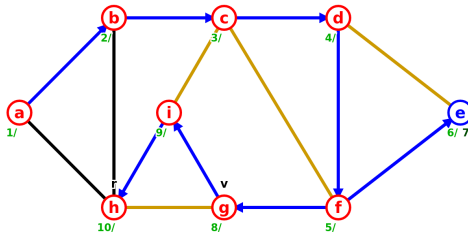
 processe $\{r, v\}$

 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 $v.estado = 0$

$v.pai \leftarrow r$

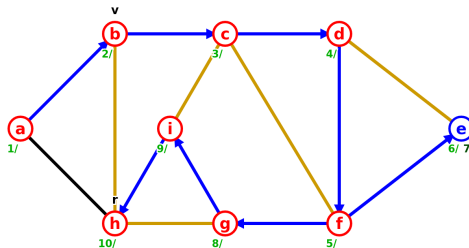
 processe $\{r, v\}$

 BuscaProfundidade(G, v)

processe r

$r.estado \leftarrow 2$

$r.pos \leftarrow ++t$



Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

BuscaProfundidade(G, r)

$r.pre \leftarrow ++t$

$r.estado \leftarrow 1$

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

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

 Senão, se $v.estado = 0$

$v.pai \leftarrow r$

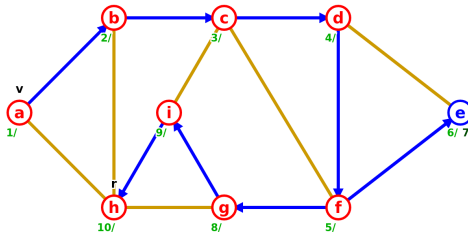
 processe $\{r, v\}$

 BuscaProfundidade(G, v)

processe r

$r.estado \leftarrow 2$

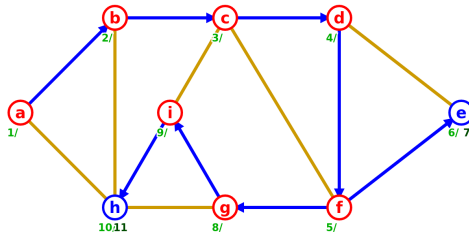
$r.pos \leftarrow ++t$



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)

$r.pre \leftarrow ++t$

$r.estado \leftarrow 1$

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

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

 Senão, se $v.estado = 0$

$v.pai \leftarrow r$

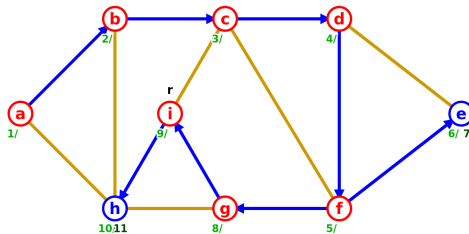
 processe $\{r, v\}$

 BuscaProfundidade(G, v)

processe r

$r.estado \leftarrow 2$

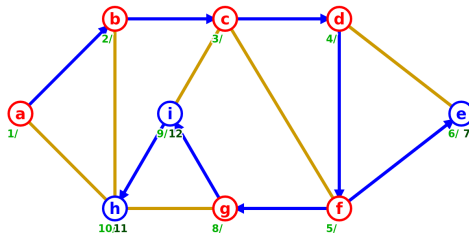
$r.pos \leftarrow ++t$



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)

$r.pre \leftarrow ++t$

$r.estado \leftarrow 1$

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

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

 Senão, se $v.estado = 0$

$v.pai \leftarrow r$

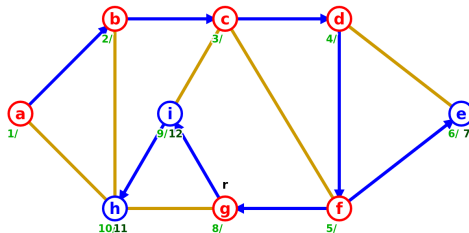
 processe $\{r, v\}$

 BuscaProfundidade(G, v)

processe r

$r.estado \leftarrow 2$

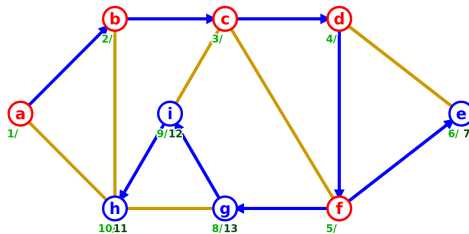
$r.pos \leftarrow ++t$



Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

BuscaProfundidade(G, r)

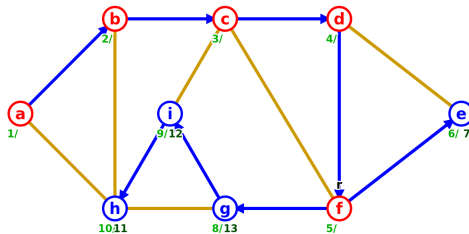
```
 $r.pre \leftarrow ++t$   
 $r.estado \leftarrow 1$   
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
    Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
        processe  $\{r, v\}$   
    Senão, se  $v.estado = 0$   
         $v.pai \leftarrow r$   
        processe  $\{r, v\}$   
        BuscaProfundidade( $G, v$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



Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

BuscaProfundidade(G, r)

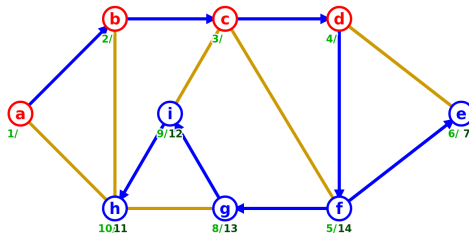
```
 $r.pre \leftarrow ++t$   
 $r.estado \leftarrow 1$   
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
  
processe  $r$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



Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

BuscaProfundidade(G, r)

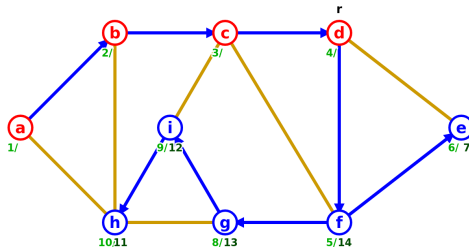
```
 $r.pre \leftarrow ++t$   
 $r.estado \leftarrow 1$   
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
    Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
        processe  $\{r, v\}$   
    Senão, se  $v.estado = 0$   
         $v.pai \leftarrow r$   
        processe  $\{r, v\}$   
        BuscaProfundidade( $G, v$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



Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

BuscaProfundidade(G, r)

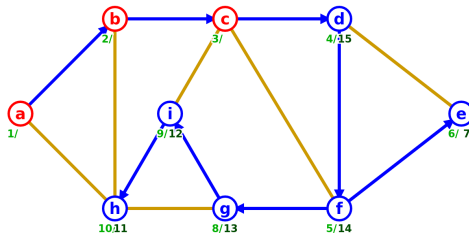
```
 $r.pre \leftarrow ++t$   
 $r.estado \leftarrow 1$   
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
  
processe  $r$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



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)

$r.pre \leftarrow ++t$

$r.estado \leftarrow 1$

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

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

 processe $\{r, v\}$

 Senão, se $v.estado = 0$

$v.pai \leftarrow r$

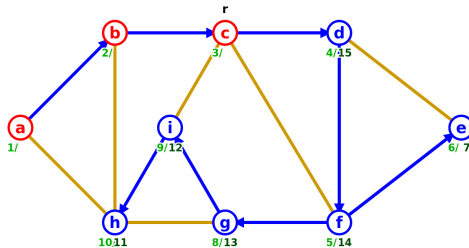
 processe $\{r, v\}$

 BuscaProfundidade(G, v)

processe r

$r.estado \leftarrow 2$

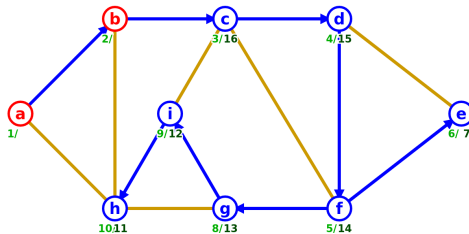
$r.pos \leftarrow ++t$



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)

$r.pre \leftarrow ++t$

$r.estado \leftarrow 1$

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

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

 processe $\{r, v\}$

 Senão, se $v.estado = 0$

$v.pai \leftarrow r$

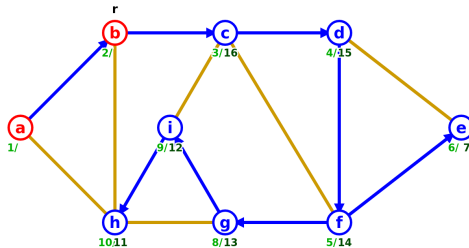
 processe $\{r, v\}$

 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 $v.estado = 0$

$v.pai \leftarrow r$

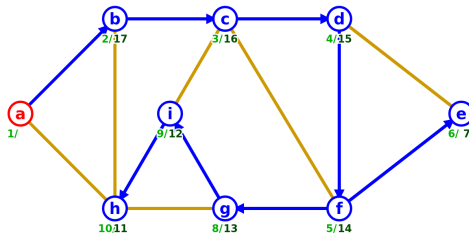
 processe $\{r, v\}$

 BuscaProfundidade(G, v)

processe r

$r.estado \leftarrow 2$

$r.pos \leftarrow ++t$



Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

BuscaProfundidade(G, r)

$r.pre \leftarrow ++t$

$r.estado \leftarrow 1$

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

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

 processe $\{r, v\}$

 Senão, se $v.estado = 0$

$v.pai \leftarrow r$

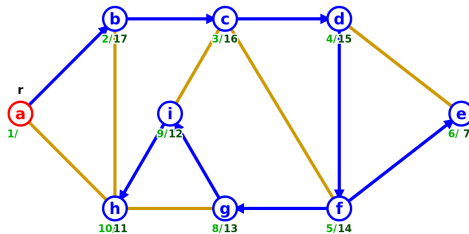
 processe $\{r, v\}$

 BuscaProfundidade(G, v)

processe r

$r.estado \leftarrow 2$

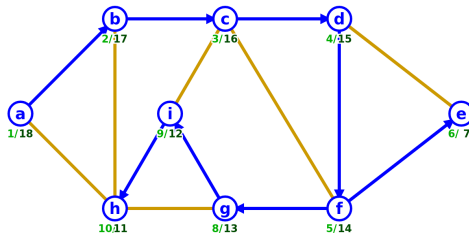
$r.pos \leftarrow ++t$



Algoritmo de Busca em Profundidade - Execução

BuscaProfundidade(G, r)

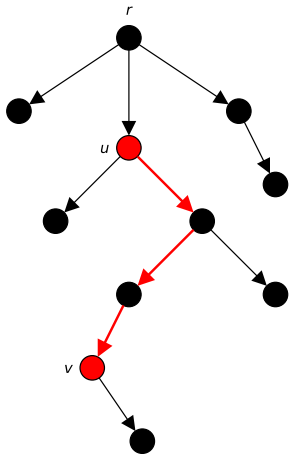
```
 $r.pre \leftarrow ++t$   
 $r.estado \leftarrow 1$   
Para cada  $v \in \Gamma_G(r)$   
  Se  $v.estado = 1$  e  $v \neq r.pai$   
    processe  $\{r, v\}$   
  Senão, se  $v.estado = 0$   
     $v.pai \leftarrow r$   
    processe  $\{r, v\}$   
    BuscaProfundidade( $G, v$ )  
  
processe  $r$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



Teorema 71

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

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



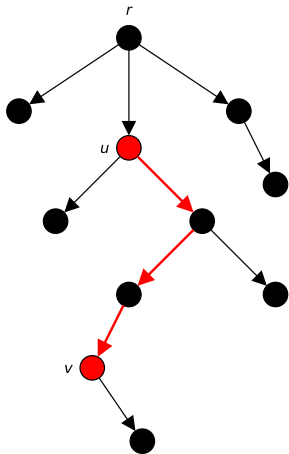
Teorema 71

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



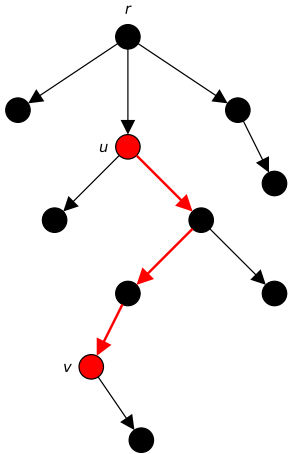
Teorema 71

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 $v.pre < v.pos$.



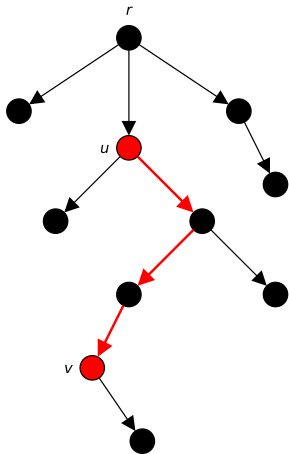
Teorema 71

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



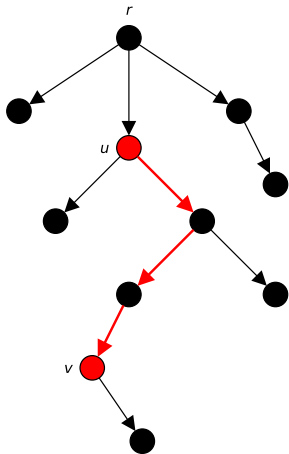
Teorema 71

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 $v.pos < u.pos$,



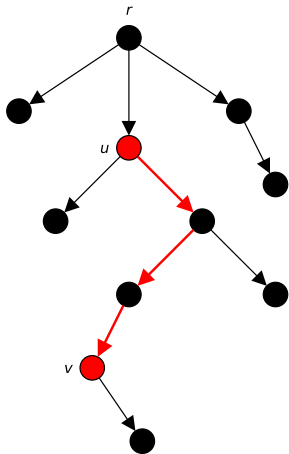
Teorema 71

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



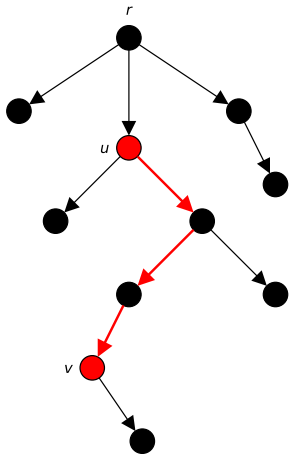
Teorema 71

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

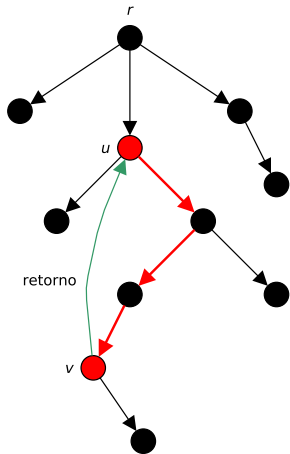
$$u.pre < v.pre < v.pos < u.pos.$$

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



Teorema 72



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 .