ED62A-COM2A
ESTRUTURAS DE DADOS

Aula 06b - Remoção em Árvores Binárias

Prof. Rafael G. Mantovani

UTFPR
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

Apucarana - PR, Brasil

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
Engenharia de Computação

Roteiro

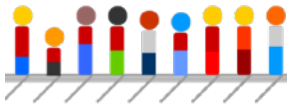
1. Tópicos já vistos anteriormente
2. Remoção em Árvore Binárias
3. Próximos conteúdos
4. Referências

Roteiro

1. Tópicos já vistos anteriormente
2. Remoção em Árvore Binárias
3. Próximos conteúdos
4. Referências

Introdução

Pilhas



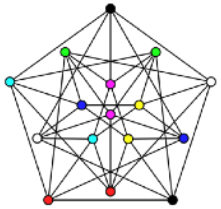
Filas

Árvores

Problema

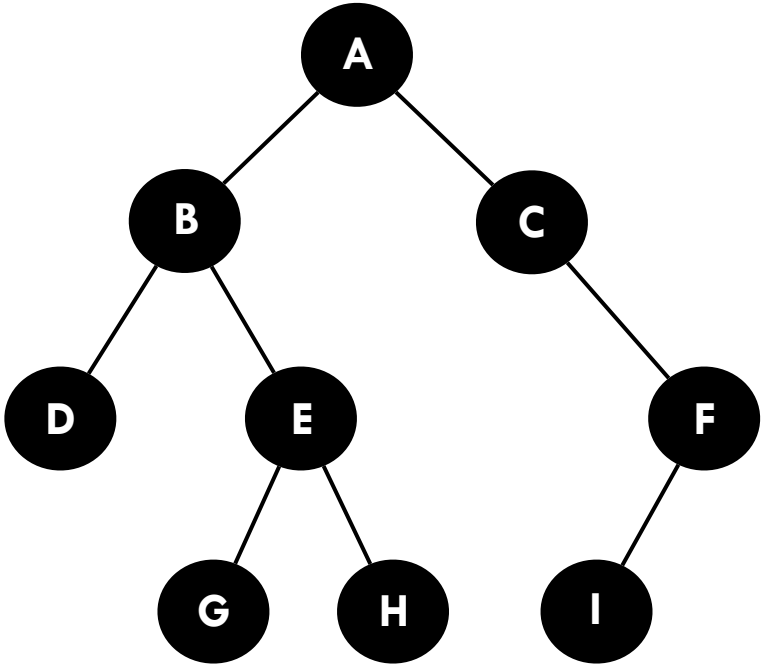
Vetores

Grafos

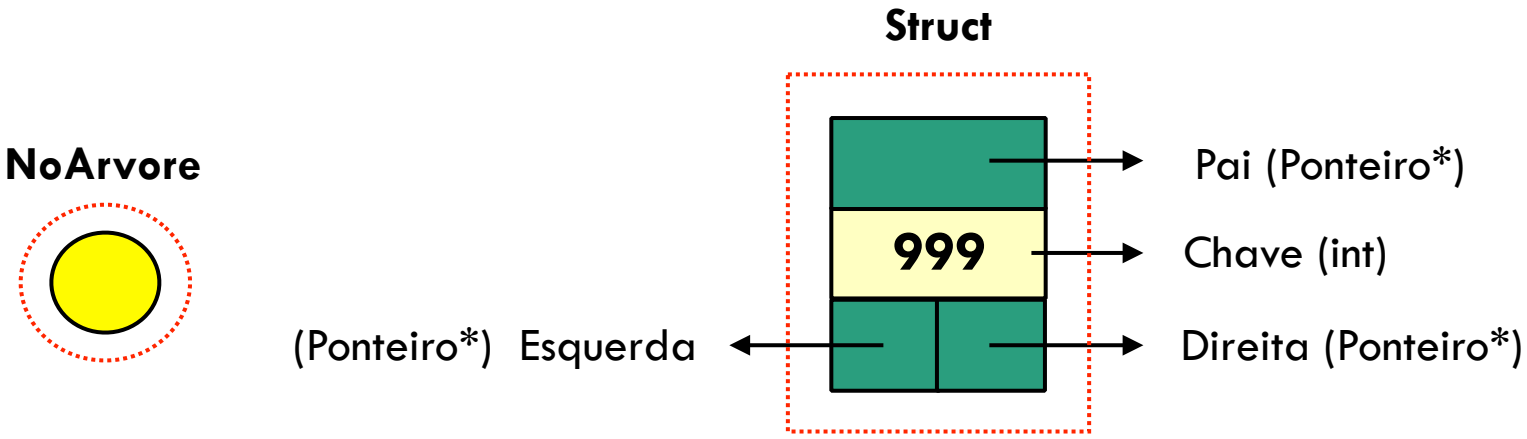


Etc

Introdução



Árvore Binária



Abstração

Tipo Abstrato
de Dados

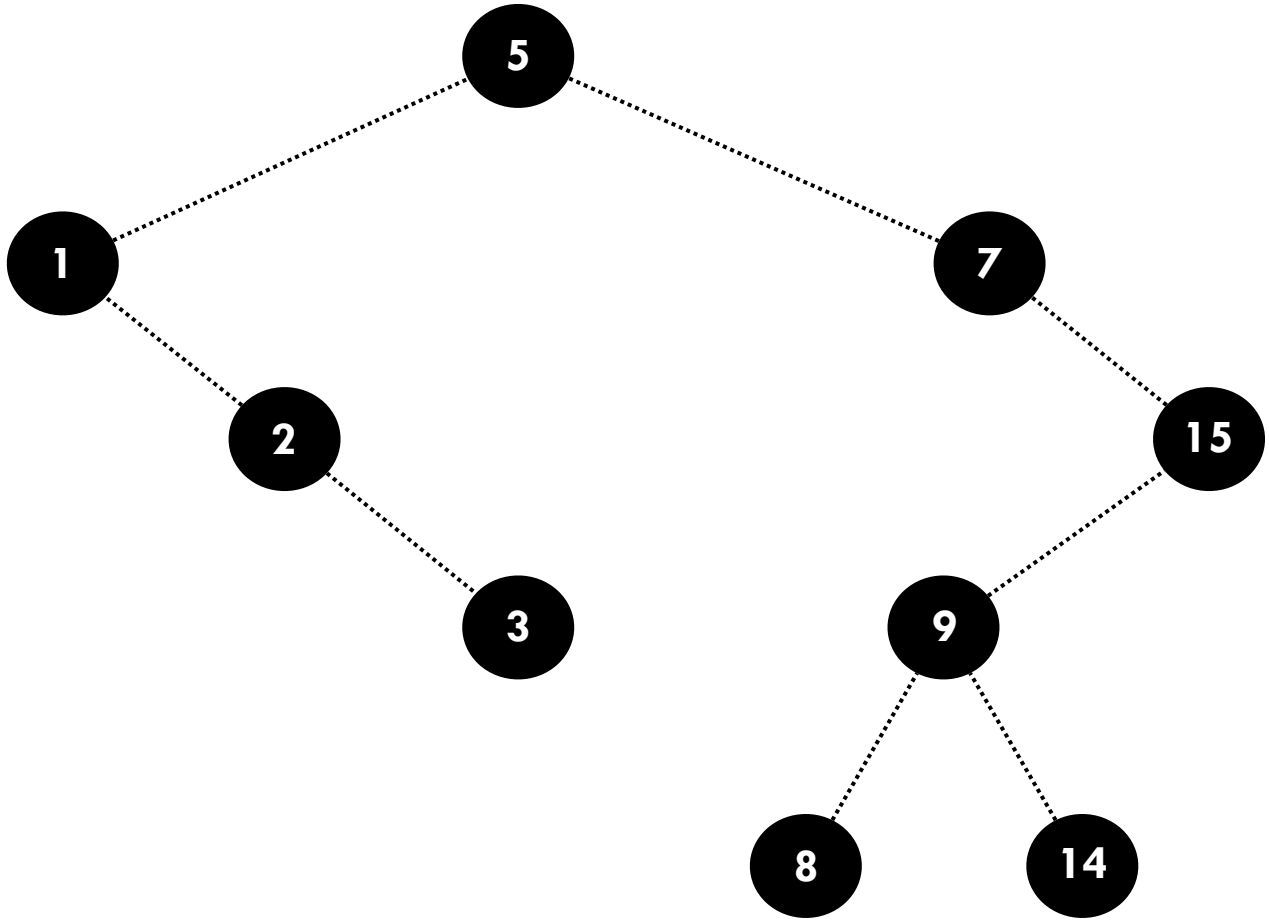
Tipos de Árvore Binária

```
typedef struct {
    int chave;
} Objeto;

typedef struct NoArvore *Ponteiro;

typedef struct NoArvore{
  Objeto obj;
  Ponteiro direita;
  Ponteiro esquerda;
} NoArvore;

/* Definir arvore binária na main */

Ponteiro raiz; /* como definir e
                  usar árvore */
```

Roteiro

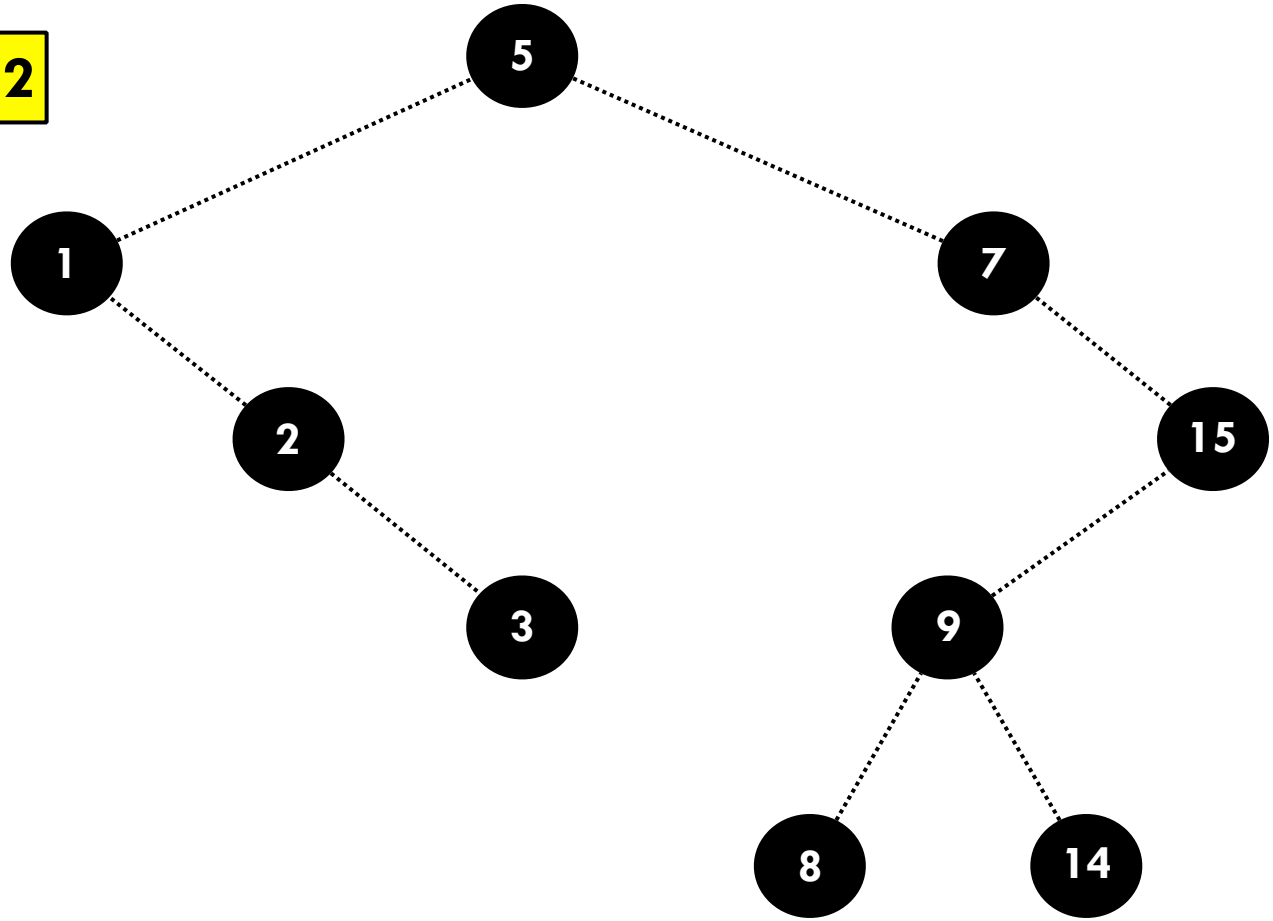
1. Tópicos já vistos anteriormente
2. Remoção em Árvore Binárias
3. Próximos conteúdos
4. Referências

Remoção



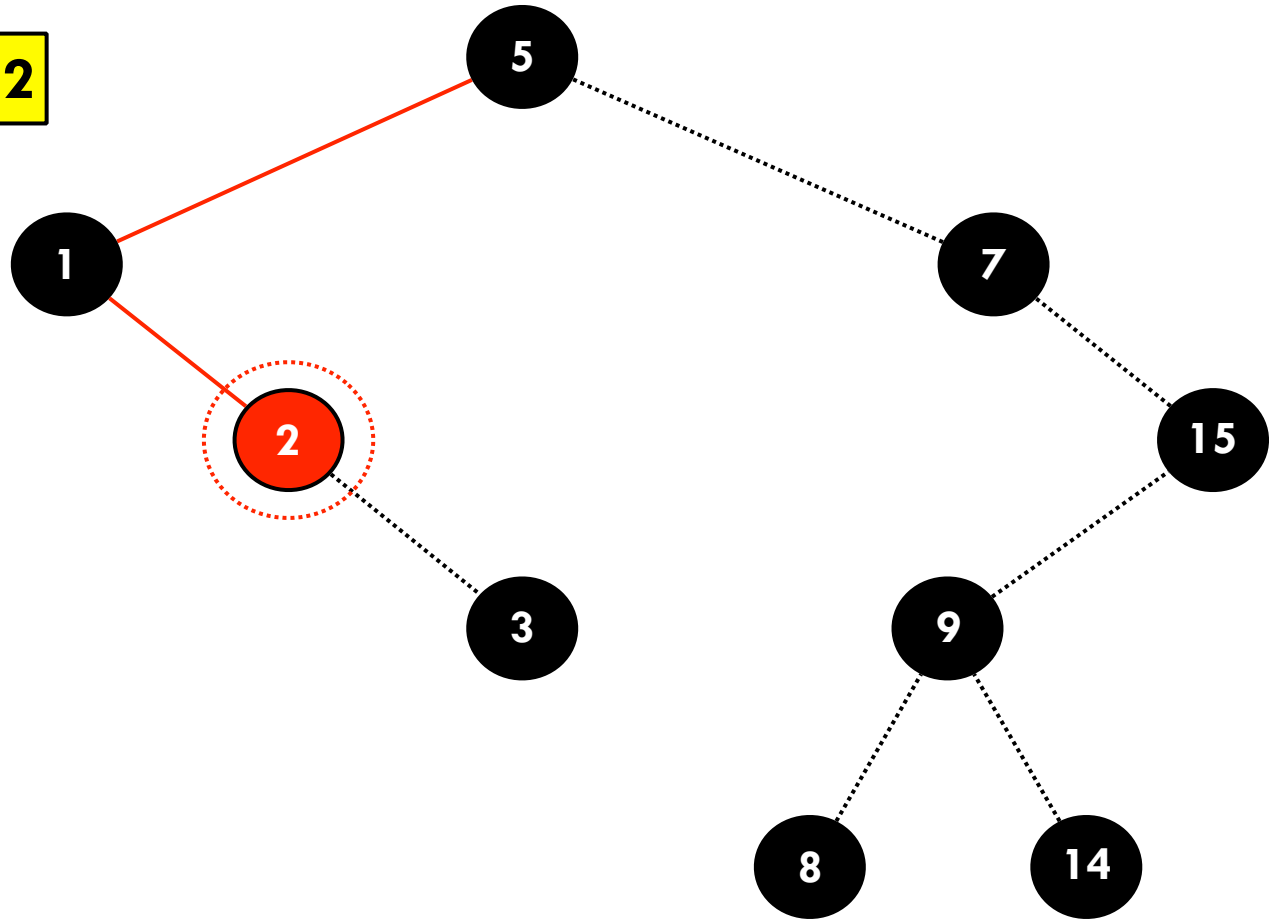
Remoção

Remover x = **2**



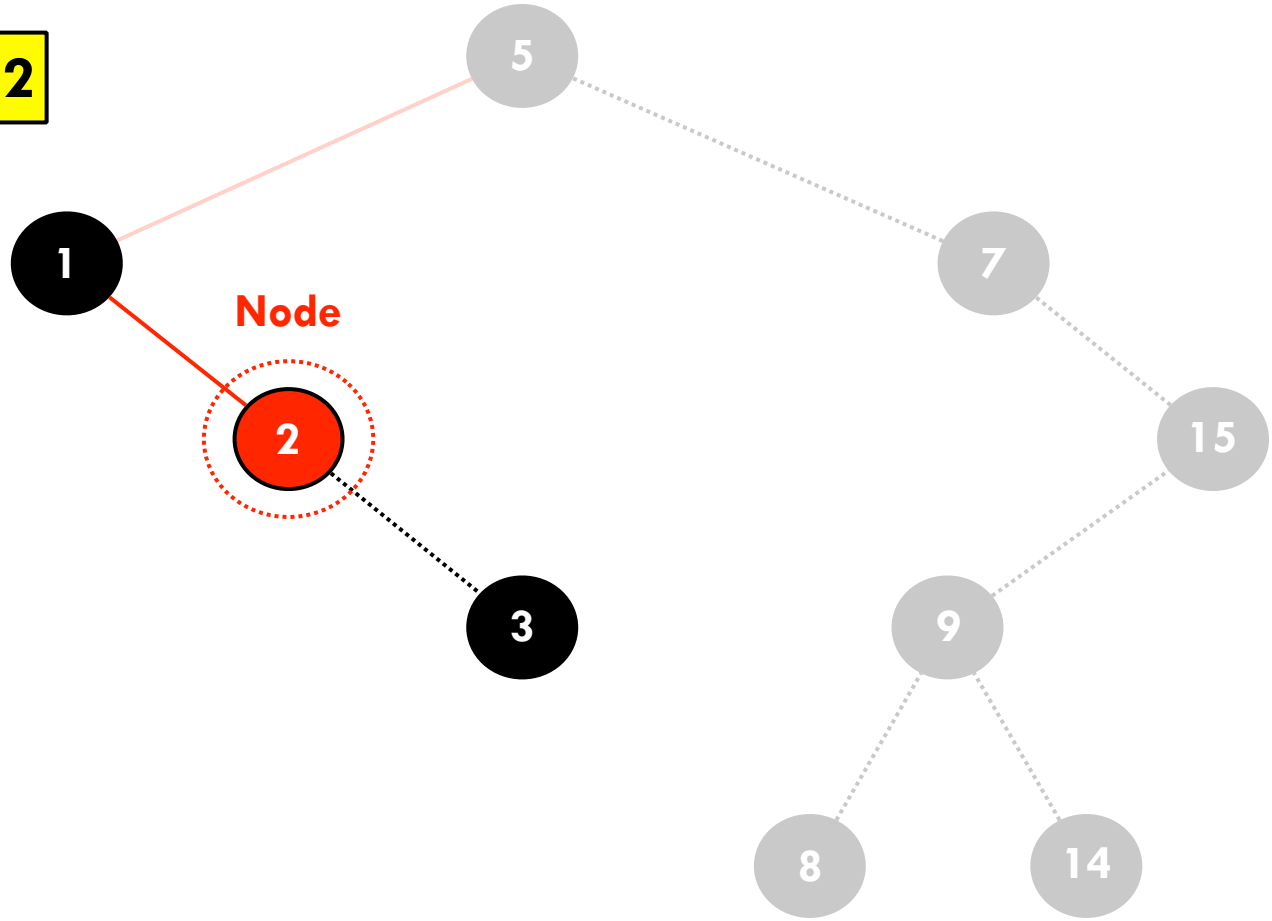
Remoção

Remover x = **2**



Remoção

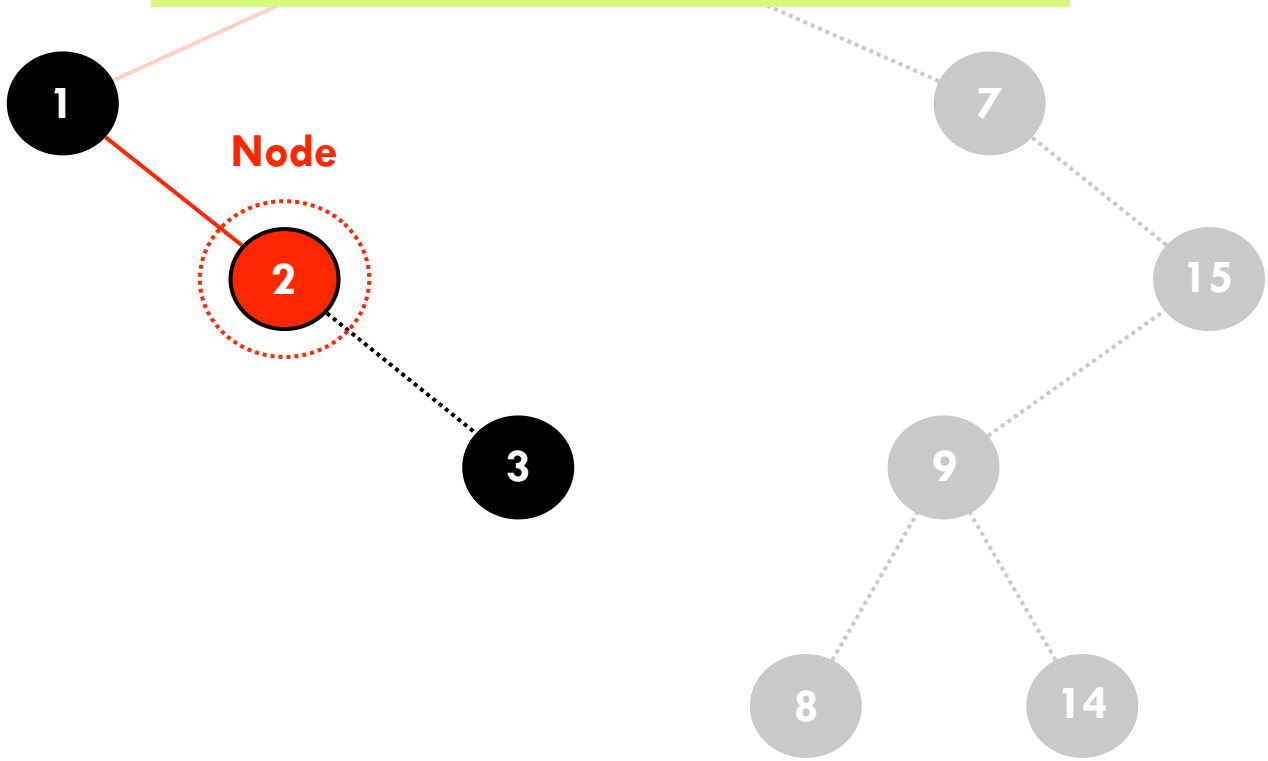
Remover x = **2**



Remoção

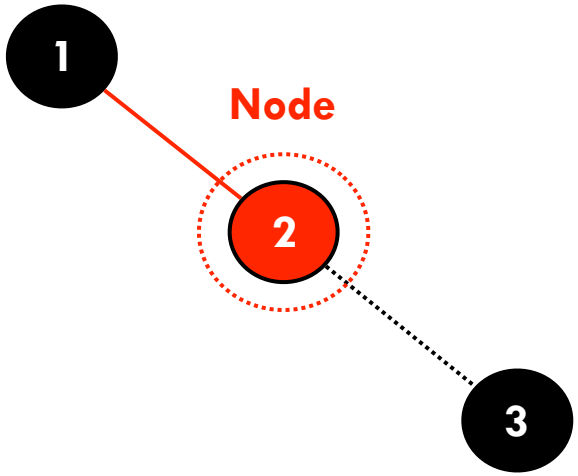
Remover x = **2**

Caso 1: sub-arvore **esquerda** é nula
* node->esquerda == NULL
node = node->direita

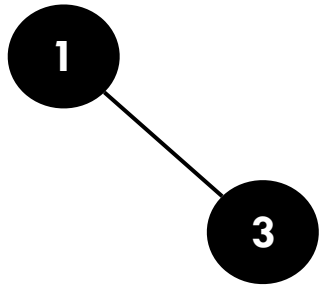


Remoção

Caso 1: sub-arvore **esquerda** é nula
* node->esquerda == NULL
node = node->direita

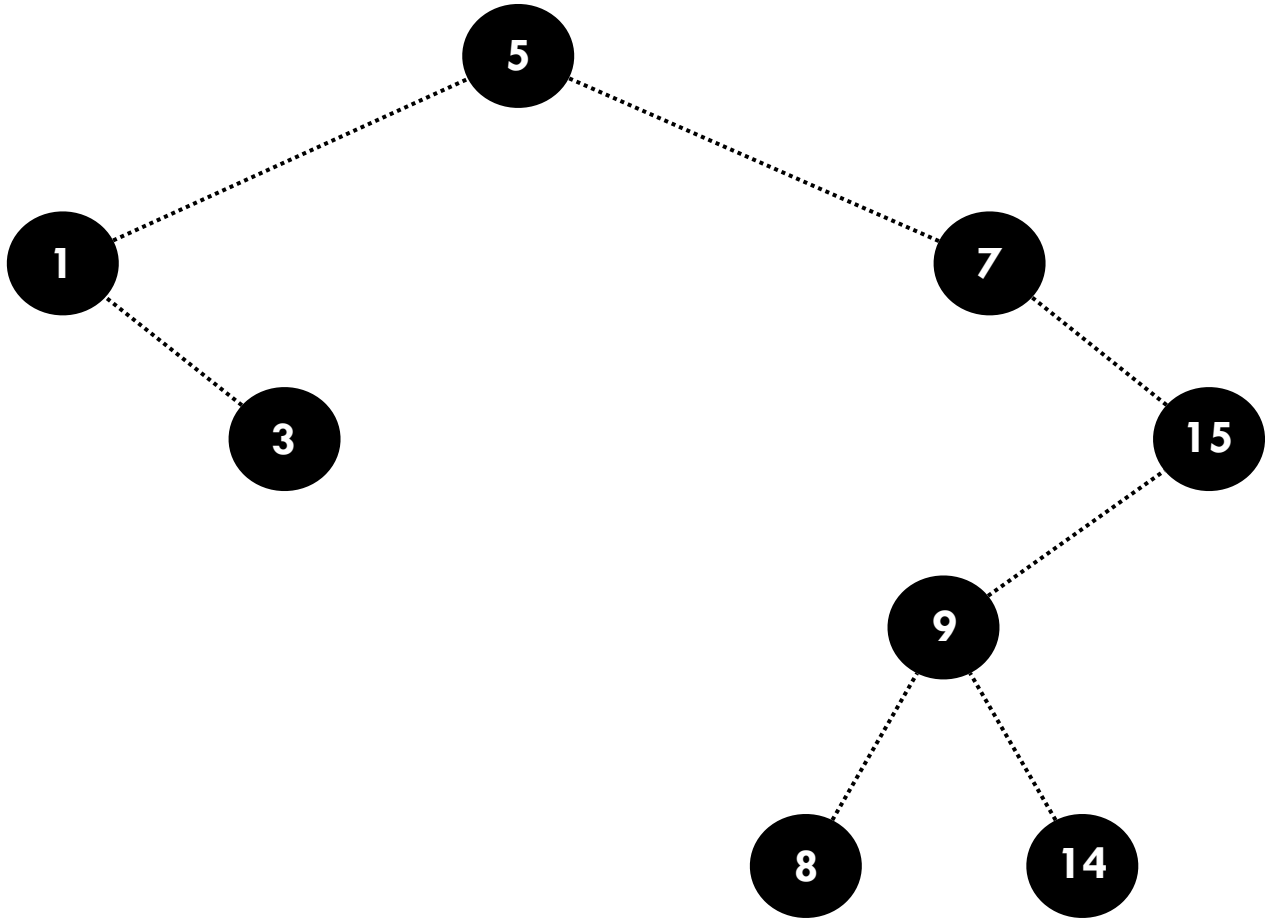


Antes da remoção



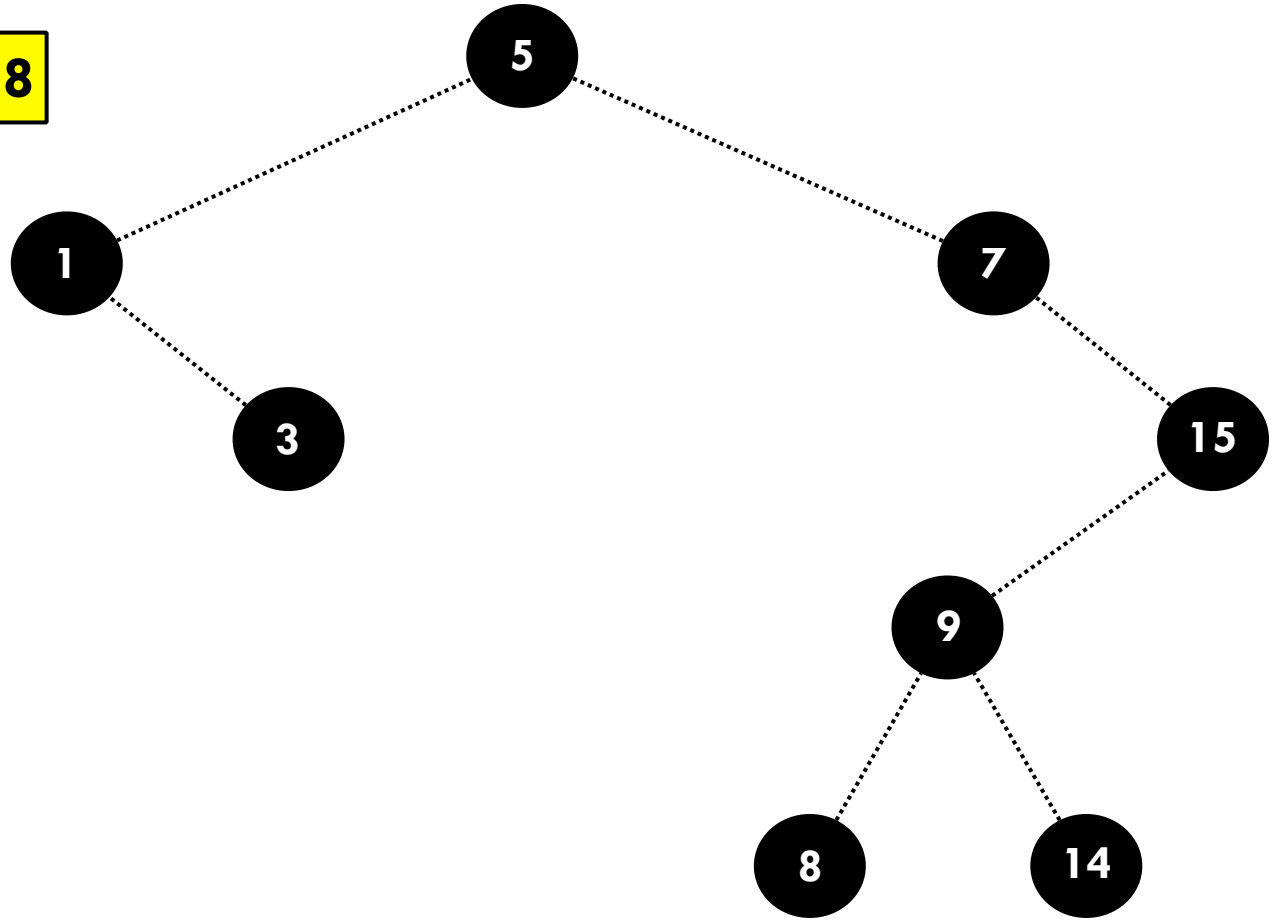
Depois da remoção

Remoção



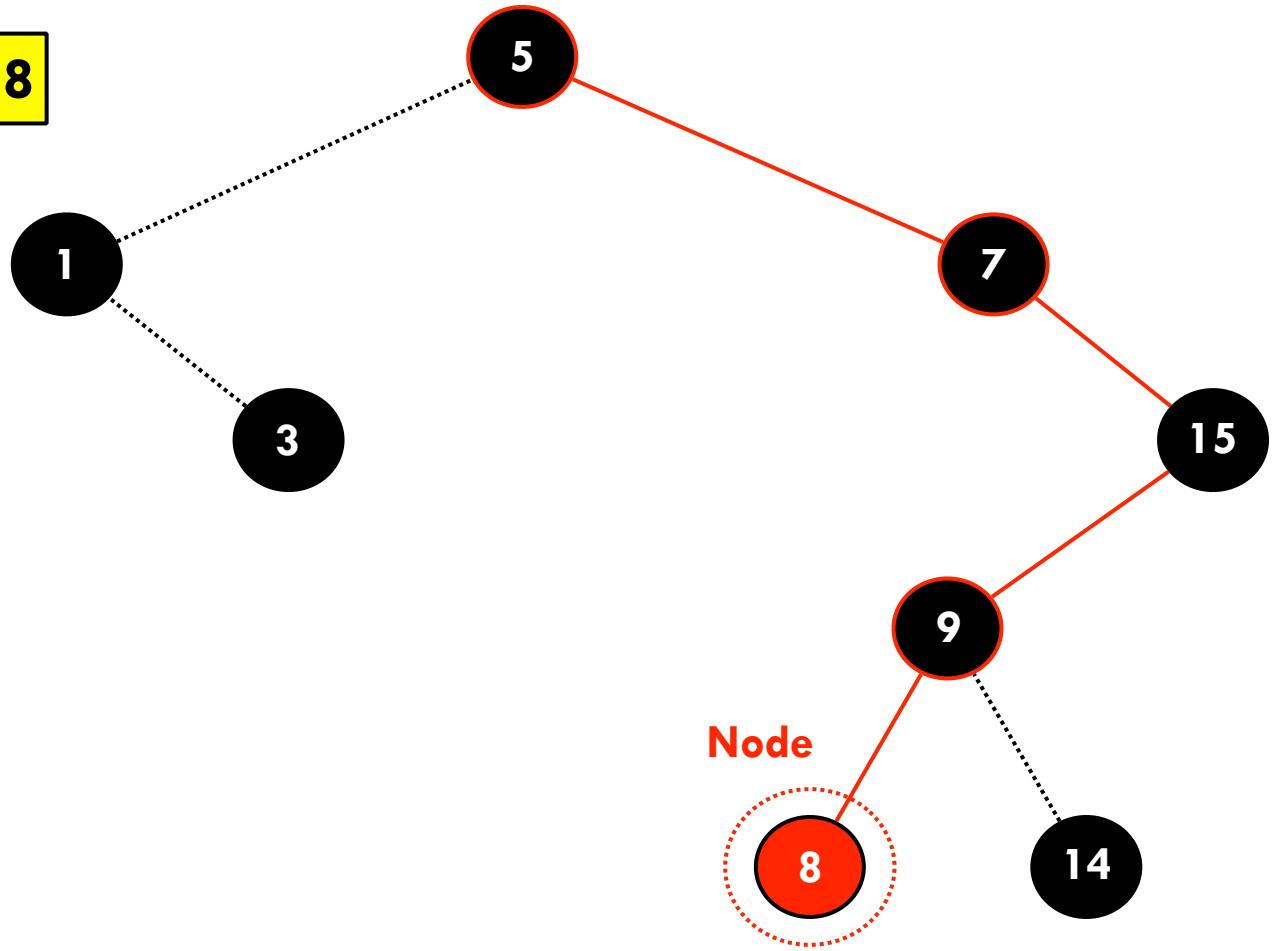
Remoção

Remover x = **8**



Remoção

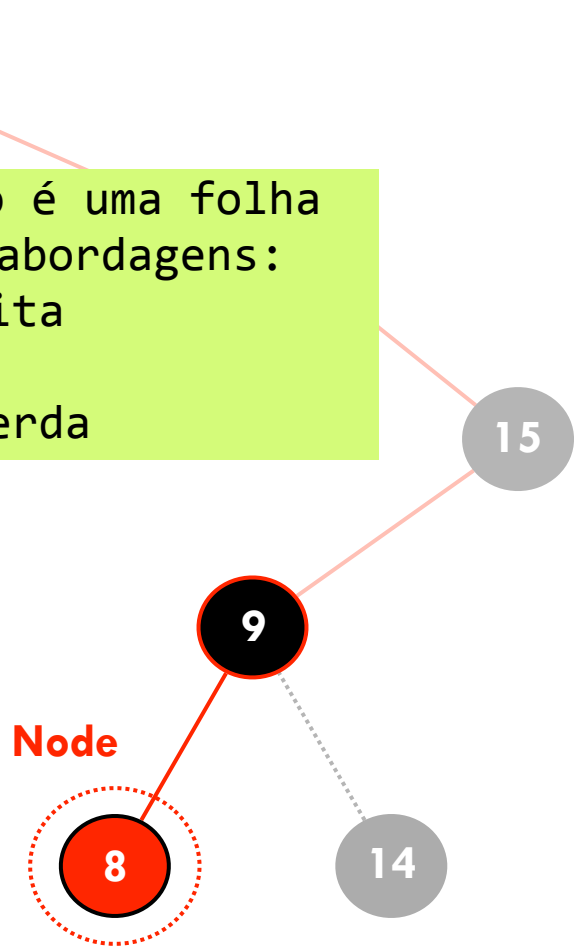
Remover x = **8**



Remoção

Remover x = **8**

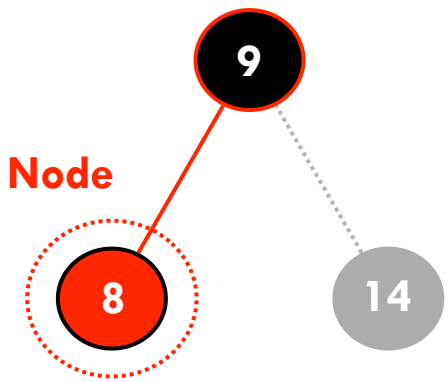
```
Caso 2: nó a ser removido é uma folha
    * podemos fazer duas abordagens:
        node = node->direita
    ou
        node = node->esquerda
```



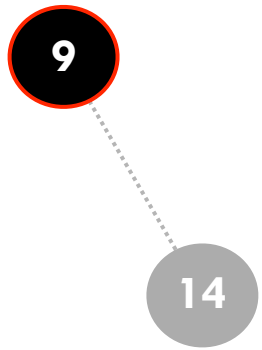
Remoção

Caso 2: nó a ser removido é uma folha

```
    * podemos fazer duas abordagens:
        node = node->direita
    ou
        node = node->esquerda
```



Antes da remoção



Depois da remoção

Remoção

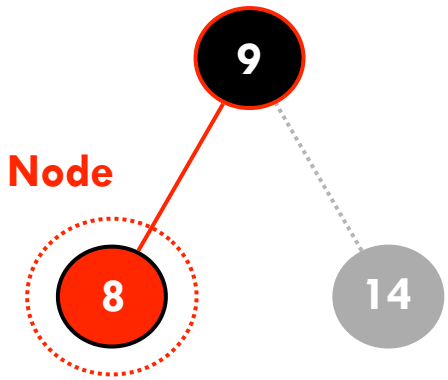
Caso 2: nó a ser removido é uma folha

* podemos fazer duas abordagens:

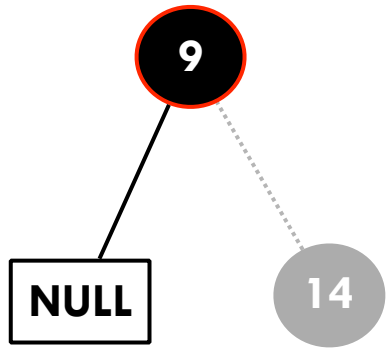
```
node = node->direita
```

ou

```
node = node->esquerda
```

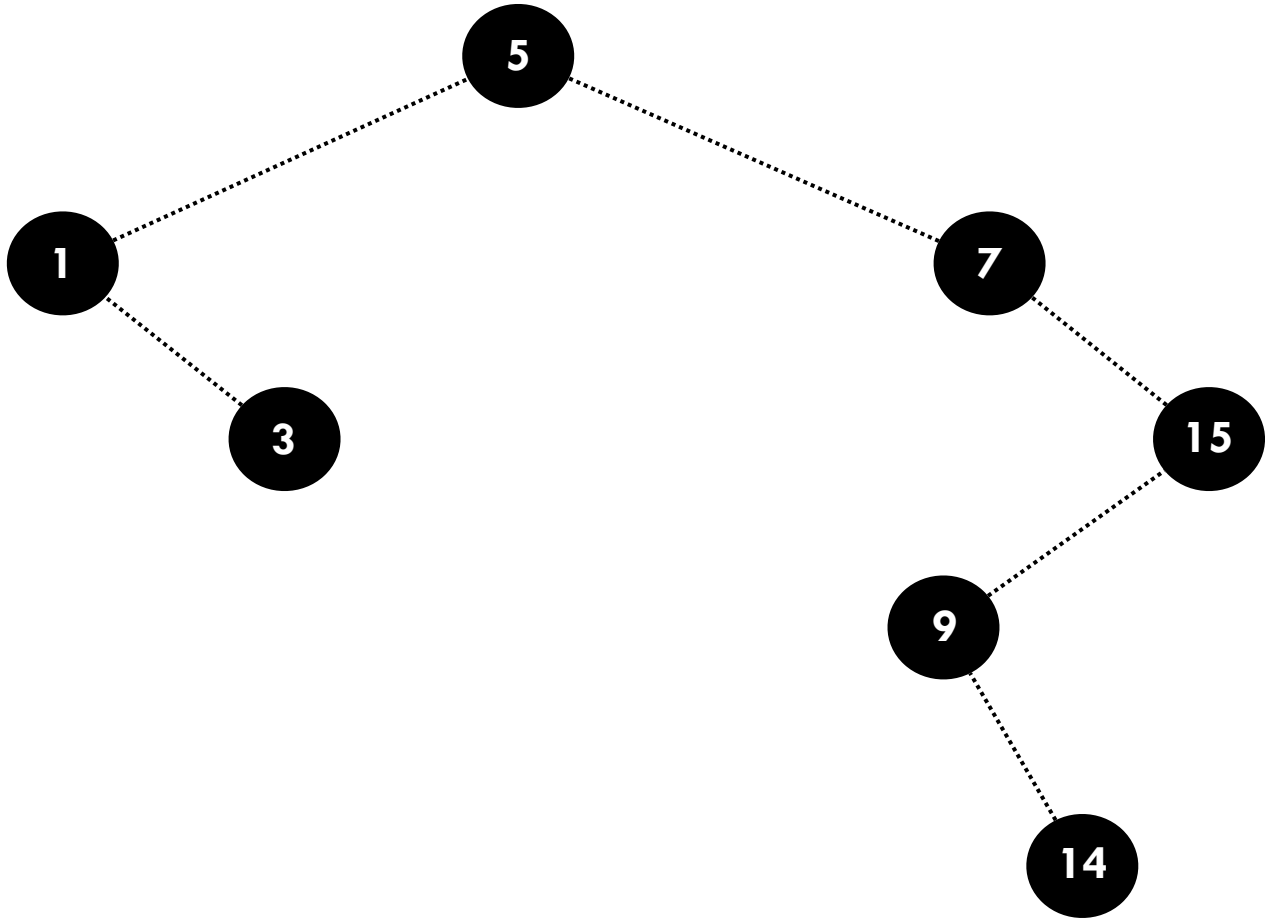


Antes da remoção



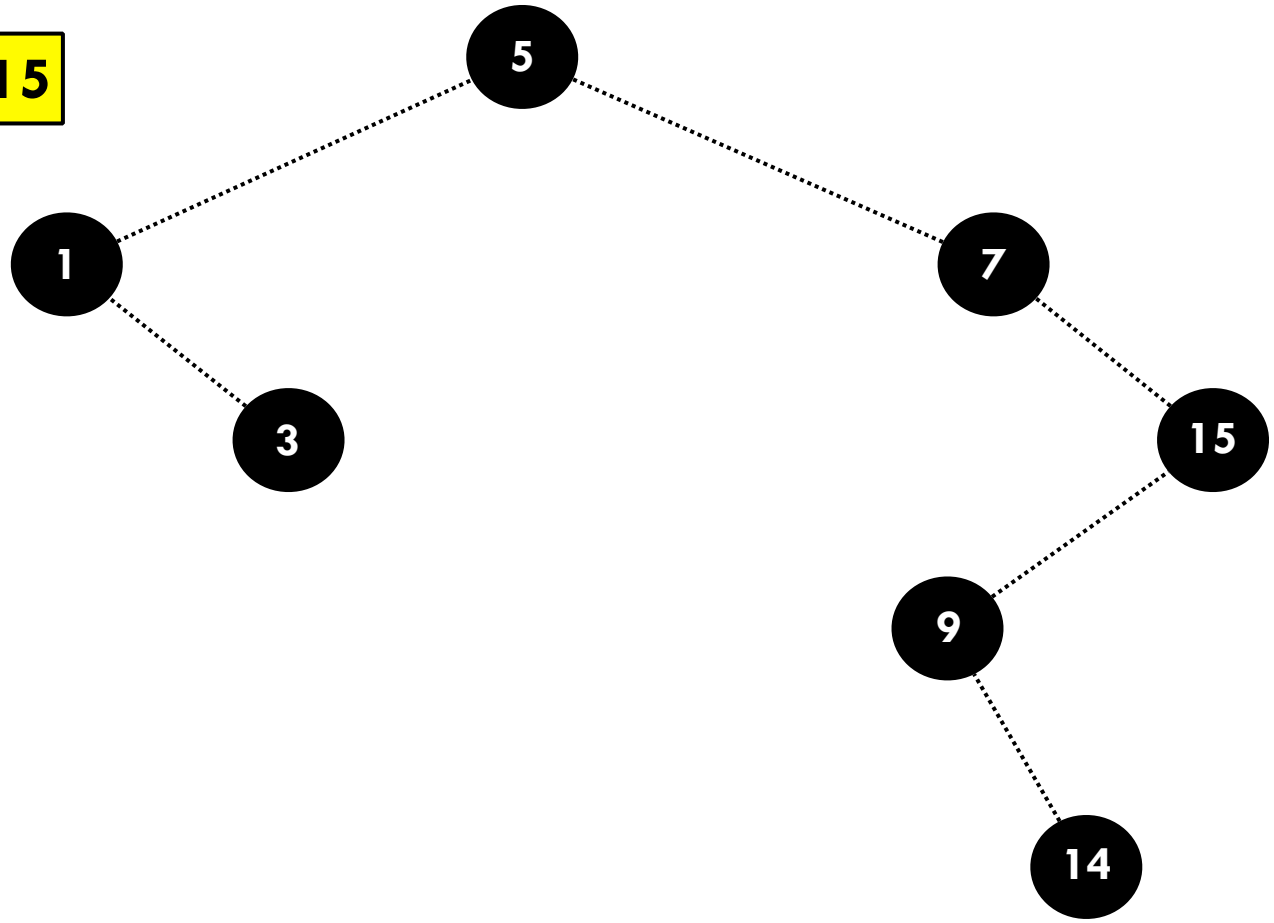
Depois da remoção

Remoção



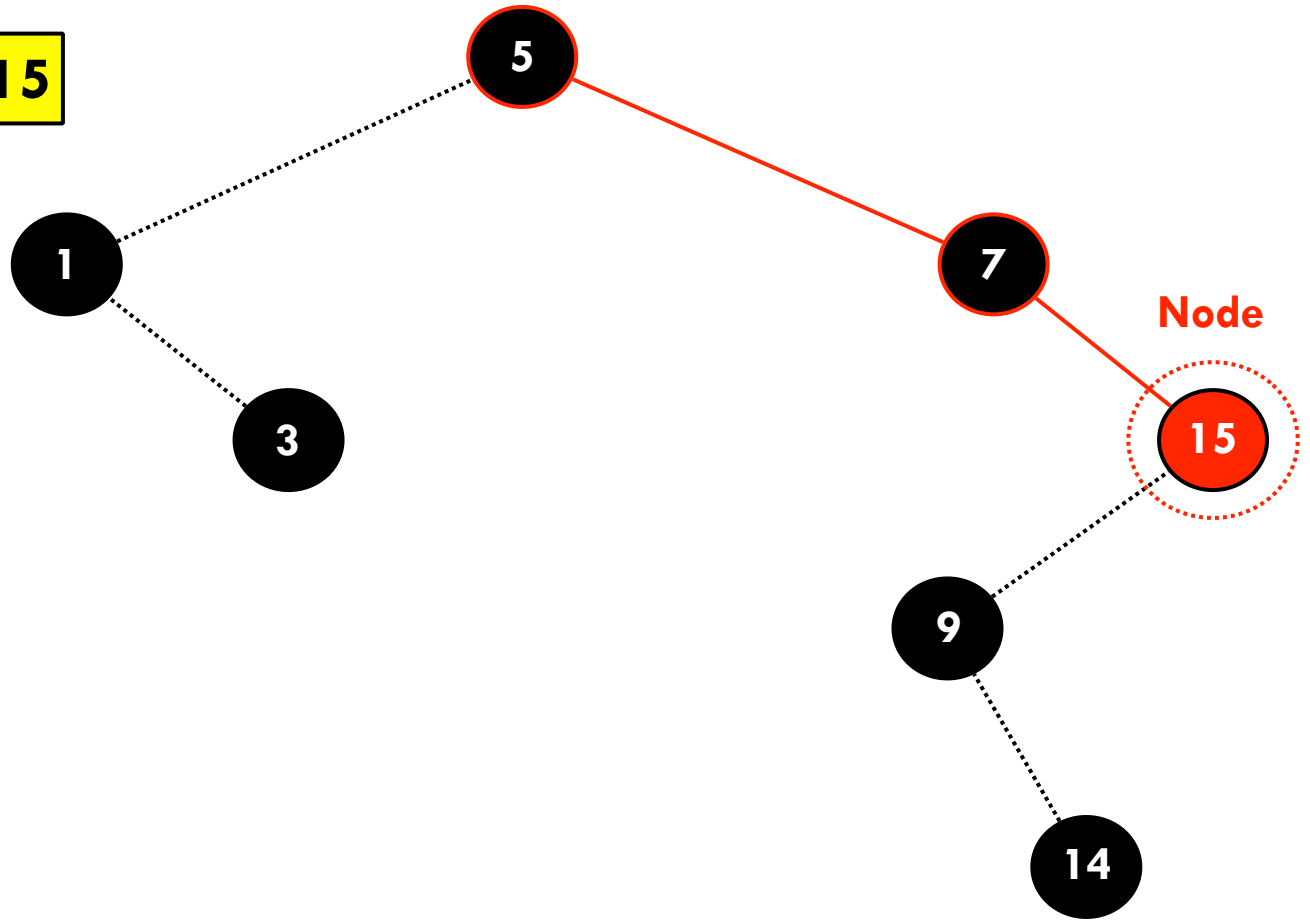
Remoção

Remover x = 15



Remoção

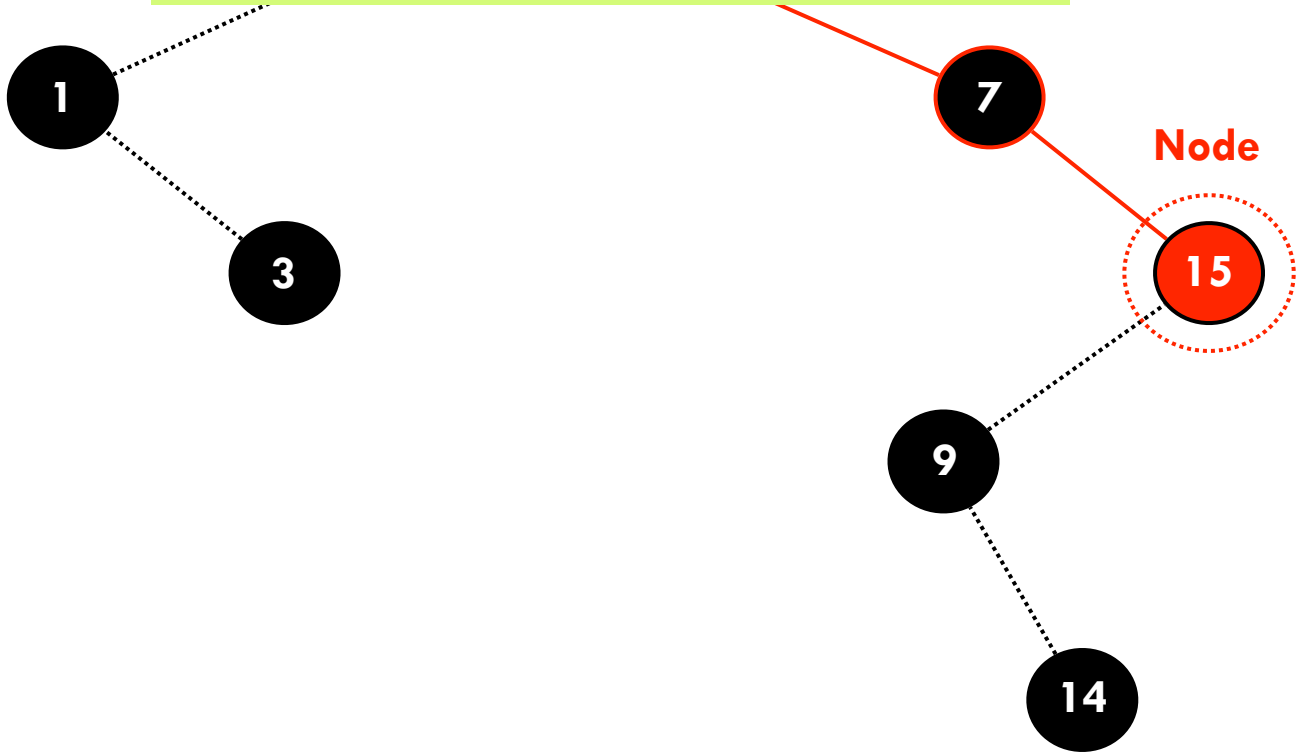
Remover x = 15



Remoção

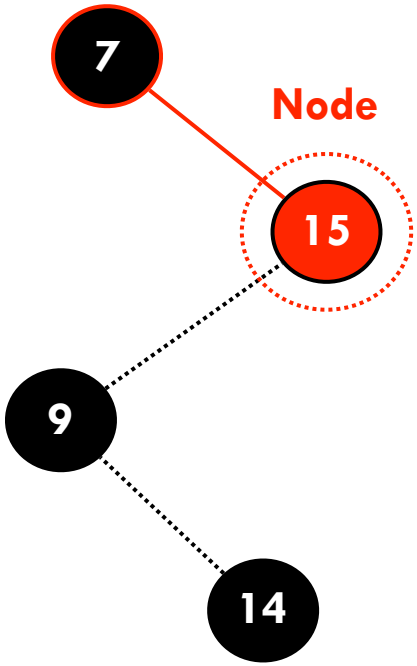
Remover x = 15

Caso 3: sub-arvore **direita** é nula
* node->direita == NULL
node = node->esquerda

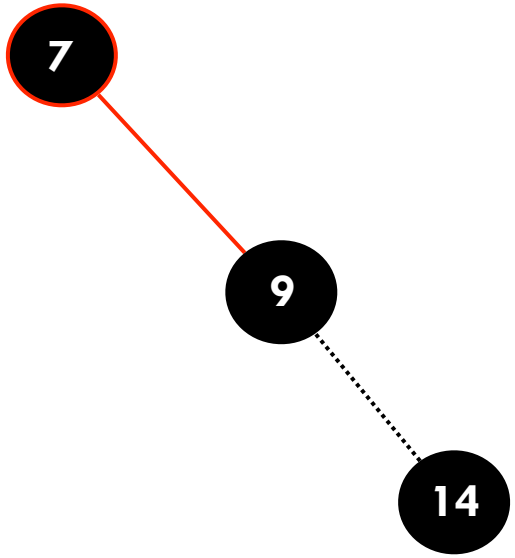


Remoção

Caso 3: sub-arvore **direita** é nula
* node->direita == NULL
node = node->esquerda

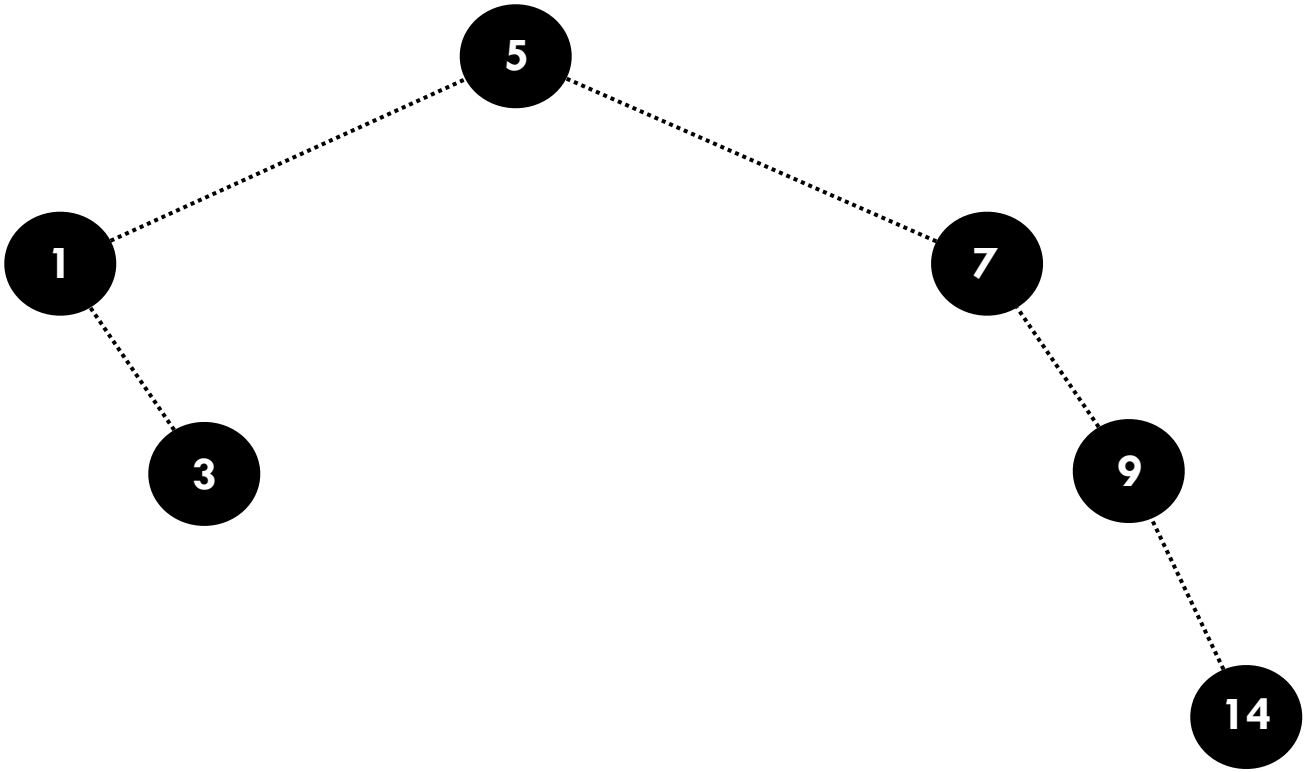


Antes da remoção



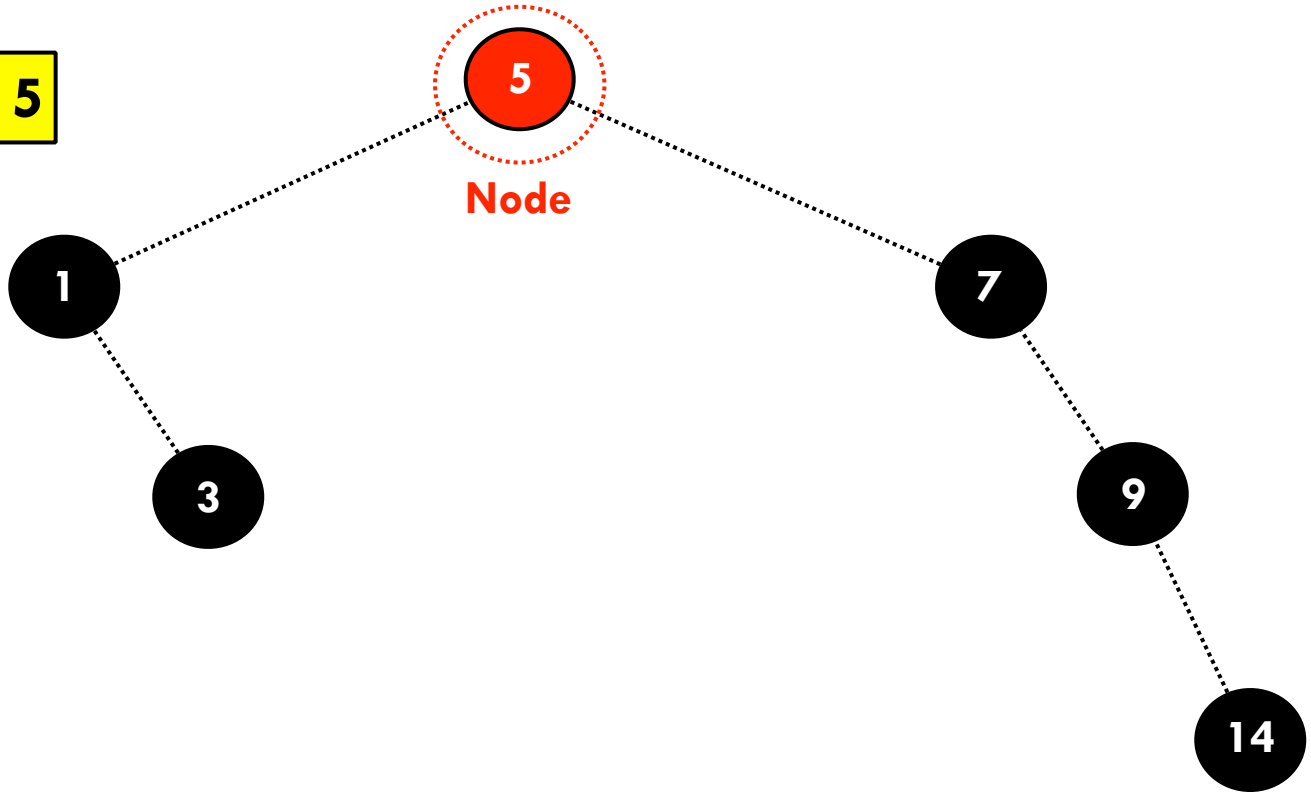
Depois da remoção

Remoção



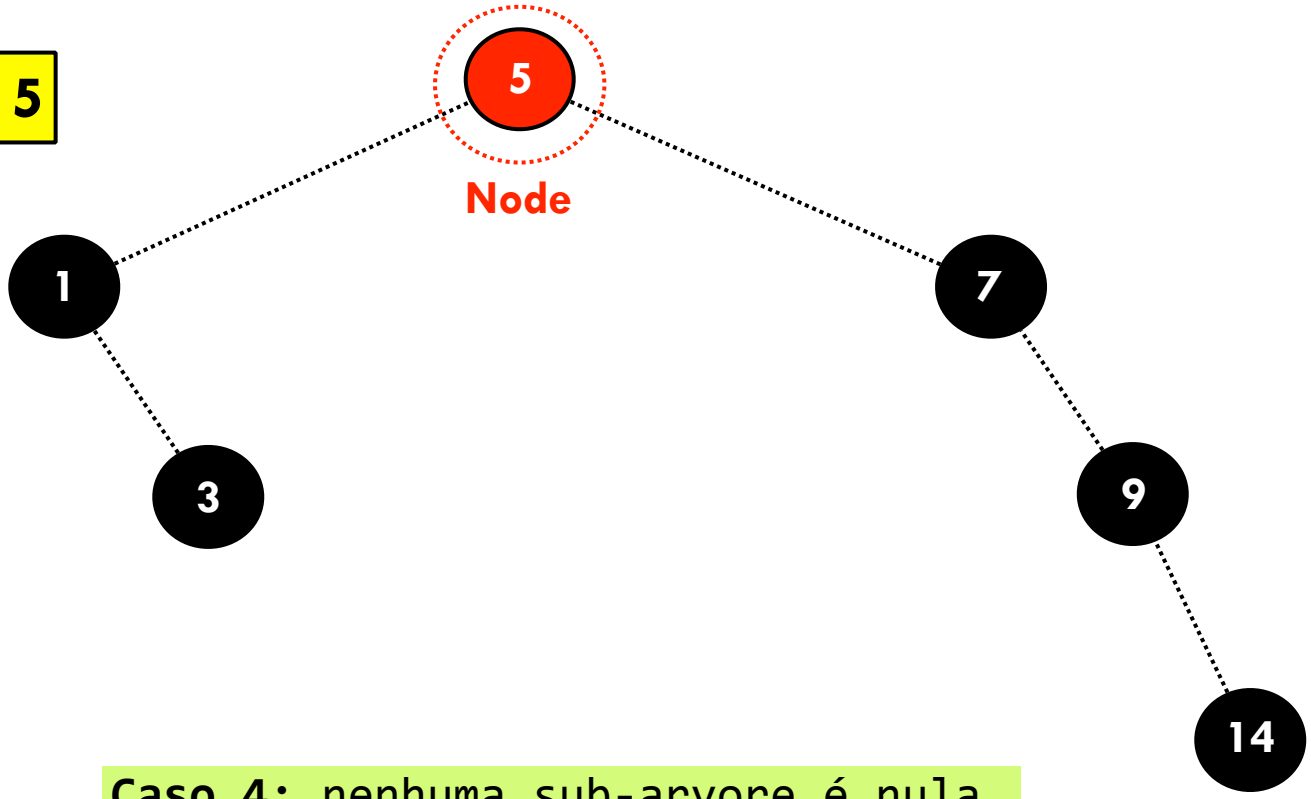
Remoção

Remover x = **5**



Remoção

Remover x = **5**

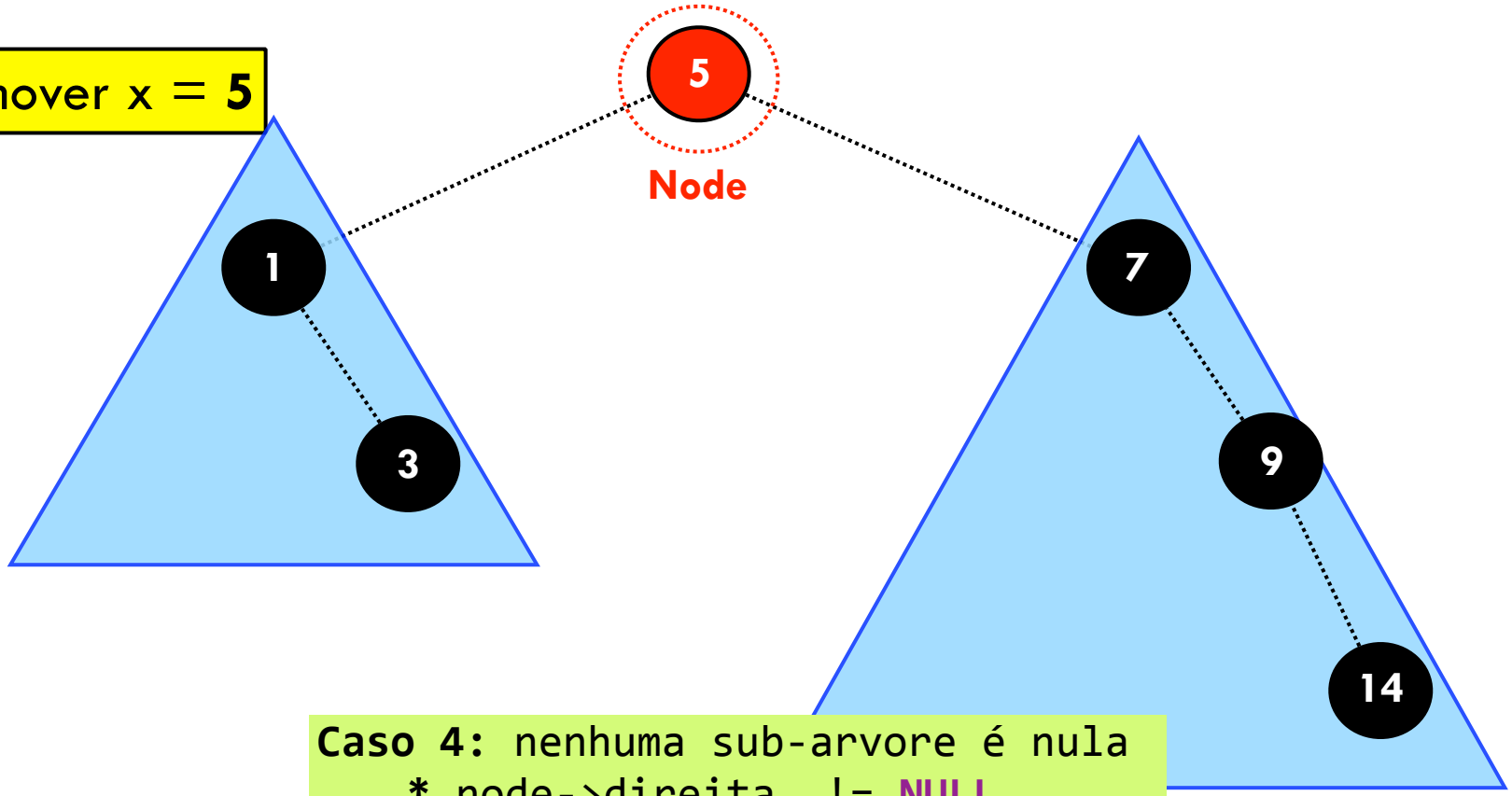


Caso 4: nenhuma sub-arvore é nula

```
    * node->direita  != NULL
    * node->esquerda != NULL
```

Remoção

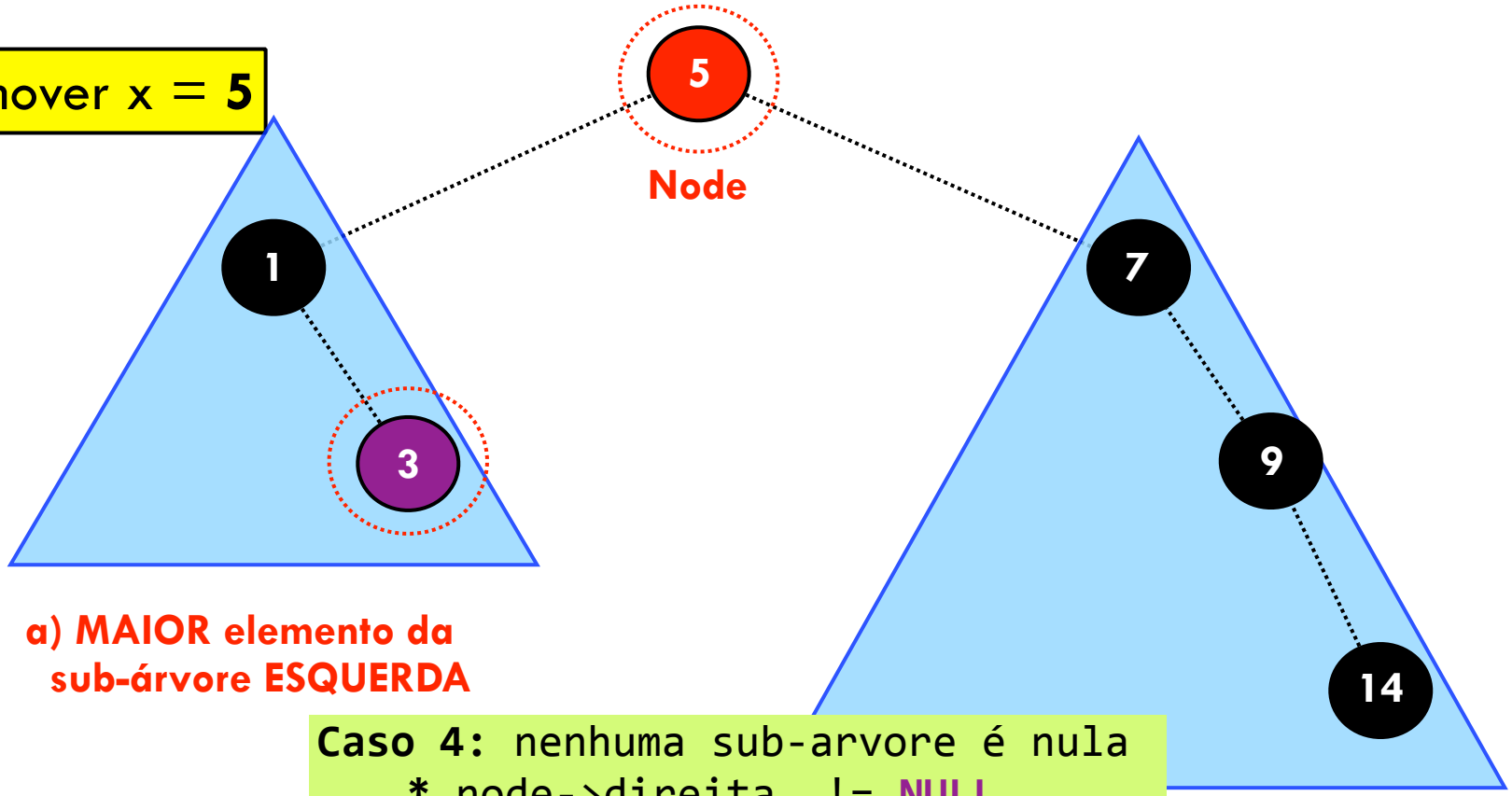
Remover x = 5



Caso 4: nenhuma sub-arvore é nula

```
    * node->direita  != NULL
    * node->esquerda != NULL
```

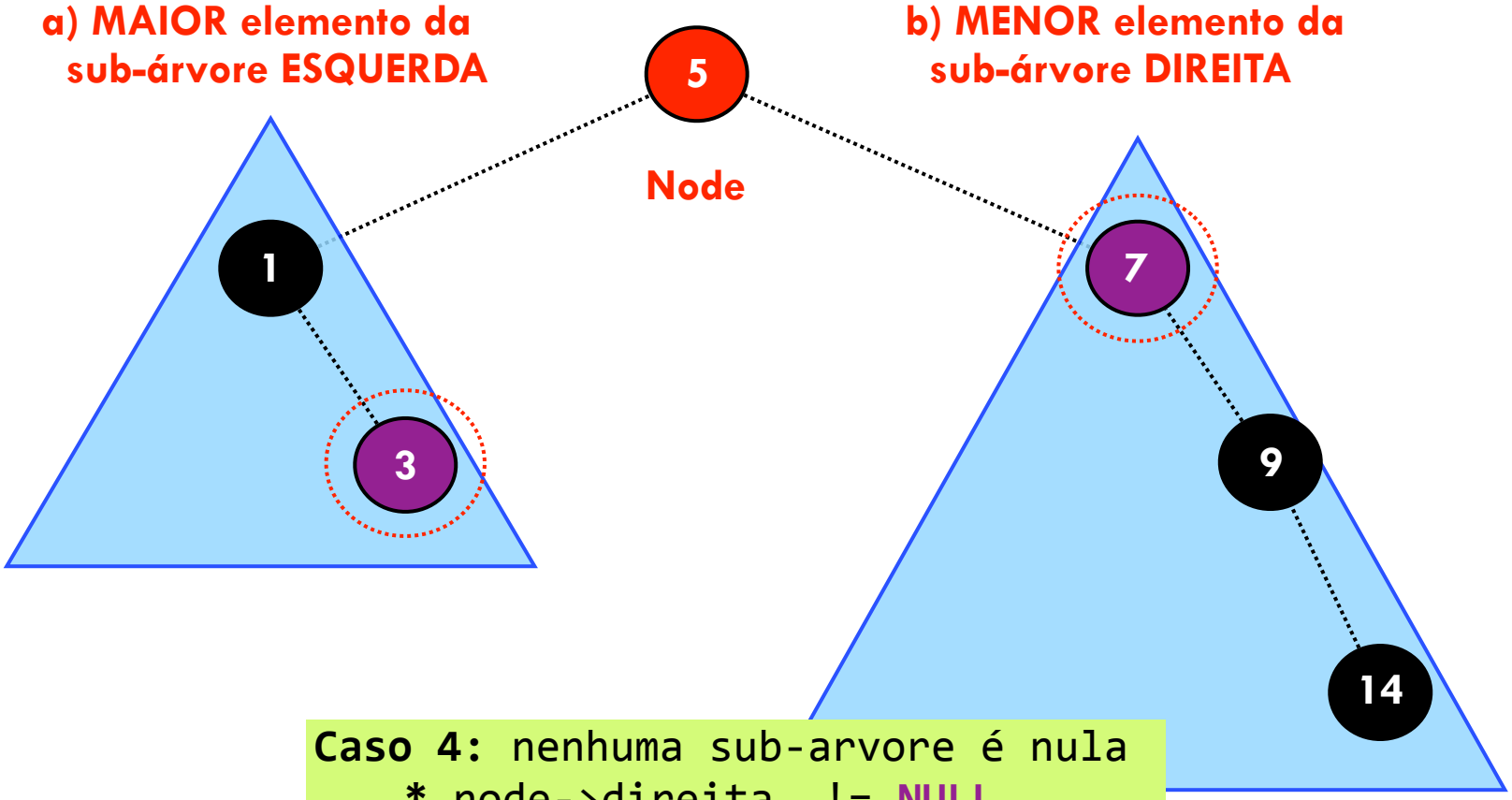
Remoção



Caso 4: nenhuma sub-arvore é nula

- node->direita != NULL
- node->esquerda != NULL

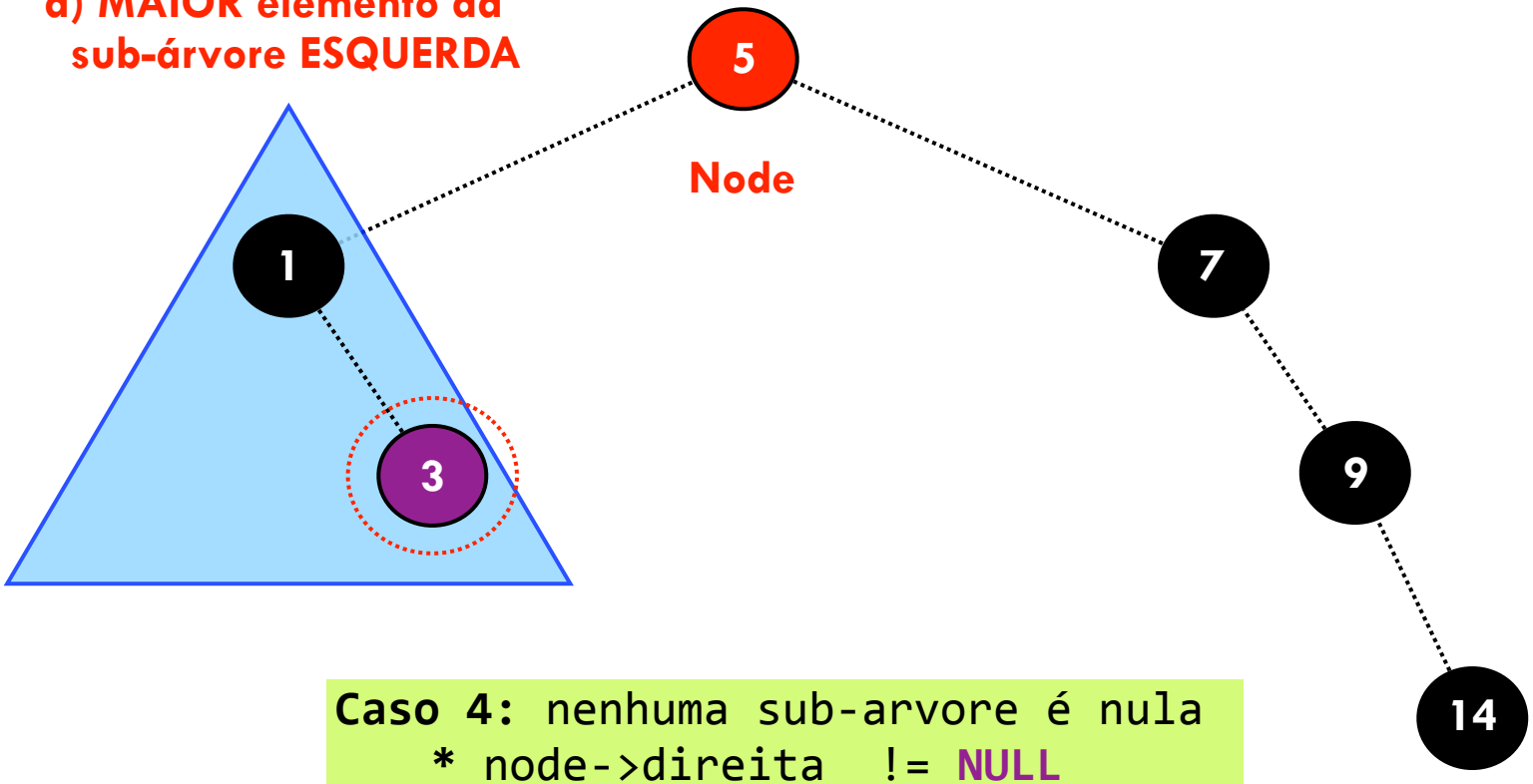
Remoção




```
Caso 4: nenhuma sub-arvore é nula
    * node->direita  != NULL
    * node->esquerda != NULL
```

Remoção

a) MAIOR elemento da sub-árvore ESQUERDA

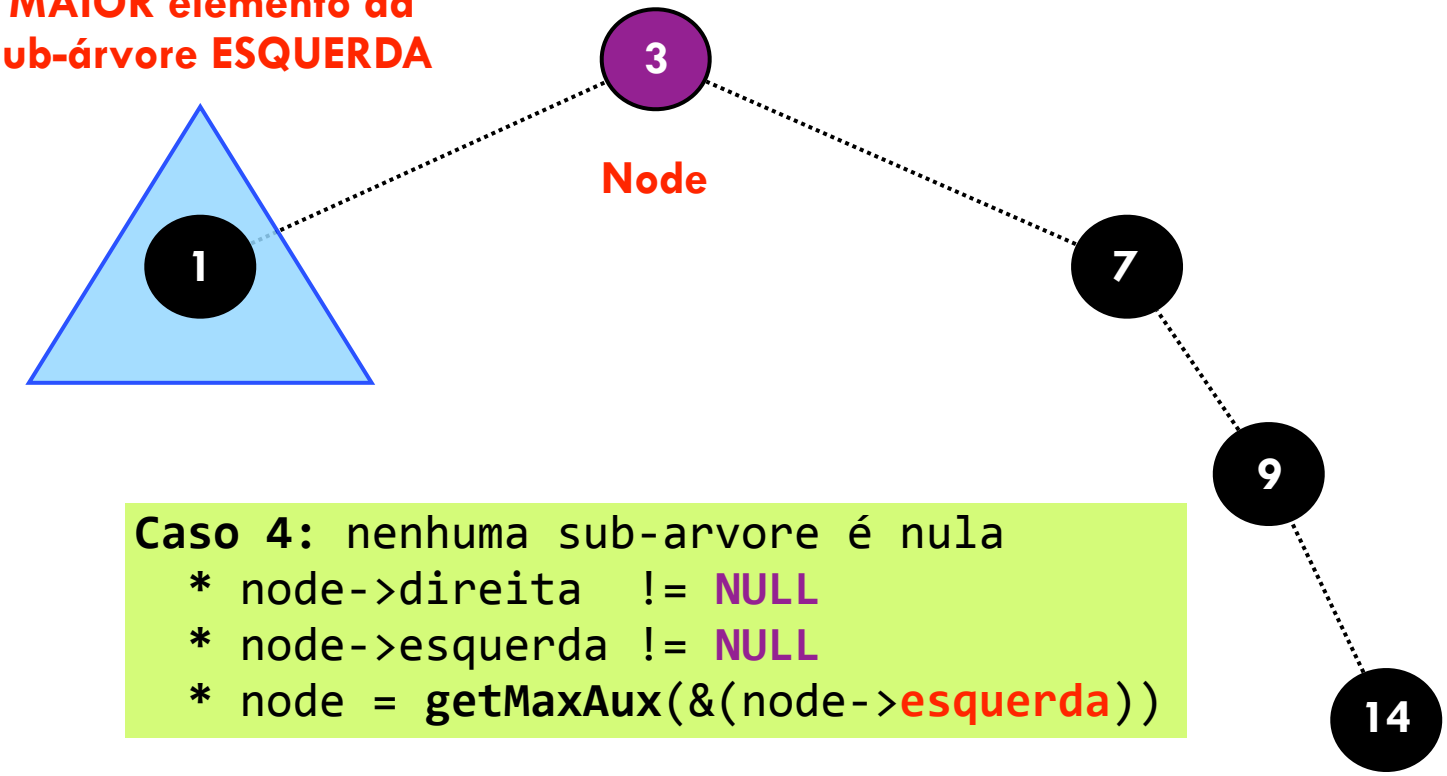


Caso 4: nenhuma sub-arvore é nula

```
    * node->direita  != NULL
    * node->esquerda != NULL
```

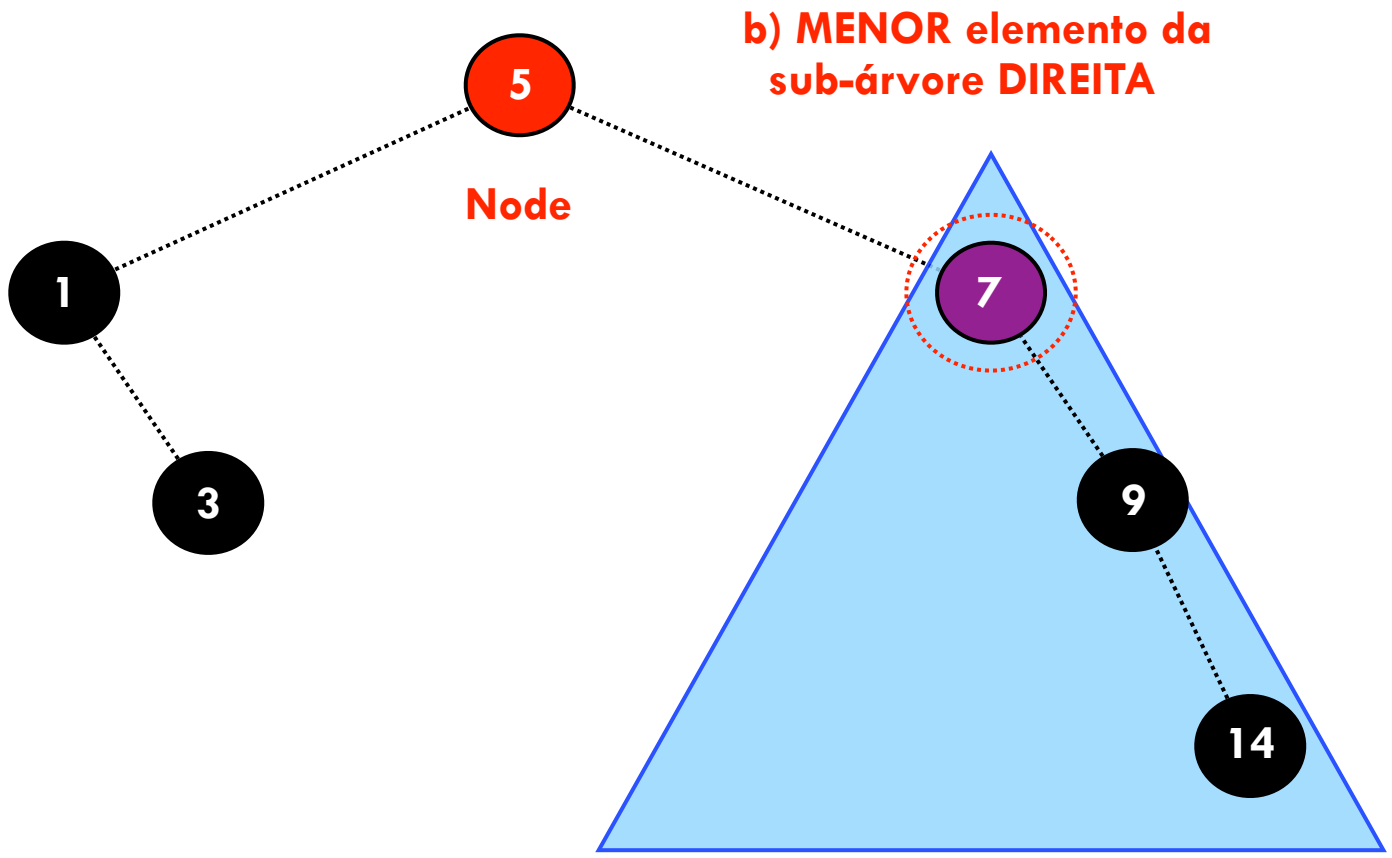
Remoção

a) MAIOR elemento da
sub-árvore ESQUERDA



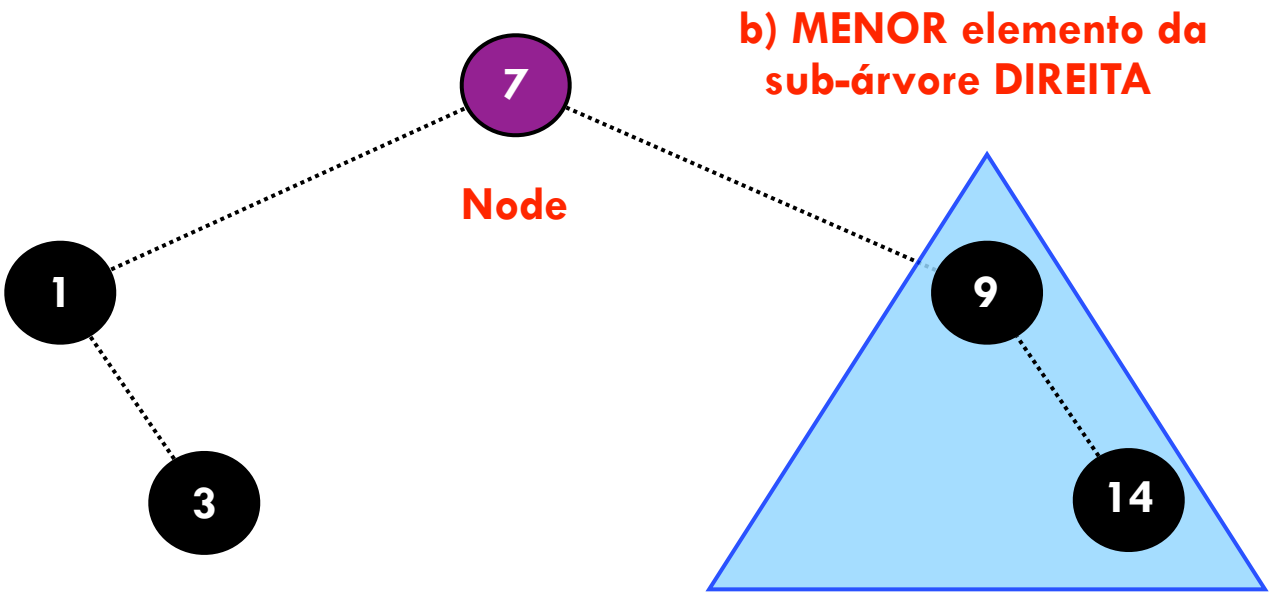

```
Caso 4: nenhuma sub-arvore é nula
  * node->direita  != NULL
  * node->esquerda != NULL
  * node = getMaxAux(&(node->esquerda))
```

Remoção




```
Caso 4: nenhuma sub-arvore é nula
    * node->direita  != NULL
    * node->esquerda != NULL
```

Remoção




```
Caso 4: nenhuma sub-arvore é nula
  * node->direita  != NULL
  * node->esquerda != NULL
  * node = getMinAux(&(node->direita))
```

Remoção

```
Remoção (Ponteiro *node, Item x)

1. se *node == NULL, não existe elemento a ser removido
    1.  return (false);

2. se (*node)->elemento.chave == x.chave
      // existe e tem q remover, verificar qual caso é
    1. Caso1: sub-arvore esquerda nula
    2. Caso2: sub-arvore direita nula
    3. Caso3: nó folha
    4. Caso4: existem ambas as sub-arvores
    5. return(true);

3. se (*node)->elemento.chave > x.chave
    1.return( Remoção recursivamente p filho da esquerda);
4.  senão
    1.return( Remoção recursivamente p filho da direita);
```

Exercício 01

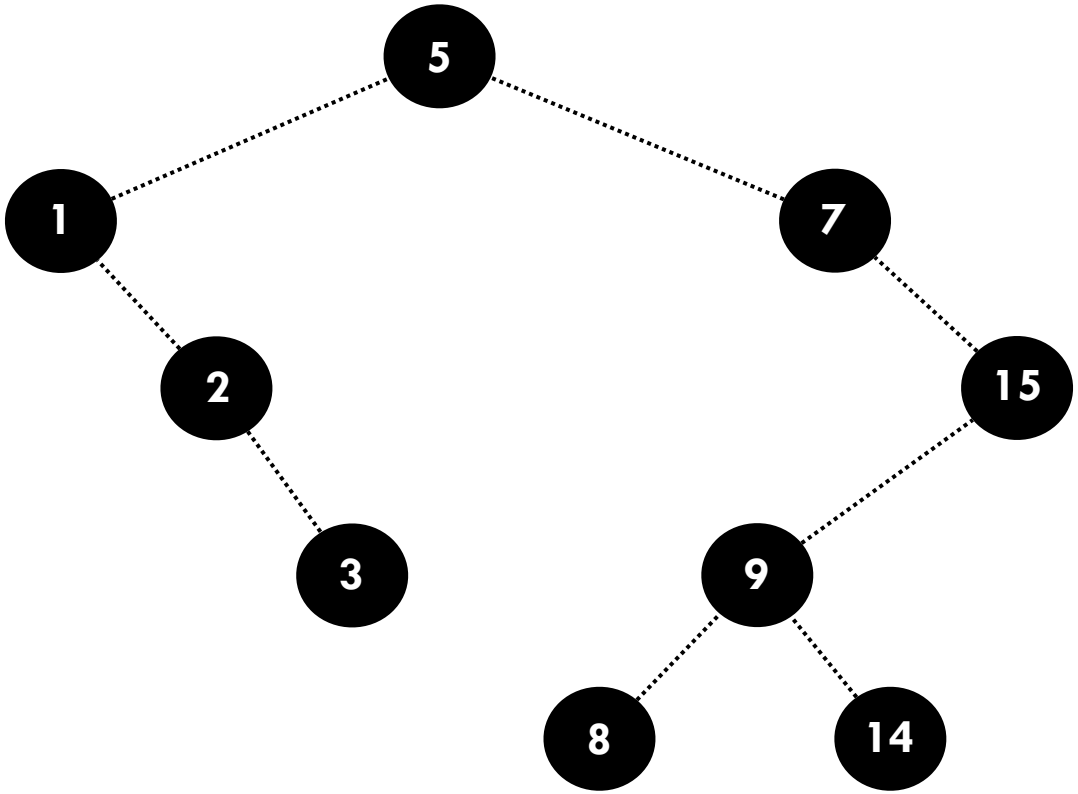
- Implementar a operação de remoção de árvores binárias;

Roteiro

1. Tópicos já vistos anteriormente
2. Remoção em Árvore Binárias
3. Próximos conteúdos
4. Referências

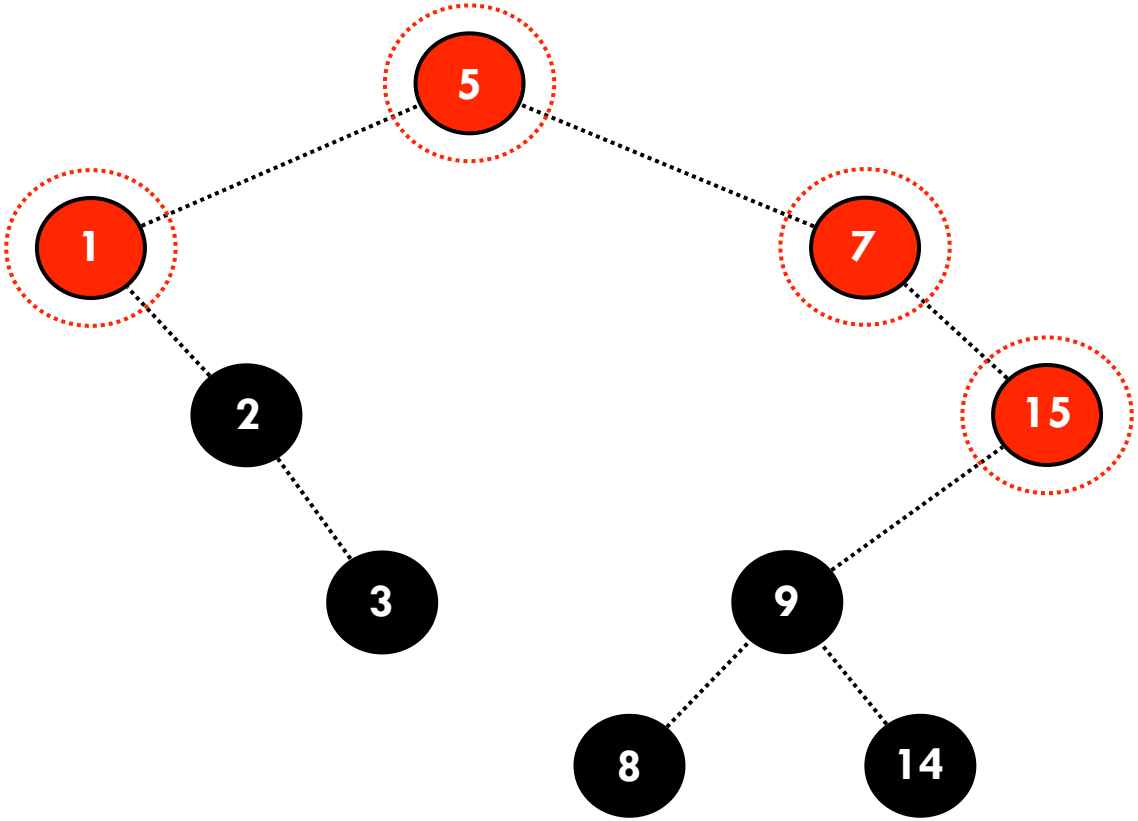
Próximas aulas

- Desbalanceamentos



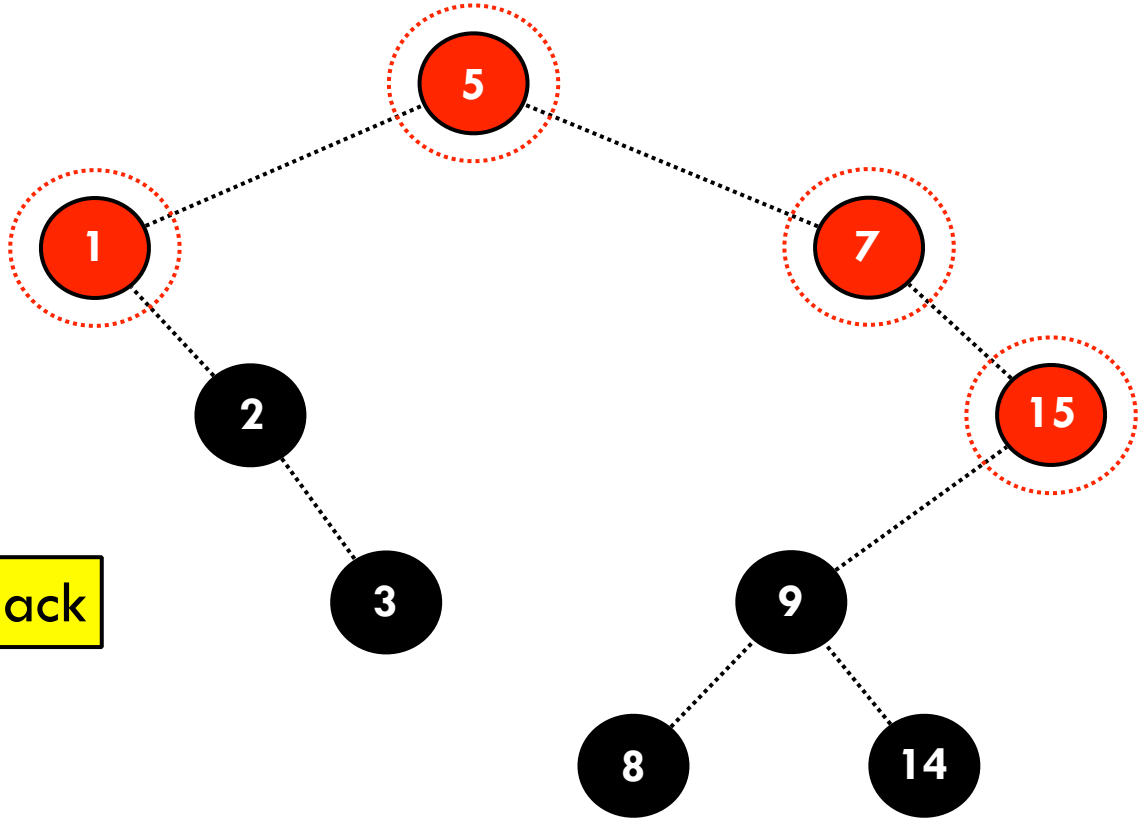
Próximas aulas

- Desbalanceamentos



Próximas aulas

- Desbalanceamentos



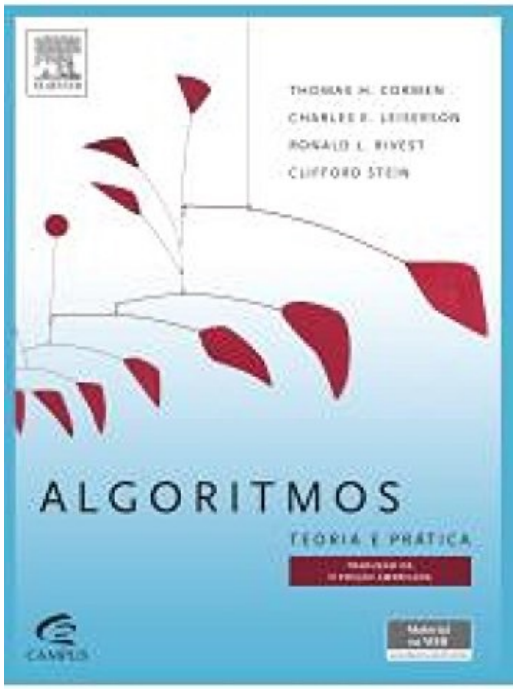
Árvores AVLs

Árvores Red-black

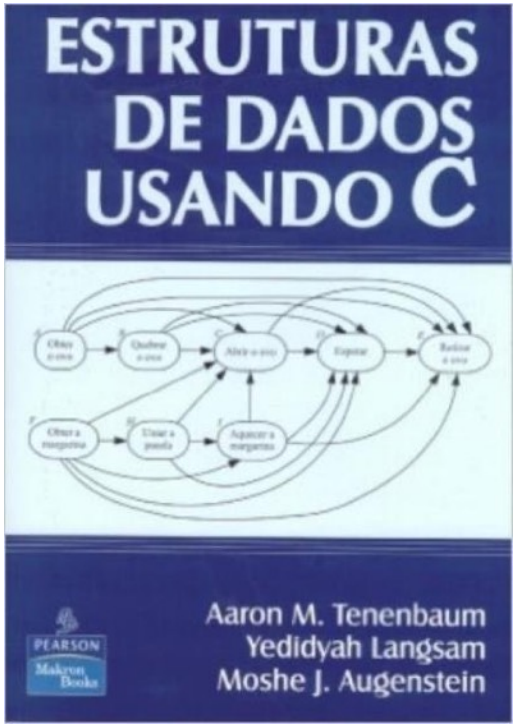
Roteiro

1. Tópicos já vistos anteriormente
2. Remoção em Árvore Binárias
3. Próximos conteúdos
4. Referências

Referências sugeridas

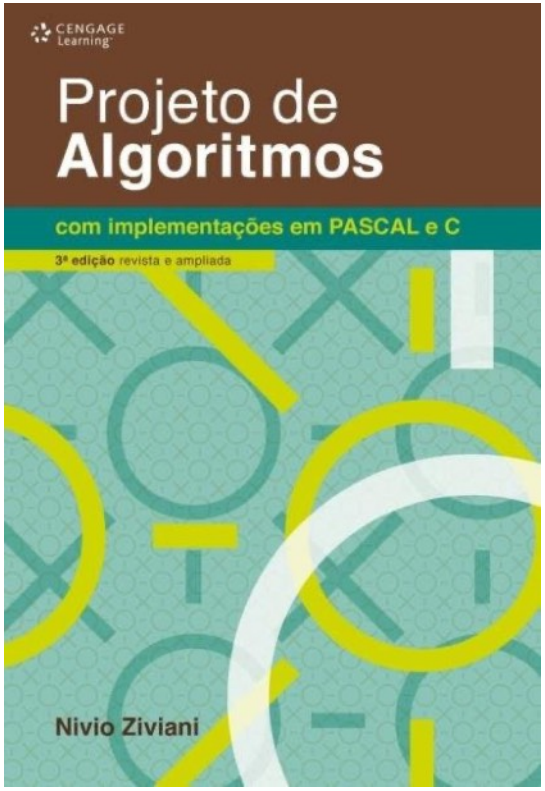


[Cormen et al, 2018]



[Tenenbaum et al, 1995]

Referências sugeridas



[Ziviani, 2010]

[Drozdek, 2017]

Perguntas?

Prof. Rafael G. **Mantovani**

rafaelmantovani@utfpr.edu.br