

Aula 24

Remover na Árvore Rubro Negra

Estruturas de Dados Avançadas

Professor Eurinardo Rodrigues Costa
Universidade Federal do Ceará
Campus Russas

2021.1

Sumário

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

1 Aulas Passadas

2 Remover na RN

- Algoritmo RotaRemoverRN

Aulas Passadas

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Aulas Passadas

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Definição (ABB Rubro Negra)

ABB em que cada nó v temos que

- (a) v é nó externo $\Rightarrow v$ é **N**
- (b) os caminhos de v para seus descendentes nós externos possuem idêntico número de nós negros
- (c) v é **R** e não é raiz \Rightarrow pai de v é **N**
- (d) v raiz $\Rightarrow v$ é **N**

Aulas Passadas

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Aulas Passadas

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 2: MoverPai($u, v, ptraiz$)

```
1 se  $u.pai = \text{externo}$  então  
2   |  $ptraiz \leftarrow v$   
3 senão  
4   | se  $u = u.pai.esq$  então  
5     |  $u.pai.esq \leftarrow v$   
6   | senão  
7     |  $u.pai.dir \leftarrow v$   
8  $v.pai \leftarrow u.pai$ 
```

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 4: $\text{RemoverRN}(z, \text{ptraz})$

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 5: RemoverRN(z , ptr az)

1 $y \leftarrow z$;

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 6: RemoverRN(z , $ptraz$)

1 $y \leftarrow z$; $corOriginal \leftarrow y.cor$;

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 7: RemoverRN(z , $ptraz$)

```
1  $y \leftarrow z$ ;  $corOriginal \leftarrow y.cor$ ;  
2 se  $y.esq = externo$  então
```

|

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 8: RemoverRN(z , $ptraz$)

```
1  $y \leftarrow z$ ;  $corOriginal \leftarrow y.cor$ ;  
2 se  $y.esq = externo$  então  
3    $x \leftarrow z.dir$   
4   MoverPai( $z$ ,  $z.dir$ );
```

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 9: RemoverRN(z , $ptraz$)

```
1  $y \leftarrow z$ ;  $corOriginal \leftarrow y.cor$ ;  
2 se  $y.esq = externo$  então  
3    $x \leftarrow z.dir$   
4   MoverPai( $z$ ,  $z.dir$ );  
5 senão
```

Vertical line extending downwards from line 5.

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 10: RemoverRN(z , $ptrai z$)

```
1  $y \leftarrow z$ ;  $corOriginal \leftarrow y.cor$ ;  
2 se  $y.esq = externo$  então  
3    $x \leftarrow z.dir$   
4   MoverPai( $z$ ,  $z.dir$ );  
5 senão  
6   se  $y.dir = externo$  então
```

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 11: RemoverRN(z , $ptrai$ z)

```
1  $y \leftarrow z$ ;  $corOriginal \leftarrow y.cor$ ;  
2 se  $y.esq = externo$  então  
3    $x \leftarrow z.dir$   
4   MoverPai( $z$ ,  $z.dir$ );  
5 senão  
6   se  $y.dir = externo$  então  
7      $x \leftarrow z.esq$   
8     MoverPai( $z$ ,  $z.esq$ );
```

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 12: RemoverRN(z , $ptraz$)

```
1  $y \leftarrow z$ ;  $corOriginal \leftarrow y.cor$ ;  
2 se  $y.esq = externo$  então  
3    $x \leftarrow z.dir$   
4   MoverPai( $z$ ,  $z.dir$ );  
5 senão  
6   se  $y.dir = externo$  então  
7      $x \leftarrow z.esq$   
8     MoverPai( $z$ ,  $z.esq$ );  
9   senão
```


Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 13: RemoverRN(z , $ptrai$ z)

```
1  $y \leftarrow z$ ;  $corOriginal \leftarrow y.cor$ ;
2 se  $y.esq = externo$  então
3    $x \leftarrow z.dir$ 
4   MoverPai( $z$ ,  $z.dir$ );
5 senão
6   se  $y.dir = externo$  então
7      $x \leftarrow z.esq$ 
8     MoverPai( $z$ ,  $z.esq$ );
9   senão
10     $y \leftarrow sucessor(z)$ ;
```

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 14: RemoverRN(z , $ptrai z$)

```
1  $y \leftarrow z$ ;  $corOriginal \leftarrow y.cor$ ;
2 se  $y.esq = externo$  então
3    $x \leftarrow z.dir$ 
4   MoverPai( $z$ ,  $z.dir$ );
5 senão
6   se  $y.dir = externo$  então
7      $x \leftarrow z.esq$ 
8     MoverPai( $z$ ,  $z.esq$ );
9   senão
10     $y \leftarrow sucessor(z)$ ;  $corOriginal \leftarrow y.cor$ ;
```

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 15: RemoverRN($z, ptraiz$)

```
1  $y \leftarrow z$ ;  $corOriginal \leftarrow y.cor$ ;
2 se  $y.esq = externo$  então
3    $x \leftarrow z.dir$ 
4   MoverPai( $z, z.dir$ );
5 senão
6   se  $y.dir = externo$  então
7      $x \leftarrow z.esq$ 
8     MoverPai( $z, z.esq$ );
9   senão
10     $y \leftarrow sucessor(z)$ ;  $corOriginal \leftarrow y.cor$ ;
11     $x \leftarrow y.dir$ 
```

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 16: RemoverRN(z , $ptrai z$)

```
1  $y \leftarrow z$ ;  $corOriginal \leftarrow y.cor$ ;
2 se  $y.esq = externo$  então
3    $x \leftarrow z.dir$ 
4   MoverPai( $z$ ,  $z.dir$ );
5 senão
6   se  $y.dir = externo$  então
7      $x \leftarrow z.esq$ 
8     MoverPai( $z$ ,  $z.esq$ );
9   senão
10     $y \leftarrow sucessor(z)$ ;  $corOriginal \leftarrow y.cor$ ;
11     $x \leftarrow y.dir$ 
12    se  $y.pai \neq z$  então
```

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 17: RemoverRN(z , $ptrai z$)

```
1  $y \leftarrow z$ ;  $corOriginal \leftarrow y.cor$ ;  
2 se  $y.esq = externo$  então  
3    $x \leftarrow z.dir$   
4   MoverPai( $z$ ,  $z.dir$ );  
5 senão  
6   se  $y.dir = externo$  então  
7      $x \leftarrow z.esq$   
8     MoverPai( $z$ ,  $z.esq$ );  
9   senão  
10     $y \leftarrow sucessor(z)$ ;  $corOriginal \leftarrow y.cor$ ;  
11     $x \leftarrow y.dir$   
12    se  $y.pai \neq z$  então  
13      MoverPai( $y$ ,  $x$ )  
14       $y.dir \leftarrow z.dir$   
15       $y.pai.dir \leftarrow y$ 
```

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 18: RemoverRN(z, p_{traiz})

```
1  $y \leftarrow z$ ;  $corOriginal \leftarrow y.cor$ ;
2 se  $y.esq = externo$  então
3    $x \leftarrow z.dir$ 
4   MoverPai( $z, z.dir$ );
5 senão
6   se  $y.dir = externo$  então
7      $x \leftarrow z.esq$ 
8     MoverPai( $z, z.esq$ );
9   senão
10     $y \leftarrow sucessor(z)$ ;  $corOriginal \leftarrow y.cor$ ;
11     $x \leftarrow y.dir$ 
12    se  $y.pai \neq z$  então
13      MoverPai( $y, x$ )
14       $y.dir \leftarrow z.dir$ 
15       $y.pai.dir \leftarrow y$ 
16    MoverPai( $z, y$ )
17     $y.esq \leftarrow z.esq$ 
18     $y.esq.pai \leftarrow y$ 
```

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 19: RemoverRN(z, p_{traiz})

```
1  $y \leftarrow z$ ;  $corOriginal \leftarrow y.cor$ ;
2 se  $y.esq = externo$  então
3    $x \leftarrow z.dir$ 
4   MoverPai( $z, z.dir$ );
5 senão
6   se  $y.dir = externo$  então
7      $x \leftarrow z.esq$ 
8     MoverPai( $z, z.esq$ );
9   senão
10     $y \leftarrow sucessor(z)$ ;  $corOriginal \leftarrow y.cor$ ;
11     $x \leftarrow y.dir$ 
12    se  $y.pai \neq z$  então
13      MoverPai( $y, x$ )
14       $y.dir \leftarrow z.dir$ 
15       $y.pai.dir \leftarrow y$ 
16    MoverPai( $z, y$ )
17     $y.esq \leftarrow z.esq$ 
18     $y.esq.pai \leftarrow y$ 
19 se  $corOriginal = N$  então
```

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 20: RemoverRN(z , $ptraz$)

```
1  $y \leftarrow z$ ;  $corOriginal \leftarrow y.cor$ ;
2 se  $y.esq = externo$  então
3    $x \leftarrow z.dir$ 
4   MoverPai( $z$ ,  $z.dir$ );
5 senão
6   se  $y.dir = externo$  então
7      $x \leftarrow z.esq$ 
8     MoverPai( $z$ ,  $z.esq$ );
9   senão
10     $y \leftarrow sucessor(z)$ ;  $corOriginal \leftarrow y.cor$ ;
11     $x \leftarrow y.dir$ 
12    se  $y.pai \neq z$  então
13      MoverPai( $y$ ,  $x$ )
14       $y.dir \leftarrow z.dir$ 
15       $y.pai.dir \leftarrow y$ 
16    MoverPai( $z$ ,  $y$ )
17     $y.esq \leftarrow z.esq$ 
18     $y.esq.pai \leftarrow y$ 
19 se  $corOriginal = N$  então
20   RotaRemoverRN( $x$ )
```

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 22: RotaRemoverRN(x)

Remover na árvore Rubro Negra

Prof.
Eurinardo

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 23: RotaRemoverRN(x)

```
1 enquanto  $x \neq ptraiz$  e  $x.cor \neq R$  faça
```

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 24: RotaRemoverRN(x)

```
1 enquanto  $x \neq ptraiz$  e  $x.cor \neq \text{R}$  faça
2   se  $x = x.pai.esq$  então
```

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 25: RotaRemoverRN(x)

```
1 enquanto  $x \neq ptraiz$  e  $x.cor \neq \text{R}$  faça
2     se  $x = x.pai.esq$  então
3          $w \leftarrow x.pai.dir$ 
```

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 26: RotaRemoverRN(x)

```
1 enquanto  $x \neq ptraiz$  e  $x.cor \neq \text{R}$  faça
2   se  $x = x.pai.esq$  então
3      $w \leftarrow x.pai.dir$ 
4     se  $w.cor = \text{R}$  então
```

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 27: RotaRemoverRN(x)

```
1 enquanto  $x \neq \text{pt}raiz$  e  $x.cor \neq \text{R}$  faça
2     se  $x = x.pai.esq$  então
3          $w \leftarrow x.pai.dir$ 
4         se  $w.cor = \text{R}$  então
5              $x.pai.cor \leftarrow \text{R}$ ;  $w.cor \leftarrow \text{N}$ ;
6             RotaçãoE( $x.pai$ )
7              $w \leftarrow x.pai.dir$ 
```

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 28: RotaRemoverRN(x)

```
1 enquanto  $x \neq \text{pt}raiz$  e  $x.cor \neq \text{R}$  faça
2     se  $x = x.pai.esq$  então
3          $w \leftarrow x.pai.dir$ 
4         se  $w.cor = \text{R}$  então
5              $x.pai.cor \leftarrow \text{R}$ ;  $w.cor \leftarrow \text{N}$ ;
6             RotaçãoE( $x.pai$ )
7              $w \leftarrow x.pai.dir$ 
8         se  $w.dir.cor = \text{N}$  e  $w.esq.cor = \text{N}$  então
```


Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 29: RotaRemoverRN(x)

```
1 enquanto  $x \neq \text{pt}raiz$  e  $x.cor \neq \text{R}$  faça
2     se  $x = x.pai.esq$  então
3          $w \leftarrow x.pai.dir$ 
4         se  $w.cor = \text{R}$  então
5              $x.pai.cor \leftarrow \text{R}$ ;  $w.cor \leftarrow \text{N}$ ;
6             RotaçãoE( $x.pai$ )
7              $w \leftarrow x.pai.dir$ 
8         se  $w.dir.cor = \text{N}$  e  $w.esq.cor = \text{N}$  então
9              $w.cor \leftarrow \text{R}$ 
10             $x \leftarrow x.pai$ 
```

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 30: RotaRemoverRN(x)

```
1 enquanto  $x \neq \text{pt}raiz$  e  $x.cor \neq \text{R}$  faça
2     se  $x = x.pai.esq$  então
3          $w \leftarrow x.pai.dir$ 
4         se  $w.cor = \text{R}$  então
5              $x.pai.cor \leftarrow \text{R}$ ;  $w.cor \leftarrow \text{N}$ ;
6             RotaçãoE( $x.pai$ )
7              $w \leftarrow x.pai.dir$ 
8         se  $w.dir.cor = \text{N}$  e  $w.esq.cor = \text{N}$  então
9              $w.cor \leftarrow \text{R}$ 
10             $x \leftarrow x.pai$ 
11        senão
```

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 31: RotaRemoverRN(x)

```
1 enquanto  $x \neq \text{pt}raiz$  e  $x.cor \neq \text{R}$  faça
2     se  $x = x.pai.esq$  então
3          $w \leftarrow x.pai.dir$ 
4         se  $w.cor = \text{R}$  então
5              $x.pai.cor \leftarrow \text{R}$ ;  $w.cor \leftarrow \text{N}$ ;
6             RotaçãoE( $x.pai$ )
7              $w \leftarrow x.pai.dir$ 
8         se  $w.dir.cor = \text{N}$  e  $w.esq.cor = \text{N}$  então
9              $w.cor \leftarrow \text{R}$ 
10             $x \leftarrow x.pai$ 
11        senão
12            se  $w.esq.cor = \text{R}$  então
```

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 32: RotaRemoverRN(x)

```
1 enquanto  $x \neq \text{pt}raiz$  e  $x.cor \neq \text{R}$  faça
2     se  $x = x.pai.esq$  então
3          $w \leftarrow x.pai.dir$ 
4         se  $w.cor = \text{R}$  então
5              $x.pai.cor \leftarrow \text{R}$ ;  $w.cor \leftarrow \text{N}$ ;
6             RotaçãoE( $x.pai$ )
7              $w \leftarrow x.pai.dir$ 
8         se  $w.dir.cor = \text{N}$  e  $w.esq.cor = \text{N}$  então
9              $w.cor \leftarrow \text{R}$ 
10             $x \leftarrow x.pai$ 
11        senão
12            se  $w.esq.cor = \text{R}$  então
13                 $w.esq.cor \leftarrow \text{N}$ ;  $w.cor \leftarrow \text{R}$ ;
14                RotaçãoD( $w$ )
15                 $w \leftarrow x.pai.dir$ 
```

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 33: RotaRemoverRN(x)

```
1 enquanto  $x \neq \text{pt}raiz$  e  $x.cor \neq \text{R}$  faça
2     se  $x = x.pai.esq$  então
3          $w \leftarrow x.pai.dir$ 
4         se  $w.cor = \text{R}$  então
5              $x.pai.cor \leftarrow \text{R}$ ;  $w.cor \leftarrow \text{N}$ ;
6             RotaçãoE( $x.pai$ )
7              $w \leftarrow x.pai.dir$ 
8         se  $w.dir.cor = \text{N}$  e  $w.esq.cor = \text{N}$  então
9              $w.cor \leftarrow \text{R}$ 
10             $x \leftarrow x.pai$ 
11        senão
12            se  $w.esq.cor = \text{R}$  então
13                 $w.esq.cor \leftarrow \text{N}$ ;  $w.cor \leftarrow \text{R}$ ;
14                RotaçãoD( $w$ )
15                 $w \leftarrow x.pai.dir$ 
16             $w.cor \leftarrow x.pai.dir$ 
17             $w.dir.cor \leftarrow \text{N}$ 
18            RotaçãoE( $x.pai$ )
19             $x \leftarrow \text{pt}raiz$ 
```

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 34: RotaRemoverRN(x)

```
1 enquanto  $x \neq \text{pt}raiz$  e  $x.cor \neq \text{R}$  faça
2     se  $x = x.pai.esq$  então
3          $w \leftarrow x.pai.dir$ 
4         se  $w.cor = \text{R}$  então
5              $x.pai.cor \leftarrow \text{R}$ ;  $w.cor \leftarrow \text{N}$ ;
6             RotaçãoE( $x.pai$ )
7              $w \leftarrow x.pai.dir$ 
8         se  $w.dir.cor = \text{N}$  e  $w.esq.cor = \text{N}$  então
9              $w.cor \leftarrow \text{R}$ 
10             $x \leftarrow x.pai$ 
11        senão
12            se  $w.esq.cor = \text{R}$  então
13                 $w.esq.cor \leftarrow \text{N}$ ;  $w.cor \leftarrow \text{R}$ ;
14                RotaçãoD( $w$ )
15                 $w \leftarrow x.pai.dir$ 
16             $w.cor \leftarrow x.pai.dir$ 
17             $w.dir.cor \leftarrow \text{N}$ 
18            RotaçãoE( $x.pai$ )
19             $x \leftarrow \text{pt}raiz$ 
20    senão
```

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 35: RotaRemoverRN(x)

```
1 enquanto  $x \neq \text{pt}raiz$  e  $x.cor \neq \text{R}$  faça
2   se  $x = x.pai.esq$  então
3      $w \leftarrow x.pai.dir$ 
4     se  $w.cor = \text{R}$  então
5        $x.pai.cor \leftarrow \text{R}$ ;  $w.cor \leftarrow \text{N}$ ;
6       RotaçãoE( $x.pai$ )
7        $w \leftarrow x.pai.dir$ 
8     se  $w.dir.cor = \text{N}$  e  $w.esq.cor = \text{N}$  então
9        $w.cor \leftarrow \text{R}$ 
10       $x \leftarrow x.pai$ 
11    senão
12      se  $w.esq.cor = \text{R}$  então
13         $w.esq.cor \leftarrow \text{N}$ ;  $w.cor \leftarrow \text{R}$ ;
14        RotaçãoD( $w$ )
15         $w \leftarrow x.pai.dir$ 
16       $w.cor \leftarrow x.pai.dir$ 
17       $w.dir.cor \leftarrow \text{N}$ 
18      RotaçãoE( $x.pai$ )
19       $x \leftarrow \text{pt}raiz$ 
20  senão
21    ... análogo (direita  $\leftrightarrow$  esquerda) ...
```

Remover na árvore Rubro Negra

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN

Algoritmo 36: RotaRemoverRN(x)

```
1 enquanto  $x \neq \text{pt}raiz$  e  $x.cor \neq \text{R}$  faça
2   se  $x = x.pai.esq$  então
3      $w \leftarrow x.pai.dir$ 
4     se  $w.cor = \text{R}$  então
5        $x.pai.cor \leftarrow \text{R}$ ;  $w.cor \leftarrow \text{N}$ ;
6       RotaçãoE( $x.pai$ )
7        $w \leftarrow x.pai.dir$ 
8     se  $w.dir.cor = \text{N}$  e  $w.esq.cor = \text{N}$  então
9        $w.cor \leftarrow \text{R}$ 
10       $x \leftarrow x.pai$ 
11     senão
12       se  $w.esq.cor = \text{R}$  então
13          $w.esq.cor \leftarrow \text{N}$ ;  $w.cor \leftarrow \text{R}$ ;
14         RotaçãoD( $w$ )
15          $w \leftarrow x.pai.dir$ 
16        $w.cor \leftarrow x.pai.dir$ 
17        $w.dir.cor \leftarrow \text{N}$ 
18       RotaçãoE( $x.pai$ )
19        $x \leftarrow \text{pt}raiz$ 
20   senão
21     ... análogo (direita  $\leftrightarrow$  esquerda) ...
22  $x.cor \leftarrow \text{N}$ 
```


Bibliografia

EDA - Aula 24

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Remover na
RN

Algoritmo
RotaRemoverRN



LEISERSON, C.E., STEIN, C., RIVEST, R.L., CORMEN
T.H.

Algoritmos: teoria e prática, 3ed.

Editora Campus, ano 2012.

Obrigado!