

Aula 23

Inserir na Árvore Rubro Negra

Estruturas de Dados Avançadas

Professor Eurinardo Rodrigues Costa
Universidade Federal do Ceará
Campus Russas

2021.1

Sumário

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

1 Aula Passada

2 Inserir na RN

- Algoritmo MoverPai
- Algoritmo Rota

Aula Passada

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Aula Passada

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai
Algoritmo Rota

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**

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 2: $\text{MoverPai}(u, v, ptrai\text{z})$

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 3: MoverPai($u, v, ptrai\grave{z}$)

1 **se** $u.pai = externo$ **então**

|

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 4: MoverPai($u, v, ptrai\grave{z}$)

```
1 se  $u.pai = externo$  então
2   |  $ptrai\grave{z} \leftarrow v$ 
```


Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 5: MoverPai($u, v, ptraz$)

```
1 se  $u.pai = \textit{externo}$  então  
2   |    $ptraz \leftarrow v$   
3 senão
```

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 6: MoverPai(u, v, ptr ai z)

```
1 se  $u.pai = \text{externo}$  então  
2   |    $ptrai\mathbf{z} \leftarrow v$   
3 senão  
4   |   se  $u = u.pai.esq$  então  
       |
```

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 7: MoverPai($u, v, ptraz$)

```
1 se  $u.pai = \text{externo}$  então  
2   |    $ptraz \leftarrow v$   
3 senão  
4   |   se  $u = u.pai.esq$  então  
5     |    $u.pai.esq \leftarrow v$ 
```

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 8: MoverPai($u, v, ptrai z$)

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

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 9: MoverPai($u, v, ptraz$)

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

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 10: MoverPai($u, v, ptraz$)

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

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 12: InserirRN(z , ptr_{raiz})

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 13: InserirRN(z , ptr_{raiz})

1 $y \leftarrow externo$;

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 14: InserirRN(z , $ptraz$)

1 $y \leftarrow externo$; $pt \leftarrow ptraz$;

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 15: InserirRN(z , ptr ai z)

- 1 $y \leftarrow \text{externo}; pt \leftarrow ptr$ ai z ;
- 2 **enquanto** $pt \neq \text{externo}$ **faça**

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 16: InserirRN(z , ptr ai z)

```
1  $y \leftarrow externo$ ;  $pt \leftarrow ptr$ ai $z$ ;  
2 enquanto  $pt \neq externo$  faça  
3    $y \leftarrow pt$ 
```

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 17: InserirRN(z , ptr ai z)

```
1  $y \leftarrow externo$ ;  $pt \leftarrow ptr$ ai $z$ ;  
2 enquanto  $pt \neq externo$  faça  
3    $y \leftarrow pt$   
4   se  $z.chave = pt.chave$  então  
5     “chave existente”;
```

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 18: InserirRN(z , ptr ai z)

```
1  $y \leftarrow externo$ ;  $pt \leftarrow ptr$ ai $z$ ;  
2 enquanto  $pt \neq externo$  faça  
3    $y \leftarrow pt$   
4   se  $z.chave = pt.chave$  então  
5     “chave existente”;  $y \leftarrow \lambda$ ;
```

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 19: InserirRN(z , ptr ai z)

```
1  $y \leftarrow externo$ ;  $pt \leftarrow ptr$ ai $z$ ;  
2 enquanto  $pt \neq externo$  faça  
3    $y \leftarrow pt$   
4   se  $z.chave = pt.chave$  então  
5     “chave existente”;  $y \leftarrow \lambda$ ;  $pt \leftarrow externo$ 
```

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 20: InserirRN(z , ptr ai z)

```
1  $y \leftarrow externo$ ;  $pt \leftarrow ptr$ ai $z$ ;  
2 enquanto  $pt \neq externo$  faça  
3   |  $y \leftarrow pt$   
4   | se  $z.chave = pt.chave$  então  
5   |   | “chave existente”;  $y \leftarrow \lambda$ ;  $pt \leftarrow externo$   
6   | senão  
   |   |
```


Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 21: InserirRN(z , pt_{raiz})

```
1  $y \leftarrow externo$ ;  $pt \leftarrow pt_{raiz}$ ;  
2 enquanto  $pt \neq externo$  faça  
3   |  $y \leftarrow pt$   
4   | se  $z.chave = pt.chave$  então  
5   |   | “chave existente”;  $y \leftarrow \lambda$ ;  $pt \leftarrow externo$   
6   | senão  
7   |   | se  $z.chave < pt.chave$  então
```

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 22: InserirRN(z , pt_{raiz})

```
1  $y \leftarrow externo$ ;  $pt \leftarrow ptraiz$ ;  
2 enquanto  $pt \neq externo$  faça  
3    $y \leftarrow pt$   
4   se  $z.chave = pt.chave$  então  
5     “chave existente”;  $y \leftarrow \lambda$ ;  $pt \leftarrow externo$   
6   senão  
7     se  $z.chave < pt.chave$  então  $pt \leftarrow pt.esq$ 
```

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 23: InserirRN(z , ptr ai z)

```
1  $y \leftarrow externo$ ;  $pt \leftarrow ptr$ ai $z$ ;  
2 enquanto  $pt \neq externo$  faça  
3    $y \leftarrow pt$   
4   se  $z.chave = pt.chave$  então  
5     “chave existente”;  $y \leftarrow \lambda$ ;  $pt \leftarrow externo$   
6   senão  
7     se  $z.chave < pt.chave$  então  $pt \leftarrow pt.esq$ ;  
8     senão
```

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 24: InserirRN(z , pt_{raiz})

```
1  $y \leftarrow externo$ ;  $pt \leftarrow ptraiz$ ;  
2 enquanto  $pt \neq externo$  faça  
3    $y \leftarrow pt$   
4   se  $z.chave = pt.chave$  então  
5     “chave existente”;  $y \leftarrow \lambda$ ;  $pt \leftarrow externo$   
6   senão  
7     se  $z.chave < pt.chave$  então  $pt \leftarrow pt.esq$ ;  
8     senão  $pt \leftarrow pt.dir$ 
```

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 25: InserirRN(z , ptr ai z)

```
1  $y \leftarrow externo$ ;  $pt \leftarrow ptr$ ai $z$ ;  
2 enquanto  $pt \neq externo$  faça  
3    $y \leftarrow pt$   
4   se  $z.chave = pt.chave$  então  
5     “chave existente”;  $y \leftarrow \lambda$ ;  $pt \leftarrow externo$   
6   senão  
7     se  $z.chave < pt.chave$  então  $pt \leftarrow pt.esq$ ;  
8     senão  $pt \leftarrow pt.dir$ ;  
9 se  $y \neq \lambda$  então
```

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 26: InserirRN(z , ptr ai z)

```
1  $y \leftarrow \text{externo}; pt \leftarrow ptr$ ai $z$ ;
2 enquanto  $pt \neq \text{externo}$  faça
3    $y \leftarrow pt$ 
4   se  $z.chave = pt.chave$  então
5     “chave existente”;  $y \leftarrow \lambda$ ;  $pt \leftarrow \text{externo}$ 
6   senão
7     se  $z.chave < pt.chave$  então  $pt \leftarrow pt.esq$ ;
8     senão  $pt \leftarrow pt.dir$ ;
9 se  $y \neq \lambda$  então
10   $z.pai \leftarrow y$ 
```

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 27: InserirRN(z , pt_{raiz})

```
1  $y \leftarrow externo$ ;  $pt \leftarrow ptraiz$ ;  
2 enquanto  $pt \neq externo$  faça  
3    $y \leftarrow pt$   
4   se  $z.chave = pt.chave$  então  
5     “chave existente”;  $y \leftarrow \lambda$ ;  $pt \leftarrow externo$   
6   senão  
7     se  $z.chave < pt.chave$  então  $pt \leftarrow pt.esq$ ;  
8     senão  $pt \leftarrow pt.dir$ ;  
9 se  $y \neq \lambda$  então  
10    $z.pai \leftarrow y$   
11   se  $y = externo$  então  
    |
```

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 28: InserirRN(z , $ptraz$)

```
1  $y \leftarrow externo$ ;  $pt \leftarrow ptraz$ ;  
2 enquanto  $pt \neq externo$  faça  
3    $y \leftarrow pt$   
4   se  $z.chave = pt.chave$  então  
5     “chave existente”;  $y \leftarrow \lambda$ ;  $pt \leftarrow externo$   
6   senão  
7     se  $z.chave < pt.chave$  então  $pt \leftarrow pt.esq$ ;  
8     senão  $pt \leftarrow pt.dir$ ;  
9 se  $y \neq \lambda$  então  
10    $z.pai \leftarrow y$   
11   se  $y = externo$  então  
12      $ptraz \leftarrow z$ 
```


Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 29: InserirRN(z , $ptraz$)

```
1  $y \leftarrow externo$ ;  $pt \leftarrow ptraz$ ;  
2 enquanto  $pt \neq externo$  faça  
3    $y \leftarrow pt$   
4   se  $z.chave = pt.chave$  então  
5     “chave existente”;  $y \leftarrow \lambda$ ;  $pt \leftarrow externo$   
6   senão  
7     se  $z.chave < pt.chave$  então  $pt \leftarrow pt.esq$ ;  
8     senão  $pt \leftarrow pt.dir$ ;  
9 se  $y \neq \lambda$  então  
10    $z.pai \leftarrow y$   
11   se  $y = externo$  então  
12      $ptraz \leftarrow z$   
13   senão
```

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 30: InserirRN(z , $ptraz$)

```
1  $y \leftarrow externo$ ;  $pt \leftarrow ptraz$ ;  
2 enquanto  $pt \neq externo$  faça  
3    $y \leftarrow pt$   
4   se  $z.chave = pt.chave$  então  
5     “chave existente”;  $y \leftarrow \lambda$ ;  $pt \leftarrow externo$   
6   senão  
7     se  $z.chave < pt.chave$  então  $pt \leftarrow pt.esq$ ;  
8     senão  $pt \leftarrow pt.dir$ ;  
9 se  $y \neq \lambda$  então  
10    $z.pai \leftarrow y$   
11   se  $y = externo$  então  
12      $ptraz \leftarrow z$   
13   senão  
14     se  $z.chave < y.chave$  então  
      |
```

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 31: InserirRN(z , $ptraz$)

```
1  $y \leftarrow externo$ ;  $pt \leftarrow ptraz$ ;  
2 enquanto  $pt \neq externo$  faça  
3    $y \leftarrow pt$   
4   se  $z.chave = pt.chave$  então  
5     “chave existente”;  $y \leftarrow \lambda$ ;  $pt \leftarrow externo$   
6   senão  
7     se  $z.chave < pt.chave$  então  $pt \leftarrow pt.esq$ ;  
8     senão  $pt \leftarrow pt.dir$ ;  
9 se  $y \neq \lambda$  então  
10    $z.pai \leftarrow y$   
11   se  $y = externo$  então  
12      $ptraz \leftarrow z$   
13   senão  
14     se  $z.chave < y.chave$  então  
15        $y.esq \leftarrow z$ 
```

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 32: InserirRN(z , $ptraz$)

```
1  $y \leftarrow externo$ ;  $pt \leftarrow ptraz$ ;  
2 enquanto  $pt \neq externo$  faça  
3    $y \leftarrow pt$   
4   se  $z.chave = pt.chave$  então  
5     “chave existente”;  $y \leftarrow \lambda$ ;  $pt \leftarrow externo$   
6   senão  
7     se  $z.chave < pt.chave$  então  $pt \leftarrow pt.esq$ ;  
8     senão  $pt \leftarrow pt.dir$ ;  
9 se  $y \neq \lambda$  então  
10    $z.pai \leftarrow y$   
11   se  $y = externo$  então  
12      $ptraz \leftarrow z$   
13   senão  
14     se  $z.chave < y.chave$  então  
15        $y.esq \leftarrow z$   
16     senão  
      |  
      |
```

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 33: InserirRN(z , $ptraz$)

```
1  $y \leftarrow externo$ ;  $pt \leftarrow ptraz$ ;  
2 enquanto  $pt \neq externo$  faça  
3    $y \leftarrow pt$   
4   se  $z.chave = pt.chave$  então  
5     “chave existente”;  $y \leftarrow \lambda$ ;  $pt \leftarrow externo$   
6   senão  
7     se  $z.chave < pt.chave$  então  $pt \leftarrow pt.esq$ ;  
8     senão  $pt \leftarrow pt.dir$ ;  
  
9 se  $y \neq \lambda$  então  
10    $z.pai \leftarrow y$   
11   se  $y = externo$  então  
12      $ptraz \leftarrow z$   
13   senão  
14     se  $z.chave < y.chave$  então  
15        $y.esq \leftarrow z$   
16     senão  
17        $y.dir \leftarrow z$ 
```

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 34: InserirRN(z , $ptraz$)

```
1   $y \leftarrow externo$ ;  $pt \leftarrow ptraz$ ;  
2  enquanto  $pt \neq externo$  faça  
3       $y \leftarrow pt$   
4      se  $z.chave = pt.chave$  então  
5          “chave existente”;  $y \leftarrow \lambda$ ;  $pt \leftarrow externo$   
6      senão  
7          se  $z.chave < pt.chave$  então  $pt \leftarrow pt.esq$ ;  
8          senão  $pt \leftarrow pt.dir$ ;  
  
9  se  $y \neq \lambda$  então  
10      $z.pai \leftarrow y$   
11     se  $y = externo$  então  
12          $ptraz \leftarrow z$   
13     senão  
14         se  $z.chave < y.chave$  então  
15              $y.esq \leftarrow z$   
16         senão  
17              $y.dir \leftarrow z$   
  
18      $z.esq \leftarrow z.dir \leftarrow externo$ 
```

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 35: InserirRN(z , $ptraz$)

```
1  $y \leftarrow externo$ ;  $pt \leftarrow ptraz$ ;  
2 enquanto  $pt \neq externo$  faça  
3    $y \leftarrow pt$   
4   se  $z.chave = pt.chave$  então  
5     “chave existente”;  $y \leftarrow \lambda$ ;  $pt \leftarrow externo$   
6   senão  
7     se  $z.chave < pt.chave$  então  $pt \leftarrow pt.esq$ ;  
8     senão  $pt \leftarrow pt.dir$ ;  
9 se  $y \neq \lambda$  então  
10    $z.pai \leftarrow y$   
11   se  $y = externo$  então  
12      $ptraz \leftarrow z$   
13   senão  
14     se  $z.chave < y.chave$  então  
15        $y.esq \leftarrow z$   
16     senão  
17        $y.dir \leftarrow z$   
18    $z.esq \leftarrow z.dir \leftarrow externo$   
19    $z.cor \leftarrow \mathbf{R}$ 
```

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 36: InserirRN(z , $ptraz$)

```
1   $y \leftarrow externo$ ;  $pt \leftarrow ptraz$ ;  
2  enquanto  $pt \neq externo$  faça  
3       $y \leftarrow pt$   
4      se  $z.chave = pt.chave$  então  
5          “chave existente”;  $y \leftarrow \lambda$ ;  $pt \leftarrow externo$   
6      senão  
7          se  $z.chave < pt.chave$  então  $pt \leftarrow pt.esq$ ;  
8          senão  $pt \leftarrow pt.dir$ ;  
9  se  $y \neq \lambda$  então  
10      $z.pai \leftarrow y$   
11     se  $y = externo$  então  
12          $ptraz \leftarrow z$   
13     senão  
14         se  $z.chave < y.chave$  então  
15              $y.esq \leftarrow z$   
16         senão  
17              $y.dir \leftarrow z$   
18      $z.esq \leftarrow z.dir \leftarrow externo$   
19      $z.cor \leftarrow \mathbf{R}$   
20     Rota( $z$ )
```


Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 38: RotaRN(z)

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 39: RotaRN(z)

1 enquanto $z.pai.cor = R$ faça

|

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 40: RotaRN(z)

```
1 enquanto  $z.pai.cor = R$  faça
2   se  $z.pai = z.pai.pai.esq$  então
```

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai
Algoritmo Rota

Algoritmo 41: RotaRN(z)

```
1 enquanto  $z.pai.cor = R$  faça
2     se  $z.pai = z.pai.pai.esq$  então
3          $y \leftarrow z.pai.pai.dir$ 
```

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai
Algoritmo Rota

Algoritmo 42: RotaRN(z)

```
1 enquanto  $z.pai.cor = R$  faça
2     se  $z.pai = z.pai.pai.esq$  então
3          $y \leftarrow z.pai.pai.dir$ 
4         se  $y.cor = R$  então
```

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 43: RotaRN(z)

```
1 enquanto  $z.pai.cor = R$  faça
2   se  $z.pai = z.pai.pai.esq$  então
3      $y \leftarrow z.pai.pai.dir$ 
4     se  $y.cor = R$  então
5        $z.pai.cor \leftarrow y.cor \leftarrow N$ 
6        $z.pai.pai.cor \leftarrow R$ 
7        $z \leftarrow z.pai.pai$ 
```

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 44: RotaRN(z)

```
1 enquanto  $z.pai.cor = R$  faça
2     se  $z.pai = z.pai.pai.esq$  então
3          $y \leftarrow z.pai.pai.dir$ 
4         se  $y.cor = R$  então
5              $z.pai.cor \leftarrow y.cor \leftarrow N$ 
6              $z.pai.pai.cor \leftarrow R$ 
7              $z \leftarrow z.pai.pai$ 
8         senão
```


Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 45: RotaRN(z)

```
1 enquanto  $z.pai.cor = R$  faça
2     se  $z.pai = z.pai.pai.esq$  então
3          $y \leftarrow z.pai.pai.dir$ 
4         se  $y.cor = R$  então
5              $z.pai.cor \leftarrow y.cor \leftarrow N$ 
6              $z.pai.pai.cor \leftarrow R$ 
7              $z \leftarrow z.pai.pai$ 
8         senão
9             se  $z = z.pai.dir$  então
```

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai
Algoritmo Rota

Algoritmo 46: RotaRN(z)

```
1 enquanto  $z.pai.cor = R$  faça
2     se  $z.pai = z.pai.pai.esq$  então
3          $y \leftarrow z.pai.pai.dir$ 
4         se  $y.cor = R$  então
5              $z.pai.cor \leftarrow y.cor \leftarrow N$ 
6              $z.pai.pai.cor \leftarrow R$ 
7              $z \leftarrow z.pai.pai$ 
8         senão
9             se  $z = z.pai.dir$  então
10                  $z \leftarrow z.pai$ 
11                 RotaçãoE( $z$ )
```

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai
Algoritmo Rota

Algoritmo 47: RotaRN(z)

```
1  enquanto  $z.pai.cor = R$  faça
2      se  $z.pai = z.pai.pai.esq$  então
3           $y \leftarrow z.pai.pai.dir$ 
4          se  $y.cor = R$  então
5               $z.pai.cor \leftarrow y.cor \leftarrow N$ 
6               $z.pai.pai.cor \leftarrow R$ 
7               $z \leftarrow z.pai.pai$ 
8          senão
9              se  $z = z.pai.dir$  então
10                  $z \leftarrow z.pai$ 
11                 RotaçãoE( $z$ )
12              $z.pai.cor \leftarrow N$ 
13              $z.pai.pai.cor \leftarrow R$ 
14             RotaçãoD( $z.pai.pai$ )
```

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai
Algoritmo Rota

Algoritmo 48: RotaRN(z)

```
1  enquanto  $z.pai.cor = R$  faça
2      se  $z.pai = z.pai.pai.esq$  então
3           $y \leftarrow z.pai.pai.dir$ 
4          se  $y.cor = R$  então
5               $z.pai.cor \leftarrow y.cor \leftarrow N$ 
6               $z.pai.pai.cor \leftarrow R$ 
7               $z \leftarrow z.pai.pai$ 
8          senão
9              se  $z = z.pai.dir$  então
10                  $z \leftarrow z.pai$ 
11                 RotaçãoE( $z$ )
12                  $z.pai.cor \leftarrow N$ 
13                  $z.pai.pai.cor \leftarrow R$ 
14                 RotaçãoD( $z.pai.pai$ )
15      senão
```

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai
Algoritmo Rota

Algoritmo 49: RotaRN(z)

```
1  enquanto  $z.pai.cor = R$  faça
2      se  $z.pai = z.pai.pai.esq$  então
3           $y \leftarrow z.pai.pai.dir$ 
4          se  $y.cor = R$  então
5               $z.pai.cor \leftarrow y.cor \leftarrow N$ 
6               $z.pai.pai.cor \leftarrow R$ 
7               $z \leftarrow z.pai.pai$ 
8          senão
9              se  $z = z.pai.dir$  então
10                  $z \leftarrow z.pai$ 
11                 RotaçãoE( $z$ )
12                  $z.pai.cor \leftarrow N$ 
13                  $z.pai.pai.cor \leftarrow R$ 
14                 RotaçãoD( $z.pai.pai$ )
15      senão
16          ... análogo (direita  $\leftrightarrow$  esquerda) ...
```

Inserir na RN

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai

Algoritmo Rota

Algoritmo 50: RotaRN(z)

```
1 enquanto  $z.pai.cor = R$  faça
2     se  $z.pai = z.pai.pai.esq$  então
3          $y \leftarrow z.pai.pai.dir$ 
4         se  $y.cor = R$  então
5              $z.pai.cor \leftarrow y.cor \leftarrow N$ 
6              $z.pai.pai.cor \leftarrow R$ 
7              $z \leftarrow z.pai.pai$ 
8         senão
9             se  $z = z.pai.dir$  então
10                  $z \leftarrow z.pai$ 
11                 RotaçãoE( $z$ )
12                  $z.pai.cor \leftarrow N$ 
13                  $z.pai.pai.cor \leftarrow R$ 
14                 RotaçãoD( $z.pai.pai$ )
15     senão
16         ... análogo (direita  $\leftrightarrow$  esquerda) ...
17  $ptraz.cor \leftarrow N$ 
```

Bibliografia

EDA - Aula 23

Prof.
Eurinardo

Aula Passada

Inserir na RN

Algoritmo MoverPai
Algoritmo Rota



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

Algoritmos: teoria e prática, 3ed.

Editora Campus, ano 2012.

Obrigado!