

# Aula 13

## AVL: Rotações e Algoritmo Inserir

### Estruturas de Dados Avançadas

Professor Eurinardo Rodrigues Costa  
Universidade Federal do Ceará  
Campus Russas

2021.1

# Sumário

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

1 Aula Passada

2 Rotações

3 Árvore Binária de Busca AVL

- Algoritmo Inserir

# Aula Passada

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

# Aula Passada

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

## Definição (Árvore Binária de Busca AVL)

*ABB em que cada nó  $v$  temos que*

$$-1 \leq h_D(v) - h_E(v) \leq 1$$

- $h_D(v)$  = altura da subárvore *direita* de  $v$
- $h_E(v)$  = altura da subárvore *esquerda* de  $v$

*neste caso dizemos que  $v$  é **regulado** e, em caso contrário, dizemos que  $v$  é **desregulado**.*

# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

**Rotações**

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

---

**Algoritmo 2:**  $\text{Caso1}(pt, h)$ 

---

# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

---

**Algoritmo 3:** Caso1( $pt, h$ )

---

**Entrada:**  $pt \rightarrow$  ponteiro para o nó para fazer rotação

# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

---

**Algoritmo 4:** Caso1( $pt, h$ )

---

**Entrada:**  $pt \rightarrow$  ponteiro para o nó para fazer rotação

**Saída:**  $h \leftarrow \begin{cases} V & , \text{ se altura modificada após a rotação} \\ F & , \text{ caso contrário.} \end{cases}$



# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

---

**Algoritmo 5:** Caso1(*pt*, *h*)

---

**Entrada:** *pt* → ponteiro para o nó para fazer rotação

**Saída:**  $h \leftarrow \begin{cases} V & , \text{ se altura modificada após a rotação} \\ F & , \text{ caso contrário.} \end{cases}$

```
1  ptu ← pt.esq
2  se ptu.bal = -1 então
3      |   pt.esq ← ptu.dir
4      |   ptu.dir ← pt
5      |   pt ← ptu
6      |   pt.dir.bal ← 0
7  senão
8      |   ptv ← ptu.dir
9      |   ptu.dir ← ptv.esq
10     |   ptv.esq ← ptu
11     |   pt.esq ← ptv.dir
12     |   ptv.dir ← pt
13     |   se ptv.bal = 1 então
14         |   pt.bal ← 0
15         |   ptu.bal ← -1
16     |   senão
17         |   pt.bal ← 1
18         |   ptu.bal ← 0
19     |   pt ← ptv
20 pt.bal ← 0; h ← F;
```

# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

---

**Algoritmo 7:** InserirAVL( $x, pt, h$ )

---

# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

---

**Algoritmo 8:**  $\text{InserirAVL}(x, pt, h)$

---

**Entrada:**  $x \rightarrow$  chave para inserir

$pt \rightarrow$  ponteiro para o nó raiz da AVL

# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

---

**Algoritmo 9:**  $\text{InserirAVL}(x, pt, h)$

---

**Entrada:**  $x \rightarrow$  chave para inserir

$pt \rightarrow$  ponteiro para o nó raiz da AVL

**Saída:**  $h \leftarrow \begin{cases} V & , \text{ se altura modificada após a inserção} \\ F & , \text{ caso contrário.} \end{cases}$

# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

---

**Algoritmo 10:** InserirAVL( $x, pt, h$ )

---

**Entrada:**  $x \rightarrow$  chave para inserir

$pt \rightarrow$  ponteiro para o nó raiz da AVL

**Saída:**  $h \leftarrow \begin{cases} V & , \text{ se altura modificada após a inserção} \\ F & , \text{ caso contrário.} \end{cases}$

1 **se**  $pt = \lambda$  **então**  
|

# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

---

**Algoritmo 11:** InserirAVL( $x, pt, h$ )

---

**Entrada:**  $x \rightarrow$  chave para inserir

$pt \rightarrow$  ponteiro para o nó raiz da AVL

**Saída:**  $h \leftarrow \begin{cases} V & , \text{ se altura modificada após a inserção} \\ F & , \text{ caso contrário.} \end{cases}$

1 **se**  $pt = \lambda$  **então**

2   |   iniciarNó( $pt, x$ );

# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

---

**Algoritmo 12:** InserirAVL( $x, pt, h$ )

---

**Entrada:**  $x \rightarrow$  chave para inserir $pt \rightarrow$  ponteiro para o nó raiz da AVL**Saída:**  $h \leftarrow \begin{cases} V & , \text{ se altura modificada após a inserção} \\ F & , \text{ caso contrário.} \end{cases}$ 

1 **se**  $pt = \lambda$  **então**

2   |   iniciarNó( $pt, x$ );  $h \leftarrow V$ ;



# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

---

**Algoritmo 13:** InserirAVL( $x, pt, h$ )

---

**Entrada:**  $x \rightarrow$  chave para inserir

$pt \rightarrow$  ponteiro para o nó raiz da AVL

**Saída:**  $h \leftarrow \begin{cases} V & , \text{ se altura modificada após a inserção} \\ F & , \text{ caso contrário.} \end{cases}$

```
1 se  $pt = \lambda$  então
2   |  iniciarNó( $pt, x$ );  $h \leftarrow V$ ;
3 senão
```

# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

---

**Algoritmo 14:** InserirAVL( $x, pt, h$ )

---

**Entrada:**  $x \rightarrow$  chave para inserir

$pt \rightarrow$  ponteiro para o nó raiz da AVL

**Saída:**  $h \leftarrow \begin{cases} V & , \text{ se altura modificada após a inserção} \\ F & , \text{ caso contrário.} \end{cases}$

```
1 se  $pt = \lambda$  então
2   |  iniciarNó( $pt, x$ );  $h \leftarrow V$ ;
3 senão
4   |  se  $x = pt.chave$  então
```

# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

---

**Algoritmo 15:** InserirAVL( $x, pt, h$ )

---

**Entrada:**  $x \rightarrow$  chave para inserir

$pt \rightarrow$  ponteiro para o nó raiz da AVL

**Saída:**  $h \leftarrow \begin{cases} V & , \text{ se altura modificada após a inserção} \\ F & , \text{ caso contrário.} \end{cases}$

1 **se**  $pt = \lambda$  **então**

2 |   iniciarNó( $pt, x$ );  $h \leftarrow V$ ;

3 **senão**

4 |   **se**  $x = pt.chave$  **então** "elem. encontrado"; pare;

# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

---

**Algoritmo 16:** InserirAVL( $x, pt, h$ )

---

**Entrada:**  $x \rightarrow$  chave para inserir

$pt \rightarrow$  ponteiro para o nó raiz da AVL

**Saída:**  $h \leftarrow \begin{cases} V & , \text{ se altura modificada após a inserção} \\ F & , \text{ caso contrário.} \end{cases}$

1 **se**  $pt = \lambda$  **então**

2 |   iniciarNó( $pt, x$ );  $h \leftarrow V$ ;

3 **senão**

4 |   **se**  $x = pt.chave$  **então** "elem. encontrado"; pare;

5 |   **se**  $x < pt.chave$  **então**

# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

---

**Algoritmo 17:** InserirAVL( $x, pt, h$ )

---

**Entrada:**  $x \rightarrow$  chave para inserir

$pt \rightarrow$  ponteiro para o nó raiz da AVL

**Saída:**  $h \leftarrow \begin{cases} V & , \text{ se altura modificada após a inserção} \\ F & , \text{ caso contrário.} \end{cases}$

```
1 se  $pt = \lambda$  então
2   |  iniciarNó( $pt, x$ );  $h \leftarrow V$ ;
3 senão
4   |  se  $x = pt.chave$  então "elem. encontrado"; pare;
5   |  se  $x < pt.chave$  então
6   |  |  InserirAVL( $x, pt.esq, h$ )
```

# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

---

**Algoritmo 18:** InserirAVL( $x, pt, h$ )

---

**Entrada:**  $x \rightarrow$  chave para inserir

$pt \rightarrow$  ponteiro para o nó raiz da AVL

**Saída:**  $h \leftarrow \begin{cases} V & , \text{ se altura modificada após a inserção} \\ F & , \text{ caso contrário.} \end{cases}$

```
1 se  $pt = \lambda$  então
2   |  iniciarNó( $pt, x$ );  $h \leftarrow V$ ;
3 senão
4   |  se  $x = pt.chave$  então "elem. encontrado"; pare;
5   |  se  $x < pt.chave$  então
6   |  |  InserirAVL( $x, pt.esq, h$ )
7   |  |  se  $h = V$  então
```

# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

---

**Algoritmo 19:** InserirAVL( $x, pt, h$ )

---

**Entrada:**  $x \rightarrow$  chave para inserir

$pt \rightarrow$  ponteiro para o nó raiz da AVL

**Saída:**  $h \leftarrow \begin{cases} V & , \text{ se altura modificada após a inserção} \\ F & , \text{ caso contrário.} \end{cases}$

```
1 se  $pt = \lambda$  então
2   |  iniciarNó( $pt, x$ );  $h \leftarrow V$ ;
3 senão
4   |  se  $x = pt.chave$  então "elem. encontrado"; pare;
5   |  se  $x < pt.chave$  então
6   |  |  InserirAVL( $x, pt.esq, h$ )
7   |  |  se  $h = V$  então
8   |  |  |  caso  $pt.bal$  seja
```

# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

---

**Algoritmo 20:** InserirAVL( $x, pt, h$ )

---

**Entrada:**  $x \rightarrow$  chave para inserir

$pt \rightarrow$  ponteiro para o nó raiz da AVL

**Saída:**  $h \leftarrow \begin{cases} V & , \text{ se altura modificada após a inserção} \\ F & , \text{ caso contrário.} \end{cases}$

```
1 se  $pt = \lambda$  então
2   | iniciarNó( $pt, x$ );  $h \leftarrow V$ ;
3 senão
4   | se  $x = pt.chave$  então "elem. encontrado"; pare;
5   | se  $x < pt.chave$  então
6   |   | InserirAVL( $x, pt.esq, h$ )
7   |   | se  $h = V$  então
8   |   |   | caso  $pt.bal$  seja
9   |   |   |   | 1 :  $pt.bal \leftarrow 0$ ;
```



# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

---

**Algoritmo 21:** InserirAVL( $x, pt, h$ )

---

**Entrada:**  $x \rightarrow$  chave para inserir

$pt \rightarrow$  ponteiro para o nó raiz da AVL

**Saída:**  $h \leftarrow \begin{cases} V & , \text{ se altura modificada após a inserção} \\ F & , \text{ caso contrário.} \end{cases}$

```
1 se  $pt = \lambda$  então
2   | iniciarNó( $pt, x$ );  $h \leftarrow V$ ;
3 senão
4   | se  $x = pt.chave$  então "elem. encontrado"; pare;
5   | se  $x < pt.chave$  então
6   |   | InserirAVL( $x, pt.esq, h$ )
7   |   | se  $h = V$  então
8   |   |   | caso  $pt.bal$  seja
9   |   |   |   | 1 :  $pt.bal \leftarrow 0$ ;  $h \leftarrow F$ ;
```

# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

---

**Algoritmo 22:** InserirAVL( $x, pt, h$ )

---

**Entrada:**  $x \rightarrow$  chave para inserir

$pt \rightarrow$  ponteiro para o nó raiz da AVL

**Saída:**  $h \leftarrow \begin{cases} V & , \text{ se altura modificada após a inserção} \\ F & , \text{ caso contrário.} \end{cases}$

```
1 se  $pt = \lambda$  então
2   | iniciarNó( $pt, x$ );  $h \leftarrow V$ ;
3 senão
4   | se  $x = pt.chave$  então "elem. encontrado"; pare;
5   | se  $x < pt.chave$  então
6   |   | InserirAVL( $x, pt.esq, h$ )
7   |   | se  $h = V$  então
8   |   |   | caso  $pt.bal$  seja
9   |   |   |   | 1 :  $pt.bal \leftarrow 0$ ;  $h \leftarrow F$ ;
10  |   |   |   | 0 :  $pt.bal \leftarrow -1$ ;
```

# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

---

**Algoritmo 23:** InserirAVL( $x$ ,  $pt$ ,  $h$ )

---

**Entrada:**  $x \rightarrow$  chave para inserir

$pt \rightarrow$  ponteiro para o nó raiz da AVL

**Saída:**  $h \leftarrow \begin{cases} V & , \text{ se altura modificada após a inserção} \\ F & , \text{ caso contrário.} \end{cases}$

```
1 se  $pt = \lambda$  então
2   | iniciarNó( $pt$ ,  $x$ );  $h \leftarrow V$ ;
3 senão
4   | se  $x = pt.chave$  então "elem. encontrado"; pare;
5   | se  $x < pt.chave$  então
6   |   | InserirAVL( $x$ ,  $pt.esq$ ,  $h$ )
7   |   | se  $h = V$  então
8   |   |   | caso  $pt.bal$  seja
9   |   |   |   | 1 :  $pt.bal \leftarrow 0$ ;  $h \leftarrow F$ ;
10  |   |   |   | 0 :  $pt.bal \leftarrow -1$ ;
11  |   |   |   | -1: Caso1( $pt$ ,  $h$ )
```

# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

---

**Algoritmo 24:** InserirAVL( $x, pt, h$ )

---

**Entrada:**  $x \rightarrow$  chave para inserir

$pt \rightarrow$  ponteiro para o nó raiz da AVL

**Saída:**  $h \leftarrow \begin{cases} V & , \text{ se altura modificada após a inserção} \\ F & , \text{ caso contrário.} \end{cases}$

```
1 se  $pt = \lambda$  então
2   | iniciarNó( $pt, x$ );  $h \leftarrow V$ ;
3 senão
4   | se  $x = pt.chave$  então "elem. encontrado"; pare;
5   | se  $x < pt.chave$  então
6   |   | InserirAVL( $x, pt.esq, h$ )
7   |   | se  $h = V$  então
8   |   |   | caso  $pt.bal$  seja
9   |   |   |   | 1 :  $pt.bal \leftarrow 0$ ;  $h \leftarrow F$ ;
10  |   |   |   | 0 :  $pt.bal \leftarrow -1$ ;
11  |   |   |   | -1: Caso1( $pt, h$ )
12  | senão
```

# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

---

**Algoritmo 25:** InserirAVL( $x, pt, h$ )

---

**Entrada:**  $x \rightarrow$  chave para inserir

$pt \rightarrow$  ponteiro para o nó raiz da AVL

**Saída:**  $h \leftarrow \begin{cases} V & , \text{ se altura modificada após a inserção} \\ F & , \text{ caso contrário.} \end{cases}$

```
1 se  $pt = \lambda$  então
2   | iniciarNó( $pt, x$ );  $h \leftarrow V$ ;
3 senão
4   | se  $x = pt.chave$  então "elem. encontrado"; pare;
5   | se  $x < pt.chave$  então
6   |   | InserirAVL( $x, pt.esq, h$ )
7   |   | se  $h = V$  então
8   |   |   | caso  $pt.bal$  seja
9   |   |   |   | 1 :  $pt.bal \leftarrow 0$ ;  $h \leftarrow F$ ;
10  |   |   |   | 0 :  $pt.bal \leftarrow -1$ ;
11  |   |   |   | -1: Caso1( $pt, h$ )
12  |   | senão
13  |   |   | InserirAVL( $x, pt.dir, h$ )
```

# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

---

**Algoritmo 26:** InserirAVL( $x$ ,  $pt$ ,  $h$ )

---

**Entrada:**  $x \rightarrow$  chave para inserir

$pt \rightarrow$  ponteiro para o nó raiz da AVL

**Saída:**  $h \leftarrow \begin{cases} V & , \text{ se altura modificada após a inserção} \\ F & , \text{ caso contrário.} \end{cases}$

```
1 se  $pt = \lambda$  então
2   | iniciarNó( $pt$ ,  $x$ );  $h \leftarrow V$ ;
3 senão
4   | se  $x = pt.chave$  então "elem. encontrado"; pare;
5   | se  $x < pt.chave$  então
6   |   | InserirAVL( $x$ ,  $pt.esq$ ,  $h$ )
7   |   | se  $h = V$  então
8   |   |   | caso  $pt.bal$  seja
9   |   |   |   | 1 :  $pt.bal \leftarrow 0$ ;  $h \leftarrow F$ ;
10  |   |   |   | 0 :  $pt.bal \leftarrow -1$ ;
11  |   |   |   | -1: Caso1( $pt$ ,  $h$ )
12  |   | senão
13  |   |   | InserirAVL( $x$ ,  $pt.dir$ ,  $h$ )
14  |   |   | se  $h = V$  então
```

# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

---

**Algoritmo 27:** InserirAVL( $x$ ,  $pt$ ,  $h$ )

---

**Entrada:**  $x \rightarrow$  chave para inserir

$pt \rightarrow$  ponteiro para o nó raiz da AVL

**Saída:**  $h \leftarrow \begin{cases} V & , \text{ se altura modificada após a inserção} \\ F & , \text{ caso contrário.} \end{cases}$

```
1 se  $pt = \lambda$  então
2   | iniciarNó( $pt$ ,  $x$ );  $h \leftarrow V$ ;
3 senão
4   | se  $x = pt.chave$  então "elem. encontrado"; pare;
5   | se  $x < pt.chave$  então
6   |   | InserirAVL( $x$ ,  $pt.esq$ ,  $h$ )
7   |   | se  $h = V$  então
8   |   |   | caso  $pt.bal$  seja
9   |   |   |   | 1 :  $pt.bal \leftarrow 0$ ;  $h \leftarrow F$ ;
10  |   |   |   | 0 :  $pt.bal \leftarrow -1$ ;
11  |   |   |   | -1: Caso1( $pt$ ,  $h$ )
12  |   | senão
13  |   |   | InserirAVL( $x$ ,  $pt.dir$ ,  $h$ )
14  |   |   | se  $h = V$  então
15  |   |   |   | caso  $pt.bal$  seja
```

# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

---

**Algoritmo 28:** InserirAVL( $x$ ,  $pt$ ,  $h$ )

---

**Entrada:**  $x \rightarrow$  chave para inserir

$pt \rightarrow$  ponteiro para o nó raiz da AVL

**Saída:**  $h \leftarrow \begin{cases} V & , \text{ se altura modificada após a inserção} \\ F & , \text{ caso contrário.} \end{cases}$

```
1 se  $pt = \lambda$  então
2   | iniciarNó( $pt$ ,  $x$ );  $h \leftarrow V$ ;
3 senão
4   | se  $x = pt.chave$  então "elem. encontrado"; pare;
5   | se  $x < pt.chave$  então
6   |   | InserirAVL( $x$ ,  $pt.esq$ ,  $h$ )
7   |   | se  $h = V$  então
8   |   |   | caso  $pt.bal$  seja
9   |   |   |   | 1 :  $pt.bal \leftarrow 0$ ;  $h \leftarrow F$ ;
10  |   |   |   | 0 :  $pt.bal \leftarrow -1$ ;
11  |   |   |   | -1: Caso1( $pt$ ,  $h$ )
12  |   | senão
13  |   |   | InserirAVL( $x$ ,  $pt.dir$ ,  $h$ )
14  |   |   | se  $h = V$  então
15  |   |   |   | caso  $pt.bal$  seja
16  |   |   |   |   | -1:  $pt.bal \leftarrow 0$ ;
```



# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

---

**Algoritmo 29:** InserirAVL( $x$ ,  $pt$ ,  $h$ )

---

**Entrada:**  $x \rightarrow$  chave para inserir

$pt \rightarrow$  ponteiro para o nó raiz da AVL

**Saída:**  $h \leftarrow \begin{cases} V & , \text{ se altura modificada após a inserção} \\ F & , \text{ caso contrário.} \end{cases}$

```
1 se  $pt = \lambda$  então
2   | iniciarNó( $pt$ ,  $x$ );  $h \leftarrow V$ ;
3 senão
4   | se  $x = pt.chave$  então "elem. encontrado"; pare;
5   | se  $x < pt.chave$  então
6   |   | InserirAVL( $x$ ,  $pt.esq$ ,  $h$ )
7   |   | se  $h = V$  então
8   |   |   | caso  $pt.bal$  seja
9   |   |   |   | 1 :  $pt.bal \leftarrow 0$ ;  $h \leftarrow F$ ;
10  |   |   |   | 0 :  $pt.bal \leftarrow -1$ ;
11  |   |   |   | -1: Caso1( $pt$ ,  $h$ )
12  |   | senão
13  |   |   | InserirAVL( $x$ ,  $pt.dir$ ,  $h$ )
14  |   |   | se  $h = V$  então
15  |   |   |   | caso  $pt.bal$  seja
16  |   |   |   |   | -1:  $pt.bal \leftarrow 0$ ;  $h \leftarrow F$ ;
```

# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

---

**Algoritmo 30:** InserirAVL( $x$ ,  $pt$ ,  $h$ )

---

**Entrada:**  $x \rightarrow$  chave para inserir

$pt \rightarrow$  ponteiro para o nó raiz da AVL

**Saída:**  $h \leftarrow \begin{cases} V & , \text{ se altura modificada após a inserção} \\ F & , \text{ caso contrário.} \end{cases}$

```
1 se  $pt = \lambda$  então
2   | iniciarNó( $pt$ ,  $x$ );  $h \leftarrow V$ ;
3 senão
4   | se  $x = pt.chave$  então "elem. encontrado"; pare;
5   | se  $x < pt.chave$  então
6   |   | InserirAVL( $x$ ,  $pt.esq$ ,  $h$ )
7   |   | se  $h = V$  então
8   |   |   | caso  $pt.bal$  seja
9   |   |   |   | 1 :  $pt.bal \leftarrow 0$ ;  $h \leftarrow F$ ;
10  |   |   |   | 0 :  $pt.bal \leftarrow -1$ ;
11  |   |   |   | -1: Caso1( $pt$ ,  $h$ )
12  |   | senão
13  |   |   | InserirAVL( $x$ ,  $pt.dir$ ,  $h$ )
14  |   |   | se  $h = V$  então
15  |   |   |   | caso  $pt.bal$  seja
16  |   |   |   |   | -1:  $pt.bal \leftarrow 0$ ;  $h \leftarrow F$ ;
17  |   |   |   |   | 0 :  $pt.bal \leftarrow 1$ ;
```

# Árvore Binária de Busca AVL

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL

Algoritmo Inserir

---

**Algoritmo 31:** InserirAVL( $x$ ,  $pt$ ,  $h$ )

---

**Entrada:**  $x \rightarrow$  chave para inserir

$pt \rightarrow$  ponteiro para o nó raiz da AVL

**Saída:**  $h \leftarrow \begin{cases} V & , \text{ se altura modificada após a inserção} \\ F & , \text{ caso contrário.} \end{cases}$

```
1 se  $pt = \lambda$  então
2   | iniciarNó( $pt$ ,  $x$ );  $h \leftarrow V$ ;
3 senão
4   | se  $x = pt.chave$  então "elem. encontrado"; pare;
5   | se  $x < pt.chave$  então
6   |   | InserirAVL( $x$ ,  $pt.esq$ ,  $h$ )
7   |   | se  $h = V$  então
8   |   |   | caso  $pt.bal$  seja
9   |   |   |   | 1 :  $pt.bal \leftarrow 0$ ;  $h \leftarrow F$ ;
10  |   |   |   | 0 :  $pt.bal \leftarrow -1$ ;
11  |   |   |   | -1 : Caso1( $pt$ ,  $h$ )
12  |   | senão
13  |   |   | InserirAVL( $x$ ,  $pt.dir$ ,  $h$ )
14  |   |   | se  $h = V$  então
15  |   |   |   | caso  $pt.bal$  seja
16  |   |   |   |   | -1 :  $pt.bal \leftarrow 0$ ;  $h \leftarrow F$ ;
17  |   |   |   |   | 0 :  $pt.bal \leftarrow 1$ ;
18  |   |   |   |   | 1 : Caso2( $pt$ ,  $h$ )
```

# Bibliografia

EDA - Aula 13

Prof.  
Eurinardo

Aula Passada

Rotações

Árvore Binária  
de Busca AVL  
Algoritmo Inserir



**SZWARCFITER , Jayme; MARKENZON, Lilian.**  
*Estruturas de Dados e Seus Algoritmos.3a edição.*  
LTC, ano 2010. (ISBN 9788521617501).

# Obrigado!