Aula anterior

- Introdução a árvore binária
- Inserção
- Pesquisa e caminhamento
- Remoção

Árvore AVL

Prof. Diego Silva Caldeira Rocha

Objetivos

- Balanceamento de Árvores Binárias
- Árvore AVL

Balanceamento de Árvores

- Qual é a vantagem de uma árvore balanceada?

Balanceamento de Árvores

- Qual é a vantagem de uma árvore balanceada?

  - Resposta: eficiência em termos de pesquisa, inserção e remoção

- Inicialmente, todas árvores são balanceadas e elas podem desbalancear após as operações de inserção e remoção

Ideia Básica do Balanceamento de Árvores

- As árvores desbalanceadas para a esquerda devem ser rotacionadas para a direita e as para a direita, para a esquerda

Tipos de Rotação

- Rotação simples à esquerda
- Rotação simples à direita
- Rotação dupla direita - esquerda
- Rotação dupla esquerda - direita

Tipos de Rotação

- **Rotação simples à esquerda**
- Rotação simples à direita
- Rotação dupla direita - esquerda
- Rotação dupla esquerda - direita

Rotação Simples à Esquerda

- Usada em subárvores em que o pai e o filho estão desbalanceados para a direita

Rotação Simples à Esquerda

- Usada em subárvores em que o pai e o filho estão desbalanceados para a direita

Rotação Simples à Esquerda

- Usada em subárvores em que o pai e o filho estão desbalanceados para a direita

Implementação da Rotação à Esquerda

```
void metodo(){
                    ...
    no = rotacionarEsq(no);
                    ...
}
No rotacionarEsq (No no) {
    No noDir = no.dir;
    No noDirEsq = noDir.esq;

    noDir.esq = no;
    no.dir = noDirEsq;

    return noDir;
}
```

Implementação da Rotação à Esquerda

```
void metodo(){
                    ...
    no = rotacionarEsq(no);
                    ...
}
No rotacionarEsq (No no) {
    No noDir = no.dir;
    No noDirEsq = noDir.esq;

    noDir.esq = no;
    no.dir = noDirEsq;

    return noDir;
}
```

Implementação da Rotação à Esquerda

```
void metodo(){
                    ...
    no = rotacionarEsq(no);
                    ...
}
NoNo rotacionarEsq (No no) {
    No noDir = no.dir;
    No noDirEsq = noDir.esq;

    noDir.esq = no;
    no.dir = noDirEsq;

    return noDir;
}
```

Implementação da Rotação à Esquerda

```
void metodo(){
                    ...
    no = rotacionarEsq(no);
                    ...
}
NoNo rotacionarEsq (No no) {
    No noDir = no.dir;
    No noDirEsq = noDir.esq;

    noDir.esq = no;
    no.dir = noDirEsq;

    return noDir;
}
```

Implementação da Rotação à Esquerda

```
void metodo(){
                    ...
    no = rotacionarEsq(no);
                    ...
}
No rotacionarEsq (No no) {
    No noDir = no.dir;
    No noDirEsq = noDir.esq;

    noDir.esq = no;
    no.dir = noDirEsq;

    return noDir;
}
```

Implementação da Rotação à Esquerda

```
void metodo(){
                    ...
    no = rotacionarEsq(no);
                    ...
}
No rotacionarEsq (No no) {
    No noDir = no.dir;
    No noDirEsq = noDir.esq;

    noDir.esq = no;
    no.dir = noDirEsq;

    return noDir;
}
```

Implementação da Rotação à Esquerda

```
void metodo(){
                    ...
    no = rotacionarEsq(no);
                    ...
}
No rotacionarEsq (No no) {
    No noDir = no.dir;
    No noDirEsq = noDir.esq;

    noDir.esq = no;
    no.dir = noDirEsq;

    return noDir;
}
```

Implementação da Rotação à Esquerda

```
void metodo(){
                    ...
    no = rotacionarEsq(no);
                    ...
}
No rotacionarEsq (No no) {
    No noDir = no.dir;
    No noDirEsq = noDir.esq;

    noDir.esq = no;
    no.dir = noDirEsq;

    return noDir;
}
```

Tipos de Rotação

- Rotação simples à esquerda
- **Rotação simples à direita**
- Rotação dupla direita - esquerda
- Rotação dupla esquerda - direita

Rotação Simples à Direita

- Usada em subárvores em que o pai e o filho estão desbalanceados para a esquerda

Rotação Simples à Direita

- Usada em subárvores em que o pai e o filho estão desbalanceados para a esquerda

Rotação Simples à Direita

- Usada em subárvores em que o pai e o filho estão desbalanceados para a esquerda

Implementação da Rotação à Direita

```
void metodo(){
                    ...
    no = rotacionarDir(no);
                    ...
}
No rotacionarDir (No no) {

    //Exercício: Implemente
este método!!!

}
```

Implementação da Rotação à Direita

```
void metodo(){
                    ...
    no = rotacionarDir(no);
                    ...
}
No rotacionarDir (No no) {
    No noEsq = no.esq;
    No noEsqDir = noEsq.dir;

    noEsq.dir = no;
    no.esq = noEsqDir;

    return noEsq;
}
```

Implementação da Rotação à Direita

```
void metodo(){
                    ...
    no = rotacionarDir(no);
                    ...
}
No rotacionarDir (No no) {
    No noEsq = no.esq;
    No noEsqDir = noEsq.dir;

    noEsq.dir = no;
    no.esq = noEsqDir;

    return noEsq;
}
```

Implementação da Rotação à Direita

```
void metodo(){
                    ...
    no = rotacionarDir(no);
                    ...
}
No rotacionarDir (No no) {
    No noEsq = no.esq;
    No noEsqDir = noEsq.dir;

    noEsq.dir = no;
    no.esq = noEsqDir;

    return noEsq;
}
```

Implementação da Rotação à Direita

```
void metodo(){
                    ...
    no = rotacionarDir(no);
                    ...
}
No rotacionarDir (No no) {
    No noEsq = no.esq;
    No noEsqDir = noEsq.dir;

    noEsq.dir = no;
    no.esq = noEsqDir;

    return noEsq;
}
```

Implementação da Rotação à Direita

```
void metodo(){
                    ...
    no = rotacionarDir(no);
                    ...
}
No rotacionarDir (No no) {
    No noEsq = no.esq;
    No noEsqDir = noEsq.dir;

    noEsq.dir = no;
    no.esq = noEsqDir;

    return noEsq;
}
```

Implementação da Rotação à Direita

```
void metodo(){
                    ...
    no = rotacionarDir(no);
                    ...
}
No rotacionarDir (No no) {
    No noEsq = no.esq;
    No noEsqDir = noEsq.dir;

    noEsq.dir = no;
    no.esq = noEsqDir;

    return noEsq;
}
```

Implementação da Rotação à Direita

```
void metodo(){
                    ...
    no = rotacionarDir(no);
                    ...
}
No rotacionarDir (No no) {
    No noEsq = no.esq;
    No noEsqDir = noEsq.dir;

    noEsq.dir = no;
    no.esq = noEsqDir;

    return noEsq;
}
```

Implementação da Rotação à Direita

```
void metodo(){
                    ...
    no = rotacionarDir(no);
                    ...
}
No rotacionarDir (No no) {
    No noEsq = no.esq;
    No noEsqDir = noEsq.dir;

    noEsq.dir = no;
    no.esq = noEsqDir;

    return noEsq;
}
```

Tipos de Rotação

- Rotação simples à esquerda
- Rotação simples à direita
- **Rotação dupla direita - esquerda**
- Rotação dupla esquerda - direita

Rotação Dupla Direita - Esquerda

- Usada em subárvores em que o pai está desbalanceado para a direita e o filho para a esquerda

Rotação Dupla Direita - Esquerda

- Usada em subárvores em que o pai está desbalanceado para a direita e o filho para a esquerda

Alinhar o filho

Rotação Dupla Direita - Esquerda

- Usada em subárvores em que o pai está desbalanceado para a direita e o filho para a esquerda

Rotação Dupla Direita - Esquerda

- Usada em subárvores em que o pai está desbalanceado para a direita e o filho para a esquerda

Rotação Dupla Direita - Esquerda

- Usada em subárvores em que o pai está desbalanceado para a direita e o filho para a esquerda

Implementação da Rotação à Direita - Esquerda

```
No rotacionarDirEsq(No no) {
    no.dir = rotacionarDir(no.dir);
    return rotacionarEsq(no);
}
```

Tipos de Rotação

- Rotação simples à esquerda
- Rotação simples à direita
- Rotação dupla direita - esquerda
- **Rotação dupla esquerda - direita**

Rotação Dupla Esquerda - Direita

- Usada em subárvores em que o pai está desbalanceado para a esquerda e o filho para a direita

Rotação Dupla Esquerda - Direita

- Usada em subárvores em que o pai está desbalanceado para a esquerda e o filho para a direita

Alinhar o filho

Rotação Dupla Esquerda - Direita

- Usada em subárvores em que o pai está desbalanceado para a esquerda e o filho para a direita

Alinhar o filho

Rotação Dupla Esquerda - Direita

- Usada em subárvores em que o pai está desbalanceado para a esquerda e o filho para a direita

Rotação Dupla Esquerda - Direita

- Usada em subárvores em que o pai está desbalanceado para a esquerda e o filho para a direita

Implementação da Rotação à Esquerda - Direita

```
No rotacionarEsqDir(No no) {
    no.esq = rotacionarEsq(no.esq);
    return rotacionarDir(no);
}
```

Balanceamento de Árvores

- Qual é o custo para se manter uma árvore balanceada?

- Na prática, não existe “muita” diferença entre árvores balanceadas ou praticamente balanceadas

- Algumas árvores balanceadas como a AVL e a Alvinegra permitem árvores praticamente balanceadas

Balanceamento de Árvores

- Exemplo de árvore AVL em que as folhas ocupam mais de dois níveis

Introdução

- As árvores AVL foram propostas por Adelson-Velskii e Landis

- No pior caso, o número de comparações para se localizar um elemento em uma AVL é aproximadamente 1,44 * lg(n) = Θ(lg(n))

- Cada nó conhece seu **fator de balanceamento** que consiste na diferença entre o número de níveis de suas subárvores à esquerda e à direita

fator(i) = alturaDir(i) - alturaEsq(i)

Exercício

- Sejam as árvores abaixo, mostre o fator de balanceamento de cada nó

Exercício

- Sejam as árvores abaixo, mostre o fator de balanceamento de cada nó

Exercício

- Seja a árvore abaixo, mostre o fator de balanceamento de cada nó

Exercício

- Seja a árvore abaixo, mostre o fator de balanceamento de cada nó

Exercício

- Seja a árvore abaixo, faça a inserção de um elemento tal que o fator de balanceamento do nó cinco seja menos um

Exercício

- Seja a árvore abaixo, faça a inserção de um elemento tal que o fator de balanceamento do nó cinco seja menos um

Exercício

- Agora, faça a inserção de outro elemento para que o fator de balanceamento do nó cinco volte a ser zero

Exercício

- Faça a inserção de outro elemento para que o fator de balanceamento do nó cinco volte a ser 0

Exercício

- O que acontece se removermos o dois e, depois, o sete?

Exercício

- O que acontece se removermos o dois e, depois, o sete?

Exercício

- Seja a árvore abaixo, faça a inserção de um elemento tal que o fator de balanceamento do nó cinco seja menos dois

Exercício

- Seja a árvore abaixo, faça a inserção de um elemento tal que o fator de balanceamento do nó cinco seja menos dois

Exemplo de uma Árvore AVL

- O fator de cada nó será -1, 0 ou 1 como no exemplo abaixo:

Ideia Básica

- Cada nó conhece seu fator de balanceamento

- Quando o fator de um nó se torna ±2, o algoritmo da AVL rotaciona esse nó, sabendo que existem quatro tipos de rotação (R_E, R_D, R_{DE} e R_{ED})

Ideia Básica

Fator do nó	Tipo de rotação
2	Rotação para a esquerda
-2	Rotação para a direita

Ideia Básica

Fator do nó	Tipo de rotação
2	Rotação para a esquerda (R_E e R_{DE})
-2	Rotação para a direita (R_D e R_{ED})

Ideia Básica

Fator do nó	
2	Rotação para a esquerda (R_E e R_{DE})
-2	Rotação para a direita (R_D e R_{ED})

O tipo de rotação depende do fator do filho pertencente a maior subárvore

Ou seja, o pai...

Ideia Básica

Fator do nó	Fator do filho à direita	Fator do filho à esquerda	Tipo de rotação
2	1 0	-	Simples à esquerda
	-1		Dupla dir-esq
-2		-1 0	Simples à direita
		1	Dupla esq-dir

Ideia Básica

Fator do nó	Fator do filho à direita	Fator do filho à esquerda	Tipo de rotação
2	**1**	-	**Simples à esquerda**
	0		
	-1		Dupla dir-esq
-2		-1 0	Simples à direita
		1	Dupla esq-dir

Ideia Básica

- Nó com fator 2 (maior subárvore à direita) e seu filho à direita com fator 1

Rotação simples à esquerda no nó com fator 2

Ideia Básica

- Nó com fator 2 (maior subárvore à direita) e seu filho à direita com fator 1

Rotação simples à esquerda no nó com fator 2

Ideia Básica

- Nó com fator 2 (maior subárvore à direita) e seu filho à direita com fator 1

Rotação simples à esquerda no nó com fator 2

Ideia Básica

Fator do nó	Fator do filho à direita	Fator do filho à esquerda	Tipo de rotação
2	1		**Simples à esquerda**
	0		
	-1		Dupla dir-esq
-2		-1 0	Simples à direita
		1	Dupla esq-dir

Ideia Básica

- Nó com fator 2 (maior subárvore à direita) e seu filho à direita com fator 0

Rotação simples à esquerda no nó com fator 2

Ideia Básica

- Nó com fator 2 (maior subárvore à direita) e seu filho à direita com fator 0

Rotação simples à esquerda no nó com fator 2

Ideia Básica

- Nó com fator 2 (maior subárvore à direita) e seu filho à direita com fator 0

Rotação simples à esquerda no nó com fator 2

Ideia Básica

Fator do nó	Fator do filho à direita	Fator do filho à esquerda	Tipo de rotação
2	1 0		Simples à esquerda
	-1		Dupla dir-esq
-2		**-1**	**Simples à direita**
		0	
		1	Dupla esq-dir

Ideia Básica

- Nó com fator -2 (maior subárvore à esquerda) e seu filho à esquerda com fator -1

Rotação simples à direita no nó com fator -2

Ideia Básica

- Nó com fator -2 (maior subárvore à esquerda) e seu filho à esquerda com fator -1

Rotação simples à direita no nó com fator -2

Ideia Básica

- Nó com fator -2 (maior subárvore à esquerda) e seu filho à esquerda com fator -1

Rotação simples à direita no nó com fator -2

Ideia Básica

Fator do nó	Fator do filho à direita	Fator do filho à esquerda	Tipo de rotação
2	1 0		Simples à esquerda
	-1		Dupla dir-esq
-2		-1	**Simples à direita**
		0	
		1	Dupla esq-dir

Ideia Básica

- Nó com fator -2 (maior subárvore à esquerda) e seu filho à esquerda com fator -1

Rotação simples à direita no nó com fator -2

Ideia Básica

- Nó com fator -2 (maior subárvore à esquerda) e seu filho à esquerda com fator -1

Rotação simples à direita no nó com fator -2

Ideia Básica

- Nó com fator -2 (maior subárvore à esquerda) e seu filho à esquerda com fator -1

Rotação simples à direita no nó com fator -2

Ideia Básica

Fator do nó	Fator do filho à direita	Fator do filho à esquerda	Tipo de rotação
2	1 **0**		Simples à esquerda
	-1		**Dupla dir-esq**
-2		-1 0	Simples à direita
		1	Dupla esq-dir

Ideia Básica

- Nó com fator 2 (maior subárvore à direita) e seu filho à esquerda com fator -1

Rotação à direita no nó com fator -1 e à esquerda no com 2

Ideia Básica

- Nó com fator 2 (maior subárvore à direita) e seu filho à esquerda com fator -1

Rotação à direita no nó com fator -1 e à esquerda no com 2

Ideia Básica

- Nó com fator 2 (maior subárvore à direita) e seu filho à esquerda com fator -1

Rotação à direita no nó com fator -1 e à esquerda no com 2

Ideia Básica

- Nó com fator 2 (maior subárvore à direita) e seu filho à esquerda com fator -1

Rotação à direita no nó com fator -1 e à esquerda no com 2

Ideia Básica

- Nó com fator 2 (maior subárvore à direita) e seu filho à esquerda com fator -1

Rotação à direita no nó com fator -1 e à esquerda no com 2

Ideia Básica

Fator do nó	Fator do filho à direita	Fator do filho à esquerda	Tipo de rotação
2	1 0		Simples à esquerda
	-1		Dupla dir-esq
-2		-1 0	Simples à direita
		1	**Dupla esq-dir**

Ideia Básica

- Nó com fator -2 (maior subárvore à esquerda) e seu filho à direita com fator 1

Rotação à esquerda no nó com fator 1 e à direita no com -2

Ideia Básica

- Nó com fator -2 (maior subárvore à esquerda) e seu filho à direita com fator 1

Rotação à esquerda no nó com fator 1 e à direita no com -2

Ideia Básica

- Nó com fator -2 (maior subárvore à esquerda) e seu filho à direita com fator 1

Rotação à esquerda no nó com fator 1 e à direita no com -2

Ideia Básica

- Nó com fator -2 (maior subárvore à esquerda) e seu filho à direita com fator 1

Rotação à esquerda no nó com fator 1 e à direita no com -2

Ideia Básica

- Nó com fator -2 (maior subárvore à esquerda) e seu filho à direita com fator 1

Rotação à esquerda no nó com fator 1 e à direita no com -2

Exemplo

- Crie uma árvore AVL através de inserções sucessivas do 4, 35, 10, 13, 3, 30, 15, 12, 7, 40 e 20 respectivamente

Exemplo

- Crie uma árvore AVL através de inserções sucessivas do **4**, 35, 10, 13, 3, 30, 15, 12, 7, 40 e 20 respectivamente

Exemplo

- Crie uma árvore AVL através de inserções sucessivas do **4**, 35, 10, 13, 3, 30, 15, 12, 7, 40 e 20 respectivamente

Exemplo

- Crie uma árvore AVL através de inserções sucessivas do **4**, **35**, 10, 13, 3, 30, 15, 12, 7, 40 e 20 respectivamente

Exemplo

- Crie uma árvore AVL através de inserções sucessivas do **4**, **35**, 10, 13, 3, 30, 15, 12, 7, 40 e 20 respectivamente

Exemplo

- Crie uma árvore AVL através de inserções sucessivas do **4**, **35**, **10**, 13, 3, 30, 15, 12, 7, 40 e 20 respectivamente

Exemplo

- Crie uma árvore AVL através de inserções sucessivas do **4**, **35**, **10**, 13, 3, 30, 15, 12, 7, 40 e 20 respectivamente

rotação Dir (35) Esq (4)

Como o fator(4) = 2 e seu filho à direita -1, faremos uma rotação DirEsq

Exemplo

- Crie uma árvore AVL através de inserções sucessivas do **4**, **35**, **10**, 13, 3, 30, 15, 12, 7, 40 e 20 respectivamente

rotação Dir (35) Esq (4)

Exemplo

- Crie uma árvore AVL através de inserções sucessivas do **4**, **35**, **10**, 13, 3, 30, 15, 12, 7, 40 e 20 respectivamente

rotação Dir (35) Esq (4)

Exemplo

- Crie uma árvore AVL através de inserções sucessivas do **4**, **35**, **10**, **13**, 3, 30, 15, 12, 7, 40 e 20 respectivamente

Exemplo

- Crie uma árvore AVL através de inserções sucessivas do **4**, **35**, **10**, **13**, **3**, 30, 15, 12, 7, 40 e 20 respectivamente

Exemplo

- Crie uma árvore AVL através de inserções sucessivas do **4**, **35**, **10**, **13**, **3**, **30**, 15, 12, 7, 40 e 20 respectivamente

Exemplo

- Crie uma árvore AVL através de inserções sucessivas do **4**, **35**, **10**, **13**, **3**, **30**, 15, 12, 7, 40 e 20 respectivamente

rotação Esq (13) Dir (35)

Exemplo

- Crie uma árvore AVL através de inserções sucessivas do **4**, **35**, **10**, **13**, **3**, **30**, 15, 12, 7, 40 e 20 respectivamente

rotação Esq (13) Dir (35)

Exemplo

- Crie uma árvore AVL através de inserções sucessivas do **4**, **35**, **10**, **13**, **3**, **30**, 15, 12, 7, 40 e 20 respectivamente

rotação Esq (13) Dir (35)

Exemplo

- Crie uma árvore AVL através de inserções sucessivas do **4**, **35**, **10**, **13**, **3**, **30**, **15**, 12, 7, 40 e 20 respectivamente

Exemplo

- Crie uma árvore AVL através de inserções sucessivas do **4**, **35**, **10**, **13**, **3**, **30**, **15**, 12, 7, 40 e 20 respectivamente

Exemplo

- Crie uma árvore AVL através de inserções sucessivas do **4**, **35**, **10**, **13**, **3**, **30**, **15**, **12**, 7, 40 e 20 respectivamente

Exemplo

- Crie uma árvore AVL através de inserções sucessivas do **4**, **35**, **10**, **13**, **3**, **30**, **15**, **12**, 7, 40 e 20 respectivamente

Exemplo

- Crie uma árvore AVL através de inserções sucessivas do **4**, **35**, **10**, **13**, **3**, **30**, **15**, **12**, **7**, 40 e 20 respectivamente

Exemplo

- Crie uma árvore AVL através de inserções sucessivas do **4**, **35**, **10**, **13**, **3**, **30**, **15**, **12**, **7**, 40 e 20 respectivamente

Exemplo

- Crie uma árvore AVL através de inserções sucessivas do **4**, **35**, **10**, **13**, **3**, **30**, **15**, **12**, **7**, **40** e 20 respectivamente

Exemplo

- Crie uma árvore AVL através de inserções sucessivas do **4**, **35**, **10**, **13**, **3**, **30**, **15**, **12**, **7**, **40** e 20 respectivamente

Exemplo

- Crie uma árvore AVL através de inserções sucessivas do **4**, **35**, **10**, **13**, **3**, **30**, **15**, **12**, **7**, **40** e **20** respectivamente

Exemplo

- Crie uma árvore AVL através de inserções sucessivas do **4**, **35**, **10**, **13**, **3**, **30**, **15**, **12**, **7**, **40** e **20** respectivamente

rotação Dir (30) Esq (10)

Exemplo

- Crie uma árvore AVL através de inserções sucessivas do **4**, **35**, **10**, **13**, **3**, **30**, **15**, **12**, **7**, **40** e **20** respectivamente

rotação Dir (30) Esq (10)

Exemplo

- Crie uma árvore AVL através de inserções sucessivas do **4**, **35**, **10**, **13**, **3**, **30**, **15**, **12**, **7**, **40** e **20** respectivamente

Exercício

- Insira o 6 na AVL abaixo

Exercício

- Crie uma árvore AVL através de inserções sucessivas dos números 1 a 20, respectivamente

- Crie uma árvore AVL através de inserções sucessivas dos números 20 a 1, respectivamente

- Para cada um dos dois exercícios anteriores, verifique sua resposta usando nosso código para a árvore AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

17 18 19 20

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir(1)

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir(2)

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir(3)

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir(4)

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Inserir os Números 1 à 20 na AVL

Próxima aula

- Tabela hash