

MATA54 - Estruturas de Dados e Algoritmos II

Hashing

Endereçamento Aberto - Realocação de Registros

Flávio Assis

Versão gerada a partir de slides do Prof. George Lima

IC - Instituto de Computação

Salvador, agosto de 2021

Motivação: diminuir cadeias de sondagens

Desempenho depende da posição dos registros

Exemplo (Hashing Duplo) $m = 11$.

Inserção: **18, 16, 27**

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	
7:	18
8:	
9:	27
10:	

Média de acessos: $5/3 = 1,67$

Motivação: diminuir cadeias de sondagens

Desempenho depende da posição dos registros

Exemplo (Hashing Duplo) $m = 11$.

Inserção: **18, 16, 27**

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	
7:	18
8:	
9:	27
10:	

Inserção: **18, 27, 16**

Média de acessos: $5/3 = 1,67$

Motivação: diminuir cadeias de sondagens

Desempenho depende da posição dos registros

Exemplo (Hashing Duplo) $m = 11$.

Inserção: **18, 16, 27**

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	
7:	18
8:	
9:	27
10:	

Inserção: **18, 27, 16**

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	27
6:	16
7:	18
8:	
9:	
10:	

Média de acessos: $5/3 = 1,67$

Motivação: diminuir cadeias de sondagens

Desempenho depende da posição dos registros

Exemplo (Hashing Duplo) $m = 11$.

Inserção: **18, 16, 27**

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	
7:	18
8:	
9:	27
10:	

Média de acessos: $5/3 = 1,67$

Inserção: **18, 27, 16**

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	27
6:	16
7:	18
8:	
9:	
10:	

Média de acessos: $4/3 = 1,33$

Critérios para realocação dos registros

Supondo que:

- ▶ cada registro é consultado várias vezes e
- ▶ todos os registros possuem igual probabilidade de serem consultados

Estratégia

Ao inserir registro com chave k , verificar se há vantagens em realocar registros no caminho da cadeia de sondagem de k .

Realocação de Registros

A cada inserção...

- ▶ Vários registros podem ser realocados, não apenas um

Ex.: Considere um arquivo após a inserção dos registros com chaves:

16, 18, 28, 31 ($m = 11$):

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	18
8:	
9:	31
10:	

Realocação de Registros

A cada inserção...

- ▶ Vários registros podem ser realocados, não apenas um

Ex.: Considere um arquivo após a inserção dos registros com chaves:

16, 18, 28, 31 ($m = 11$):

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	18
8:	
9:	31
10:	

Ao se inserir agora o 27, como realocar os registros?

Realocação de Registros

A cada inserção...

- ▶ Vários registros podem ser realocados, não apenas um

Ex.: Considere um arquivo após a inserção dos registros com chaves:

16, 18, 28, 31 ($m = 11$):

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	18
8:	
9:	31
10:	

Ao se inserir agora o 27, como realocar os registros?

Quais são as alternativas de realocação?

Realocação de Registros

A cada inserção...

- ▶ Vários registros podem ser realocados, não apenas um

Ex.: Considere um arquivo após a inserção dos registros com chaves:

16, 18, 28, 31 ($m = 11$):

Inserção do 27

Alternativa 1

End	Reg.
0:	27
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	18
8:	
9:	31
10:	

$$\text{Média: } \frac{1+1+1+1+4}{5} = 1,6$$

Realocação de Registros

A cada inserção...

- ▶ Vários registros podem ser realocados, não apenas um

Ex.: Considere um arquivo após a inserção dos registros com chaves:

16, 18, 28, 31 ($m = 11$):

Inserção do 27

Alternativa 1

End	Reg.
0:	27
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	18
8:	
9:	31
10:	

$$\text{Média: } \frac{1+1+1+1+4}{5} = 1,6$$

Alternativa 2

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	27
6:	16
7:	18
8:	28
9:	31
10:	

$$\text{Média: } \frac{2+1+2+1+1}{5} = 1,4$$

Método da Árvore Binária

Os registros são acessados seguindo as cadeias de sondagem do registro que se quer inserir e dos demais registros acessados ao longo do processo.

Uma árvore binária é usada para determinar qual a melhor realocação de registros.

A árvore é montada nível a nível.

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	
6:	
7:	
8:	
9:	
10:	

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	
6:	
7:	
8:	
9:	
10:	

16
5 (-)

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	
6:	
7:	
8:	
9:	
10:	

16
5 (-)

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	
6:	
7:	
8:	
9:	
10:	

16
5 (-)

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	
7:	
8:	
9:	
10:	

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	
7:	
8:	
9:	
10:	

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	
7:	
8:	
9:	
10:	

18
7 (-)

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	
7:	
8:	
9:	
10:	

18
7 (-)

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	
7:	
8:	
9:	
10:	

18
7 (-)

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	
7:	18
8:	
9:	
10:	

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	
7:	18
8:	
9:	
10:	

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	
7:	18
8:	
9:	
10:	

28
6 (-)

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	
7:	18
8:	
9:	
10:	

28
6 (-)

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	
7:	18
8:	
9:	
10:	

28
6 (-)

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	18
8:	
9:	
10:	

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	18
8:	
9:	
10:	

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	18
8:	
9:	
10:	

31
9 (-)

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	18
8:	
9:	
10:	

31
9 (-)

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	18
8:	
9:	
10:	

31
9 (-)

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	18
8:	
9:	31
10:	

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	18
8:	
9:	31
10:	

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	18
8:	
9:	31
10:	

27
5 (16)

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

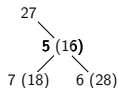
End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	18
8:	
9:	31
10:	



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

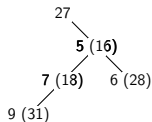
End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	18
8:	
9:	31
10:	



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

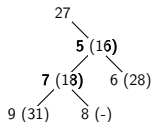
End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	18
8:	
9:	31
10:	



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

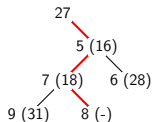
End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	18
8:	
9:	31
10:	



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

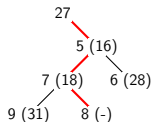
End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	18
8:	
9:	31
10:	



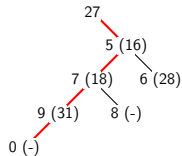
Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	18
8:	
9:	31
10:	



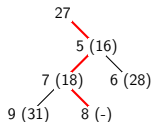
Por que não mover o 27 mais uma vez?



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

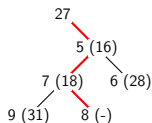
End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	18
8:	
9:	31
10:	



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	18
8:	
9:	31
10:	



End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	27
8:	18
9:	31
10:	

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	27
8:	18
9:	31
10:	

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	27
8:	18
9:	31
10:	

29
7 (27)

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

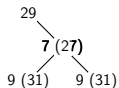
End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	27
8:	18
9:	31
10:	



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

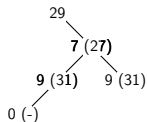
End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	27
8:	18
9:	31
10:	



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

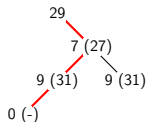
End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	27
8:	18
9:	31
10:	



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

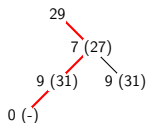
End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	27
8:	18
9:	31
10:	



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	27
8:	18
9:	31
10:	



End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	27
8:	18
9:	31
10:	

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

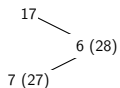
End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	27
8:	18
9:	31
10:	

17
6 (28)

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

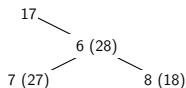
End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	27
8:	18
9:	31
10:	



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

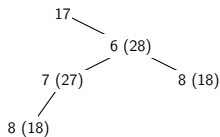
End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	27
8:	18
9:	31
10:	



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

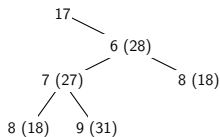
End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	27
8:	18
9:	31
10:	



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

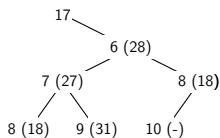
End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	27
8:	18
9:	31
10:	



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

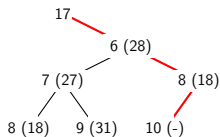
End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	27
8:	18
9:	31
10:	



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

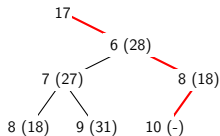
End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	27
8:	18
9:	31
10:	



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	28
7:	27
8:	18
9:	31
10:	



End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28

26
4 (-)

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28

26
4 (-)

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28

26
4 (-)

End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	26
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	26
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

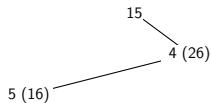
15
└─ 4 (26)

End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	26
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

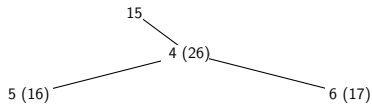
End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	26
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

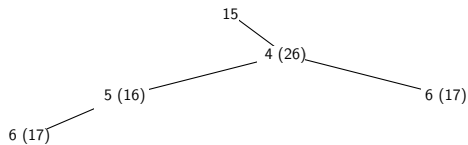
End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	26
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

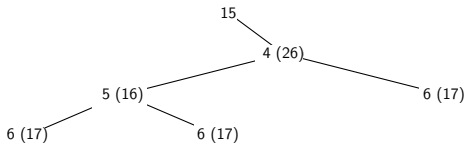
End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	26
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

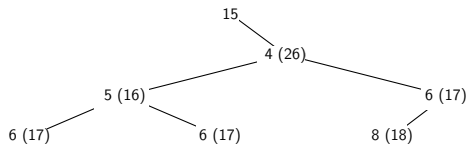
End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	26
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

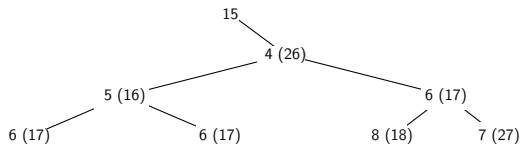
End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	26
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

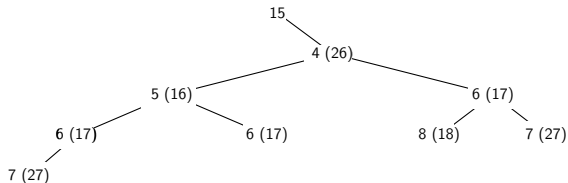
End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	26
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

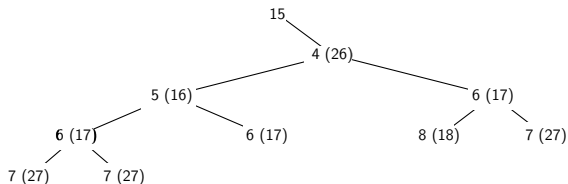
End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	26
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

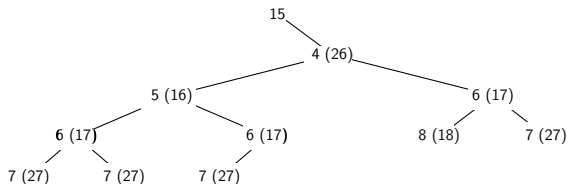
End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	26
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

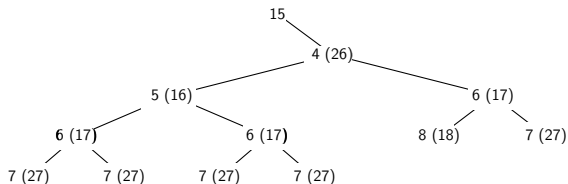
End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	26
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

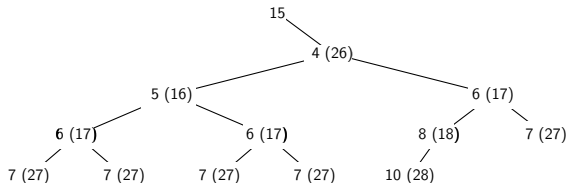
End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	26
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

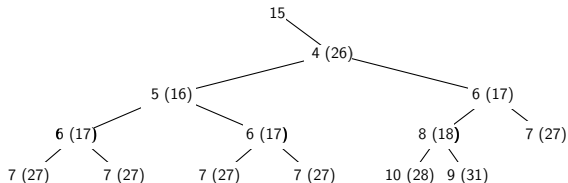
End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	26
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

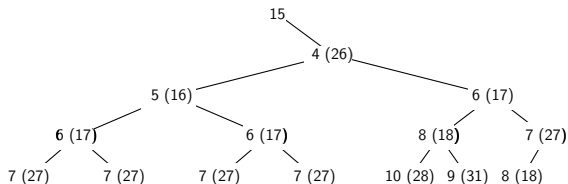
End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	26
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

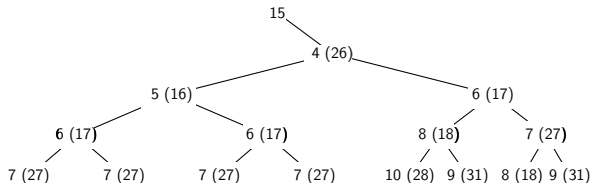
End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	26
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28



Árvore Binária

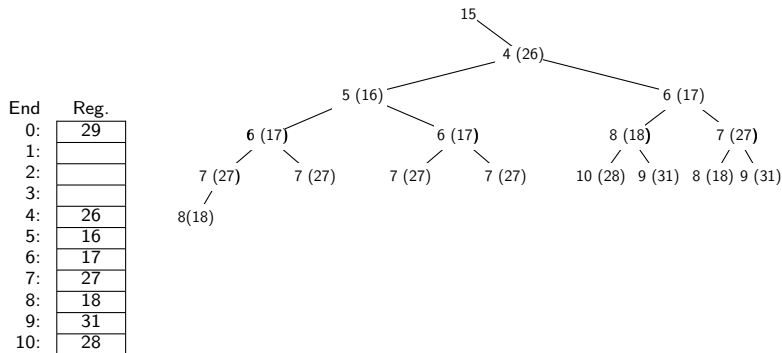
Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	26
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28



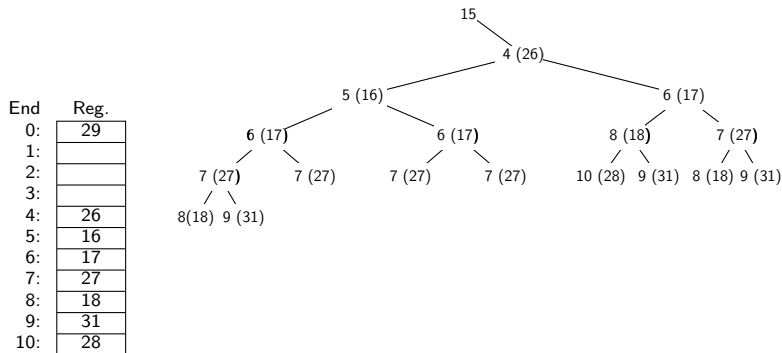
Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15



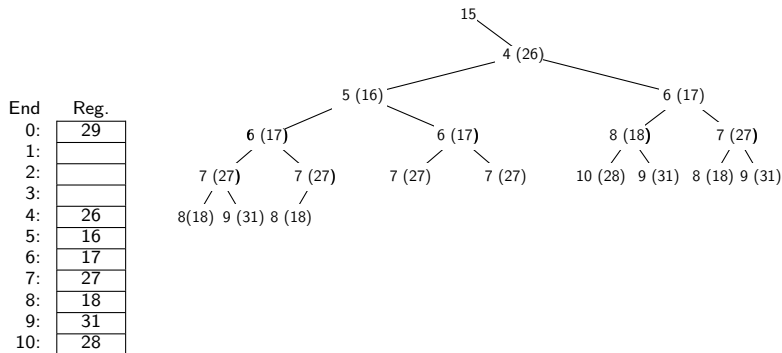
Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15



Árvore Binária

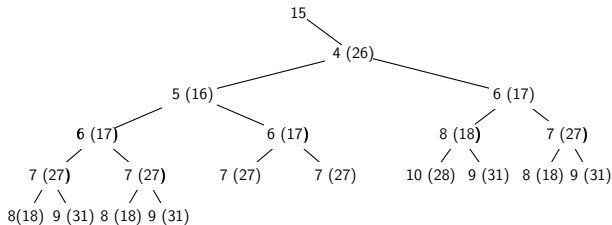
Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

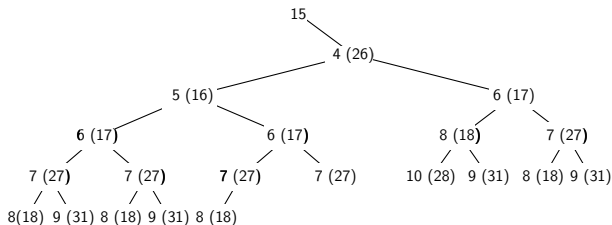
End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	26
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

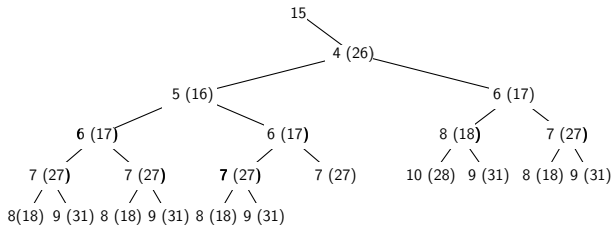
End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	26
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

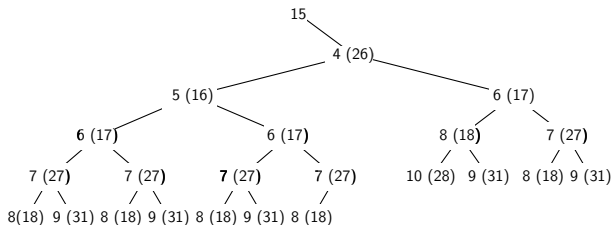
End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	26
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

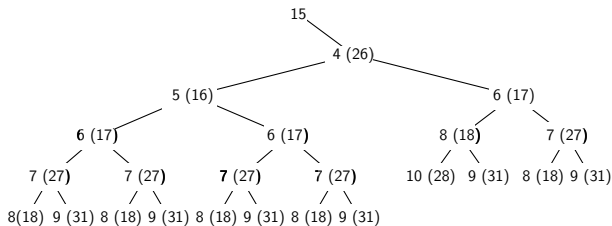
End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	26
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

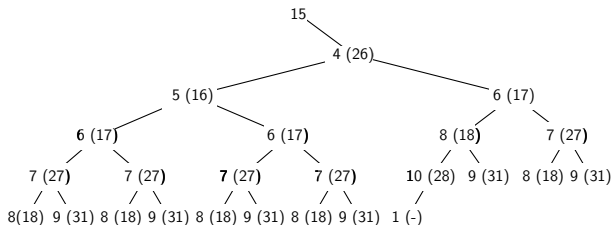
End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	26
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

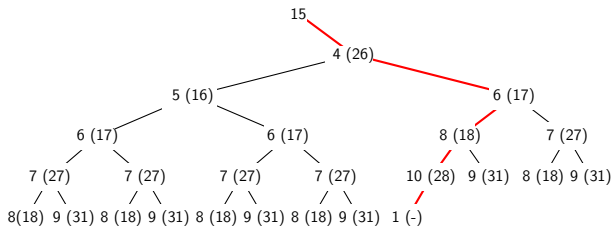
End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	26
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	29
1:	
2:	
3:	
4:	26
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28



Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	29
1:	26
2:	
3:	
4:	15
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	29
1:	26
2:	
3:	
4:	15
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28

Médias de acessos:

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	29
1:	26
2:	
3:	
4:	15
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28

Médias de acessos:

Árvore Binária: $\frac{1+2+3+1+2+3+1+5+1}{9} = 2,1$

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	29
1:	26
2:	
3:	
4:	15
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28

Médias de acessos:

Árvore Binária: $\frac{1+2+3+1+2+3+1+5+1}{9} = 2,1$

Hashing Duplo: 2,4

Árvore Binária

Exemplo: 16, 18, 28, 31, 27, 29, 17, 26, 15

End	Reg.
0:	29
1:	26
2:	
3:	
4:	15
5:	16
6:	17
7:	27
8:	18
9:	31
10:	28

Médias de acessos:

Árvore Binária: $\frac{1+2+3+1+2+3+1+5+1}{9} = 2,1$

Hashing Duplo: 2,4

Sondagem Linear: 3,0

- ▶ Conjetura-se que o comprimento médio das cadeias de sondagem é $O(\log n)$ [Gonnet, Baeza-Yates]. Este resultado é verificado em simulações.
- ▶ O custo de inserção pode ser muito alto, quando a tabela/arquivo está cheia(o).
- ▶ Pode ser uma alternativa para conjuntos de dados estáticos.