

## Árvores de Busca Balanceadas

As árvores de busca balanceadas são árvores binárias de busca que se autoequilibram. Especificamente, as árvores AVL exigem que a diferença entre as alturas das subárvores esquerda e direita de cada nó nunca exceda 1.

## Árvores AVL

As árvores AVL foram inventadas em 1962 por dois cientistas russos, G. M. Adelson-Velsky e E. M. Landis. Uma árvore AVL é uma árvore de busca binária na qual o fator de equilíbrio de cada nó, definido como a diferença entre as alturas das subárvores esquerda e direita do nó, é 0, +1 ou -1

## Rotações

Se a inserção de um novo nó torna uma árvore AVL desequilibrada, transformamos a árvore por meio de uma rotação. Existem quatro tipos de rotações: rotação simples à direita (R-rotação), rotação simples à esquerda (L-rotação), rotação dupla esquerda-direita (LR-rotação) e rotação dupla direita-esquerda (RL-rotação).

# AVL Trees

## Eficiência

A altura  $h$  de qualquer árvore AVL com  $n$  nós satisfaz as desigualdades  $\lceil \log_2 n \rceil \leq h < 1.4405 \log_2(n + 2) - 1.3277$ . Isso implica que as operações de pesquisa e inserção são  $(\log n)$  no pior caso. A operação de exclusão de chave em uma árvore AVL é consideravelmente mais difícil do que a inserção, mas felizmente acaba sendo na mesma classe de eficiência que a inserção, ou seja, logarítmica.

## Desvantagens

As impressionantes características de eficiência das árvores AVL vêm com um preço. As desvantagens das árvores AVL são as frequentes rotações e a necessidade de manter os balanços para seus nós. Essas desvantagens impediram que as árvores AVL se tornassem a estrutura padrão para implementar dicionários. No entanto, a ideia subjacente de reequilibrar uma árvore de busca binária por meio de rotações provou ser muito frutífera e levou à descoberta de outras variações interessantes da árvore de busca binária clássica.