

Felipe Gallois

# **Comparação entre Árvores Binárias de Pesquisa e Árvores de Adelson-Velsky**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Disciplina de Estruturas de Dados

Porto Alegre

4 de Abril de 2022

# Sumário

1	INTRODUÇÃO . . . . .	3
2	METODOLOGIA . . . . .	5
3	TESTES COM DICIONÁRIOS DESORDENADOS . . . . .	7
3.1	Capítulo primeiro de <i>O Alienista</i> . . . . .	7
3.2	Capítulo terceiro de <i>O Alienista</i> . . . . .	8
4	TESTES COM DICIONÁRIOS ORDENADOS . . . . .	11
4.1	Capítulo primeiro de <i>O Alienista</i> . . . . .	11
4.2	Capítulo terceiro de <i>O Alienista</i> . . . . .	12
5	CONCLUSÃO . . . . .	15
6	REFERÊNCIAS . . . . .	17

# 1 Introdução

Os objetivos deste relatório são expor um experimento criado para comparar o desempenho de Árvores Binárias de Pesquisa (ABPs) e Árvores de Adelson-Velsky (AVLs) em termos de inserções e consultas de nodos e analisar em quais situações a utilização de cada modelo seria mais recomendável, visando a performance. Foram desenvolvidas duas versões de uma aplicação capaz de, se suprida de um texto de entrada e um texto contendo pares de palavras sinônimas, produzir um arquivo com o conteúdo de entrada parafraseado. Para tanto, no início da sua execução, são carregadas em uma ABP ou uma AVL, dependendo da versão do programa, as palavras do dicionário de sinônimos, que, após isso, são acessadas apenas através da estrutura. Ao término da rotina, após realizar todas as operações, o programa informará dados importantes para a contraposição dos modelos, tais como total de comparações e rotações. Testando em condições diversas, pôde-se verificar, na prática, características de ambos tipos de árvores que serviram para determinar os seus melhores usos.



## 2 Metodologia

O programa desenvolvido inicializa carregando o arquivo de dicionário na árvore. Em seguida, mede a altura da estrutura e calcula o seu número de nodos. Após isso, percorre o texto de entrada do início ao fim, copiando suas palavras literalmente ou realizando as substituições indicadas pela árvore. Finalmente, imprime em linha de comando as seguintes informações obtidas após a operação: número de nodos da árvore, sua altura, quantidade de rotações realizadas e número de comparações. Para selecionar entre os modos ABP e AVL, deve-se informar o compilador da escolha no momento de geração do arquivo executável.



## 3 Testes com dicionários desordenados

### 3.1 Capítulo primeiro de *O Alienista*

Compiladas duas versões do programa, que faziam uso de ABP e de AVL, seguiu-se com os testes. Primeiramente, cada uma das aplicações foi testada com um dicionário de 20.000 palavras desordenadas, que formavam 10.000 pares de sinônimos, e com o capítulo primeiro da novela de Machado de Assis, *O alienista*<sup>[1]</sup>. Adiante estão gráficos com os resultados do primeiro experimento. O gráfico representando número de nodos foi omitido por ser constante durante todo o experimento.

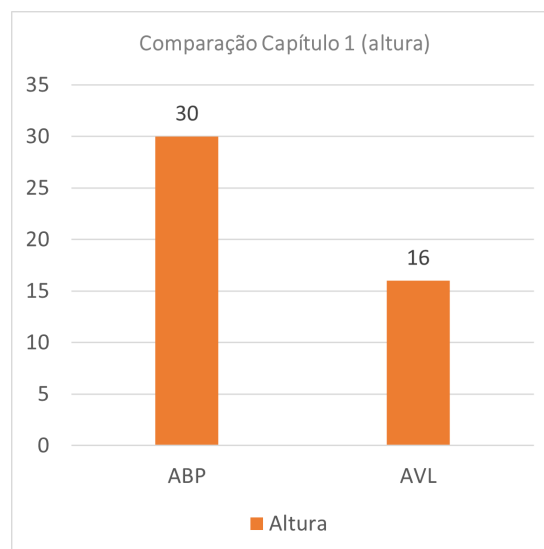


Figura 1 – Altura das árvores.

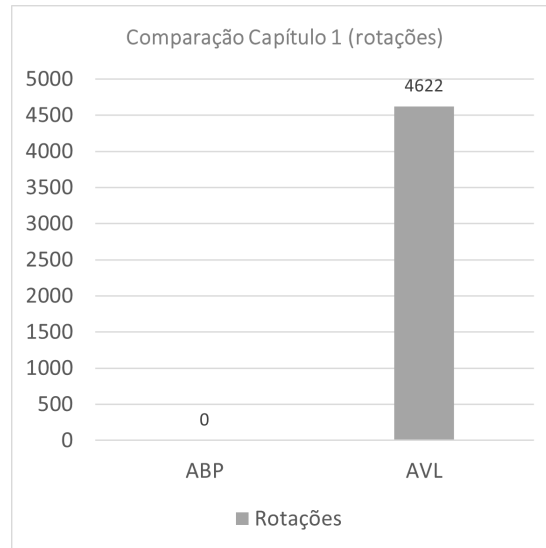


Figura 2 – Número de rotações realizadas.

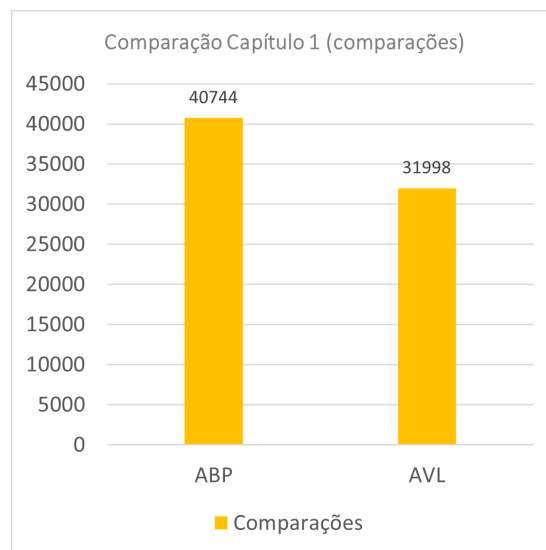


Figura 3 – Número de comparações realizadas.

Como é possível observar, a ABP era muito mais alta que a AVL, fato explicado pelo balanceamento por rotações realizado pela última e ilustrado na figura 2. Já em termos de número de comparações, a ABP realizou aproximadamente 27,33% mais comparações que a outra.

### 3.2 Capítulo terceiro de *O Alienista*

Foi realizado um segundo experimento, semelhante ao primeiro, porém com o capítulo terceiro de *O Alienista*, no qual observou-se uma situação semelhante:



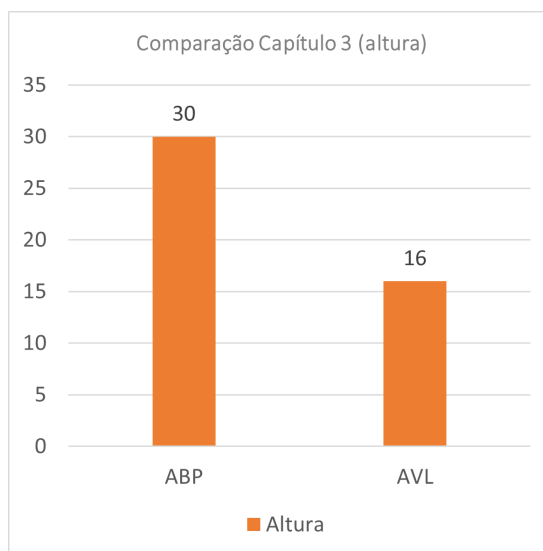


Figura 4 – Altura das árvores.

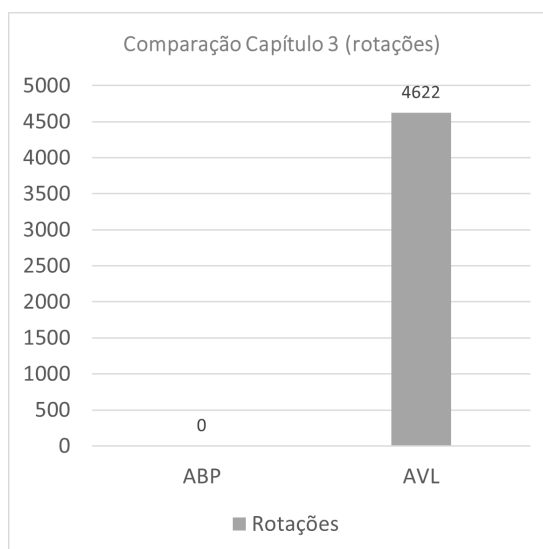


Figura 5 – Número de rotações realizadas.

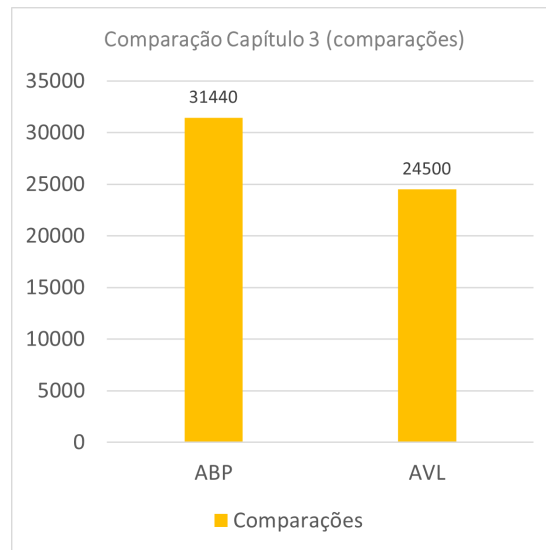


Figura 6 – Número de comparações realizadas.

As alturas e os números de rotações das árvores permaneceram iguais, pois o dicionário não foi alterado; contudo, o número de comparações mudou, devido ao texto dessa vez possuir menos palavras. Assim, o programa com ABP fez aproximadamente 28,33% mais comparações do que o com AVL, valor próximo do observado na situação anterior.

## 4 Testes com dicionários ordenados

### 4.1 Capítulo primeiro de *O Alienista*

Na sequência, testou-se o texto do capítulo 1 com um dicionário com as mesmas palavras do anterior, mas em ordem alfabética. Eis os resultados:

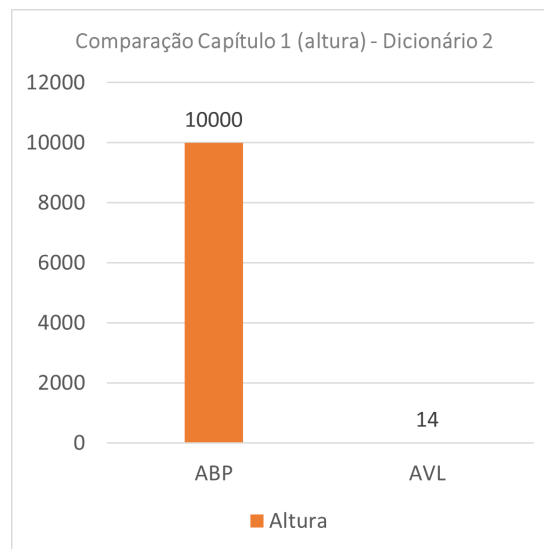


Figura 7 – Altura das árvores.

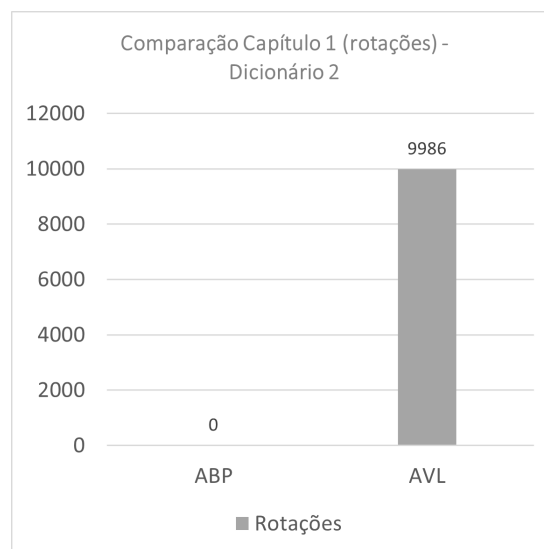


Figura 8 – Número de rotações realizadas.

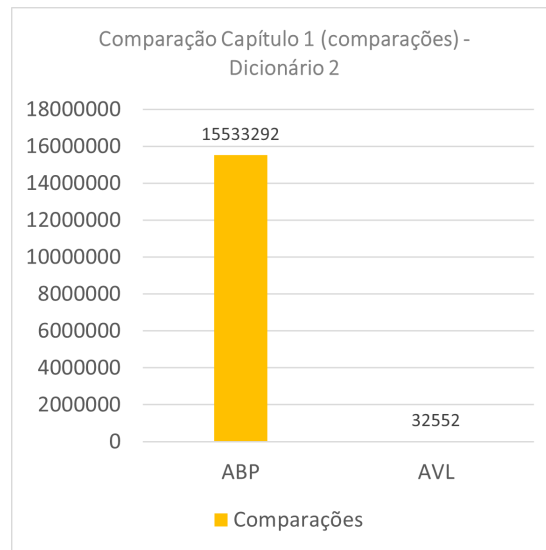


Figura 9 – Número de comparações realizadas.

A diferença de altura e comparações entre as árvores aumentou muito. Como as palavras estavam ordenadas, na ABP cada novo nodo era inserido na subárvore da direita da última adição, o que fez com que seu número de nodos e sua altura se igulassem.

Esse é o pior cenário possível para a ABP, em que fica claro a necessidade de balanceamento. Observe como as rotações da AVL conseguem manter baixa a altura da árvore e também estável o número de comparações. Assim, mesmo precisando realizar rotações várias vezes, a AVL é muito superior à ABP nesse caso específico, por conta da diferença no número de comparações.

## 4.2 Capítulo terceiro de *O Alienista*

Por fim, foi realizado um último teste, com o dicionário ordenado e o capítulo terceiro, o qual produziu os seguintes resultados:

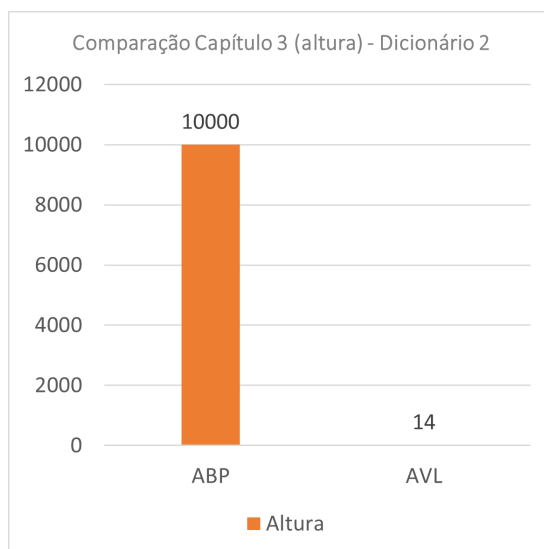


Figura 10 – Altura das árvores.

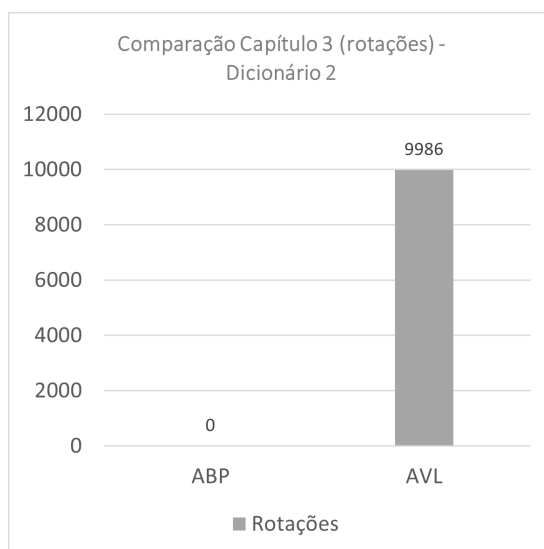


Figura 11 – Número de rotações realizadas.

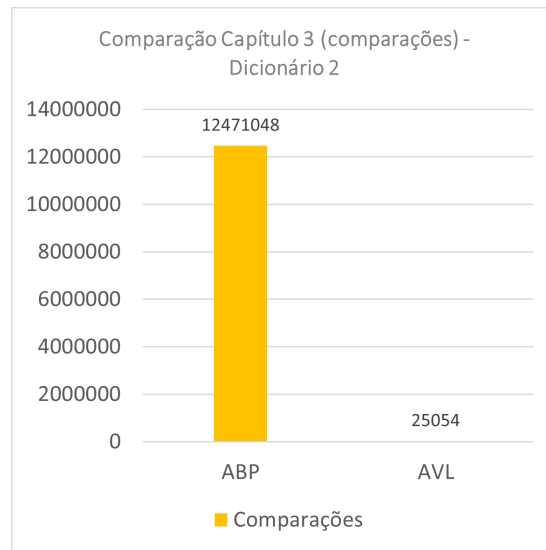


Figura 12 – Número de comparações realizadas.

Exceto pelo gráfico de comparações, devido à diferente seleção de palavras, esse caso foi idêntico ao anterior; portanto, dispensa-se explicações.

## 5 Conclusão

Nos experimentos descritos neste relatório, a AVL aparece como clara vencedora na comparação entre performance. Nos testes com dicionários ordenados, os números de comparações da ABP estiveram na ordem das  $500\times$  os números da AVL. Ainda assim, com os dicionários desordenados, a AVL apresentou uma vantagem de comparações de cerca de 27 a 28 por cento. Portanto, a árvore balanceada aparenta ser a escolha óbvia para qualquer programa de computador. Porém, não é necessariamente.

Lembremos que na AVL há um custo fixo relativo ao número de rotações que são realizadas. Ela pode ser bastante superior à outra em termos de comparações, mas o que ocorre se isso não for um fator tão relevante? E se, em um programa, o número de comparações for insignificante em relação ao número de nós inseridos na árvore? Haveria a possibilidade de o custo das rotações não compensarem a redução de comparações. Claro que, para essa situação existir, ou o número de comparações precisaria ser muito pequeno, ou o número de rotações muito grande, porém vale considerar o cenário.

Em conclusão, o algoritmo das Árvores de Adelson-Velsky é uma otimização da sua versão com Árvores Binárias de Pesquisa, pois diminui o tamanho das árvores, através de rotações, o que implica em valores médios menores de comparações. Nesse sentido as AVLs se apresentaram mais estáveis, enquanto que essa estatística variou enormemente no caso das ABPs, devido à ordem de inserção dos nós. Todavia, em casos especiais, nos quais o número de comparações realizadas é insignificante diante do número de rotações, a ABP pode apresentar um desempenho superior, atribuído ao custo fixo envolvido na criação da AVL.





## 6 Referências

1. FUNDAÇÃO BIBLIOTECA NACIONAL. O alienista, 2002. Arquivo em PDF da novela. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/bn000012.pdf>>. Acesso em: 04 de abr. de 2022.