

Trabalho 2 - Árvores Binárias de Busca

- **Aluno:** Paulo Victor Fernandes de Melo
- **Aluno:** João Luiz Rodrigues da Silva
- **Aluna:** Rebecca Aimée Lima de Lima
- **Aluna:** Beatriz Jacaúna Martins

Questão 2

Pacotes parcialmente ordenados

Abaixo está a tabela contendo os dados iniciais dos pacotes inseridos na árvore. Os primeiros 10 pacotes estão em **ordem crescente** do ID, e o resto está desordenado. Os pacotes foram inseridos numa árvore binária de busca sequencialmente.

ID	Dado
3	d
10	k
15	p
17	r
40	o
44	s
75	x
82	e
94	q
95	r
36	k
61	j
16	q
5	f
13	n
3	d
61	j
29	d
34	i
41	p

Pacotes em ordem de ID

Abaixo está o resultado do caminhamento da árvore binária de pacotes, de altura 10, em **ordem crescente** de ID. Alguns valores duplicados na lista de pacotes anterior foram removidos, logo, a árvore possui menos elementos (18) que a lista original (20).

Numa ABP perfeitamente balanceada, se esperaria que a altura da árvore fosse $\log_2 18 = 5$, porém, a árvore possui altura 10. Isso ocorreu pois os primeiros elementos inseridos na árvore estão em ordem, naturalmente desbalanceando a árvore por ordem de inserção.

ID	Dado
3	d
5	f
10	k
13	n
15	p
16	q
17	r
29	d
34	i
36	k
40	o
41	p
44	s
61	j
75	x
82	e
94	q
95	r

Questão 3

Consumo de memória

O consumo de memória do programa foi medido, em 3 momentos, permitindo a comparação do consumo de memória do vetor e da árvore. Perceba como a árvore consome $\approx 30.32MB$, enquanto o vetor consome apenas $\approx 4.06MB$, pois, para cada elemento da árvore, é necessário armazenar um ponteiro para o nó da esquerda e direita,

consumindo, na teoria, **5 vezes mais memória** do que o vetor, considerando que o tamanho de um ponteiro é 8 bytes.

Momento	Consumo
Antes da criação do vetor	1.62 MB
Antes da criação da árvore	5.68 MB
Após a criação da árvore	36.00 MB

Tempos de busca na ABP e vetor ordenado

Abaixo estão os resultados de 30 buscas em uma árvore binária de busca **perfeitamente balanceada** e um vetor ordenado. É realizada a busca binária no vetor, e os dados da árvore são inseridos a partir de um **caminhamento binário** no vetor ordenado. Desta forma, a busca na árvore é feita da mesma forma que no vetor. Perceba que, mesmo assim, a busca na árvore **demora mais**, na média. Isto ocorre pois a busca na árvore requer mais *mais acessos de memória* do que uma busca no vetor.

Buscas	ABP	Vetor
Busca 1	12.00	4.00
Busca 2	6.00	5.00
Busca 3	5.00	5.00
Busca 4	4.00	4.00
Busca 5	5.00	5.00
Busca 6	4.00	3.00
Busca 7	5.00	4.00
Busca 8	5.00	4.00
Busca 9	5.00	4.00
Busca 10	6.00	5.00
Busca 11	3.00	3.00
Busca 12	5.00	5.00
Busca 13	6.00	5.00
Busca 14	5.00	4.00
Busca 15	4.00	4.00
Busca 16	3.00	4.00
Busca 17	5.00	4.00
Busca 18	5.00	4.00
Busca 19	4.00	4.00

Buscas	ABP	Vetor
Busca 20	5.00	4.00
Busca 21	4.00	3.00
Busca 22	4.00	5.00
Busca 23	3.00	4.00
Busca 24	4.00	8.00
Busca 25	4.00	4.00
Busca 26	3.00	3.00
Busca 27	5.00	4.00
Busca 28	8.00	5.00
Busca 29	5.00	6.00
Busca 30	5.00	4.00
Media	4.9000	4.3333
Desvio	1.6803	0.9775

Todas as medidas de tempo estão em microssegundos.

Questão 4

Tempos de criação da ABP e AVL

Abaixo estão os tempos de criação de árvores ABP e AVL, assim como suas alturas. As árvores foram inicializadas com os mesmos dados, inseridos sequencialmente. Na média, as árvores AVL demoraram **~600ms** a mais na criação, mas finalizaram com **metade da altura** da ABP na média. Isto ocorre devido ao balanceamento da AVL, que mantém a altura próximo de $\log_2(\text{n. de elementos})$.

Criação	ABP	AVL	Alt. ABP	Alt. AVL
It. 1	687.82	1270.63	51	23
It. 2	982.58	1628.71	45	23
It. 3	1186.87	1739.93	47	23
It. 4	1178.28	1748.13	49	23
It. 5	1134.36	1626.01	46	23
It. 6	1087.34	1610.66	47	23
It. 7	1091.49	1612.85	46	23
It. 8	1168.84	1744.14	47	23
It. 9	1180.04	1766.40	49	23

Criação	ABP	AVL	Alt. ABP	Alt. AVL
It. 10	1145.63	1613.83	47	23
Media	1084.32	1636.13	--	--
Desvio	144.7527	136.8900	--	--

Todas as medidas de tempo estão em milissegundos.

Tempos de busca na ABP e AVL

As últimas árvores geradas para a tabela anterior foram usadas para realizar as pesquisas. Em consequência do balanceamento, a busca na AVL fica mais otimizada do que na ABP na média, visto que a altura da árvore é menor, e a busca por elementos inexistentes percorre menos nós da árvore no pior caso.

Busca	ABP	AVL
It. 1	5.00	3.00
It. 2	4.00	2.00
It. 3	5.00	3.00
It. 4	4.00	2.00
It. 5	4.00	3.00
It. 6	3.00	2.00
It. 7	4.00	2.00
It. 8	3.00	2.00
It. 9	3.00	2.00
It. 10	3.00	2.00
It. 11	3.00	2.00
It. 12	3.00	2.00
It. 13	3.00	2.00
It. 14	3.00	2.00
It. 15	4.00	2.00
It. 16	2.00	1.00
It. 17	2.00	2.00
It. 18	4.00	2.00
It. 19	4.00	2.00
It. 20	3.00	2.00
It. 21	4.00	2.00

Busca	ABP	AVL
It. 22	4.00	3.00
It. 23	3.00	1.00
It. 24	3.00	2.00
It. 25	3.00	2.00
It. 26	3.00	2.00
It. 27	4.00	2.00
It. 28	2.00	2.00
It. 29	2.00	2.00
It. 30	5.00	2.00
Media	3.4000	2.0667
Desvio	0.8406	0.4422

Todas as medidas de tempo estão em microssegundos.