

## Lista de Exercícios 5: Árvores-B

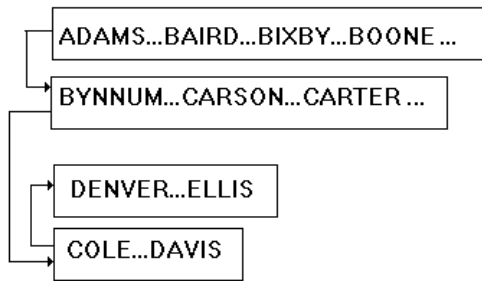
*Professor: Moacir Pereira Ponti Jr.**PAE: Paulo Henrique Ribeiro Gabriel*

1. Explique a seguinte sentença: “Árvores-B são construídas de baixo para cima, enquanto árvores binárias são construídas de cima para baixo”.
2. Por que as Árvores-B são consideradas geralmente superiores que as árvores binárias de busca para pesquisa externa, e árvores binárias são comumente utilizadas para pesquisa interna?
3. Dada uma Árvore-B de ordem 256
  - (a) Qual o número máximo de descendentes de uma página?
  - (b) Qual o número mínimo de descendentes de uma página (excluindo a raiz e as folhas)?
  - (c) Qual o número mínimo de descendentes da raiz?
  - (d) Qual o número mínimo de descendentes de uma folha?
  - (e) Quantas chaves há numa página não folha com 200 descendentes?
  - (f) Qual a profundidade máxima de uma árvore que contém 100.000 chaves?
4. Verifique que todas as Árvores-B de ordem 2 são árvores binárias completas.
5. Dê a declaração de uma Árvore-B em C e descreva a estrutura de um nó da árvore.
6. Descreva como encontrar a menor chave armazenada em uma Árvore-B.
7. Como uma folha de uma Árvore-B se difere de um nó interno? Quais são as partes necessárias a uma folha?
8. Mostre a Árvore-B de ordem 4 que resulta de carregar os seguintes conjuntos de chaves em ordem:
  - (a) C G J X
  - (b) C G J X N S U O A E B H I
  - (c) C G J X N S U O A E B H I F
  - (d) C G J X N S U O A E B H I F K L Q R T U W Z
9. Suponha que você tem um índice em árvoreB para um arquivo não ordenado que contém  $N$  registros de dados, onde cada chave foi armazenada juntamente com o RRN do registro correspondente. A profundidade da árvore B é  $d$ . Quais são o máximo e o mínimo número de acessos a disco necessários para
  - (a) Recuperar um registro;

- (b) Adicionar um registro;
- (c) Remover um registro;
- (d) Recuperar todos os registros do arquivo ordenadamente.

Assuma não estar usando *page buffering*, ou seja, as páginas acessadas não permanecem na memória. Em cada caso, indique como você chegou à resposta.

10. Dada uma Árvore-B que contém todas as letras do alfabeto, mostre o que acontece com a árvore com a inserção da chave \$ (menor que A) e, a seguir, da chave [ (maior que Z).
11. Dada uma Árvore-B de ordem 256, qual o número máximo de descendentes por página? Qual o número mínimo (desconsideradas as folhas e a raiz)? E de uma folha? Quantas chaves tem uma página não-folha com 200 descendentes?
12. Suponha que você vai deletar uma chave em uma Árvore-B, a qual causa um *underflow* na página. Se pela página irmã do lado direito é necessária concatenação, e pela página esquerda é possível redistribuição, qual opção você escolheria? Por quê?
13. É possível construir um arquivo de índice seqüencial sem usar uma estrutura de árvore indexada. Um índice simples pode ser usado. Sob quais condições deve ser considerado o uso de um índice simples? Sob quais condições deve ser melhor o uso de uma árvore binária do que uma árvore-B para o índice?
14. Insira as chaves M D H Q U A B C E F G I J K L N O R S T V W em uma árvore-B de ordem 7 e, a cada passo (ou seja, a cada inserção), determine a quantidade de acessos ao disco para completar a operação de inserção e as páginas que foram acessadas (suponha que a árvore se encontra toda em disco).
15. Qual a diferença entre uma Árvore-B e uma Árvore-B\*? Quais as vantagens da árvore B\*? Quais as desvantagens? Como se comparam a altura mínima dessas árvores?
16. Mostre a cada passo a configuração de uma árvore-B\* de ordem 3 ao se inserirem as chaves: M E B D C A F H I J N L.
17. Descreva estruturas de arquivos que permitam cada um dos tipos de acesso: (a) acesso seqüencial apenas; (b) acesso direto apenas; (c) acesso seqüencial indexado.
18. O que é uma árvore B virtual? Como implementá-la? Quais as vantagens e desvantagens?
19. O que é uma Árvore-B+? Quando ela é necessária?
20. Que condições afetam a escolha do tamanho do bloco usado no *sequence set*?
21. Como poderia-se obter *indexed sequenced file* sem usar uma árvore?
22. Por que os separadores do índice em uma árvore B+ não precisam ser as chaves?



23. Dada a sequência da figura abaixo mostre o que ocorre com a adição das chaves DOVER e EARNEST e, depois, com a remoção de DAVIS. Você usou concatenação ou redistribuição?
24. (POSCOMP 2010) Em uma Árvore-B de ordem  $m$ , temos que: (i) cada nó contém no mínimo  $m$  registros (e  $m + 1$  descendentes) e no máximo  $2m$  registros (e  $2m + 1$  descendentes), exceto o nó raiz que pode conter entre 1 e  $2m$  registros; (ii) todas os nós folha aparecem no mesmo nível. Sobre Árvores-B, é correto afirmar:
- O particionamento de nós em uma Árvore-B ocorre quando um registro precisa ser inserido em um nó com  $2m$  registros.
  - O particionamento de nós em uma Árvore-B ocorre quando um registro precisa ser inserido em um nó com menos de  $2m$  registros.
  - O particionamento de nós em uma Árvore-B ocorre quando a chave do registro a ser inserido contém um valor (conteúdo) intermediário entre os valores das chaves dos registros contidos no mesmo nó.
  - O particionamento de nós ocorre quando é necessário diminuir a altura da árvore.
  - Em uma Árvore-B, aumenta em um nível sua altura, toda vez que ocorre o particionamento de um nó.
25. Faça uma tabela comparando árvore-B, árvore-B+ e árvore-B+ de prefixo simples em relação aos critérios listados abaixo. Assuma que os nós das árvores não contém os dados em si, mas apenas as chaves e os RRNs correspondentes dos registros de dados. Em alguns casos você será capaz de dar sua resposta baseado na altura ou no número de chaves na árvore. Em outros casos, a resposta dependerá de fatores desconhecidos, tais como padrões de acesso ou a média do comprimentos dos separadores.
- O número de acessos requeridos para recuperar um registro de uma árvore de altura  $h$  (média, melhor caso e pior caso)
  - O número de acessos requeridos para inserir um registro (melhor caso e pior caso)
  - O número de acessos requeridos para deletar um registro (melhor caso e pior caso)
  - O número de acessos requeridos para processar uma arquivo de  $n$  chaves sequencialmente, assumindo que cada nó pode armazenar no máximo  $k$  e no mínimo  $\frac{k}{2}$  chaves (melhor caso e pior caso)