

---

## Lista de Exercícios - Árvore B

---

### Árvore B

- 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 Árvores-B são consideradas geralmente superiores às árvores binárias de busca para pesquisa externa, embora árvores binárias sejam comumente usadas 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 Descreva as partes necessárias de um nó folha em uma árvore-B. Como um nó folha difere de um nó interno?
- ⑥ Dê a declaração de uma Árvore-B em C e descreva a estrutura de um nó de uma Árvore-B.
- ⑦ Explique como encontrar a menor chave armazenada em uma árvore-B.
- ⑧ Mostre as árvores-B de ordem 4 resultantes da entrada das letras abaixo na ordem apresentada:
  - (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 V U W Z

- 9) Suponha que você tem um índice em árvore-B para um arquivo não ordenado que contenha  $N$  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 número máximo e o mínimo de acessos a disco necessários para:
- Recuperar um registro;
  - Adicionar um registro;
  - Remover um registro;
  - Recuperar todos os registros do arquivo ordenadamente.
- 10) Suponha que se quer apagar uma chave de um nó em uma árvore-B. Você olha para a direita e percebe que uma redistribuição não vai adiantar, será necessária a concatenação. Você olha para a esquerda e percebe que uma redistribuição é uma opção aqui. Você escolheria concatenar ou redistribuir?
- 11) Considere a afirmação: "uma árvore-B não pode crescer em profundidade até que esteja 100% cheia". Discuta essa afirmação. Ela é correta? Explique sua resposta.
- 12) Mostre a cada passo, as árvores que resultam depois de remoção das chaves A, B, Q e R da árvore-B de ordem 5 apresentada na Figura 1.

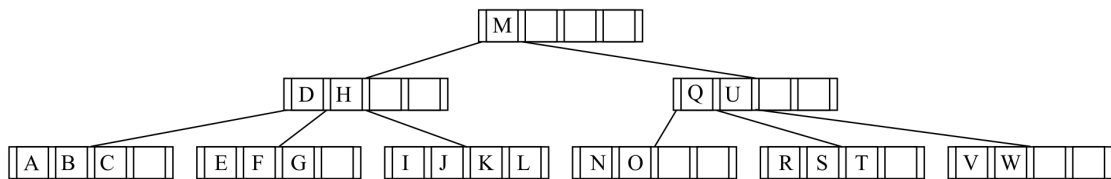


Figura 1: Árvore B

- 13) Escreva um algoritmo para buscar chaves de árvores-B por posição, isto é,  $search(k)$  encontra a  $k$ -ésima menor chave da árvore. Quais são o pior e o melhor caso para o tempo de computação desse algoritmo?
- 14) É possível construir um arquivo de índice sequencial 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?
- 15) 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.
- 16) Descreva estruturas de arquivos que permitam cada um dos seguintes tipos de acesso:
- Acesso sequencial apenas;
  - Acesso direto apenas;
  - Acesso sequencial indexado.

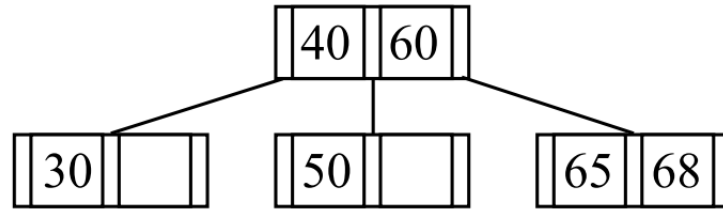


Figura 2: Árvore B

- 17 Árvores-B de ordem 3 também são chamadas de árvores-2-3. Na árvore 2-3 da Figura 3 insira a chave 62 usando o algoritmo de inserção visto em aula.
- 18 Da árvore de ordem 3 da Figura 3, apague a chave 30 (use o procedimento de remoção visto em aula). Quantos acessos a disco serão necessários?

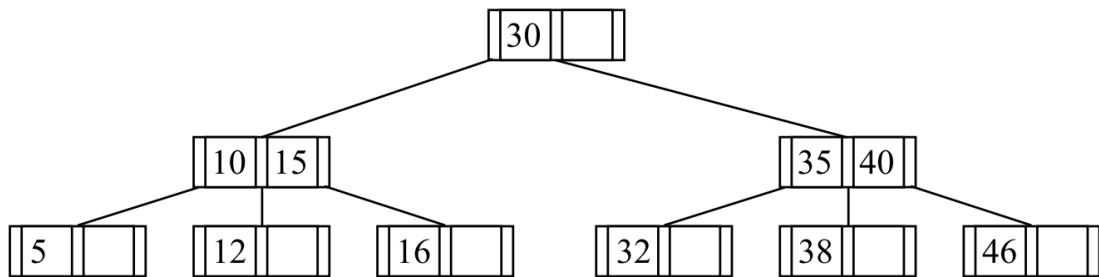


Figura 3: Árvore B

- 19 Na árvore da Figura 2 insira 50, 59, 10, 35, 78, 90 nesta ordem, mostrando a configuração da árvore a cada passo.
- 20 Na árvore da Figura 3 insira 32, 35, 40, 12, 15 nesta ordem, mostrando a configuração da árvore a cada passo.
- 21 Escreva um algoritmo que, dada uma árvore-B e uma chave, retorne o sucessor imediato da chave. Idem para o predecessor imediato.
- 22 Suponha que você tenha duas Árvores B de ordem  $t = 3$ : uma contém as chaves  $[1, 3, 5, 7, 9]$  e a outra contém as chaves  $[12, 14, 16, 18, 20]$ . Implemente um algoritmo para unir essas duas Árvores B em uma única Árvore B que mantenha todas as propriedades da estrutura.
- 23 Considere uma Árvore B de ordem  $t = 4$  onde um nó folha está cheio, contendo as chaves  $[10, 20, 30, 40]$ . Agora, você deseja inserir a chave 25. Explique as duas opções de inserção: (i) Particionamento: Mostre como seria o processo tradicional de divisão do nó cheio. (ii) Redistribuição: Demonstre como a redistribuição de chaves entre esse nó cheio e seus irmãos poderia evitar o particionamento.
- 24 Suponha que você está lidando com uma Árvore B de ordem  $t = 5$ , e após uma inserção, um dos nós internos está quase cheio, contendo as chaves  $[20, 40, 60, 80]$ . A inserção da chave 50 causa um problema nesse nó. Em vez de particionar, você decide usar

a redistribuição de chaves com os nós irmãos. Explique o processo de redistribuição neste caso. Mostre como as chaves podem ser realocadas entre os nós irmãos para restabelecer as propriedades da Árvore B sem a necessidade de particionamento. Além disso, explique por que a redistribuição é uma opção desejável para a inserção e como ela evita a propagação de mudanças para níveis superiores da árvore.