

Listas de Exercícios — Árvores Binárias

QXD0110 – Estrutura de Dados – 2025.2

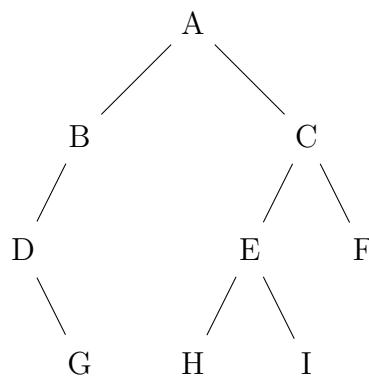
Prof. Atílio Gomes
4 de janeiro de 2026

Aluno: [] Matrícula: []

1. Escreva uma função que calcule o número de nós de uma árvore binária.
2. Escreva uma função que conte o número de folhas de uma árvore binária.
3. Escreva uma função que exclua todas as folhas de uma árvore binária.
4. Escreva uma função que conte o número de nós internos de uma árvore binária.
5. Escreva uma função que encontre o nó com maior número em uma árvore binária.
6. Escreva uma função que encontre um nó com chave k em uma árvore binária. Sua função deve retornar um ponteiro para o nó, caso ele exista, ou **NULL**, caso contrário.
7. Escreva uma função recursiva que apaga todas as folhas de uma árvore que tenham a chave igual a um valor dado.
8. Escreva algoritmos recursivos e não-recursivos para determinar:
 - (a) O número de nós com valores pares em uma árvore binária.
 - (b) A soma dos conteúdos de todos os nós em uma árvore binária, considerando que cada nó contém um inteiro.
 - (c) A profundidade de uma árvore binária.
9. Escreva uma função que crie uma cópia de uma árvore binária. Essa função deve obedecer ao protótipo: **NoArv* bt_copia(NoArv *root);**
10. Escreva uma função que retorne a quantidade de nós de uma árvore binária que possuem apenas um filho. Essa função deve obedecer ao protótipo:
int um_filho(NoArv *root);
11. Escreva funções que determinem se uma árvore binária é:
 - (a) estritamente binária.
 - (b) cheia.
 - (c) completa.

12. [ÁRVORES AVL] Uma árvore é balanceada no sentido AVL se, para todo nó x , as alturas das subárvore esquerda e direita de x diferem em no máximo uma unidade. Escreva uma função que decida se uma dada árvore é balanceada no sentido AVL. Sua função deve respeitar o protótipo `bool eh_avl(NoArv *raiz);`
13. Escreva uma função não-recursiva que realize o percurso em pré-ordem de uma árvore binária. Sugestão: utilizar uma pilha.
14. Escreva uma função não-recursiva que realize o percurso em in-ordem (ordem simétrica) de uma árvore binária. Sugestão: utilizar uma pilha.
15. Escreva uma função não-recursiva que realize o percurso em pós-ordem de uma árvore binária. Sugestão: faça uma versão que utiliza duas pilhas, depois faça outra que utiliza apenas uma pilha.
16. Escreva uma função **não-recursiva** que calcula o número de nós de uma árvore binária dada como entrada. Sua função deve obedecer o seguinte protótipo:
`int numNos_iterativo(NoArv *no);`
17. Escreva uma função que compara se duas árvores binárias dadas como entrada são iguais.
18. A árvore binária vista em sala não possui campo para o nó pai. Adicione o campo `pai` ao `struct NoArv`. Esse campo é um ponteiro para o nó pai de cada nó. Então, escreva uma função que recebe como parâmetro a raiz da árvore e preencha corretamente todos os campos `pai` de cada um dos nós da árvore binária. Note que o nó raiz não tem pai e o seu campo `pai` deve apontar para `NULL` ao final da execução da função.
19. Escreva um algoritmo que receba uma expressão matemática (composta por operandos compostos por um único algarismo, operações de $+$, $-$, $*$, $/$ e parênteses) representada por um string e retorne uma árvore binária representando esta expressão.
20. Dada uma árvore binária que represente uma expressão matemática, construa um algoritmo que imprima a versão infixa (in-ordem) da expressão.
21. Dada uma árvore binária que represente uma expressão matemática, construa um algoritmo que imprima a versão posfixa (ou pós-ordem) da expressão.
22. Desenhe a árvore binária correspondente às seguintes sequências em pré-ordem e inordem: $[1\ 2\ 3\ 4\ 5\ 6\ 7\ 8\ 9]$ e $[3\ 2\ 6\ 5\ 4\ 1\ 7\ 8\ 9]$, respectivamente.
23. O percurso de uma árvore em pré-ordem resultou na impressão da sequência ABCFHDLMPNEGI, e o percurso da mesma árvore em ordem simétrica resultou em FCHBDLPMNAIGE. Construa uma árvore que satisfaça esses percursos. Ela é única?

24. [PERCURSO EM LARGURA] Existem outras formas de percorrer uma árvore binária além do percurso em pré-ordem, in-ordem e pós-ordem. Por exemplo, o **percurso em nível (em largura)** é aquele em que os nós são dispostos em ordem não decrescente de seus níveis. Esse percurso é único quando se define a ordem em que os nós do mesmo nível são visitados, por exemplo, da esquerda para a direita. O percurso em nível, segundo esse critério, para a árvore da figura abaixo fornece a sequência ABCDEFGHI.



O percurso em nível difere, em essência, dos outros três percursos citados acima. Enquanto nesses últimos o percurso da árvore pode ser decomposto em percursos (contíguos) de suas subárvores, o mesmo não acontece com o percurso em nível. Por esse motivo, o percurso em nível é de caráter não-recursivo, isto é, um algoritmo para obter um percurso em nível não deve ser recursivo. De forma equivalente, o algoritmo não deve usar a pilha como estrutura de dados auxiliar.

Escreva uma função que recebe uma árvore binária como parâmetro e percorre em nível a árvore binária. Sugestão: utilizar a estrutura de dados fila.

25. Uma árvore **quase-cheia** é uma árvore em que todos os níveis, exceto o último, possuem o máximo número de nós possível. No caso em que o último nível não possua o máximo número de nós possíveis, para a árvore ser considerada quase-cheia, todos os nós deste nível devem estar o mais à esquerda possível.

Considere que uma árvore vazia é representada como um ponteiro nulo. (Uma árvore vazia é, por default, uma árvore quase-cheia.) Implemente uma função em linguagem C++ que receba uma árvore como parâmetro e retorne um inteiro diferente de 0 se a árvore é quase-cheia ou retorne 0 se a árvore não é quase-cheia. Sua função deve obedecer o seguinte protótipo: `int bt_quaseCheia(NoArv *root);`

Não é permitido implementar funções auxiliares, ou seja, a função `quaseCheia` deve ser autocontida (porém é permitido chamadas recursivas, se necessário).

Tarefa adicional: Note que a função deve retornar um inteiro diferente de 0 caso a árvore seja quase-cheia. Portanto, o retorno pode ser **tanto positivo quanto**

negativo, o que permite representar se a árvore é quase-cheia e cheia ao mesmo tempo ou se ela é apenas quase-cheia. (Uma árvore **cheia** é uma árvore em que todos os níveis possuem o máximo número de nós possível.)