

1. Considere a inclusão de um novo nó X em uma árvore binária de busca. Explique por que, tanto o antecessor de X, quanto o sucessor de X serão ancestrais de X depois da inclusão.
2. Considere a seguinte estrutura de dados para o nó de uma árvore binária de busca:

```
typedef struct no no;  
struct no {  
    int chave;  
    no* esq;  
    no* dir;  
    no* ant;  
    no* suc;  
};
```

onde chave, esq, dir, ant e suc são respectivamente a chave do nó, os ponteiros para o filho da esquerda, o filho da direita, o nó antecessor e o nó sucessor.

Apresente um algoritmo iterativo em C (ou em pseudo código semelhante à linguagem C) que recebe como parâmetros um apontador para o nó raiz de uma árvore e um ponteiro para um novo nó X e, insere este novo nó X na árvore. Considere que a árvore não contém a chave do nó X. Seu algoritmo deve acertar os ponteiros X->ant e X->suc para que estes apontem respectivamente para o nó antecessor de X e para o nó sucessor de X.

3. Apresente um algoritmo recursivo em C (ou em pseudo código semelhante à linguagem C) que, dado o ponteiro para o nó raiz de uma árvore binária de busca, verifica se a diferença entre o tamanho dos ramos da árvore é de no máximo 1. Considere um "ramo" como o caminho na árvore que leva do nó raiz até uma folha e que o "tamanho do ramo" é dado pelo número de nós neste caminho.
4. Inclua a seguinte sequência de valores em uma árvore binária de busca inicialmente vazia. Após cada inclusão use o menor número possível de rotações para garantir que a diferença entre as alturas das subárvores da esquerda ou da direita de qualquer nó seja de no máximo 1. Desenhe a árvore após cada inclusão ou rotação.

19, 18, 2, 4, 6, 11.

Considere que uma subárvore de um nó é uma árvore que tem raiz em um dos filhos do nó. A altura de uma árvore com raiz em X é dada pelo tamanho do maior dos ramos partindo de X->esq ou de X->dir até as folhas. Uma árvore que contém apenas um nó tem altura zero.

5. Explique por que sempre é possível manter o critério de balanceamento usado na questão 4 usando no máximo duas rotações após cada inclusão. Sustente sua explicação nas alturas das subárvores envolvidas nas operações de rotação.

Valores das questões:

- 1) 10 pontos
- 2) 30 pontos
- 3) 30 pontos
- 4) 15 pontos
- 5) 15 pontos