

**Instruções para a prova**

- A prova é sem consulta;
- A prova dura 1 hora e 40 minutos.

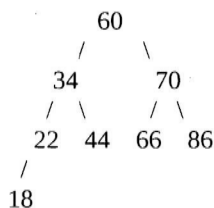
**Questão 1** (15 pontos) Assinale V(verdadeiro) ou F (falso) nas questões abaixo e justifique as questões marcadas como falsa.

A - ( ) Em uma árvore 2-3-4, é permitido ter nós com grau mínimo igual a 1 (um).

B - ( ) Em uma árvore rubro-negra, a altura da árvore nunca será maior que o dobro do número de nós pretos em um determinado caminho.

C - ( ) Em uma árvore AVL, dado um nó com fator de balanceamento maior que 1, este deve ser re-calculado para todos os nós filhos deste nó.

**Questão 2** (20 pontos)



A partir da árvore ilustrada acima, mostre as árvores AVL resultantes da inserção das chaves 12, 8, 16 (nesta ordem). Mostre as árvores resultantes após cada inserção na árvore e os valores de balanceamento.

**Questão 3 :** (20 pontos)

Crie uma árvore rubro-negra (RN), incluindo as chaves 33-14-27-70-40, nesta ordem, e mostre a árvore RN resultante após cada inserção. Usar as regras de ajuste aprendidas em aula.

**Questão 4 :** (20 pontos)

Implemente uma estrutura de dados representando uma árvore binária e uma função que calcule a altura desta árvore.

**Questão 5:** (25 pontos)

Implemente uma estrutura de dados representando uma árvore 2-3-4 e uma função de percurso em pré-ordem (pela chave) na árvore. A função deverá imprimir as chaves dos nós correspondentes.