



MÉTODO BIOMETRIA & INVENTÁRIO FLORESTAL S/C Ltda.  
C N P J - 01 750 022 / 0001 - 31

---

# Inventário Florestal

Descritivo e Resultados Estatísticos

**Fazenda Tupi**

**Proprietário : AJF**

**Município Anaurilândia - MS**

**460,62 hectares de Eucaliptus Clonal.**

LUIZ ANTÔNIO – SP

Março /2020



MÉTODO BIOMETRIA & INVENTÁRIO FLORESTAL S/C Ltda.  
C N P J - 01 750 022 / 0001 - 31

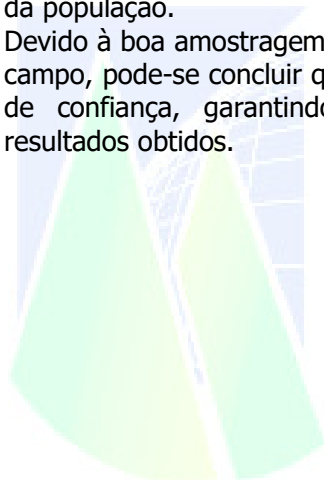
---

## Serviços e Resultados

Realizou-se no período de 08/03/2020 a 20/03/2020, o Inventário Florestal na Fazenda Tupi, localizada no município de Anaurilândia-MS, cujo efetivo plantio da propriedade mensurada constituem de 460,62 hectares, plantados e conduzidos com *Eucalyptos Clonal* com idade entre 6,24 a 6,72 anos, onde realizou-se o inventario quantitativo variável volume, em metros cúbicos.

Os resultados volumétricos obtidos com a utilização de 48 unidades amostrais permanentes na área de 460,62 hectares, resultaram numa estimativa volumétrica total de 150.133 metros cúbicos de madeira total com casca, pertencente a AJF, com, sujeitas a um erro de amostragem de 3,47 %, a 95% de probabilidade em análise total da população.

Devido à boa amostragem distribuída nas respectivas áreas para a coleta dos dados de campo, pode-se concluir que este resultado encontra-se dentro de um seguro intervalo de confiança, garantindo assim boa qualidade e confiabilidade estatística nos resultados obtidos.



Método  
inventário florestal

### **Miguel Florentino Borelli**

Eng. Especialista em Biometria Florestal.  
Diretor

### **Reges A. Françoso Inácio**

Técnico

Março/2020



MÉTODO BIOMETRIA & INVENTÁRIO FLORESTAL S/C Ltda.  
C N P J - 01 750 022 / 0001 - 31

---

## Introdução

A valorização da madeira e dos produtos florestais e a necessidade do uso social, ecológico e economicamente correto dos recursos florestais nativos ou plantados aumentam a necessidade de priorizar o conhecimento do estoque florestal e também dos múltiplos produtos da madeira, cada vez mais e com maior precisão.

O conhecimento de técnicas de amostragem é um dos elementos principais para que o estoque florestal possa ser obtido com precisão.

Em florestas plantadas o uso de conceitos e procedimentos de amostragem é cada vez mais importante para que o negócio florestal possa ser melhor gerido. As informações de crescimento e produção possibilitam análises econômico-financeiro do investimento e de várias outras ações que bem caracterizam o manejo florestal. Os fundamentos da boa amostragem e da biometria florestal constituem um dos grandes instrumentos de auxílio no controle dos negócios florestais.

Um fato relevante é que distorções no uso destas técnicas podem propiciar a obtenção de sub ou superestimativa dos estoques de madeira, e com esses valores estimados com desvios muitas vezes levam a entraves em negociações do ramo o que com certeza gera prejuízos para as partes envolvidas ortogante e ortogado.

## Definição de Inventário Florestal.

O inventário florestal consiste no uso de fundamentos de amostragem para a determinação ou estimativa das características das florestas, sejam estas quantitativas ou qualitativas. Dentre as quantitativas podemos citar: volume, sortimentos, área basal, altura média das árvores dominantes, biomassa, diâmetro médio quadrático, etc. e dentre as qualitativas podemos citar: vitalidade das árvores, qualidade do fuste, etc.

O mesmo é realizado todos os anos com os seguintes objetivos:

- Quantificar o volume existente a nível talhão/projeto/horto.
- Determinar a disponibilidade de madeira para produção de lenha, carvão vegetal, celulose etc.
- Estimar a taxa de crescimento médio anual.
- Conhecer os problemas que afetam os maciços florestais e quantificar prováveis perdas.
- Orientar na elaboração e execução de novos projetos.
- Viabilizar a construção de equações de Prognose da produção futura após todo um ciclo.
- Orientar o planejador na tomada de novas decisões.
- Orientar os trabalhos da matriz energética da empresa.



MÉTODO BIOMETRIA & INVENTÁRIO FLORESTAL S/C Ltda.  
C N P J - 01 750 022 / 0001 - 31

---

## **Objetivo do presente trabalho.**

Realizar o inventário florestal na Fazenda Tupi no município de Anaurilândia - MS, com o objetivo de quantificar o ativo florestal (variável quantitativa volume m<sup>3</sup>) fornecendo com isso instrumentos para a tomada de decisões da empresa no tocante ao seu ativo florestal, utilizando para isso técnicas de amostragens condizentes com a realidade local.

## **Processo de Amostragem**

Foi montada uma rede amostral de forma sistematizada utilizando para isso uma gride geodésica quadrada com intervalo K de 315 metros, sendo que nas interseções das linhas fora lançada uma amostra e retirada a sua coordenada UTM para posteriormente no campo a equipe técnica localizasse a posição espacial precisa com GPS e instalasse a amostra, na ausência de interseção dentro do talhão por esse ter área pequena, procedeu-se no lançamento da amostra na linha da gride, para que assim sempre tivéssemos ao menos uma (01) amostra dentro de cada talhão. Com esse tipo de amostragem buscamos evitar erros de viés na amostragem, uma vez que pelo fato de não conhecermos a área física da fazenda as amostras caem de forma casualizada em toda a área.

Com esse tipo de amostragem foi feita uma análise total da população onde entraram todas as parcelas de cada talhão para que assim obtivéssemos um erro menor que 10% a 95% de probabilidade para a população total analisada, frisando que o erro a nível talhão com certeza é bem maior, vide planilha de resultados por talhão, portanto peça ressaltadas ao se comparar os resultados de talhão cortado x talhão estimado pois desvios poderão ocorrer devendo essa comparação somente ser feita após o corte de toda a área ( todos os talhões ).

## **Dinâmica de Campo.**

De porte do mapa (vide arquivo enviado), devidamente caracterizado da área, já com as amostras lançadas a equipe técnica da Método (01 no total, composta por 02 pessoas cada equipe e um veículo leve), localizaram no campo onde deveria estar as amostras, e as mensuraram.

Após a localização da amostra, obtida sempre por posição geográfica, efetuou-se a mensuração da circunferência de todas as árvores presentes na mesma bem como a medição das 10 primeiras árvores da linha central da amostra, desde que isentas de danos, tais como copa quebrada, tombada, etc essas árvores posteriormente foram utilizadas para a obtenção das relações hipsométricas de cada estrato. Foram identificadas também as árvores mortas, quebradas (que tiveram suas alturas mensuradas), tombadas, bifurcada abaixo, bifurcada acima do Dap (1,3m). Para cada parcela foi executado o georeferenciamento da mesma para posteriormente lançamento em mapa digital formato AutCad, esse posicionamento facilita muito mais

no futuro a re-localização das amostra no campo, uma vez que essas também foram marcadas no campo com uma marca feita com tinta látex na cor branca, como será descrito mais a frente. Já em relação às categorias averiguadas no campo segue anexo tabela com os códigos e descrições.

**Tabela 01** , código e descrição das categorias observadas nas parcelas.

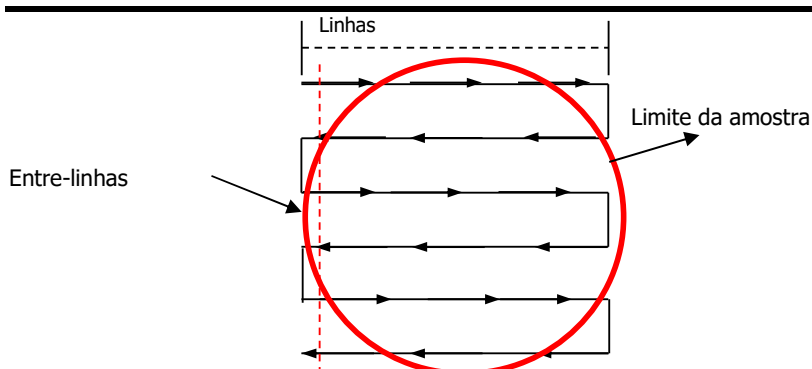
Código	Qualidade
1	NORMAIS
2	MORTAS
4	FALHA
5	DOMINADA
7	BIF.BAIXA
8	TOMBADA
10	PONTA SECA
11	BIF.ACIMA
12	TORTA
13	DEFORMAÇÃO DAP
14	BROTO
19	QUEBRADA
20	FORMIGA
23	QUEIMADA
29	MORTA-QUEBRADA
61	PONTEIRO PERFILHADO
99	DOMINANTE

### **Marcação e Identificação das Parcelas, I.F.C, no Campo**

As parcelas, foram identificadas no mapa, e marcadas no campo com uma marca feita com tinta látex na cor branca nas duas arvores centrais, e todas as arvores no final de cada linha de plantio interna à parcela . Essa marcação foi bem feita pois nas medições futuras a parcela deverá sempre ser mensurada de forma correta, e sempre com o mesmo sentido de caminamento.

### **Medição da Parcela.**

Como já fora mencionado, (em Dinâmica de campo), em todas as amostras coletamos varias informações relativos a biometria das arvores e também em relação a área amostrada, vide esquema abaixo:



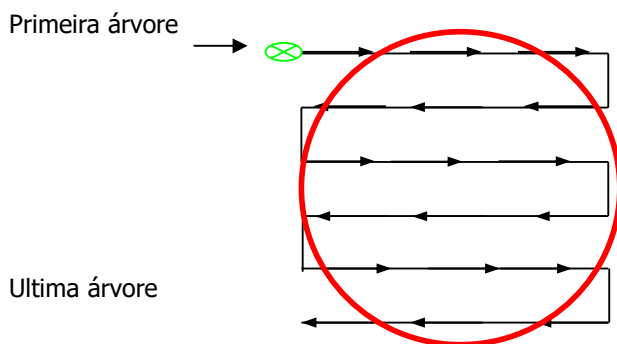
O objetivo desse trabalho foi o de dimensionar o mais próximo possível da realidade física a dinâmica do espaçamento da floresta, pois as amostras foram de área fixa, e desvios no espaçamento pré estabelecido pode acarretar erros nas estimativas dos volumes.

### Forma das Unidades Amostrais

Utilizaram-se parcelas com área fixa de 400 M<sup>2</sup>, com formato circular com um total de covas variável em cada parcela em função do plantio em cada ponto geográfico. Essa amostra fora determinada para que se adequassem e captassem as várias situações de espaçamentos do povoamento.

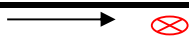
A seguir é apresentado um esquema de como fora o sentido de caminhamento, no momento da medição de cada parcela, sempre partindo da primeira árvore da parcela já descrita.

**Figura 01:** mostra o esquema de medição da parcela





MÉTODO BIOMETRIA & INVENTÁRIO FLORESTAL S/C Ltda.  
C N P J - 01 750 022 / 0001 - 31



← → Indicam o sentido de caminhamento para mensuração da unidade amostral.

## Intensidade de Amostragem

Para a população total obtivemos uma intensidade amostral, que é apresentada na tabela abaixo:

**Tabela 02** : mostra a intensidade amostral média utilizada:

População Total	Intensidade
Todo Projeto	1 : 9,60 hectares

Analisando toda a população pode-se dizer que a intensidade amostral está adequada para o resultado estatístico preconizado em proposta de  $\leq 10\%$  a 95% de probabilidade para análise da população total, com essa amostragem obtivemos uma fração amostral de 0,42%, que em se tratando desse tipo de amostragem está dentro de uma fração adequada.

## Cubagem Rigorosa

Foram cubadas biometricamente 281 (sendo 60 árvores no ano de 2020 as demais nos anos anteriores) arvores abrangendo todas as classes diamétricas da floresta em questão em dois estratos sendo o primeiro para os clones I224,I144 e o segundo para os clones GG100,COP2361,COP1407 e PL3301, sendo as quantidades em cada classe de 12 a 16 arvores

## Cálculos volumétricos.

Ajustou-se equação hipsométrica para cada talhão vide resultados por parcelas e função de variável combinada Shumaquer-Hall na forma original não-linear para obtenção do volume total com e sem casca específica para cada estrato, onde o resultado originado é o volume cúbico com casca e sem casca. Para todas as equações selecionadas foram utilizadas as técnicas recomenda por literatura específica para sua escolha, como o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), erro padrão de estimativa ( $S_{yx}$ ) absoluto  $m^3$  e metros, distribuição gráfica dos resíduos a qual permite identificar possíveis tendenciosidade e o teste F. Por esses motivos as equações selecionadas possuem um alto grau de confiabilidade e precisão e podem ser aplicadas na floresta em questão.

Maiores detalhes dos resultados dos modelos ajustados encontra-se no descritivo de construção de relações hipsométricas e equações de volume.



MÉTODO BIOMETRIA & INVENTÁRIO FLORESTAL S/C Ltda.  
C N P J - 01 750 022 / 0001 - 31

---

## **Elaboração de modelos de relação Hipsométrica e Volumétrica em povoamentos de *Eucaliptos clonal em primeira rotação* .**

### **1. Introdução**

Atualmente as equações de volume e as relações hipsométricas vêm sendo amplamente utilizadas na área florestal para a determinação do volume e da altura de árvores em pé. No entanto, a aplicação desses modelos devem se restringir a áreas que possuam características semelhantes de sítio, espécie, rotação, etc. às da condição original, devendo-se atentar também para a amplitude dos dados, visto que as equações são elaboradas a partir de um conjunto de dados específicos. A extrapolação de tais equações deve ser evitada, sendo que a sua aplicação deve ser efetuada com ressalvas em locais onde essas condições sejam distintas da condição original.

O objetivo deste trabalho foi ajustar modelos de relação volumétrica, visando a determinação do volume de árvores de *Eucaliptos clonal*, em primeira rotação, com 6,49 anos de idade.

### **2. Metodologia**

#### **2.1 Características do local de origem dos dados**

O povoamento situa-se na região de Anaurilândia-MS, nas coordenadas geográficas latitude -22° 04 ' 37" e longitude -46° 59 ' 07" e foram plantados com espaçamento em torno de 3,0m entre ruas x 2,5m entre covas.

Para a construção das equações foram utilizados dados provenientes da cubagem rigorosa de árvores para volumetria e alturas de árvores mensuradas nas parcelas para a hipsometria visando com isso uma melhor representatividade hipsométrica de todo o sítio florestal, no processo da cubagem foram abatidas 281 árvores abrangendo todas as classes de diâmetro, em dois estratos, de toda a espécie.

#### **2.2 Estratificação da cubagem.**

Foram cubadas biometricamente, 281 árvores de Eucaliptos para toda a população, estratificada em dois estratos estabelecidos empiricamente com intervalo entre classes diamétrica de 2,0 cm. A posição de cubagem foi a 0,10 , 0,70, 1,30, 2,00 m e a partir daí de 2,00 em 2,00 metros até atingir o diâmetro mínimo de 4,0 cm.

#### **2.3 Construção das relações Hipsométricas, altura total.**

Vide resultados por parcelas, onde foram ajustados um modelo para cada talhão mensurado.





MÉTODO BIOMETRIA & INVENTÁRIO FLORESTAL S/C Ltda.  
C N P J - 01 750 022 / 0001 - 31

---

## 2.4 Construção da equação de Volume Total com casca.

Para a estimativa do Volume Total com casca de uma árvore foram testados modelos de regressão linear clássicos na estimativa de volume. O modelo testado foi o seguinte:

Shumaque Hall, na forma original

$$\text{LnVol} = b_0 + b_1 + (\text{Ln Dap}) + b_2 * (\text{Ln Ht})$$

Onde,

Vol = volume total com e sem casca em m<sup>3</sup>

H = altura total da árvore, em metros

DAP = diâmetro à altura do peito, em centímetros

b (s) parâmetros a serem ajustados.

## 3. Resultados

### 3.1 Relação Hipsométrica

Vide resultados por parcelas, onde foram ajustados um modelo para cada talhão mensurado.

### 3.2 Equações de Volume Total com casca.

Após a análise dos modelos testados em questão, selecionou-se o modelo que melhor se ajustou aos dados para os conjuntos de parcelas/estratos, sendo o modelo Shumacher Hall na forma linear:.

$$\text{LnVol} = b_0 + b_1 + (\text{Ln Dap}) + b_2 * (\text{Ln Ht})$$

*Parametros: Volume Total com casca, volume total sem casca, columes comerciais (v4cm) com e sem casca, vide planilha de resultados.*

## 4. Fatores de Empilhamento (considerações).

Essa unidade de medida de volume metros estéreo ou esterres, em que pese ainda seja muito utilizada no meio florestal brasileiro, esta teve seu fim em dezembro de 2009. É uma medida que é muito influenciada pela maneira de empilhar, essa maneira pode levar a sub ou superestimativas dos volumes de um trabalho de inventário florestal, dentre alguns fatores que influenciam posso destacar: comprimento da tora,



MÉTODO BIOMETRIA & INVENTÁRIO FLORESTAL S/C Ltda.  
C N P J - 01 750 022 / 0001 - 31

para esse quanto menor for, melhor é o empilhamento; diâmetro das toras, para esse quanto maior for, melhor é o empilhamento; forma de empilhamento, para esse se for manual com certeza será melhor que o mecânico.

Portanto para esse trabalho a nossa proposta foi a de não utilizar essa unidade de medida portando a Método de exime de qualquer resultado desse trabalho que se refira o volume em metros esteres exatamente pela baixa precisão e facilidade de manipulação de resultados.

## 5. Considerações importantes.

É importante salientar a necessidade de rigor na aplicação tanto das equações de volume como das relações Hipsométricas. A utilização dos modelos sugeridos em áreas com características diferentes das condições existentes na região de coleta dos dados poderá ocasionar erros grosseiros nas estimativas.

## Instrumentos Utilizados

Nos trabalhos de campo, foram utilizados, fita métrica graduada em mm para a mensuração da circunferência das árvores a 1,30 metros da base e posterior conversão para o diâmetro através da relação CAP/PI. Utilizou-se o hipsômetro Eletrônico da Haglof para mensuração das alturas, para a locação das amostras, utilizou-se trena para a mensuração da área (raio) das parcelas e cruzeta de ferro para a determinação do vértice central da amostra, para as anotações dos utilizou-se coletores de dados com software próprio para inventario e cubagem biométrica, Suta graduada em mm, Motosserra, facão, pincel de 2", aparelho GPS, tinta látex branca e veículo leve.

Para o cálculo dos parâmetros dendrométricos, foi utilizado microcomputador padrão PC/INTEL, utilizando o sistema *FlorExel versão v.3.9.12* para cálculo dos volumes.

## Definição e Interpretação das variáveis

**NCovas/hectare:** número de covas que supostamente foram plantadas ou não , de acordo com o espaçamento preconizado.

**NArv/hectare:** número de árvores vivas ou não que se encontram tangíveis na área medida.

**NFuste/hectare:** número de fuste vivo ou não que se encontram tangíveis na árvore encontrada e medida na amostra.

**Dg (cm):** corresponde ao diâmetro médio das árvores a 1,30 metros da sua base .A denominação corresponde á conceituação técnica de diâmetro médio quadrático, ou seja, o diâmetro correspondente á árvore de área seccional média (g) da unidade de área em questão, é cientificamente mais representativo da população do que a média aritmética dos diâmetros (DAP).

**H média (m):** altura média de todas as árvores vivas por hectare.



MÉTODO BIOMETRIA & INVENTÁRIO FLORESTAL S/C Ltda.  
C N P J - 01 750 022 / 0001 - 31

---

**Hdom (m):** altura média das 100 árvores de maior Dap/hectare, convertidos para a área da parcelas, princípio de Assmmam.

**G Área basal (m<sup>2</sup>/hectare):** índice de densidade do povoamento. Obtido pelo somatório das áreas seccionais/transversais de cada fuste medido e convertidas por hectare.

**Vmi (m<sup>3</sup>):** Volume médio individual das árvores, obtido pela divisão do volume por hectare da parcelas pelo numero de fuste também por hectare.

**Arv/M<sup>3</sup>:** igual o inverso da situação anterior.

**Volume M<sup>3</sup>/hectare comercial:** volume do maciço florestal composto somente por arvores vivas/hectare com DAP maior ao comercial estabelecido.

**Toco (m<sup>3</sup>):** volume remanescente de tocos, em nosso caso esse volume não foi considerado pelo fato da cubagem ser tecnicamente rente ao nível do solo.

**Ponteiras (m<sup>3</sup>):** volume composto pelas pontas dos fustes que ficarão e se descomporão no solo após a operação de corte do maciço florestal.

**Total (m<sup>3</sup>):** somatório de todos os volumes do maciço florestal.

**I.M.A:** Incremento médio anual, resumindo é o volume presente por hectare dividido pela idade.

**Árvores normais:** Todas as árvores vivas em pé presentes na amostra.

**Árvores mortas:** Todas as árvores secas em pé presentes na amostra, porém sem deterioração aparente, nesse caso entraram na composição volumétrica.

**Árvores falhas:** Todos os espaços que tecnicamente deveriam estar presentes ali uma árvore, partindo-se do espaçamento pré estabelecido pelo cadastro florestal entre árvores ou ainda árvores caídas (em deterioração ou não).

**Árvores dominada:** Todas as árvores em pé vivas com Dap, menor que o diâmetro comercial estabelecido (4cm).

**Árvores bifurcada abaixo:** Todas as árvores em pé vivas ou não com dois ou mais fustes presentes tangíveis, sendo a bifurcação abaixo de 1,3 metros.

**Árvores tombada:** Todas as árvores vivas com tombamento de fuste.

**Árvores bifurcada acima:** Todas as árvores vivas com bifurcação de fuste acima do Dap.

---

**Árvores torta:** Todas as árvores vivas com tortuosidade no seu fuste.

**Árvores deformada no Dap:** Todas as árvores vivas com deformação na posição do Dap, causando distorção na sua ótima leitura.

**Árvores broto:** Todas as árvores vivas não plantadas operacionalmente, tida como uma brotação de ciclo anterior.

**Árvores quebrada:** Todas as árvores vivas ou não com quebra de seu fuste, todas medidas em campo.

**Árvores formiga:** Todas as árvores vivas atacada por formiga.

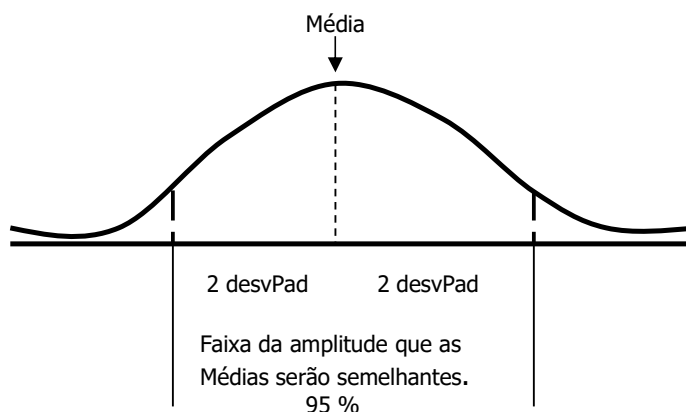
**Árvores queimada:** Todas as árvores vivas ou não que foi queimada em pé.

**Talhão :** sub área da fazenda, ou fracionamento da área total.

**Área Hectare :** unidade de área utilizada no Brasil que corresponde a 10.000 M<sup>2</sup>.

**Erro de amostragem % a 95% de prob:** unidade que expressa de forma percentual ou absoluta a margem de segurança dos resultados estatísticos, os 95% expressa a faixa dentro da curva de normalidade onde os resultados devem acontecer. *Por ex.:* se repetirmos o mesmo inventário 100 vezes a ocorrência dos resultados em 95% das vezes ocorrerão dentro da faixa esperada. Para essa situação de 95%, tem se dois desvios padrão para mais e para menos em relação a média. Vide figura a seguir .

**Figura :** Mostra a faixa de aceitação dos resultados dos inventários.





MÉTODO BIOMETRIA & INVENTÁRIO FLORESTAL S/C Ltda.  
C N P J - 01 750 022 / 0001 - 31

---

### **Conclusão dos Trabalhos e considerações finais.**

Após todas as análises, dos resultados obtidos pelo inventário do volume presente obtido pela *Método Biometria e Inventário Florestal*, podemos concluir que estão estatisticamente coerentes uma vez que a boa intensidade amostral nos retornou um erro, intervalo de confiança abaixo de 3,47% para 95% de probabilidade, para a área destacada pertencente a AJF.

Quero afirmar aqui que em relação a os resultados, esses **não** devem ser analisados a nível talhão quando comparar os erros em relação ao intervalo de confiança, pois esse último foi calculado a partir da população total a qual temos 48 amostras para todos os talhões, e quando se analisa somente 01 (um) talhão esse erro pode ser alto para mais ou para menos devido ao baixo numero de amostras no talhão, portanto a comparação deve ser feita somente a nível projeto/fazenda e mesmo essa quando for feita tem-se que levar em conta alguns fatores como: Quantificar corretamente toda as saídas de madeira, quantificar os resíduos florestais (ponteiros, toretes pequenos que ficam no campo, altura e volume de tocos). Informar também que em relação as áreas efetivas de plantio dos talhões os valores foram nos passados pelo proprietário, o qual não podemos assegurar a precisão dos mesmos, esse comentário faz-se necessário pois todos os resultados são calcados em hectare e se tivermos desvios desses valores teremos desvios também nos resultados do inventario florestal.

Fato importante que deve ser apresentado complementando esse trabalho de inventario florestal diz respeito a qualidade da floresta em questão, trata-se de uma floresta muitíssimo bem formada, nos aspectos silviculturais posso destacar a qualidade estrutural, floresta com baixo percentual de falha, bastante homogênea em se tratando de distribuição diamétrica e altura, típica de uma floresta clonal bem formada, inclusive com materiais bem definidos para a região e clima. Sendo assim salientamos que a floresta deve ser manejada de forma continua até a idade que se for necessária, principalmente focando as questões de limpeza da área, evitar a concorrência com ervas daninhas, combate a formigas e também manter o programa de nutrição sempre em dia calcada em análise estrutural do solo.

Miguel Florentino Borelli  
Diretor

*Eng. Especialista em biometria florestal.*