

COMPARAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE MODELO HIPSONÉTICO COM O CENSO DAS ALTURAS OBTIDAS COM HIPSONETROS.

Resumo: O objetivo deste estudo foi comparar o método de ajuste de modelos hipsométricos para determinar a altura de árvores em relação à prática do censo florestal das alturas tomadas com os hipsômetros Blume–Leiss e Florestor Vertex, com a altura real após o corte. Os dados foram obtidos de um plantio de *Eucalyptus citriodora*, pertencente à Estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga. Consistiu na medição da altura e do diâmetro de 32 árvores distribuídas em 08 (oito) tratamentos, onde cada tratamento consiste na combinação de uma forma de obtenção da variável altura em duas classes de diâmetro. Foram testados diferentes modelos Hipsométricos, sendo que a escolha do melhor modelo foi baseada nos critérios estatísticos: coeficiente de determinação, erro padrão residual e análise gráfica dos resíduos. Através das análises dos resultados encontrados da diferença dos diferentes métodos de determinação da variável altura pela altura real e posterior análise estatística, Teste F, Teste Skott-Knott e Contrastes de Interesse, comprovou-se que não existe diferença significativa da prática de ajuste de modelo hipsométricos para a realização do censo das alturas com hipsômetros, confirmando a viabilidade de utilização da prática de amostragem das alturas e ajuste de equações de regressões.

Palavras–Chaves: Análise de Regressão, Análises Estatísticas, *Eucalyptus citriodora*.

ABSTRACT: The purpose of this study was to “comparar” the method for setting of “hipsometricos” models for determining the height of trees on the practice of “censo” forest of heights taken with “hipsometros blume-leiss and florestor vertex”, with real height after cutting. the “dados” were obtain from a planting the eucalyptus citriodora, belonging for the “science forestry experimental station of itatinga”. “consistiu” the height and diameter of 32 trees distributed in 8 tratements, where each treatment is the combination of a way of obtaining the variable height into two clases of diameter. have been tested different “hipsometricos” models, and the choice of the best model was based on the criteries statistical, coefficient of determination, and analyze residual error and grafic default waste. throught the results of analises found the difference of different methods of determination of floating height for real height and subsequent statistics analysis. teste f, teste skott – knott and interest “contrastes”, “comprovou” if there is no significant difference of practice for setting for “hipsometro” model for the implementation of “censo” of heights with “hipsometros”, confirming the feasibility of use of practice of sampling of heights and setup of regressed of “equações”.

KEY – WORDS: Regressed Analyze, Statistical Analyze, *Eucalyptus citriodora*.

1. INTRODUÇÃO

O plantio de florestas no Brasil é uma atividade econômica importante e com grande impacto no meio social. A valorização da madeira e dos produtos florestais, resultantes também do constante aumento de seu consumo, aliados à conscientização da população para que seu uso seja socialmente justo, ecologicamente equilibrado e economicamente viável aumenta a necessidade de se conseguir quantificar com confiabilidade, o estoque florestal e também os múltiplos produtos da madeira, cada vez mais com maior precisão (SCOLFORO e MELLO, 1997).

Segundo Thiersch et al. (2006), a maioria das metodologias desenvolvidas para estimativa do volume de árvores considera que, se o volume de uma árvore foi determinado corretamente, o valor encontrado é válido, para outra árvore de igual diâmetro, altura e forma; e que dentre as formas existentes de se determinar o volume, as equações matemáticas de regressão, denominadas de modelos volumétricos, principalmente os de dupla entrada, em que o volume é em função do diâmetro e da altura é muito utilizado e preciso. Porém, povoamentos onde ocorre uma maior heterogeneidade no desenvolvimento das alturas das árvores com mesmo diâmetro, requerem a mensuração da altura total de todas as árvores, fato esse que aumenta o custo do inventário florestal.

Para minimizar este fato, pode se associar relações hipsométricas às equações de dupla entrada. De maneira geral, a correlação altura diâmetro não é muito forte, por isso, uma forma para tentar aumentá-la é ajustar uma relação hipsométrica para cada parcela, controlando-se automaticamente fontes de variação como a idade, a

produtividade do local, a densidade do povoamento, o manejo adotado e o material genético (THIERSCH et al., 2006).

Segundo Spurr (1952) citado por Soares et al. (2006), três fatores governam a escolha das medidas a serem realizadas nas árvores no Inventário Florestal: a facilidade e a velocidade que as medidas podem ser realizadas; a exatidão com que podem ser feitas e a correlação entre as medidas e as características às quais se desejam uma estimativa.

Em inventários florestais, a variável diâmetro à altura do peito é facilmente medida para todas as árvores; a altura, no entanto obtida de modo indireto através de instrumentos apropriados, fornece resultados acurados, porém não econômicos, devido ao tempo gasto. Portanto, é comum a medição do diâmetro de todas as árvores das parcelas e a altura apenas em algumas delas. O conjunto de dados de alturas das árvores medidas, com os respectivos diâmetros, é usado para estabelecer uma relação de regressão da altura sobre diâmetro, a qual é empregada para estimar as alturas das demais árvores da parcela em função dos diâmetros já medidos. Logo, estima-se a variável de difícil acesso em função da mais fácil e de rápida medição, reduzindo-se, portanto, o tempo e os custos de mensuração (BARTOSZECK et al., 2002).

Barros et al. (2002), afirma que a análise de regressão é uma ferramenta importantíssima para qualquer ciência e que vem sendo utilizada com muita frequência no meio florestal, sendo usualmente empregada com muito sucesso na estimativa de volume de madeira em função do diâmetro e da altura das árvores; e que o uso indiscriminado desta relação pode levar a erros consideráveis, uma vez que vários fatores podem influenciá-las, tais como: posição sociológica, sítio, idade, densidade e práticas silviculturais em geral.

Conforme Bartoszeck et al. (2002), Barros et al. (2002) e Thiersch et al. (2006), os modelos de relação hipsométrica que consideram outros fatores além do Diâmetro a Altura do Peito (DAP), fatores como: sítio, idade, densidade, etc, são de difícil obtenção. Em vista do exposto, este trabalho testou diferentes modelos hipsométricos de simples entrada, que consideram apenas o DAP e selecionou o melhor, para comparar com a prática do censo das alturas tomadas com hipsômetro. Os modelos testados foram:

Parabólico, Stofel, Linha Reta e Prodan, para as diferentes classes de diâmetros existentes, obtidas para a população florestal estudada, por meio da Distribuição de Classes Diamétricas, Método Estatístico, proposto por Scolforo e Figueiredo (1998).

Os aparelhos utilizados para realizar a medição da altura de árvores são denominados de Hipsômetros e são classificados em duas categorias, de acordo com o seu princípio de construção: Princípio Geométrico, relação entre triângulos, como o Hipsômetro de Christem e o Princípio Trigonométrico, relação entre ângulos e distâncias, entre os hipsômetros que utilizam esse princípio de construção, têm-se o Nível de Abney, Blume-Leiss, Haga, Suunto Clinômetro e o Vertex III que já apresenta uma tecnologia mais moderna: digital (SOARES et al., 2006).

Segundo Campos et al. (2006), o Forestor Vertex (Vertex III) determina a distância do observador à árvore por meio de pulsos ultra-sônicos, que são sensíveis as variações de temperatura ambiente, implicando na necessidade de calibração diária do mesmo; sendo que ambos, Forestor Vertex e Blume-Leiss requerem boas condições climáticas para sua utilização. Sendo que a medição da variável altura esta ainda sujeita a erros sistemáticos causados pela falta de habilidade do operador, cansaço em detrimento da monotonia da atividade, calibração do instrumento, boa visibilidade do topo e da base da árvore e tempo de coleta (SOARES, 2006 e SCOLFORO et al., 1998).

Desta forma, o objetivo geral deste estudo foi avaliar a precisão do método de ajuste de modelo hipsométrico para determinar a altura de árvores; comparados a realização do censo florestal das alturas tomadas com hipsômetros, Blume-Leiss e Forestor Vertex, com a altura real após o corte, com o intuito de definir uma estratégia precisa e de baixo custo para tornar factível, as avaliações de experimentos e as estimativas ao nível das árvores contidas nas parcelas do inventário florestal.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização e Características da Área

O povoamento florestal onde foram coletados os dados para realização deste trabalho, trata-se de um povoamento de *E. citriodora* com 11 anos de idade, implantado no espaçamento 3 x 1 m, na Estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga, Departamento de Ciências Florestais (LCF) da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, destinado para a seleção de material superior para a Produção de óleo essencial, situado nas coordenadas geográfica 23° 10' de latitude sul e 48° 40' de longitude oeste, a 857 metros de altitude, no município de Itatinga, SP.

O solo é classificado segundo o boletim 12 como Latossolo vermelho amarelo, fase arenosa, distrófico, com pequenas manchas de outros solos, principalmente Latossolo Roxo Distrófico; profundos, bem drenados e de textura média, formados a partir de arenito (BARRICHELO, 1989).

O mesmo tem seu relevo classificado como suavemente e o clima da região enquadra-se no Tipo Cwa, conforme a classificação de Köppen; com a temperatura média anual de 20,0°C (máx=35,0°C e mín=-4,0°C) (ESTAÇÃO, 2007).

A precipitação média anual é de 1402 mm, concentrada nos meses de Dezembro a Fevereiro, com um total de 627 mm neste período. Por outro lado, entre os meses de Junho a Agosto ocorre as menores precipitações, média mensal de aproximadamente 40 mm (MENDES & MOREIRA, 2007).

2.2. Seleção das árvores e obtenção dos dados

Aproveitando-se do Inventário anteriormente realizado na área e de posse desses dados, ou seja, DAP's de todos os indivíduos de uma parcela do inventário, foi realizada a Distribuição de Classes Diametricas, pelo Método Estatístico proposto por Scolforo e Figueiredo (1998), utilizando como amplitude de Classe 02 (dois) Desvios Padrão, após ter sido verificado que a mesma, enquadrava-se dentro do valor normalmente utilizado pelo setor florestal, que segundo Scolforo e Figueiredo (1998) é

de 2 a 5 cm para floresta plantada, sendo que o valor da amplitude de classe é importantíssimo, para permitir uma melhor visão da estrutura da população florestal.

Após definido o número de classes e verificado as mais representativas da população florestal, foi lançada uma amostra piloto para definir quantas árvores teriam suas alturas reais coletadas. A escolha dos indivíduos ocorreu aleatoriamente, através de sorteio, onde todos os indivíduos foram inicialmente numerados, para que todos tivessem a mesma chance de serem amostrados; após definidos esses indivíduos, os mesmos tiveram seus CAP's (circunferência a altura do peito) coletados com fita métrica e suas alturas coletadas com os Hipsômetros Florestor Vertex e Blume-Leiss, e em seguidas derrubadas para determinar com auxílio de uma trena as respectivas alturas reais. Essa amostra permitiu ter uma idéia da variabilidade existente entre as alturas das árvores que compõem a população estudada. Depois de agrupada em classes e de posse de todas as alturas reais de cada indivíduo de cada classe de diâmetro, foi efetuado o cálculo da variância, desvio padrão, media aritmética e coeficiente de variação, para realização do cálculo da intensidade amostral e recálculo da intensidade amostral para a variável altura, sendo que o erro admissível utilizado foi de 10%, com probabilidade de 95% de acerto, metodologia semelhante à usada por Scolforo e Figueiredo (1998) para a determinação do número de árvores a serem cubadas rigorosamente dentro de uma população florestal.

Segundo Scolforo e Figueiredo (1998) o cálculo e o recálculo da intensidade amostral em nível de estrato permite controlar a sua fonte de variabilidade, sendo que neste trabalho as classes diâmetricas têm a finalidade de representar os estratos. Sendo que o recálculo deve ser efetuado de forma independente para cada classe de diâmetro, até a estabilização do número de árvores a serem medidas.

Todos os cálculos efetuados, principalmente o cálculo das variáveis que expressam Variabilidade, Distribuição de Classes Diamétricas, Intensidade Amostral e Recálculo da Intensidade Amostral são apresentados e definidos a seguir.

2.2.1. Variáveis que expressam Variabilidade

- *Variância*: Medida de dispersão dos valores de uma variável em torno de sua média, dada pela soma dos quadrados dos desvios em relação à média, dividida pelo número de observações.

$$Sd^2 = \frac{\sum HT^2 - \frac{(\sum HT)^2}{n}}{n-1}$$

onde: Sd^2 = Variância

$\sum HT^2$ = Somatório de todas as alturas elevadas ao quadrado

$(\sum HT)^2$ = Somatório das alturas ao quadrado

n = Número de indivíduos observados

- *Desvio padrão*: Indica o quanto em termos médios os valores observados variam em relação a sua média (Scolforo e Mello, 1997).

$$Sd = \sqrt{Sd^2}$$

onde: Sd = Desvio Padrão

Sd^2 = Variância

- *Coefficiente de Variação*: É uma medida adimensional, que possibilita a comparação entre grandezas diferentes, expressando em termos relativos a dispersão média dos valores observados em relação a sua média (Scolforo e Mello, 1997).

$$CV = \frac{Sd}{\mu} \times 100$$

onde: CV = Coeficiente de variação

Sd = Desvio Padrão

μ = Média (das alturas reais de cada classe)

2.2.2. Distribuição das Classes Diamétricas.

Tabela 01. Distribuição de Classes Diamétricas.

Classes de Diâmetro		Valor Central	Fi	Fa
Li	Ls			
$\mu-3Sd$	$\mu-Sd$	$\mu-2Sd$	N_0	N_0
$\mu-Sd$	$\mu+Sd$	μ	N_1	$N_0 + N_1$
$\mu+Sd$	$\mu+3Sd$	$\mu+2Sd$	N_2	$N_0 + N_1 + N_2$

$N_{0,1,2}$ – Indivíduos observados dentro de cada intervalo de Classe.

Fi e Fa – Freqüência Absoluta e Freqüência Acumulada, respectivamente.

2.2.3. Cálculo da Intensidade Amostral e Recálculo da Intensidade Amostral

- *Intensidade Amostral*

$$N = \frac{t^2 x (CV)^2}{E^2}$$

onde: N = Intensidade amostral número de árvores a serem amostradas

t = valor tabelado (Student) conforme o número de indivíduos da classe e o nível de precisão requerido

CV = Coeficiente de variação (%)

E = Erro pré-estabelecido, máximo 10%

Obs.: População Finita.

- *Recálculo da Intensidade amostral*

$$N = \frac{t^2 x (CV)^2}{E^2}$$

onde: N = Intensidade amostral número de árvores a serem amostradas

t = valor tabelado (Student) conforme a Intensidade amostral (N) e o nível de precisão requerido

CV = Coeficiente de variação (%)

E = Erro pré-estabelecido, máximo 10%

2.2.4. Medição das alturas com os Hipsômetros Blume-Leiss e Forestor Vertex

Ambos os instrumentos estudados requerem que o observador se posicione a uma distância que represente a altura da árvore a ser medida, sendo que a distância mais indicada para se proceder às leituras não deve ser inferior à altura da árvore a ser medida.

O hipsômetro Blume-Leiss apresenta quatro escalas, correspondente a distância em que o observador devera se posicionar da árvore e a escala de leitura das tomadas de medidas de base e topo, sendo 15, 20, 30 e 40 m. Existe ainda uma quinta escala, inferior graduada em graus, que possibilita conhecer a declividade do terreno para tomada de decisão sobre a necessidade ou não de correção da altura medida. Neste instrumento existe um telêmetro que permite determinar a distância entre observador e a árvore, utilizando-se de uma mira específica dobrável, que é fixada na árvore, sendo que esta contém diversas faixas brancas transversais, que, por superposição de imagens, ao se olhar pelo telêmetro, indica a exata distância do observador à árvore. Enquanto o hipsômetro Forestor Vertex determina a distância do observador à árvore por meio de pulsos ultra-sônicos (CAMPOS et al., 2006).

Para o Hipsômetro Blume-Leiss, após determinada a distância entre observador e árvore, que foi de 20 metros, a altura da árvore foi obtida, fazendo-se uma visada da base da árvore e efetuando-se a leitura do valor, assim como, visando o topo da árvore e efetuando novamente a leitura do valor, sempre atento a distância utilizada entre observador e árvore, que corresponde à escala de leitura a ser utilizada.

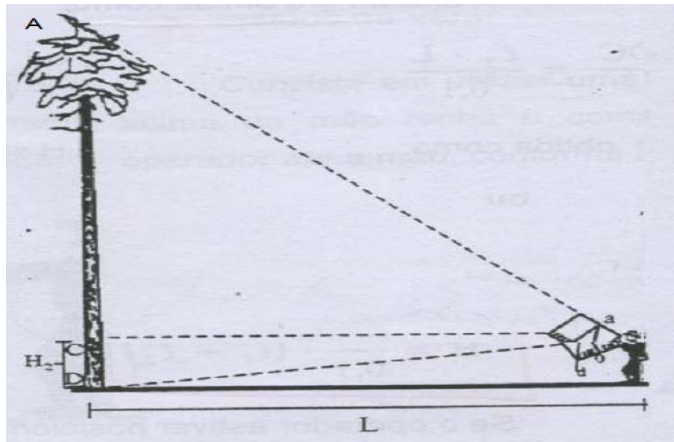


Figura 01 – Medição da altura com o hipsômetro Blume-Leiss.

onde: L = distância do observador à árvore.

OA = leitura do ápice da árvore.

OD = leitura da base da árvore.

O procedimento básico de leitura para o hipsômetro Forestor Vertex consiste em um operador auxiliar fixar ou segurar o sensor na altura de 1,30 m da árvore a ser medida, estando o observador conforme já mencionado a uma distância aproximadamente igual à altura da árvore, de modo que consiga visualizar o topo da árvore e o emissor. Em seguida o operador deve olhar através do visor e mirar o ponto vermelho para o emissor e depois mirar o topo da árvore, sendo que existem algumas regras que devem ser seguidas na utilização deste hipsômetro que senão seguidas podem provocar erros e a necessidade de calibração do instrumento entre uma árvore e outra.

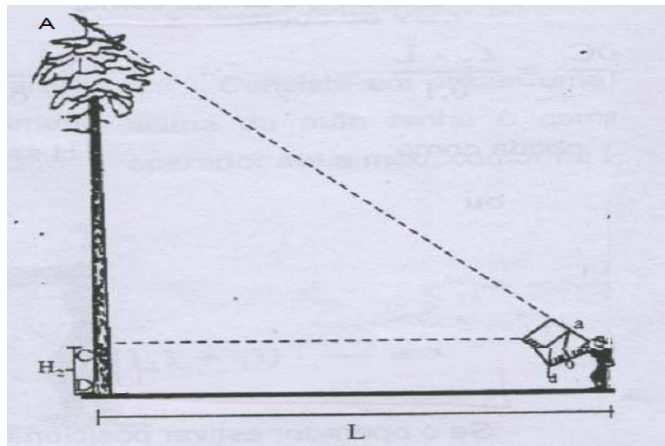


Figura 02 – Medição da altura com o hipsômetro Forestor Vertex.

onde: L = distância do observador à árvore.

OA = Visada do ápice da árvore.

OC = Visada sensor 1,30 m.

Para a medição da altura real, após o corte da árvore, munidos de uma trena de 30 metros, um dos operadores manteve-se na base da árvore com uma das extremidades da trena, o ponto zero, enquanto o outro seguiu o tronco da árvore até o final da copa, para efetuar a determinação da altura real. Com relação à altura do toco, o mesmo não foi somado a altura real por apresentar dimensões desprezível, visto que o corte foi muito rente ao solo.

2.3. Análise de Variância

A diferença observada em cada tratamento, gerada em função da diferença dos valores estimados pelos diferentes métodos de estimação da altura, pela altura real foi submetido à análise de variância, visando verificar se estas diferenças variam ou não significativamente entre si, ou seja, verificar se entre os diferentes métodos de determinação da variável altura existe um que seja o melhor. Para isso foi executado o teste de média Scott-Knott e Contrastes de Interesse, considerando o nível de significância $\alpha = 0,05$, pois, segundo Ferreira (2000), o teste de Scott-Knott é um teste

isento de ambigüidades e seus resultados são mais claros e objetivos, e no caso dos Contrastes de Interesse, toda vez que os tratamentos sugerem isso, eles devem ser os testes preferidos.

Os dados foram analisados no Programa Estatístico SISVAR (Sistema de análise de variância). Tratamentos estes descritos na Tabela 02, abaixo:

Tabela 02 – Caracterização dos Tratamentos.

Tratamento	Nº Árv.	Descrição	Classe
A	16	Censo Florestal HT Vertex – HT Real	02
B	16	Censo Florestal HT Vertex – HT Real	03
C	16	Censo Florestal HT Blume-Leiss – HT Real	02
D	16	Censo Florestal HT Blume-Leiss – HT Real	03
E	16	Mod. Hipsométrico HT Vertex – HT Real	02
F	16	Mod. Hipsométrico HT Vertex – HT Real	03
G	16	Mod. Hipsométrico HT Blume-Leiss – HT Real	02
H	16	Mod. Hipsométrico HT Blume-Leiss – HT Real	03

Dentre do teste de Contraste de Interesse escolhido para a Análise de Variância, os contrastes de Interesse testados foram: i) comparação entre todas as fontes de estimação da altura independente da classe diamétrica, $Y_1 = A + B + C + D - E - F - G - H$; ii) comparação dos hipsômetros dentro das classes diamétricas, $Y_2 = A - B$ (Vertex) e $Y_3 = C - D$ (Blume-Leiss), iii) Comparação de todas as fontes de estimação da altura dentro da Classe 2, $Y_4 = A + C - E - G$ e da Classe 3, $Y_5 = B + D - F - H$.

Sempre observando que os coeficientes dos contrastes devem somar zero, e a soma dos produtos dos coeficientes, correspondentes de todos os pares de contrastes também devem somar zero (FERREIRA, 2000).

2.4. Modelos Hipsométricos

Foram testados 04 (quatro) modelos matemáticos tradicionais selecionados na literatura florestal, apresentados na Tabela 03.

Tabela 03 – Modelos tradicionais testados para a estimativa da altura.

Modelos Hipsométricos	
Modelo Parabólico	$HT = bo + b1 \cdot DAP + b2 \cdot DAP^2$
Modelo de Stofel	$LOG(HT) = bo + b1 \cdot LOG(DAP)$
Modelo de Linha Reta	$HT = bo + b1 \cdot DAP$
Modelo de Prodan	$HT = DAP^2 / (bo + b1 \cdot DAP + b2 \cdot DAP^2)$

Fonte: Campos, et al., 2006.

Todos os modelos testados são modelos de simples entrada, ou seja, modelos que apresentam apenas uma variável independente, que é a variável diâmetro à altura do peito. Sendo que existem modelos de dupla entrada, onde existem duas ou mais variáveis independentes.

Todos os modelos foram independentemente ajustados para cada um dos seguintes Tratamentos; E, F, G e H; por meio do Programa STATGRAPHICS Plus 4.0, para obtenção dos coeficientes de regressão e gráfico de dispersão.

2.5 Critérios para a seleção do Modelo Hipsométrico

2.5.1 Análise de Regressão

A seleção do melhor modelo foi baseada nos parâmetros estatísticos: coeficiente de determinação, erro padrão residual e análise gráfica de resíduos (gráfico de dispersão).

Segundo Barros et al. (2002), o Coeficiente de determinação (R^2) expressa a quantidade de variação da variável dependente que é explicada pelas variáveis independentes. Soares et al. (2006) definem o coeficiente de determinação (R^2) como a porcentagem da variação dos dados observados em torno da média que está sendo explicada pela equação ajustada, sendo $0 < R^2 \leq 100$, quanto mais próximo de 100, maior a precisão da equação.

O erro padrão residual (Syx) indica o erro médio associado ao uso da equação e quanto menor o valor do erro-padrão da estimativa, menor o erro associado ao uso da

equação, por isso é desejável que se tenha o menor valor (BARROS et al., 2002 e SOARES et al., 2006).

2.5.2 Gráfico de Dispersão

Barros et al. (2002), afirma que mesmo que os estimadores de ajuste sejam bons indicadores para a escolha do melhor modelo, a análise gráfica de resíduos é decisiva, embora possa envolver alguma subjetividade por ser visual, sendo por isso utilizada em conjunto com os critérios estatísticos anteriores, pois permite detectar se há ou não tendenciosidade na estimativa da variável dependente ao longo de toda linha de regressão, se os resíduos são independentes e se há homogeneidade de variância.

O comportamento desejável de um gráfico de resíduo é aquele em que os resíduos se apresentam uniformemente distribuídos, independentemente do tamanho da árvore e próximos de zero, conforme a figura abaixo (SOARES et al., 2006).

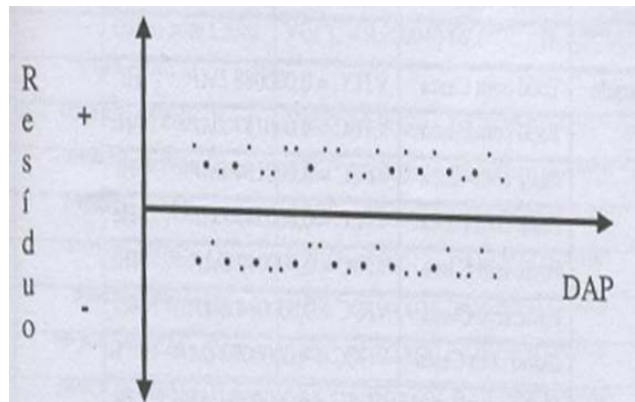


Figura 03 – Distribuição desejável dos resíduos em função do DAP das árvores. Fonte: Soares et al., 2006.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Distribuição das Classes Diamétricas

Utilizando-se dos dados obtidos no Inventário Florestal (Anexo 01) e eliminadas todas as árvores com diâmetro a altura do peito (DAP) menores que 5 centímetros, obteve-se a média aritmética dos diâmetros (μ) igual a 7,74 cm e o desvio padrão dos diâmetros (Sd) igual a 2,32 cm, das árvores que compõe a parcela. A partir destes dados estabeleceu-se as classes de diâmetro conforme mostrado na Tabela 04, considerando como amplitude de classe 2 Desvios Padrões, 4,64 cm.

Tabela 04. Apresenta o esquema de classes diamétricas estabelecidas estatisticamente a partir da amplitude de classe igual a dois desvios padrão.

Classes	Limite de Classe		Valor Central	Fi	Fa
	Li	Ls			
1	0,79	5,43	3,11	12	12
2	5,43	10,06	7,74	92	104
3	10,06	14,70	12,38	23	127

Foi utilizado apenas as duas classes mais representativas da população, Classes 2 e 3, para a realização das comparações e análises desejadas, em virtude dos diâmetros encontrados serem muito pequenos e apresentar um frequência muito pequena.

A amostra piloto lançada foi de 10 e 05 indivíduos para a classes 2 e 3, respectivamente, que após efetuados os cálculos de intensidade amostral e recálculo da intensidade amostral, verificou-se a necessidade de medição de 11 e 06 indivíduos dentro de cada classe, respectivamente (Anexo 2).

A determinação do número de indivíduos observados foi em função da variabilidade existente entre as alturas das árvores que compõe cada classe diamétrica.

3.2. Seleção dos Modelos Hipsométricos

Na Tabela 05 são apresentados os resultados pertinentes aos ajustes dos 4 modelos ajustados para os 4 tratamentos apresentados anteriormente.

Conforme citado na metodologia, a seleção do melhor modelo para cada tratamento foi realizada em uma primeira etapa baseada nos critérios R^2 e S_{xy} , complementada com a análise gráfica de resíduos.

Tabela 05. Coeficientes dos modelos hipsométricos ajustado e as Estatísticas de precisão para os Tratamentos E, F, G e H.

Tratamento	Modelo*	Coeficientes			R^2	S_{xy}
		b_0	b_1	b_2		
E	1	-24,8416	9,65345	-0,607801	51,9194	1,01727
	2	0,800516	0,331469		25,1943	0,045906
	3	8,81074	0,467081		20,5997	1,25971
	4	10,4476	-2,71518	0,25147	53,09	1,00481
F	1	71,3067	-9,43268	0,393785	20,6358	1,26133
	2	0,897797	0,266627		9,97496	0,037293
	3	11,5564	0,317687		9,44161	1,29834
	4	-46,0212	7,73295	-0,256787	26,3018	1,21547
G	1	-29,4429	10,6907	-0,676516	45,6864	1,23166
	2	0,754623	0,348926		19,0535	0,057804
	3	8,01393	0,46578		15,7858	1,47788
	4	12,6291	-3,27506	0,291778	41,9808	1,27299
H	1	72,0203	-9,92593	0,424227	30,0911	1,43584
	2	0,651729	0,473413		19,2675	0,045118
	3	7,65089	0,578204		21,2599	1,46841
	4	-51,0457	8,74996	-0,302894	32,2986	1,41299

*1 – Modelo Parabólico, 2- Modelo Stofel, 3 – Modelo de Linha Reta, 4 – Modelo de Prodan

R^2 - Coeficiente de Determinação

S_{xy} – Erro Padrão Residual

É interessante ressaltar que se observou no comportamento dos critérios R^2 e S_{xy} , semelhanças com os comportamentos observados por Barros et al. (2002); que constataram por meio da análise do Coeficiente de Determinação e Erro Padrão Residual, que a baixa correlação simples entre diâmetro e altura, resulta em baixos valores para o coeficiente de determinação e também os menores desempenhos do erro padrão residual.

A baixa correlação e o menor erro encontrados segundo Barros et al. (2002) é devido à homogeneização das alturas, ou seja, árvores com diferentes diâmetros apresentaram as mesmas alturas, em virtude da prática de desbastes, que acabam por descaracterizar a relação hipsométrica.

A Tabela 06 apresenta o modelo hipsométrico escolhido para cada tratamento, o qual foi utilizado para a realização do cálculo da altura estimada, para obtenção do erro em relação à altura real, para realização dos testes de média Scott-Knott e Contrastes de Interesse e conseqüentemente a verificação da existência ou não de diferença significativa entre a utilização da altura estimada por modelos hipsométricos com as alturas estimadas por Hipsômetros.

Tabela 06 – Modelos Hipsométricos escolhidos para a comparação com o censo florestal realizado com Hipsômetros.

Tratamento	Modelo	Descrição
E	Prodan	$=DAP^2/(10,4476-2,71518*DAP+0,25147*DAP^2)$
F	Prodan	$= DAP ^2/(-46,0212+7,73295* DAP -0,256787* DAP ^2)$
G	Parabólico	$=-29,4429+10,6907* DAP -0,676516* DAP ^2$
H	Prodan	$= DAP ^2/(-51,0457+8,74996* DAP -0,302894* DAP ^2)$

Os gráficos da Figura 04 representam respectivamente o melhor modelo observado para cada um dos Tratamentos, E, F, G e H.

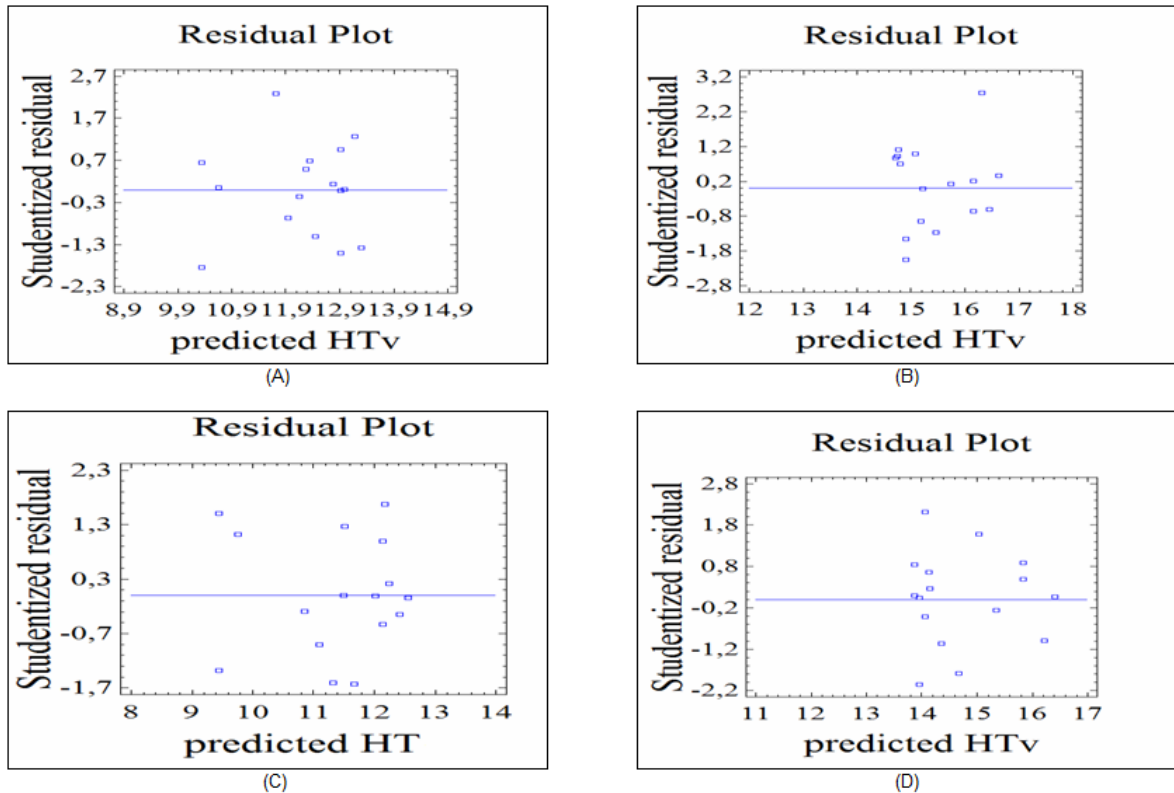


Figura 04 – Gráficos de dispersão dos modelos selecionados: Gráfico A – Tratamento E, Gráfico B – Tratamento F, Gráfico C – Tratamento G e Gráfico D – Tratamento H.

3.3. Dados para a Análise de Variância

Os valores obtidos são apresentados nos Anexos 03 e 04, apresentando o Tratamento a qual pertence, a repetição e a diferença encontrada entre a altura estimada com a altura real.

3.4. Resultados da Análise de Variância

Embora a melhor abordagem para analisar essa estrutura de tratamentos seja o teste de Contrastes de Interesse, conforme recomendado por Ferreira (2000) e pelo fato deste teste apresentar 03 opções para o teste de significância dos contrastes de interesse, que são o teste t, do seu equivalente teste F e o teste Scheffé, diferentes

formas de análises de comparações serão apresentadas, lembrando que a estrutura dos tratamentos sugere que seja aplicado o teste de Contrastes de Interesse.

O teste F é apropriado para a averiguação da hipótese de igualdade de médias entre tratamentos, considerando duas hipóteses relativas às medias dos tratamentos; hipótese de nulidade, isto é, todas as médias são iguais, do ponto de vista estatístico e a hipótese que há diferenças entre as médias dos tratamentos (PIMENTEL-GOMES, F. et al., 2002).

Tabela 07 – Análise de Variância, Teste F ao nível de 5%, da comparação dos 08 tratamentos entre si.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Fonte de HT	7	4,821250	0,688750	1.334	0.2400
Erro	120	61,938750	0,516156		
Total corrigido	127	66,760000			
CV (%)	73,69				
Média geral	0.9750000				

As tabelas usuais de Limites Unilaterais de F ao nível de 5%, para o caso de $F > 1$, nos permite estimar rapidamente essa probabilidade, que é de 2,09 para $F(7,120)$. Isto é, há uma probabilidade de 5% de obter, por simples acaso, um valor de F, nas condições desse experimento maior do que 2,09. E há uma probabilidade de 95% de que o valor de F não exceda 2,09. Sendo assim como o valor encontrado $F(7,120) = 1.334$, não excede o valor tabelado e $Pr > F_c (0,2400)$, a decisão mais correta é admitir a hipótese de nulidade, isto é, que todas as médias dos tratamentos são iguais entre si.

Outro teste efetuado foi o de Scott-Knott por ser um teste isento de ambigüidades, ou seja, não ocorre que tratamentos considerados estatisticamente iguais, apresentem letras diferentes, como pode ocorrer no teste de Tukey, pois, matematicamente seria impossível explicar tal resultado, além de apresentar resultados mais claros e objetivos; assim o teste em questão afirma que os tratamentos estudados formam um grupo que é estatisticamente igual, conforme pode ser constatado na tabela 08.

Tabela 08 – Teste Scott-Knott (1974) para a FV Fonte de HT, nível de significância de 0,05.

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
G	0,725000	A1
H	0,775000	A1
A	0,881250	A1
E	0,887500	A1
C	0,900000	A1
F	1,143750	A1
D	1,200000	A1
B	1,287500	A1

Dentro das opções do Teste de Contrastes de Interesse o critério da DMS no teste de Scheffé, segundo Ferreira (2000) é o mais rigoroso deles e pode apresentar resultados não coincidentes com os demais; quando o critério da DMS Scheffé é superado pelo valor em modulo da Estimativa, diz se que o contraste é significativo, caso contrário os grupos contrastantes não diferem entre si (FERREIRA, 2000).

No primeiro contraste, onde se compara todas as fontes de estimação da altura independente da classe diamétrica, $Y_1 = A + B + C + D - E - F - G - H$, o valor encontrado para a Estimativa foi de 0.18437500, valor este menor que o valor da DMS Scheff que foi de 0,48540245, o que representa que os grupos contrastantes não diferem entre si, reforçando os resultados encontrados nos testes F e Skott-knott. Analisando todos os contrastes estudados, quanto ao valor da característica Estimativa comparados ao valor da DMS Scheffé foi verificado que o valor da Estimativa sempre é menor que o valor da DMS Scheffé, demonstrando que não existe diferença entre nenhum dos contrastes estudados, tabela 09.

Tabela 09 – Valores encontrados para a Estimativa e DMS Scheffé

Contraste de Interesse	Valor da Estimativa	Valor da DMS Scheffé
Y ₂	-0.40625000	0,97080491
Y ₃	-0.30000000	0,97080491
Y ₄	0,08437500	0,68646273
Y ₅	0.28437500	0.68646273

Quando o valor da Estimativa for maior que a DMS Scheffé, além de representar que existe diferença significativa entre os contrastes, conforme já mencionado, representa a variação de um tratamento em relação ao outro, dentro do contraste de interesse.

Após a aplicação de Contrastes de Interesse e avaliando-se os valores de F de cada contraste, confirma-se que nenhum dos contrastes apresenta significância, ou seja, nenhum dos métodos utilizados para a determinação da altura apresenta diferença entre si. Todos os métodos são estatisticamente iguais.

Tabela 10 – Valores de F para os diferentes contrastes testados.

Contraste	Fc	Pr>Fc
Y ₁	2,108	0,1492
Y ₂	2,558	0,1124
Y ₃	1,395	0,2399
Y ₄	0,221	0,6394
Y ₅	2,507	0,1160

Segundo Pimentel-Gomes et al. (2002) o teste de Scheffé só deve ser aplicado quando o teste F tiver dado resultado significativo; se o valor de F obtido não for significativo, nenhum contraste poderá ser significativo e, portanto, a aplicação do teste de Scheffé não se justifica. Porém quando o valor de F obtido é significativo, pelo menos um dos contrastes entre tratamentos será significativo.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Todas as avaliações estatísticas analisadas confirmam que não existe diferença significativa entre os diferentes métodos de determinação da variável altura.

Entretanto foi observado um alto valor do coeficiente de variação na realização da comparação, 73,69%, ou seja, os dados são bastante heterogêneos, há uma grande discrepância entre os dados utilizados, o que poderia ser mais bem compreendido, se o número de indivíduos observados tivesse sido maior. Este alto valor encontrado pode significar há existência de um tratamento que seja melhor do que os demais. Porém a metodologia utilizada realizou apenas a comparação entre os diferentes métodos de determinação da variável altura, indiferente ao número de indivíduos observados, embora tenha havido a preocupação de se amostrar um número estatisticamente suficiente para a realização da comparação, sendo que o número de indivíduos foi em função da variabilidade existente das alturas dentro das classes diamétricas.

O método de ajuste de modelos para estimação da altura de árvores se mostrou bastante eficaz, não apresentando diferença em comparação a realização do censo das alturas com os hipsômetros Forestor Vertex e Blume-Leiss, viabilizando a prática de ajuste de equações hipsométricas para a determinação da altura de árvores de um mesmo povoamento; ou seja, não é preciso realizar o censo total das alturas de um povoamento, uma atividade que gera um grande dispêndio de tempo e um alto custo para a sua realização.

Embora às alturas estimadas com equações hipsométricas não tenha apresentado diferença com relação à altura estimada com os hipsômetros, às equações de simples entrada não são as mais recomendadas, é importante que se ajuste diferentes modelos matemáticos e que levem em consideração outras características além do DAP apenas, e que seja escolhido o melhor modelo conforme os mesmos critérios utilizados neste trabalho, além de se tentar estratificar ao máximo a população inventariada. Pois, equações inadequadas influenciaram na determinação do volume de madeira/hectare, podendo superestimar ou subestimar o volume de madeira da área;

onde o proprietário poderá obter crédito acima do real para corte da floresta e assim adquirir madeira clandestina e comercializá-la, ou perder dinheiro ao negociar a venda da madeira produzida na sua área.

Dentre os hipsômetros, como constatado não houve diferença, ficando a utilização de cada um a critério pessoal. Sendo que o Blume-Leiss proporciona uma tranquilidade maior para manipulação, enquanto o Forestor Vertex exige uma atenção maior devido ser um aparelho de alto custo, com maior tecnologia que caso seja manipulado de forma errônea exige calibração constantemente, entretanto o mesmo proporciona uma série de outras informações adicionais e grande agilidade na medição das alturas, em virtude da distância operador – árvore ser realizada pelo próprio aparelho.

É fundamental que todo operador que for realizar qualquer tipo de inventário florestal, tenha um treinamento prévio com o aparelho antes de utilizá-lo para realizar inventário, para minimizar erros sistemáticos, originados de medidas tomadas erroneamente, instrumentos desajustados e má utilização do instrumento, ou seja, erros associados à falta de habilidade do operador.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRICHELO, L. E. G.; LIMA, W. P.. **Plano Diretor do Horto Florestal de Itatinga**. Piracicaba ESALQ/USP, 1989. 33p.

BARROS, D. A. de, MACHADO, S. A., ACERBI JÚNIOR, F. W., SCOLFORO, J. R. S. **Comportamento de Modelos Hipsométricos Tradicionais e Genéricos para Plantações de Pinus oocarpa em Diferentes Tratamentos**. Bol. Pesq. Fl., Colombo, n.45, jul./dez. 2002 p.3-28.

BARTOSZECK, A. C. de P e S., MACHADO, S. do A., FIGUEIREDO FILHO, A. OLIVEIRA, E. B. de. **Modelagem da Relação Hipsométrica para Bracatingais da Região Metropolitana de Curitiba – PR**. FLORESTA, v.32, n.2, p. 189-204, 2002.

CAMPOS, J. C. C., LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. 2. ed. rev. e ampl. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 470p.: il.

FERREIRA, D.F. Sisvar. **Sistema de análise de variância**. Suporte econômico, CAPE, CNPq. UFLA/DEX. Lavras-MG. 2000.

ESTAÇÃO, 2007. **Estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga**. Disponível em: <www.esalq.usp.br/departamentos/lcf>. Acessado em: 18 Set. 2007.

MENDES, J. C. T.; MOREIRA, R. M. **Estações Experimentais de Ciências Florestais de Itatinga e Anhembi. Relatório de Atividades 2006**. Piracicaba, São Paulo, LCF / ESALQ / USP, Março, 2007. 58p.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a Experimentos Agrônômicos e Florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309P.

SCOLFORO, J. R. S. e FIGUEIREDO FILHO, A. **Biometria Florestal: medição e volumetria de árvores.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 310p.: il.

SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M.. **Inventário Florestal.** Lavras, UFLA/FAEPE, 1997. 341p.

SOARES, C. P. B., NETO, FRANCISCO de P. e SOUZA, A. L. de. **Dendrometria e Inventário Florestal.** Viçosa: Ed. UFV, 2006. 276p.:il.

THIERSCH , C. R., SCOLFORO, J. R., OLIVEIRA, A. D. de, MAESTRI, R., DEHON, G. **Acurácia dos Métodos para Estimativa do Volume Comercial de Clones de Eucalyptus sp.** Revista Cerne, Lavras, v.12, n.2, p.167-181, abr/jun. 2006.

ANEXO 01 – BANCO DE DADOS

Arv. Linha	Linha	CAP	Arv. Linha	Linha	CAP
5	6	15,7	3	1	26,2
7	3	15,9	21	5	26,2
12	1	16,2	23	6	26,2
3	6	16,2	20	8	26,8
8	1	16,3	4	3	27
19	6	16,3	9	7	27
20	6	16,3	16	7	27,1
21	1	16,4	14	7	28
8	5	16,4	8	2	28,5
3	3	16,8	1	3	29,2
15	1	16,9	17	5	29,5
25	4	16,9	25	1	29,6
10	4	17,1	6	7	29,7
17	6	17,1	1	1	29,8
15	7	17,2	6	3	30,2
11	4	17,3	19	4	30,3
11	6	17,3	11	2	30,9
20	4	17,4	25	7	31,5
22	5	17,5	13	7	32,3
24	6	17,5	18	5	33
24	1	17,6	21	2	33,7
24	8	17,8	7	7	33,8
25	2	18	22	1	33,9
6	4	18	11	7	34
14	6	18	10	1	34,6
15	2	18,2	7	6	34,9
12	7	18,2	19	7	35
18	7	18,3	17	3	35,5
5	5	18,4	4	7	36,3
5	4	18,6	2	7	36,4
22	7	18,7	12	6	36,5
5	3	18,8	25	5	36,6
7	5	18,8	23	7	36,7
13	3	18,9	18	6	37,7
16	6	19,3	20	7	38,5
25	6	19,3	24	5	19,5
1	7	19,3	12	8	19,7
12	3	19,4	22	3	19,9
17	4	19,5	7	4	19,9
18	4	24,5	21	7	19,9
17	7	24,5	16	1	20
24	7	24,7	6	8	20
3	5	25,6	14	2	20,3
17	8	25,7	9	1	20,4
23	5	26,1	23	1	20,4

Continuação: Anexo 01

Arv. Linha	Linha	CAP
4	1	20,5
1	5	20,5
13	1	20,6
22	2	20,8
12	4	20,8
11	3	20,9
2	8	21
10	2	21,1
8	6	21,2
21	3	21,3
1	4	21,3
19	8	21,3
3	8	21,4
7	8	21,4
22	6	21,5
7	1	22
19	5	22,1
10	3	22,2
2	6	22,3
19	3	22,4
20	1	22,5
14	3	22,5
9	5	22,6
10	8	22,8
21	6	23
8	7	23,1
6	2	23,5
13	2	23,5
5	7	23,7
6	5	23,8
15	6	24
19	1	40,3
12	5	42,4
18	1	42,6
16	3	42,7
22	4	44,2
3	7	44,3

ANEXO 02 - DISTRIBUIÇÃO DE CLASSE DIAMÉTRICA E INTENSIDADE AMOSTRAL

Sd ²	5,38	Amplitude	2Sd	Média	7,74
Sd	2,32	Amplitude	4,64		

Classes Diamétricas

Classe	Li	Ls	Vc	Cont.Li	Cont.Ls	Fi	Fa	Amostra Piloto
1	0,79	5,43	3,11	127	115	12	12	-
2	5,43	10,06	7,74	115	23	92	104	10
3	10,06	14,70	12,38	23	0	23	127	5

Amostra Piloto

CAP	DAP	Vertex	Blume-Leiss		Real	Linha	Árv./Linha	Classe	
17,9	5,7	10,9	2,5	8,5	11	10,7	1	24	2
18	5,7	8,9	1,5	6,5	8	8,7	6	24	2
18,3	5,8	10,7	3	8	11	9,3	8	24	2
19,9	6,3	11,3	2	8	10	11,1	1	23	2
20,1	6,4	12	2,5	7	9,5	10	4	7	2
20,5	6,5	13	3	10	13	12,3	5	1	2
19,6	6,2	13,6	3	7,5	10,5	9,5	6	16	2
26,9	8,6	13	1,5	11	12,5	12,6	3	4	2
22,7	7,2	14,3	1,5	10,5	12	13,3	6	2	2
21,6	6,9	12,9	3,25	10	13,3	12,1	8	2	2
34,5	11,0	14,1	2,5	12	14,5	12,9	1	10	3
42,4	13,5	15,9	1,5	13,5	15	15	5	12	3
32,6	10,4	17,9	3,25	13	16,25	14,9	7	13	3
38,5	12,3	16	3,5	13	16,5	14,2	6	18	3
35,4	11,3	12,8	1,5	10	11,5	12,3	7	4	3

Cálculo da Intensidade Amostral

	Sd ² HT	SdHT	Media	CV	n	t-student	N
2	2,4738	1,5728	11,0	14,35	10	2,262	11
3	1,4630	1,2095	13,9	8,73	5	2,776	6

Prob. Acerto	95	%
Erro Adm.	10	%

Recálculo da Intensidade Amostral

	t-student	n	t-student	n	t-student	n	t-student	n
2	2,262	11	2,262	11	2,262	11	2,262	11
3	2,776	6	2,776	6	2,776	6	2,776	6

Continuação: Anexo 02

Árvores amostradas para atingir a intensidade amostral calculada.

CAP	DAP	Vertex	Blume-Leiss		Real	Linha	Árv./Linha	Classe	
21,7	6,9	11,6	1,5	10	11,5	12,5	8	7	2
23,5	7,5	12,1	3	9,5	12,5	11,5	2	13	2
27,9	8,9	12,9	1,5	10,5	12	12,7	7	14	2
29,7	9,5	12,7	1,5	10	11,5	12,5	3	6	2
27,3	8,7	13,8	3	11	14	13	8	20	2
29,2	9,3	11,5	2	8	10	11,1	1	25	2
34	10,8	14,1	1,5	11,5	13	13,8	7	7	3
35,5	11,3	13,3	3	11	14	14,6	3	17	3
43,3	13,8	16,4	3	14	17	15,6	3	16	3
35	11,1	16,2	1,5	12	13,5	14	6	7	3
36,6	11,7	15,7	1,5	12,5	14	14,9	5	25	3
36,3	11,6	15,8	3	12	15	14,5	6	12	3
38,8	12,4	15,6	3	12	15	13,8	7	20	3
40,9	13,0	15,2	1,5	11	12,5	16	1	19	3
43,3	13,8	15,4	3	13,5	16,5	14,2	1	18	3
44,3	14,1	17	3	13,5	16,5	15,6	7	3	3
44,1	14,0	15,8	3	12	15	14,5	4	22	3

Tabela de dados da Classe Diamétrica 2.

Classe	Diamétrica	Árvore	CAP	DAP	HT Vertex	HT Blume-Leiss	HT	Ajuste de modelos	
							Real	HT Vertex	HT Blume-Leiss
2	1	17,9	5,7	10,9	11,0	10,7	10,3	9,5	
2	2	18	5,7	8,9	8,0	8,7	10,4	9,6	
2	3	18,3	5,8	10,7	11,0	9,3	10,7	9,9	
2	4	19,9	6,3	11,3	10,0	11,1	12,0	11,1	
2	5	20,1	6,4	12	9,5	10	12,1	11,3	
2	6	20,5	6,5	13	13,0	12,3	12,4	11,5	
2	7	19,6	6,2	13,6	10,5	9,5	11,8	10,9	
2	8	26,9	8,6	13	12,5	12,6	13,0	12,5	
2	9	22,7	7,2	14,3	12,0	13,3	13,2	12,5	
2	10	21,6	6,9	12,9	13,3	12,1	12,9	12,1	
2	11	21,7	6,9	11,6	11,5	12,5	12,9	12,1	
2	12	23,5	7,5	12,1	12,5	11,5	13,3	12,7	
2	13	27,9	8,9	12,9	12,0	12,7	12,8	12,1	
2	14	29,7	9,5	12,7	11,5	12,5	12,3	11,2	
2	15	27,3	8,7	13,8	14,0	13	12,9	12,4	
2	16	29,2	9,3	11,5	10,0	11,1	12,5	11,5	

Continuação: Anexo 02

Tabela de dados da Classe Diamétrica 3.

Classe Diamétrica	Árvore	CAP	DAP	HT Vertex	HT Blume-Leiss	HT Real	Ajuste de modelos	
							HT Vertex	HT Blume-Leiss
3	1	34,5	11,0	14,1	14,5	12,9	15,2	14,2
3	2	42,4	13,5	15,9	15,0	15	15,7	15,3
3	3	32,6	10,4	17,9	16,3	14,9	16,4	15,1
3	4	38,5	12,3	16	16,5	14,2	14,8	14,0
3	5	35,4	11,3	12,8	11,5	12,3	14,9	14,0
3	6	34	10,8	14,1	13,0	13,8	15,4	14,3
3	7	35,5	11,3	13,3	14,0	14,6	14,9	14,0
3	8	43,3	13,8	16,4	17,0	15,6	16,1	15,8
3	9	35	11,1	16,2	13,5	14	15,0	14,0
3	10	36,6	11,7	15,7	14,0	14,9	14,7	13,9
3	11	36,3	11,6	15,8	15,0	14,5	14,8	13,9
3	12	38,8	12,4	15,6	15,0	13,8	14,8	14,1
3	13	40,9	13,0	15,2	12,5	16	15,2	14,7
3	14	43,3	13,8	15,4	16,5	14,2	16,1	15,8
3	15	44,3	14,1	17	16,5	15,6	16,6	16,4
3	16	44,1	14,0	15,8	15,0	14,5	16,5	16,3

ANEXO 3 - DIFERENÇAS ENCONTRADAS ENTRE A ALTURA ESTIMADA COM A ALTURA REAL.

Classe Diamétrica	Árvore	HTv-HTr	HTb-HTr	AjV-HTr	AjB-HTr
2	1	0,2	0,3	0,4	1,2
2	2	0,2	0,7	1,7	0,9
2	3	1,4	1,7	1,4	0,6
2	4	0,2	1,1	0,9	0,0
2	5	2,0	0,5	2,1	1,3
2	6	0,7	0,7	0,1	0,8
2	7	4,1	1,0	2,3	1,4
2	8	0,4	0,1	0,4	0,1
2	9	1,0	1,3	0,1	0,8
2	10	0,8	1,2	0,8	0,0
2	11	0,9	1,0	0,4	0,4
2	12	0,6	1,0	1,8	1,2
2	13	0,2	0,7	0,1	0,6
2	14	0,2	1,0	0,2	1,3
2	15	0,8	1,0	0,1	0,6
2	16	0,4	1,1	1,4	0,4

Classe Diamétrica	Árvore	HTv-HTr	HTb-HTr	AjV-HTr	AjB-HTr
3	1	1,2	1,6	2,3	1,3
3	2	0,9	0,0	0,7	0,3
3	3	3,0	1,4	1,5	0,2
3	4	1,8	2,3	0,6	0,2
3	5	0,5	0,8	2,6	1,7
3	6	0,3	0,8	1,6	0,5
3	7	1,3	0,6	0,3	0,6
3	8	0,8	1,4	0,5	0,2
3	9	2,2	0,5	1,0	0,0
3	10	0,8	0,9	0,2	1,0
3	11	1,3	0,5	0,3	0,6
3	12	1,8	1,2	1,0	0,3
3	13	0,8	3,5	0,8	1,3
3	14	1,2	2,3	1,9	1,6
3	15	1,4	0,9	1,0	0,8
3	16	1,3	0,5	2,0	1,8

ANEXO 04 - DADOS PARA REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Fonte de HT	Repetição	Diferença
A	1	0,2
A	2	0,2
A	3	1,4
A	4	0,2
A	5	2,0
A	6	0,7
A	7	4,1
A	8	0,4
A	9	1,0
A	10	0,8
A	11	0,9
A	12	0,6
A	13	0,2
A	14	0,2
A	15	0,8
A	16	0,4
B	1	1,2
B	2	0,9
B	3	3,0
B	4	1,8
B	5	0,5
B	6	0,3
B	7	1,3
B	8	0,8
B	9	2,2
B	10	0,8
B	11	1,3
B	12	1,8
B	13	0,8
B	14	1,2
B	15	1,4
B	16	1,3

Fonte de HT	Repetição	Diferença
C	1	0,3
C	2	0,7
C	3	1,7
C	4	1,1
C	5	0,5
C	6	0,7
C	7	1,0
C	8	0,1
C	9	1,3
C	10	1,2
C	11	1,0
C	12	1,0
C	13	0,7
C	14	1,0
C	15	1,0
C	16	1,1
D	1	1,6
D	2	0,0
D	3	1,4
D	4	2,3
D	5	0,8
D	6	0,8
D	7	0,6
D	8	1,4
D	9	0,5
D	10	0,9
D	11	0,5
D	12	1,2
D	13	3,5
D	14	2,3
D	15	0,9
D	16	0,5

Continuação: Anexo 04

Fonte de HT	Repetição	Diferença
E	1	0,4
E	2	1,7
E	3	1,4
E	4	0,9
E	5	2,1
E	6	0,1
E	7	2,3
E	8	0,4
E	9	0,1
E	10	0,8
E	11	0,4
E	12	1,8
E	13	0,1
E	14	0,2
E	15	0,1
E	16	1,4
F	1	2,3
F	2	0,7
F	3	1,5
F	4	0,6
F	5	2,6
F	6	1,6
F	7	0,3
F	8	0,5
F	9	1,0
F	10	0,2
F	11	0,3
F	12	1,0
F	13	0,8
F	14	1,9
F	15	1,0
F	16	2,0

Fonte de HT	Repetição	Diferença
G	1	1,2
G	2	0,9
G	3	0,6
G	4	0,0
G	5	1,3
G	6	0,8
G	7	1,4
G	8	0,1
G	9	0,8
G	10	0,0
G	11	0,4
G	12	1,2
G	13	0,6
G	14	1,3
G	15	0,6
G	16	0,4
H	1	1,3
H	2	0,3
H	3	0,2
H	4	0,2
H	5	1,7
H	6	0,5
H	7	0,6
H	8	0,2
H	9	0,0
H	10	1,0
H	11	0,6
H	12	0,3
H	13	1,3
H	14	1,6
H	15	0,8
H	16	1,8