

# ESTUDO DA RELAÇÃO HIPSOMÉTRICA PARA A ESPÉCIE *Joannesia princeps* Vell. ESTABELECIDA EM PLANTIO MISTO . COSTA, M.P<sup>1</sup>; SOUZA, C.A.M<sup>2</sup>; ALMEIDA, A.Q<sup>3</sup>; NAPPO, M.E<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>CCA-UFES/Eng Florestal,  
malconfloresta@gmail.com, camartinelli5@gmail.com, aqa@gmail.com, mauro@cca.ufes.br

**Resumo** - Os inventários florestais são de extrema importância, pois eles visam informar sobre os recursos florestais existentes em uma determinada área, sendo imprescindíveis às práticas de manejo. A relação hipsométrica é um instrumento essencial na prática tradicional do inventário florestal, pois esta técnica resulta numa sensível redução do custo de inventário, dado o elevado custo relativo da mensuração da altura comparada à do diâmetro. Diante disso este estudo teve como objetivo avaliar o melhor modelo de relações hipsométricas na estimação da altura total de árvores de boleira (*Joannesia princeps* Vell.) estabelecidas em plantio misto em uma mata ciliar. O presente estudo teve os dados coletados, na propriedade Fazenda Barra de Santa Angélica, localizada no distrito de Rive, no município de Alegre-ES. Diante dos resultados e analisando os valores encontrados percebe-se que a equação que apresentou melhores resultados é a  $\widehat{\text{Log}(H)} = 0,19 + 0,77 \cdot \log(D)$ , que é oriunda do modelo (3). Do mesmo modo também se percebeu que a pior equação é a  $\hat{H} = 16,76 - 60,07 \cdot 1 / D^2$  que é oriunda do modelo (2).

**Palavras-chave:** inventário, custo, precisão, modelos.

**Área do Conhecimento:** Ciências Agrárias

**Abstract** – The forest inventories are of extreme importance, because they seek to inform on the existent forest resources in a certain area, being indispensable to the management practices. The relationship hipsometric is an essential instrument in practice traditional of the forest inventory, because this technique results in a sensitive reduction of the inventory cost, given the high relative cost of the mensuração of the height compared to the one of the diameter. Before that this study had as objective evaluates the best model of relationships hipsometrics in the estimate of the total height of boleira trees (*Joannesia princeps* Vell.) established in mixed planting in a ciliary forest. The present study had the collected data, in the property Fazenda Barra of Saint located Santa Angélica, in the district of Rive, in the municipal of Alegre - ES. Before the results and analyzing the found values is noticed that the equation that presented better results is the =  $0,19 + 0,77 \cdot \log(D)$ , that is originating from of the model (3). In the same way it was also noticed that the worst equation is the =  $16,76 - 60,07 \cdot 1 / D^2$  that is originating from of the model (2).

**Keywords:** Inventory, cost, precision, models.

**Area of the Knowledge:** AGRARIAN SCIENCES. (Forest Resources and Forest Engineering)

## Introdução

A quantificação dos estoques que se tem nos povoamentos florestais é de fundamental importância para avaliação da produção madeireira e para obterem-se informações que permitam elaborar um adequado plano de manejo, visando atender as parcelas do mercado que lidam com tal matéria prima. Daí a importância dos inventários, pois eles visam informar sobre os recursos florestais existentes em uma determinada área, sendo imprescindíveis às práticas de manejo.

Se por um lado os procedimentos de biometria, inventário e mensuração estão bem definidos para plantios convencionais de eucalipto, para plantios em que são consorciadas mais de uma espécie ainda existem algumas interrogações importantes. Principalmente se tratando de trabalhos visando à

utilização de modelos matemáticos para os mais variados fins, dentre eles as relações hipsométricas. Assim, a amostragem para fins de estabelecer relações hipsométricas merece ser investigada (FERREIRA, 2004).

Segundo Batista *et al*, (2001), a relação hipsométrica é um instrumento essencial na prática tradicional do inventário florestal. Já em 1957, Ker e Smith descreveram uma técnica de mensuração que ainda hoje é a regra na maioria dos inventários em florestas plantadas no Brasil. A técnica consiste em medir o diâmetro de todas as árvores na parcela de inventário, mas selecionar algumas poucas árvores, em geral de 5 a 10, para a mensuração da altura. Utilizando os dados das árvores em que diâmetro e altura foram medidos, constrói-se uma curva altura-diâmetro (relação hipsométrica) com a qual se estima as alturas das demais árvores, das quais apenas o diâmetro foi

medido. Esta técnica resulta numa sensível redução do custo de inventário, dado o elevado custo relativo da mensuração da altura comparada à do diâmetro.

Segundo Prodan et al. (1997), em um povoamento inequiano com estrutura estável, pode-se ajustar uma curva de altura para todas as classes diamétricas. Esta curva pode ser definida gráfica e analiticamente, quando demonstra claramente um ponto de inflexão e assemelha-se com uma curva típica de crescimento.

Existem variados fatores que afetam a relação Hipsométrica de indivíduos arbóreos, dentre eles destacam-se a idade, o espaçamento, a qualidade do local e a posição sociológica da espécie. De acordo com Souza (2004), o espaçamento influencia na morfologia e crescimento das árvores. Bartoszeck, Machado, et al. (2004), verificaram em um povoamento de Bracatinga (*Mimosa scabrella*), que as curvas de relação hipsométrica foram mais íngremes nas densidades maiores, visto que a concorrência afeta mais o crescimento em diâmetro do que em altura, e em consequência a relação hipsométrica. Porém não encontraram diferenças significativas no fator densidade, mas detectaram diferenças significativas tanto nos fatores idade como qualidade de sítio.

Considerando o exposto, este estudo teve como objetivo principal avaliar o melhor modelo de relações hipsométricas na estimação da altura total de árvores de boleira (*Joannesia princeps* Vell.) estabelecidas em plantio misto em uma mata ciliar.

## Materiais e Métodos

O presente estudo teve os dados coletados, na propriedade cujo nome é Fazenda Barra de Santa Angélica localizada no distrito de Rive no município de Alegre-ES que tem as seguintes coordenadas geográficas 40°48' E 41°52' W, A vegetação original da região é caracterizada como Floresta Estacional Semidecidual, segundo o sistema fisionômico-ecológico do IBGE (1992).

O tipo de solo da área em estudo é um Neosolo Flúvico sob mata ciliar implantada. A vegetação original foi removida para a introdução de pastagem e agricultura, café principalmente, sendo há 7 anos iniciado o processo de implantação de povoamento florestal com espécies diversas, autóctones e alóctones como parte do processo de reabilitação da mesma e atendimento da legislação florestal em vigor, e essa é a área onde foi realizado o levantamento do talhão onde encontram-se a espécie deste estudo e as demais do povoamento que possui uma área de 1,2 ha. O espaçamento de plantio predominante no

ecossistema em processo de recuperação estudado foi de 3x3.

Durante o Inventário Florestal foram tomadas medidas de altura total e diâmetro à altura do peito (DAP) de todos os indivíduos de porte arbóreo com PAP igual ou superior a 15 cm. Os indivíduos adultos tiveram seus diâmetros medidos com uma fita métrica e a altura tem sido estimada com o auxílio de baliza de 10m.

Considerando às espécies florestais tradicionalmente produzidas em plantios, principalmente os gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, pode-se encontrar na literatura vários modelos hipsométricos propostos para estas espécies. Neste trabalho, pretendem-se testar alguns destes modelos para a Boleira, espécie com maior índice de valor de cobertura e maiores taxas de incremento na área, de acordo com o inventário realizado, sendo assim relacionados os seguintes modelos:

Tabela 1 – Modelos de relações hipsométricas testados para a espécie *Joannesia princeps* em plantio consorciado.

- 1  $H = \beta_0 + \beta_1 \text{Log}(D) + \varepsilon$
- 2  $H = \beta_0 + \beta_1 / D^2 + \varepsilon$
- 3  $\text{Log}(H) = \beta_0 + \beta_1 \text{Log}(D) + \varepsilon$
- 4  $\text{Log}(H) = \beta_0 + \beta_1 / D + \varepsilon$
- 5  $\text{Log}(H) = \beta_0 + \beta_1 / D^2 + \varepsilon$
- 6  $H = \beta_0 + \beta_1 / D + \varepsilon$
- 7  $H = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_2 D^2 + \varepsilon$

em que:

$H$  = Altura total da árvore;  $D$  = DAP = diâmetro à 1,30 metros;  $\text{Log}$  = logaritmo na base 10;  $\beta_0, \beta_1$  e  $\beta_2$  = parâmetros do modelo;  $\varepsilon$  = erro aleatório.

Para seleção das melhores relações hipsométricas foram feitas comparações entre os modelos propostos, de modo a definir o melhor. Para isso, os critérios de avaliação de precisão utilizados foram: o coeficiente de determinação ajustado ( $\bar{R}^2$ ), o erro padrão absoluto ( $s_{y,x}$ ), em metros, o erro padrão relativo ( $s_{y,x} \%$ ) e a análise gráfica dos resíduos. Os gráficos tiveram como variável independente o DAP e como variável dependente os erros percentuais das estimativas das alturas, obtidos pela expressão:

$$e(\%) = \left( \frac{H_{obs} - H_{est}}{H_{obs}} \right) 100$$

em que:

$e(\%)$  = resíduo da regressão, em percentagem;  
*Hobs* = altura observada; *Hest* = altura estimada.

### Resultados e discussão

A partir dos dados coletados e organizados, foi possível ajustar os modelos propostos, empregando-se para tal o *software* Statística 6.0. As equações estimadas são apresentadas na Tabela 2, bem como as suas respectivas medidas de precisão  $\bar{R}^2$ ,  $s_{yx}$  e  $s_{yx}\%$ .

Tabela 2 – Estatísticas das equações estimadas para os diferentes modelos hipsométricos.

EQUAÇÃO	$R^2$	$S_{yx}$	$S_{yx}\%$
$\hat{H} = -10,36 + 20,44 * \text{Log}(D)$	81%	2,25	224,83
$\hat{H} = 16,76 - 60,07 * 1 / D^2$	43%	3,89	389,33
$\widehat{\text{Log}(H)} = 0,19 + 0,77 * \text{log}D$	85%	0,07	7,41
$\widehat{\text{Log}(H)} = 1,37 - 1,377 * 1 / D$	77%	0,09	9,32
$\widehat{\text{Log}(H)} = 1,27 - 1,207 * 1 / D^2$	60%	0,12	12,34
$\hat{H} = 20,59 - 83,11 * 1 / D$	63%	3,15	314,98
$\hat{H} = 0,21 + 1,011 * D - 0,11 * D^2$	83%	2,12	212,28

Diante dos resultados e analisando os valores encontrados percebe-se que a equação que apresentou melhores resultados é a  $\widehat{\text{Log}(H)} = 0,19 + 0,77 * \text{log}(D)$ , que é oriunda do modelo (3). Do mesmo modo também percebe-se que a pior equação é a  $\hat{H} = 16,76 - 60,07 * 1 / D^2$  que é oriunda do modelo (2). Os gráficos de resíduo também servem bem para confirmar o que foi exposto acima.

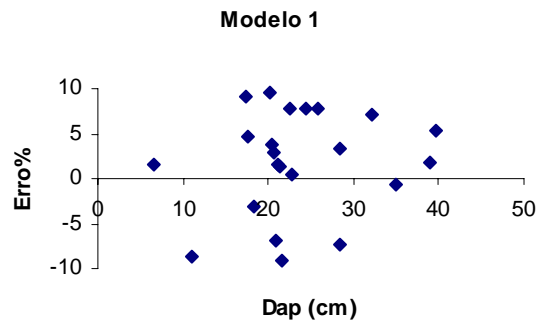


Figura 1 – Gráfico do resíduo para o modelo 1.

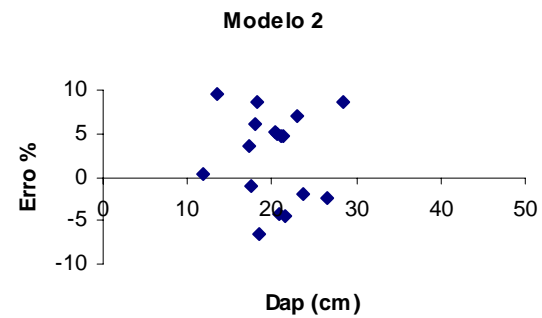


Figura 2 – Gráfico do resíduo para o modelo 2.

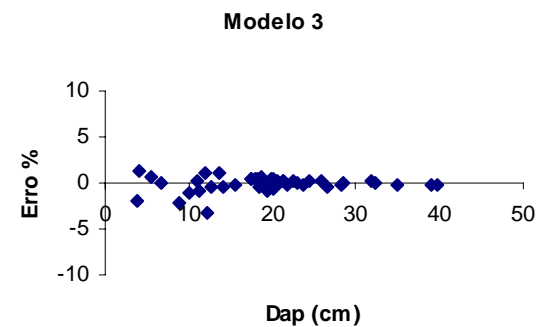


Figura 3 – Gráfico do resíduo para o modelo 3

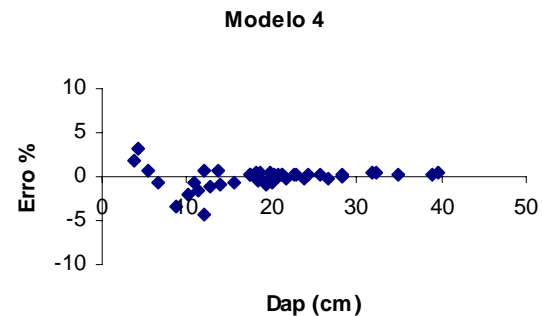


Figura 4 – Gráfico do resíduo para o modelo 4.

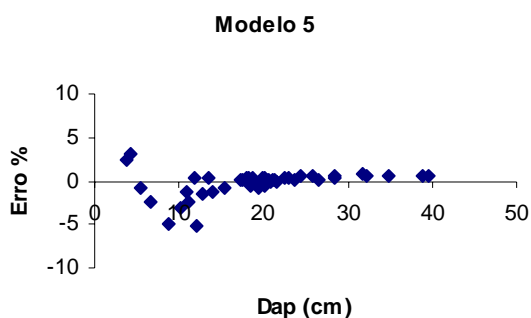


Figura 5 – Gráfico do resíduo para o modelo 5.

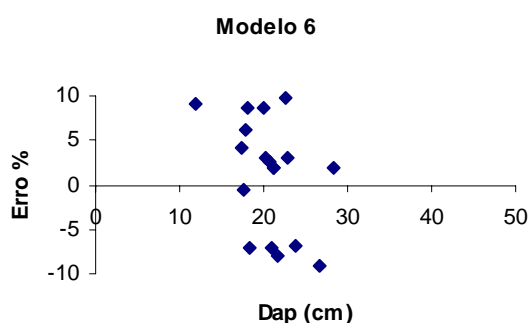


Figura 6 – Gráfico do resíduo para o modelo 6.

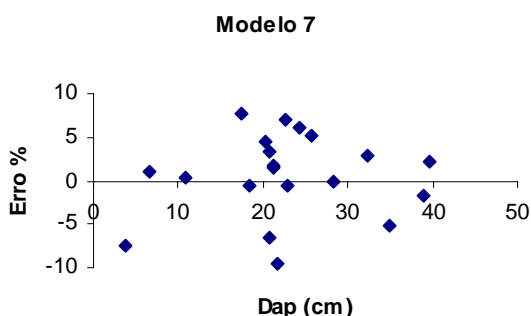


Figura 7 – Gráfico do resíduo para o modelo 7.

É importante frisar que além da tendência da dispersão dos pontos um outro fato que serve para mostrar a acurácia dos modelos é a quantidade de pontos presentes no gráfico quando se limita o eixo das ordenadas em + ou -10%, como exemplo pode-se citar o gráfico do modelo 2, percebe-se que o número de pontos presentes é menor do que nos outros o que mostra que muitos erros superam os limites dos 10%, o que torna o modelo inconsistente para esse caso.

## Conclusão

Conclui-se assim, para esse trabalho, que o melhor modelo de relação hipsométrica é o  $Log(H) = \beta_0 + \beta_1 Log(D) + \varepsilon$ , portanto em trabalhos de inventários a serem realizados nessa

localidade para essa espécie esse deve ser o modelo usado a fim de reduzir os custos desta atividade.

Novos testes de modelos de relação Hipsométrica para a espécie em diferentes espaçamentos, idades de plantio e locais devem ser realizados em trabalhos futuros.

Existem poucos trabalhos que conciliem a técnica da relação Hipsométrica em florestas inequiâneas e heterogêneas, e provavelmente em trabalhos contínuos para esse estudo torna-se necessário uma estratificação em relação à idade e para outras espécies com importância na comunidade.

## Referências Bibliográficas

BARTOSZECK, A. C. P. S.; MACHADO S. A.; FILHO, A. F.; OLIVEIRA, E. B. Dinâmica da relação hipsométrica em função da idade, do sítio e da densidade inicial de povoamentos de Bracatinga da região metropolitana de Curitiba, PR. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.4, p.517-533, ago. 2004.

BATISTA, J.L. F; COUTO, H.T.Z; MARQUESINI, M. Desempenho de modelos de relações hipsométricas: estudo em três tipos de florestas. **Scientia forestalis**, n. 60, p. 149-163, dez. 2001.

FERREIRA, M.J. **Tamanho da amostra para ajuste de modelos hipsométricos em sistemas agroflorestais**. Monografia para obtenção do título de Eng Florestal. Garça-SP, 35 p, 2004.

PRODAN, M.; Peters, R.; Cox, F.; Real, P. 1997. **Mensura Forestal**. (GTZ) GmbH/IICA, Costa Rica, 326 p.

SOUZA, Clariça Cacciamali de. **Modelo de crescimento com variáveis ambientais, para o Ipê felpudo em diferentes espaçamentos**. Dissertação (Mestrado) - - ESALQ, 2004. 8p.

