

MODELAGEM DA RELAÇÃO HIPSOMÉTRICA EM POVOAMENTO DE *Anadenanthera peregrina* (BENTH.) SPEG.

ELLIEZER DE ALMEIDA MELO¹, ERNANI LOPES POSSATO², RÔMULO BARBOSA VELOSO³, SABRINA MANDARANO MACIEL⁴, RAMOM AMARAL GODINHO, JOÃO ANTÔNIO NOGUEIRA REIS⁶, NATALINO CALEGARIO⁷

RESUMO

O objetivo do trabalho foi comparar o uso de modelos lineares e não lineares na estimativa da altura de árvores de *Anadenanthera peregrina* (Benth.) Speg. Os modelos foram avaliados por meio do erro padrão da estimativa [Syx(%)], Critério de informação de Akaike (AIC), média das diferenças (MD) e gráfico dos resíduos. Com base nessas avaliações pode-se concluir que o modelo não linear de Brody é o que melhor se ajusta aos dados, seguido do linear parabólico.

Palavras-chaves: relação diâmetro-altura, modelos estocásticos, angico.

INTRODUÇÃO

A relação entre o diâmetro a altura do peito (DAP) e altura das árvores tem seu uso difundido em inventários florestais. O uso de modelos, ajustados a partir de valores observados dessas variáveis, permite estimar a altura das árvores por meio de seu DAP, proporcionando redução de tempo e custo nos levantamentos florestais (TOMÉ et al., 2007). Os modelos hipsométricos podem ser lineares e não lineares, sendo o primeiro aqueles em que os parâmetros estão na forma aditiva ou subtrativa e, elevados ao expoente unitário. Enquanto os não lineares são aqueles em que os coeficientes da equação encontram-se na forma de produto, fracionário ou elevado a expoentes não unitários (GUIMARÃES et al. 2009). O objetivo do estudo foi comparar o uso de modelos lineares e não lineares na estimativa da altura de árvores de *Anadenanthera peregrina* (Benth.) Speg.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados para a realização do trabalho foram obtidos de um povoamento inequívoco de angico situado na Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Lavras, Minas Gerais. A área foi dividida em 105 parcelas de 100m², onde foram mensurados o DAP de todos os indivíduos com diâmetro ≥ 5 cm, totalizando 1526, e a altura de 45 árvores. Para critério de seleção das árvores para a coleta da altura, estas foram divididas em 11 classes diamétricas de 5 cm de amplitude, sendo que foram medidas as alturas de 1 a 5 árvores por classe de diâmetro. As análises dos dados e a obtenção dos parâmetros foram obtidas a partir do software estatístico R versão 2.10.1.

Para efeito de comparação foi utilizado dois modelos, sendo o primeiro linear parabólico e o segundo não linear de Brody, apresentados na Tabela 1.

¹ Engenheiro Florestal – Laboratório de Planejamento e Inventário Florestal, DCF-UFLA – bolsista de apoio técnico FAPEMIG, elliezymelo@hotmail.com

² Doutorando de engenharia florestal DCF-UFLA, epossato@yahoo.com.br

³ Doutorando de engenharia florestal DCF-UFLA/Unimontes – bolsista FAPEMIG, romulo.veloso@unimontes.br

⁴ Mestranda engenharia florestal DCF-UFLA - bolsista Capes, sabrina_mmaciell@hotmail.com

⁵ Graduando em engenharia florestal-UFLA, ramon_amaral87@yahoo.com.br

⁶ Graduando em engenharia florestal-UFLA, joaonogueiralamim@hotmail.com

⁷ Professor DCF-UFLA, calegario@ufla.br

Tabela 1-Modelos utilizados para análise da relação hipsométrica.

Modelos	Equação de Ajuste
Linear Parabólico	$H_i = \beta_0 + \beta_1 DAP_i + \beta_2 DAP_i^2 + \varepsilon_i$
Não Linear Brody	$H_i = \beta_0 [1 - \beta_1 * \exp(-\beta_2 * DAP)] + \varepsilon_i$

Em que: H_i = altura total da árvore (m); DAP_i = diâmetro a 1,30m do solo (cm); β_i = parâmetros do modelo; e ε = erro aleatório.

Os modelos foram comparados utilizando-se das seguintes estatísticas, observadas na Tabela 2.

Tabela 2-Análise do modelo a partir das seguintes estatísticas.

Estatísticas	Equação
Erro padrão relativo (%)	$Syx(\%) = 100 \left(\frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (H_i - \hat{H}_i)^2 / (n - p)}}{\bar{H}} \right)$
Critério de informação de Akaike	$AIC = -2 \ln(mv) + 2p$
Média das diferenças	$MD = \frac{\sum_{i=1}^n H_i - \hat{H}_i }{n}$
Erro resíduo (%)	$Erro(\%) = 100 \frac{\sum_{i=1}^n (H_i - \hat{H}_i)}{H_i}$

Em que: H_i = altura total observada (m); \hat{H}_i = altura total estimada pelo modelo (m); n = número de observações; p = número de parâmetros; \ln = logaritmo neperiano; mv = máxima verosimilhança.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 encontram-se as estimativas dos parâmetros para os diferentes modelos ajustados.

Tabela 3-Estimativa dos parâmetros

Modelo	Descrição	β_0	β_1	β_2
Parabólico	Estimativa	6,819185	0,714989	-0,006575
	Tcalculado	3,25*	4,92*	-2,99*
Brody	Estimativa	25,046525	9,368898	8,812255
	Tcalculado	15.24*	4.92*	3.22*

*significativo a 5% de significância.

Analisando os resultados da tabela 3, nota-se que todas as estimativas dos parâmetros foram significativas, sendo imprescindível sua utilização nos modelos.

A Figura 1 mostra a representação gráfica da curva das equações ajustadas em relação à base de dados.

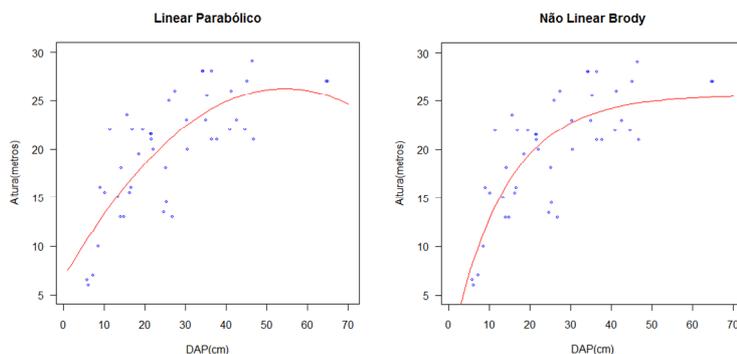


Figura 1-Representação da curva ajustada pelos modelos originais em relação à base de dados.

Analisando os gráficos da Figura 1, observa-se que o modelo não linear de Brody se ajustou melhor a base de dados. Nota-se, também, pela Figura 1 que o modelo Parabólico apresenta tendência diferente da relação altura-diâmetro habitualmente encontrada. Espera-se que, quando é plotado um gráfico de H_i em função do DAP_i , há uma estabilização na H_i para valores acima de um determinado DAP_i (BARTOSZECK et al., 2003). Para o modelo Parabólico, foi observado que a H_i teve seu máximo para valores próximos de 55 cm de DAP_i e, após esse valor uma tendência em diminuir a altura. Essa tendência de diminuição da altura com o aumento do DAP_i mostra a deficiência deste modelo.

A Figura 2 apresenta graficamente a distribuição dos resíduos para os diferentes modelos.

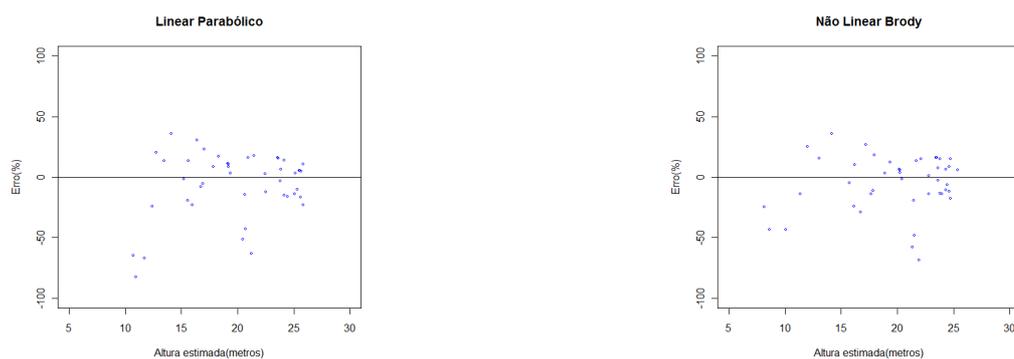


Figura 2-Distribuição dos resíduos para os modelos Linear Parabólico e Não Linear de Brody.

Observa-se pela Figura 2, que o modelo não linear de Brody apresentou uma pequena vantagem na distribuição gráfica dos resíduos. Podemos observar uma tendência de super-estimativa para as árvores pertencentes às menores classes de diâmetro, para os dois modelos.

Na Tabela 4 apresenta as estatísticas de ajuste, apresentadas abaixo.

Tabela 4-Estatísticas dos ajustes, erro padrão relativo [Sys(%)], critério de informação de Akaike (AIC), média das diferenças (MD).

Modelo	Syx(%)	AIC	MD
Parabólico	19,44	254,4220	3,1961439
Brody	18,70	250,9357	2,983388

Em todas as estatísticas analisadas nota-se uma superioridade dos resultados apresentados pelo modelo de Brody em relação ao parabólico, mostrando vantagem em relação ao modelo linear.

CONCLUSÕES

- Observa-se uma tendência não linear na relação altura-diâmetro de *Anadenanthera peregrina* (Benth.) Speg.
- Dentre os modelos avaliados, o modelo não linear de Brody apresenta melhores estimativas da altura.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

BARTOSZECK, A. C. de P. e S.; MACHADO, S. do A.; FIGUEIREDO FILHO, A.; OLIVEIRA, E. B. de. Modelagem da relação hipsométrica para bracingais da região metropolitana de Curitiba-PR. **Floresta**. v. 32, n. 2; p. 189-204, 2003.

XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA
27 de setembro a 01 de outubro de 2010

GUIMARÃES, M. A. M.; CALEGARIO, N.; CARVALHO, L. M. T.; TRUGILHO, P. F. Height-diameter models in forestry with inclusion of covariantes. Lavras-MG. **Revista Cerne**. V.15, n.3, p.313-321. 2009.

TOMÉ, M; RIBEIRO, F.; FAIAS, S.. Relação hipsométrica geral para *Eucalyptus globulus* Labill. em Portugal. **Silva Lusitânica**, v.15, p.41-55. 2007.