

MODELOS DE ALTURA PARA *Pterogyne nitens* Tul. EM PLANTIO PURO NO SUDOESTE DA BAHIA

Mariana de Aquino Aragão¹, Patrícia Anjos Bittencourt Barreto², Alessandro de Paula², Flávia Ferreira de Carvalho¹, Magno Pacheco Fraga³

¹Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) (mariana.aragao06@gmail.com).

²Professor Doutor do curso de Engenharia Florestal da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB; Estrada do Bem Querer, km 4, Caixa Postal 95, CEP: 45.031-900 - Vitória da Conquista – Bahia.

³Engenheiro Florestal, graduado pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Técnico de nível superior da Secretaria de Meio Ambiente do município de Bom Jesus da Lapa-BA.

Recebido em: 31/03/2015 – Aprovado em: 15/05/2015 – Publicado em: 01/06/2015

RESUMO

Em povoamentos florestais, o conhecimento da altura dos indivíduos é de fundamental importância para a estimativa de volume de madeira. A estimativa da variável altura por meio de equações hipsométricas é cada vez mais frequente durante o inventário florestal. O presente estudo teve por finalidade selecionar modelos, ajustados em função do DAP e do DEq, para obtenção de estimativas de altura de *Pterogyne nitens* em plantio puro no Sudoeste da Bahia. Os melhores modelos foram selecionados de acordo com: coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{aj}\%$), erro padrão da estimativa (S_{yx}), valor de F, valor ponderado dos escores estatísticos (VP), análise gráfica de distribuição dos resíduos e amplitude absoluta dos resíduos (AR). Os modelos de Curtis e de Henriksen apresentam melhor performance para estimar a altura total da árvore, enquanto, os modelos de Prodan, de Henriksen e Parabólico são os mais recomendados para a estimativa da altura total do fuste de *Pterogyne nitens* nas condições estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: altura total, altura do fuste, madeira nova, modelos hipsométricos.

MODELS OF HEIGHT FROM *Pyterogyne nitens* Tul. IN PLANTATION PURE IN SOUTHWEST OF BAHIA

ABSTRACT

In forest stands, knowing the height of the individuals is fundamentally important to timber volume estimate. The estimate of the variable height by hypsometric equations is increasingly frequent during the forest inventory. This study aimed at selecting models, adjusted according to the Diameter at Breast Height (DBH) and the Diameter Equivalent (DEq), to obtain the height estimates of *Pterogyne nitens* in pure stand in the Southwestern of Bahia. The best models were selected according to: the adjusted determination coefficient ($R^2_{aj}\%$), relative standard error of estimate (S_{yx}), F value, weighted value of statistical scores (WV), graphic analysis of the residual waste and residual amplitude (RA). Curtis and Henriksen's models have better

performance to estimate the total height of the tree, while Prodan, Henriksen and Parabolic's models are the most recommended for the total height estimate of the stem of *Pterogyne nitens* in the studied conditions.

KEYWORDS: total height, stem height, new wood, hypsometric models.

INTRODUÇÃO

A utilização crescente de madeira e produtos florestais, juntamente com a necessidade do uso social, ecológico e economicamente correto dos recursos florestais, tem acentuado a importância da quantificação do volume de madeira de uma floresta e, conseqüentemente, aumentado a preocupação com o planejamento, ordenamento e o uso dessa madeira (AZEVEDO et al., 2011a).

Em inventários florestais, a mensuração do volume madeireiro se faz por meio da utilização de medidas de diâmetro à altura do peito (DAP) e da altura total e/ou comercial das árvores. Embora o DAP seja facilmente obtido pela medição direta das árvores, a altura é uma variável de difícil medição, implicando em maior tempo para a sua mensuração e tornando a operação mais onerosa (SOUSA et al., 2013; THIERSCH et al., 2013).

Nesse contexto, é comum a prática de medir o DAP de todas as árvores das parcelas, medindo a altura de apenas algumas dessas. Assim, utiliza-se o conjunto dos valores de altura dos indivíduos mensurados, com os respectivos diâmetros, para estabelecer uma relação de regressão de altura em função do DAP, também denominada relação hipsométrica, que costuma ser aplicada para estimar as alturas das demais árvores do povoamento (MACHADO & FIGUEIREDO FILHO, 2003; SANQUETTA et al., 2009). Dessa forma, esta relação representa uma opção de trabalho amplamente utilizada, apresentando-se como ferramenta de grande utilidade prática.

A utilização do DAP para a estimativa de variáveis dendrométricas é otimizada quando se trata de espécies de fuste retilíneo e sem perfilhamento. No entanto, no caso de espécies nativas com fustes tortuosos e ramificações abaixo de 1,30 m de altura, a utilização do diâmetro equivalente (DEq) em ajustes de equações, substituindo o DAP, pode constituir uma importante alternativa, uma vez que o cálculo desta variável permite a obtenção de uma medida de diâmetro a 1,30 m que representa o conjunto de fustes de uma árvore (SILVA, 2005). FRAGA et al. (2014), ajustando equações de volume para *Pterogyne nitens*, espécie nativa do Brasil e que apresenta crescimento predominantemente perfilhado, não verificaram diferenças significativas entre as estimativas obtidas por equações ajustadas em função do DEq e as obtidas em função do DAP.

Muitos modelos matemáticos foram propostos para estimar a altura das árvores e, apesar da eficiência de algumas equações, estas nem sempre se adequam a todas as espécies e condições, tornando necessária a seleção por meio de estatísticas adequadas, que permitem identificar o melhor modelo para cada caso. A seleção de equações é uma fase fundamental na predição do volume, qualquer erro de tendência na estimativa por árvore terá reflexos na estimativa da população, causando uma sub ou superestimação (CAMPOS et al., 1985; HESS et al., 2014).

No Brasil, existem diversos estudos sobre métodos de estimação de altura de espécies exóticas, principalmente para o gênero *Eucalyptus* (RUFINO et al., 2010; AZEVEDO et al., 2011b; OLIVEIRA et al., 2011; SOUSA et al., 2013; THIERSCH et

al., 2013; MIRANDA et al., 2014; SANTOS et al., 2014; SOUZA, 2014), no entanto ainda são escassos os estudos relacionados à estimativa de altura para espécies nativas.

Dentre as espécies nativas que apresentam potencial para utilização no estado da Bahia, a madeira-nova, também conhecida como amendoim-bravo (*Pterogyne nitens* Tul) destaca-se por se adaptar às condições ambientais da região (FRAGA et al., 2014), apresentar rápido crescimento e gerar madeira de valor econômico para diferentes finalidades, como para lenha, carvão e construção de móveis (LORENZI, 2002). Dessa forma, o presente estudo teve por finalidade selecionar modelos, ajustados em função do DAP e do DEq, para obtenção de estimativas de altura de *Pterogyne nitens* em plantio puro no Sudoeste da Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e caracterização da área

Os dados empregados no estudo foram coletados em um plantio puro de *Pterogyne nitens*, com cerca de seis anos de idade e espaçamento inicial de 3 m x 3 m. O plantio apresenta área de 0,72 hectare e está localizado na área experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, no município de Vitória da Conquista (BA).

A região apresenta temperatura média anual de 21°C e precipitação variando entre 700 mm e 1.100 mm anuais, distribuída nos meses de novembro a março, com um período seco de quatro a cinco meses. O clima da região é o do tipo Cwb segundo a classificação de Köppen, clima tropical de altitude (SOUZA et al., 2013). O relevo é plano a levemente ondulado, com altitude em torno de 880 m. O solo pertence à classe Latossolo Amarelo Distrófico (SANTOS et al., 2006). A vegetação predominante na região é classificada como Floresta Estacional Semidecidual Montana (VELOSO et al., 1991).

Obtenção dos dados

Foram selecionadas e abatidas 30 árvores, representativas de seis classes diamétricas com amplitude de 2 cm entre classes, sendo observada uma variação de DAP de 1,8 a 12,5 cm e de altura de 2,5 a 10,5 m.

Em cada árvore abatida, tendo em vista que a espécie estudada possui crescimento perfilhado, ou seja, uma mesma planta contém vários fustes, foi realizada a medição do diâmetro à altura do peito (DAP), tomado a 1,30 m do nível do solo, de todas as árvores e fustes originados de ramificações até 1,3 m de altura. Além disso, foram medidas as alturas de cada um dos fustes (Hf) e a altura total da árvore (Ht), que correspondia à altura do fuste principal (fuste mais alto da árvore).

Por meio da medida dos DAP's dos múltiplos fustes, quando presentes, foi calculado o diâmetro equivalente de cada árvore (DEq), de acordo com SILVA (2005). O DEq é dado pela expressão (1), a qual pressupõe que a área transversal (g) a 1,30 m de uma árvore (j) com diversos fustes (i) é produzida pela soma das áreas transversais individuais de cada fuste.

$$DEq_j = \sqrt{DAP_1^2 + DAP_2^2 + \dots + DAP_n^2} \quad (1)$$

Onde: DEq_j = diâmetro equivalente da j-ésima árvore na altura de 1,30, em cm (j = 1, 2,...m); DAP_i= diâmetro a 1,30 m do i-ésimo fuste, em cm (i = fuste; i = 1, 2, ...n).

Seleção dos modelos matemáticos

Foram testados sete modelos matemáticos encontrados na literatura, conforme o quadro 1, que foram ajustados em função do DEq, para a estimativa da altura total da árvore (Ht), e em função do DAP, para a estimativa da altura total do fuste (Hf).

QUADRO 1. Modelos hipsométricos utilizados para estimar a altura total.

Nº	Modelo	Autor
1	$H = \beta_0 + \beta_1 . D + \varepsilon$	Linha reta
2	$H = \beta_0 + \beta_1 . D + \beta_2 . D^2 + \varepsilon$	Parabólico
3	$Ln(H) = \beta_0 + \beta_1 . \left(\frac{1}{D}\right) + \varepsilon$	Curtis
4	$Ln(H) = \beta_0 + \beta_1 . Ln(D) + \varepsilon$	Stofel
5	$H = B_0 + \beta_1 . Ln(D) + \varepsilon$	Henriksen
6	$H = \frac{D^2}{\beta_0 + \beta_1 . D + \beta_2 . D^2} + \varepsilon$	Prodan
7	$Ln(H) = \beta_0 + \beta_1 . Ln(D) + \beta_2 . \left(\frac{1}{D}\right) + \varepsilon$	Silva (1980) [9]

βi = coeficientes dos modelos; H = altura total da árvore (Ht) ou altura total do fuste (Hf) em m; D = DAP (diâmetro com casca 1,30 m do solo, em cm) ou DEq (diâmetro equivalente com casca a 1,30 m do solo, em cm) (m); DAP = diâmetro à altura do peito (cm); Ln = Logaritmo neperiano.

A escolha do modelo de regressão mais adequado foi baseada nas seguintes estatísticas:

Coeficiente de determinação (R²) - expressa a quantidade da variação total explicada pela regressão. Os valores de R² foram ajustados conforme expressão 2, para que fosse possível comparar os valores encontrados, já que os graus de liberdade da regressão diferem entre os modelos (SCOLFORO, 1993).

$$R_{aj}^2 = 1 - \left(\frac{n-1}{n-p}\right) * \left(\frac{SQ_{res}}{SQ_{tot}}\right) \quad (2)$$

Em que: R²_{aj}= coeficiente de determinação ajustado; n= número de dados observados; p= número de coeficientes do modelo; SQ_{res} = soma dos quadrados do resíduo e SQ_{tot}= soma dos quadrados total para a variável de interesse.

Erro-Padrão da Estimativa- indica a precisão do ajuste de um modelo matemático, informando o quanto o modelo erra, em média, ao estimar a variável dependente (MACHADO et al., 2008). Foi obtido com a aplicação da fórmula 3. Nos modelos em que a variável dependente sofreu algum tipo de transformação logarítmica, o erro padrão foi corrigido na escala original, para possibilitar a comparação com os modelos aritméticos. Assim, multiplicou-se o volume estimado pelo fator de correção de Meyer (4), para então proceder o recálculo, utilizando a fórmula 5.

$$S_{yx} = \sqrt{QM_{res}} \quad (3)$$

Em que: S_{yx} = Erro-Padrão da Estimativa; QM_{res} . = Quadrado Médio do resíduo, obtido na análise da variância.

$$\text{Fator de Meyer} = e^{0,5 \cdot S_{yx}^2} \quad (4)$$

Em que: $e = 2,718281828$ e S_{yx} = erro padrão da estimativa (m^3).

$$S_{yx \text{ recal}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{(n-p)}} \quad (5)$$

Em que: $S_{yx \text{ recal}}$ = erro padrão da estimativa recalculado; y_i = valor real de cada observação; $\hat{y}_i$ = valor estimado de cada observação; n = número de dados; p = número de coeficientes de cada equação, incluindo β_0 .

Valor de F - corresponde ao valor de F calculado na análise da variância e também foi utilizado como um dos parâmetros estatísticos na determinação do melhor modelo matemático. Quanto maior o valor de F, melhor o ajuste da equação.

Valor Ponderado dos Escores dos Parâmetros Estatísticos (VP) - considera todas as variáveis estatísticas anteriormente descritas, e por isso sintetiza os resultados, facilitando o processo de seleção do melhor modelo matemático. O Valor Ponderado foi determinado atribuindo-se valores ou pesos aos parâmetros estatísticos. As estatísticas foram ordenadas de acordo com a sua eficiência, sendo atribuído peso 1 para a equação mais eficiente, 2 para a segunda e assim sucessivamente (ranking), conforme metodologia descrita por THIERSCH (1997) e adotada por AZEVEDO et al. (2011a). Após essa classificação individual, efetuou-se o somatório da pontuação para cada modelo matemático, sendo que a equação que recebeu a menor soma foi recomendada como mais adequada para uso.

Análise gráfica dos resíduos – os modelos selecionados com base nos valores de VP foram analisados quanto à distribuição gráfica dos resíduos para avaliar a ocorrência de tendência nas estimativas da variável dependente.

Amplitude absoluta dos resíduos (AR) – também foi utilizada como critério de validação da equação. Obtida pela diferença entre o maior e o menor resíduo gerado pela equação. De acordo com a AR, a equação que apresenta menor amplitude de resíduos é considerada melhor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Modelos para altura total da árvore

Os coeficientes e parâmetros estatísticos, provenientes do ajuste dos sete modelos hipsométricos testados para a estimativa da variável altura total da árvore (Ht) em função do diâmetro equivalente (DEq), estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Coeficientes e parâmetros estatísticos obtidos no ajuste dos modelos hipsométricos, em função do DEq, para povoamento de *Pterogyne nitens* Tul., com seis anos de idade, no município de Vitória da Conquista, Bahia.

Modelo	β_0	β_1	β_2	R^2_{aj} %	S_{yx} %	F	VP
1	3,3214	0,3697		65,55	13,41	53,27	17
2	2,2843	0,5960	-0,0108	66,41	13,49	26,69	17
3	2,4419	-4,4507		67,11	12,88	85,70	8
4	0,6643	0,5600		65,55	12,89	69,36	14
5	-0,7262	3,4818		68,55	12,82	61,03	9
6	-3,8150	1,5880	0,0253	92,16	31,49	158,60	9
7	2,5084	-0,0213	-4,6108	65,81	12,79	41,33	12

β_i = coeficientes dos modelos; R^2 = coeficiente de determinação ajustado; S_{yx} % = erro-padrão da estimativa; CV = coeficiente de variação; F = valor de F de análise de variância; VP = valor ponderado dos escores.

Os modelos apresentaram coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj} %) variando entre 65,6 e 92,2%. Apenas o modelo 6 obteve valor de R^2_{aj} % superior a 90%, o que sugere baixo desempenho estatístico da maior parte dos modelos. De acordo com SCOLFORO & FIGUEIREDO FILHO (1998), tratando-se de relações hipsométricas, é comum que o valor de R^2_{aj} não ultrapasse 80%, uma vez que a correlação altura/diâmetro não é tão forte quanto a altura/volume.

O erro padrão da estimativa (S_{yx} %) variou entre 12,79% e 31,49%, com menor resultado para o modelo 7 (12,79%), seguidos dos modelos 5, 3 e 4 (12,82%, 12,88% e 12,89%, respectivamente). Todos os modelos testados apresentaram valores de F calculados significativos, com maiores valores para os modelo 6 (158,6) e 3 (85,7).

De acordo com o conjunto das estatísticas de ajuste consideradas, que determinou os valores ponderados (VP) das equações testadas, os modelos 3 (Curtis), 5 (Henriksen) e 6 (Prodan) apresentaram melhor desempenho. A Figura 1 apresenta a distribuição dos resíduos desses três modelos.

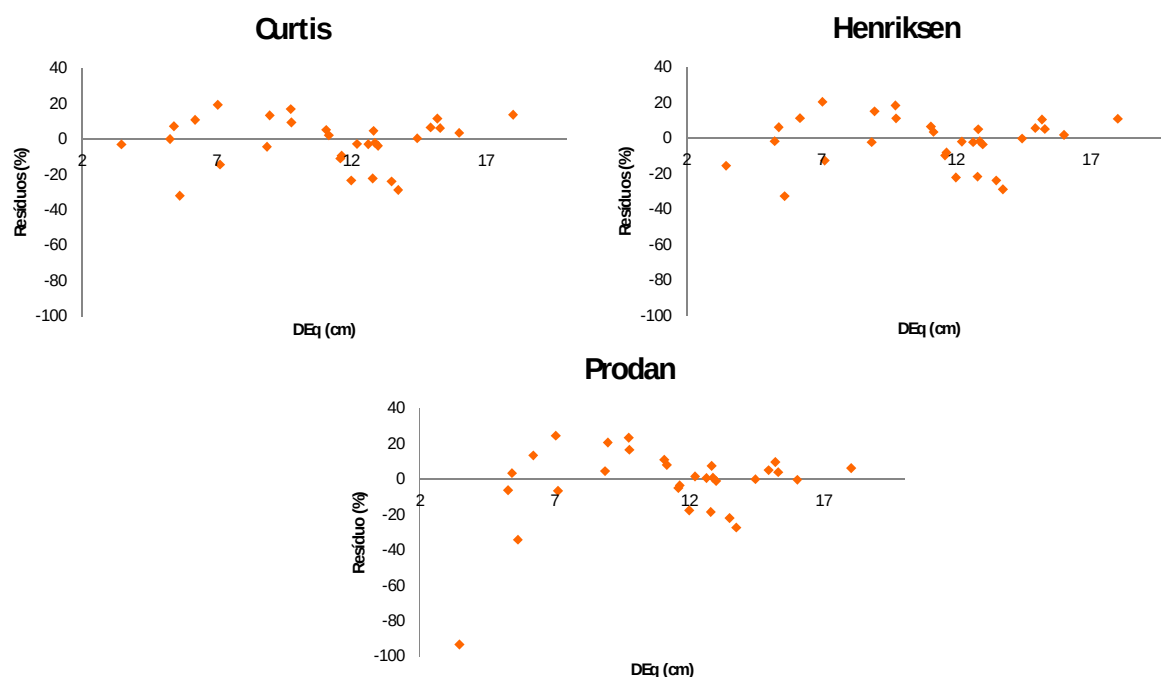


FIGURA 1. Distribuição dos resíduos em função do diâmetro equivalente (DEq) para modelos selecionados para a estimativa da altura total de árvores de *Pterogyne nitens* em plantio puro, no município de Vitória da Conquista, BA.

A dispersão gráfica dos resíduos foi bastante semelhante entre os três modelos selecionados e não demonstrou tendências nítidas (Figura 1). Entretanto, os modelos de Curtis e de Henriksen apresentaram menores valores de amplitude absoluta dos resíduos (AR) (3,36 m e 3,52 m, respectivamente) em relação ao modelo de Prodan (AR=4,99 m), o que indica que esses modelos seriam mais adequados para estimar a altura total da árvore. SCHIKOWSKI et al. (2014), avaliando modelos hipsométricos para *Cryptomeria japonica* no Paraná, verificaram maior eficiência do modelo de Curtis, em relação aos modelos de Henriksen, Parabólico e Linha reta.

Modelos para altura total do fuste

Assim como para os ajustes de altura total da árvore, os valores de R^2_{aj} observados para as equações de altura total do fuste revelam que apenas um dos modelos testados apresentou desempenho estatístico superior (modelo 6), com valor acima de 90% (Tabela 2). Nos demais modelos, o R^2_{aj} variou entre 73,0 e 76,9%. SOARES et al. (2011), estudando relações hipsométricas para a mesma espécie no estado de Minas Gerais, encontraram valores de R^2_{aj} entre 68,92 e 67,11%.

TABELA 2. Coeficientes e parâmetros estatísticos obtidos no ajuste dos modelos hipsométricos, em função do DAP, para povoamento de *Pterogyne nitens* Tul., com seis anos de idade, no município de Vitória da Conquista, Bahia.

Modelo	β_0	β_1	β_2	$R^2_{aj}\%$	$S_{yx}\%$	F	VP
1	2,3254	0,6044		73,03	17,60	213,95	18
2	0,4610	1,3278	-0,0557	77,41	12,44	133,63	10
3	2,3127	-2,6568		75,54	16,65	325,35	12
4	0,6613	0,6348		74,76	16,92	346,16	13
5	0,4022	3,3570		76,89	16,29	262,87	9
6	0,7622	0,2431	0,0943	92,19	20,90	460,17	9
7	1,3361	0,3788	-1,1141	76,18	16,43	181,72	13

β_i = coeficientes dos modelos; R^2 = coeficiente de determinação ajustado; $S_{yx}\%$ = erro-padrão da estimativa; CV = coeficiente de variação; F = valor de F de análise de variância; VP = valor ponderado dos escores.

Em relação ao $S_{yx}\%$, os menores valores foram observados nos modelos 2 e 5 (12,44% e 16,29%, respectivamente) (Tabela 2), enquanto para os valores de F calculado os melhores resultados foram encontrados nos modelos 6 (460,17), 4 (346,16) e 3 (325,25) (Tabela 2).

Com base nos valores de VP, foi verificado maior desempenho nos modelos 5 (Henriksen) (VP=9), 6 (Prodan) (VP=9) e 2 (Parabólico) (VP=10). A dispersão gráfica dos resíduos desses três modelos, que apresentaram menor VP, está apresentada na Figura 2.

TONINI et al. (2005) observaram melhor desempenho do modelo de Prodan para estimar a altura da Castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl). Por outro lado, BARTOSZECK, et al. (2002), analisando modelos hipsométricos para a Bracatinga (*Mimosa Scabrella* Benth), MACHADO et al. (2008), para o pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*), e AZEVEDO et al. (2011a), para ipê roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.), verificaram maior eficiência do modelo de Curtis. Já MANFREDI et al. (2013), testando modelos hipsométricos para *Genipa americana*, observaram resultados mais satisfatórios do modelo da Linha reta, em relação ao modelo Parabólico.

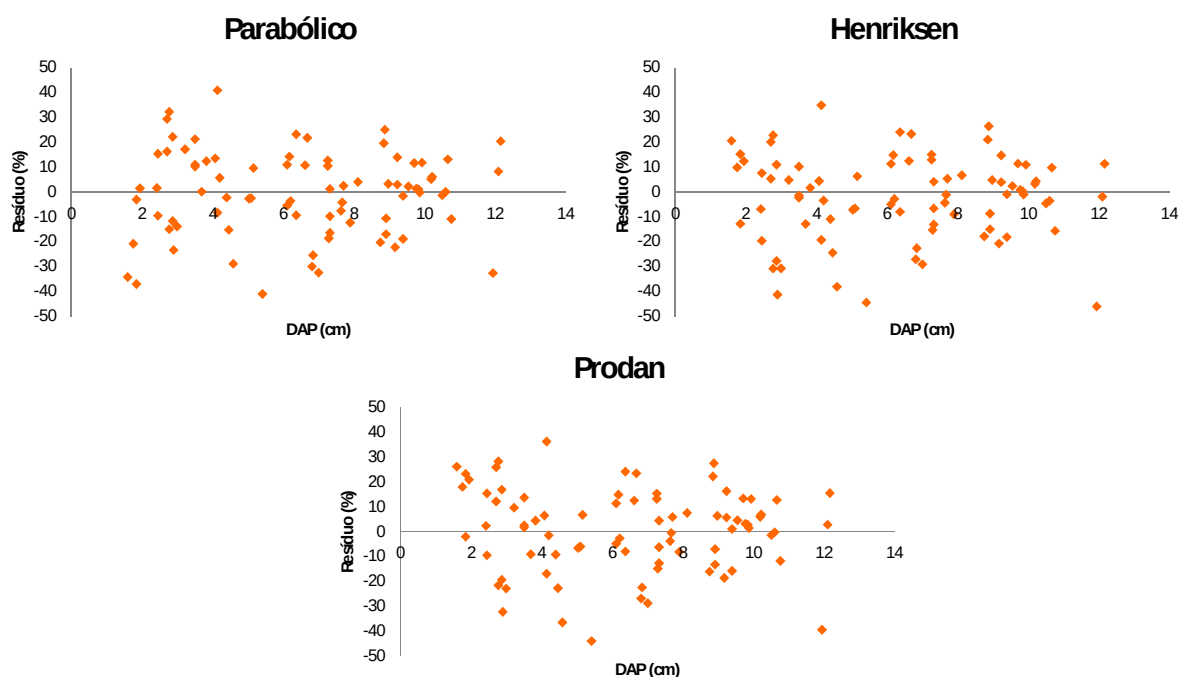


FIGURA 2. Distribuição dos resíduos em função do diâmetro à altura de 1,3 m (DAP) para modelos selecionados para a estimativa da altura total do fuste de indivíduos de *Pterogyne nitens* em plantio puro, no município de Vitória da Conquista, BA.

De forma geral, a distribuição dos resíduos não demonstrou a ocorrência de tendências, com dispersão uniforme em torno da média e semelhante para os três modelos selecionados (Figura 2). Corroborando esse resultado, os modelos apresentaram valores muito próximos de amplitude absoluta dos resíduos (AR) (Parabólico = 5,33m, Prodan= 5,25m e Henriksen= 5,52m), o que sugere desempenho semelhante dos modelos para estimar a variável de interesse.

CONCLUSÃO

Os modelos de Curtis e de Henriksen apresentam melhor performance para estimar a altura total da árvore, enquanto, os modelos de Prodan, Henriksen e Parabólico são os mais recomendados para a estimativa da altura total do fuste de *Pterogyne nitens* nas condições estudadas.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, G. B.; SOUSA, G. T. O.; SILVA, H. F.; BARRETO, P. A. B.; NOVAES, A. B. Seleção de modelos hipsométricos para quatro espécies florestais nativas em plantio misto no Planalto da Conquista na Bahia. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.12, 2011a.
- AZEVEDO, T. L.; MELLO, A. A.; FERREIRA, R. A.; SANQUETTA, C. R.; NAKAJIMA, N. Y. Equações hipsométricas e volumétricas para um povoamento de *Eucalyptus* sp. Localizado na FLONA do Ibura, Sergipe. **Revista Brasileira de Ciências**

Agrárias, Recife – PE, vol. 6, N. 1, 2011b.

BARTOSZECK, A. C. P. S.; MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A.; OLIVEIRA, E. B. Modelagem da Relação Hipsométrica para Bracatingais da região metropolitana de Curitiba – PR. **Floresta**, Curitiba – PR, vol. 32, N. 2, 2002.

CAMPOS, J. C. C.; TREVIZOL JÚNIOR, T.L.; PAULA NETO, F. Ainda sobre a seleção de equações de volume. **Revista Árvore**, Viçosa- MG, vol. 9, N. 2, 1985.

FRAGA, M. P.; BARRETO, P. A. B.; PAULA, A. Estimação de volume de *Pterogyne nitens* em plantio puro no sudoeste da Bahia. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, vol. 34, N. 79, 2014.

HESS, A. F.; BRAZ, E. M.; THAINES, F.; MATTOS, P. P. Ajuste de relação hipsométrica para espécies da Floresta Amazônica. **Ambiência Guarapuava**. Paraná, vol.10, N.1, 2014.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, vol. 1, 2002.

MACHADO, S. A. & FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria**. Curitiba: [s.n.], 2003. 309 p.

MACHADO, S. A.; NASCIMENTO, R. M.; AUGUSTYNICZIK, A. L. D.; SILVA, L. C. R.; FIGURA, M. A.; PEREIRA, E. M.; TÉO, S. J. Comportamento da relação hipsométrica de *Araucaria angustifolia* no capão da Engenharia Florestal da UFPR. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, N.56, 2008.

MANFREDI, C.; ALVES, T. F.; BARRETO, P. A. B. Modelos Hipsométricos para *Genipa americana* L em plantio homogêneo do município de Vitória da Conquista, Bahia. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.9, N.16, 2013.

MIRANDA, R. O. V.; DAVID, H. C.; EBLING, A. A; MÔRA, R.; FIORENTIN, L. D.; SOARES, I. D. Estratificação hipsométrica em classes de sítio e de altura total em plantios clonais de eucaliptos. **Advances in Forestry Science**. Cuiabá, vol. 1, N. 4, 2014.

OLIVEIRA, F. G. R. B.; SOUSA, G. T. O.; AZEVEDO, G. B.; BARRETO, P. A. B. Desempenho de modelos hipsométricos para um povoamento de *Eucalyptus urophylla* no município de Jaguaquara, Bahia. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer – Goiânia, vol.7, N.13, 2011.

RUFINO, R. F.; MIGUEL, E. P; SANTOS, G. A.; SANTOS, T. E. B.; SOUZA, F. Ajuste de modelos hipsométricos para um povoamento de eucaliptos conduzido sobre o sistema de rebrota. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.6, N.10, 2010.

SANQUETTA, C. R.; WATZLAWICK, L. F.; CORTE, A. P. D.; FERNANDES, L. DE A. V. **Inventários Florestais**: Planejamento e Execução. 2ª Edição. 2. ed. Curitiba: Multigraphics, vol. 1, 2009. 307 p.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SANTOS, M. L.; BRASIL NETO, A. B.; PAUMGARTTEN, A. E. A.; RODRIGUES, R. P.; SANTOS, C. R. Estimativa da relação hipsométrica para um povoamento de *Eucalyptus "urograndis"* no município de Moju, Nordeste paraense. **Enciclopédia Biosfera**, v.10, n.19; p. 1039-1048, 2014.

SCHIKOWSKI, A. B.; CORTE, A. P. D.; SANQUETTA, C. R.; RODRIGUES, A. L.; OLIVEIRA, K. A. Ajuste de modelos hipsométricos para povoamento de *Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L. f.) D. Don no Paraná. **Enciclopédia Biosfera**, v.10, n.19; p. 70-77, 2014.

SCOLFORO, J. R. **Mensuração Florestal 3: Relações quantitativas em volume, peso e a relação hipsométrica**. Lavras, ESAL/FAEPE, 1993. 292p.

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

SILVA, J. A. **Fitossociologia e relações alométricas em caatinga nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte**. 2005. 93 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.

SOARES, C. P. B., MARTINS, F. B., LEITE JUNIOR, H. U., SILVA, G. F., FIGUEIREDO, L. T. M. Equações hipsométricas, volumétricas e de taper para onze espécies nativas. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, vol.35, N. 5, 2011.

SOUSA, G. T. O.; AZEVEDO, G. B.; BARRETO, P. A. B.; JÚNIOR, V. C. Relações hipsométricas para *Eucalyptus urophylla* conduzidos sob regime de alto fuste e talhadia no Sudoeste da Bahia. **Scientia Plena**, Aracaju, vol. 9, N. 4, 2013.

SOUZA, A. S. **Modelagem da relação hipsométrica para um povoamento híbrido de eucalipto, na Amazônia brasileira**. Altamira – PA, 2014. 42p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Pará, Altamira, 2014.

THIERSCH, A. **A eficiência das distribuições diamétricas para prognose da produção de *Eucalyptus camaldulensis***. Lavras – MG, 1997. 155p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

THIERSCH, C. R.; ANDRADE, M. G.; MOREIRA, M. F. B.; LOIBEL, S. Estimativa da relação hipsométrica em clones de *Eucalyptus* sp. Com o modelo de Curtis ajustado por métodos Bayesianos empíricos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, vol.37, n.1, 2013.

TONINI, H.; ARCO-VERDE, M. F.; SÁ, S. P. P. Dendrometria de espécies nativas em plantios homogêneos no Estado de Roraima - Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl), Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), Ipê-roxo (*Tabebuia avellanedae* Lorentz ex Griseb) e Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). **Acta Amazonica**, vol. 35(3), 2005.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da**

vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 124 p.