

Relações hipsométricas para *Eucalyptus urophylla* conduzidos sob regime de alto fuste e talhadia no Sudoeste da Bahia

Hypsometric relations for *Eucalyptus urophylla* conducted under regime of high forest and coppice in southwestern Bahia

G. T. O. Sousa¹; G. B. Azevedo¹; P. A. B. Barreto²; V. C. Júnior²

¹Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade de Brasília, 70910-900, Brasília-DF, Brasil

²Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 45031-300, Vitória da Conquista-BA, Brasil

glauce_tais@hotmail.com

(Recebido em 10 de janeiro de 2012; aceito em 11 de abril de 2013)

O conhecimento da altura das árvores é de fundamental importância para a obtenção de estimativas de volume de povoamentos florestais. A sua estimativa por meio de equações hipsométricas é cada vez mais frequente durante o inventário florestal. O presente estudo foi desenvolvido no município de Vitória da Conquista-BA e teve como objetivo ajustar e selecionar modelos matemáticos adequados para estimar a variável altura total (Ht) em dois povoamentos de *Eucalyptus urophylla*, conduzidos sob regime de alto fuste e de talhadia. Foram avaliados oito modelos matemáticos. Os melhores modelos foram selecionados de acordo com: coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}), erro padrão da estimativa ($S_{y,x}$), coeficiente de variação (CV%), valor de F, valor ponderado dos escores estatísticos (VP) e análise gráfica de distribuição dos resíduos. Na área sob regime de alto fuste os modelos de Henricksen e Parabólico foram os mais indicados para a estimativa da variável altura total em função da variável DAP. Já para a área sob o regime de talhadia, o modelo de Prodan foi o mais indicado.

Palavras-chave: eucalipto; altura total; equações hipsométricas; manejo florestal

The knowledge of tree height is of fundamental importance to obtain volume estimates of forest stands. Their estimative using hypsometric equation is increasingly frequent during the forest inventory. This study was conducted in the municipality of Vitoria da Conquista-BA, and aimed to adjust and select adequate mathematical models to estimate the variable total height (Ht) in two *Eucalyptus urophylla* plantations, conducted under regime of high forest (first rotation) and coppice (second rotation). Were evaluated eight mathematical models. The best models were selected by the coefficient of determination (R^2_{aj}), standard error of estimate ($S_{y,x}$), the coefficient of variation (CV%), the F value, the score pondered value of the statistical parameters (VP) and graphical analysis of the distribution of residuals. In the area under regime of high forest the models of Henricksen and Parabolic were the more indicated for estimating the variable total height in function of the variable DAP. For the area under the coppice regime, Prodan's model was the more indicated.

Keywords: eucalyptus; total height; hypsometric equations; forest management

1. INTRODUÇÃO

Na região Sudoeste do Estado da Bahia, notadamente no Planalto da Conquista, a elevada demanda energética vegetal tem impulsionado a ascensão das áreas plantadas com espécies de *Eucalyptus* nos últimos anos. Nesse contexto, o conhecimento do volume de madeira dessas áreas torna-se imprescindível para o planejamento adequado desse recurso e, como consequência, para o fortalecimento do setor florestal na região.

Para a obtenção de estimativas de volume de povoamentos florestais, a altura das árvores é uma informação fundamental. Essa variável pode ser obtida por meio de medições de árvores em pé ou abatidas, com uso de hipsômetros e trenas, ou através de estimativas com o estabelecimento de relações hipsométricas (relação entre altura e diâmetro) [1].

A relação hipsométrica é um aspecto importante a ser considerado no sistema de coleta de informações, pois a altura é uma variável difícil de ser mensurada, implicando em maior tempo para a sua mensuração, além de aumentar a margem de erro na coleta dessa informação [2]. Uma vez estabelecida uma relação hipsométrica, as alturas das árvores de uma determinada área ou povoamento florestal podem ser estimadas, por exemplo, a partir do DAP, variável esta de fácil medição [3]. O uso de equações hipsométricas tem sido cada vez mais frequente em procedimentos de inventário florestal, tornando-o mais econômico e, na maioria das vezes, tão preciso quanto o realizado medindo-se a altura de todas as árvores da parcela [4 e 5].

Diversas variáveis podem influenciar a relação hipsométrica, dentre elas: idade, região de plantio, variação genética, tratamentos silviculturais, sistema de amostragem, densidade, tamanho da copa, posição sociológica [6] e o regime de manejo adotado. Dessa forma, existem equações que se adaptam melhor a uma determinada condição do que outras, havendo, em alguns casos, dificuldade em se definir que modelo deve ser utilizado.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo ajustar e selecionar modelos matemáticos adequados para estimar a variável altura total (Ht) em dois povoamentos de *Eucalyptus urophylla*, manejados sob regime de alto fuste e de talhadia no município de Vitória da Conquista-BA.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos de dois povoamentos de *Eucalyptus urophylla*, com cerca de 5 anos de idade, conduzidos sob dois regimes de manejo (alto fuste e talhadia), localizados na Fazenda Bela Vista, situada no distrito de Pradoso, pertencente ao município de Vitória da Conquista, Bahia. A opção de trabalhar com plantações com idade de 5 anos foi alicerçada no fato de que a grande maioria das plantações florestais da região são destinadas para fins energéticos, com ciclos de corte entre 4 e 5 anos de idade [7].

A região tem clima classificado como tropical de altitude (Cwb), segundo a classificação de Köppen, e relevo plano a levemente ondulado, com altitude em torno de 880 m. A temperatura média anual é de 21°C e a precipitação varia entre 700 e 1100 mm anuais, distribuída nos meses de novembro a março, com um período seco de quatro a cinco meses. A vegetação é classificada como Floresta Estacional Semidecidual Montana, também denominada de “Mata de Cipó” [8]. O solo da região pertence a classe LATOSSOLO AMARELO Distrófico [9].

Coleta de dados

Nos dois povoamentos, as medidas de circunferência à altura do peito (1,30 m do nível do solo) e altura total foram obtidas em árvores abatidas. No povoamento sob regime de alto fuste foram selecionadas e abatidas 35 árvores, distribuídas em 4 classes diamétricas com amplitude de 2 cm entre classes, sendo observada uma variação de DAP (diâmetro a altura do peito) de 8,69 a 16,87cm e em altura de 10,2 a 16,5m. Já no povoamento sob regime de talhadia, foram abatidas 59 árvores, originadas de 30 cepas selecionadas aleatoriamente, com DAP variando de 6,21 a 15,25cm e altura de 10,6 a 16,84m. Nesse último povoamento, para efeito de cálculos e ajuste de equações, cada fuste resultante da condução dos brotos foi considerado uma árvore.

As medições de circunferência e altura foram realizadas com o emprego de fita métrica e trena, respectivamente. As circunferências obtidas foram convertidas em diâmetros para emprego nos modelos matemáticos.

Modelos Hipsométricos

Foram avaliados oito modelos matemáticos obtidos na literatura (Tabela 1) a fim de identificar os mais adequados a cada regime de manejo.

Tabela 1: Modelos hipsométricos selecionados para estimativa da altura total de árvores de *Eucalyptus urophylla*, em dois regimes de manejo, na região de Vitória da Conquista, Bahia.

Nº	Modelo	Autor
1	$Ht = \beta_0 + \beta_1 \cdot DAP + \varepsilon$	Linha reta
2	$Ht = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(DAP) + \varepsilon$	Henriksen
3	$Ht = \beta_0 + \beta_1 \left(\frac{1}{DAP^2} \right) + \varepsilon$	Soares et al. (2006) [10]
4	$Ht = \beta_0 + \beta_1 \cdot DAP + \beta_2 \cdot DAP^2 + \varepsilon$	Parabólico
5	$Ht = \frac{DAP^2}{\beta_0 + \beta_1 \cdot DAP + \beta_2 \cdot DAP^2} + \varepsilon$	Prodan
6	$\ln(Ht) = \beta_0 + \beta_1 \left(\frac{1}{DAP} \right) + \varepsilon$	Curtis
7	$\ln(Ht) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(DAP) + \varepsilon$	Stofel
8	$\ln(Ht) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(DAP) + \beta_2 \left(\frac{1}{DAP} \right) + \varepsilon$	Silva (1980) [11]

Onde: β° s = coeficientes dos modelos; Ht = altura total (m); DAP = diâmetro à altura do peito (cm); Ln = Logaritmo neperiano.

Critério para seleção dos modelos matemáticos

A seleção do melhor modelo de regressão foi baseada nos seguintes critérios: Coeficiente de determinação ajustado em porcentagem ($R^2_{aj}\%$), Erro padrão da estimativa (S_{yx}), Coeficiente de variação (CV%), Valor de F; e Valor ponderado dos escores estatísticos (VP). Também foi realizada a análise gráfica de resíduos para verificar a presença de tendenciosidade nas estimativas da altura total.

Coeficiente de determinação (R^2) informa a porcentagem da variação dos dados observados em torno da média que está sendo explicada pelo modelo ajustado. Os valores de R^2 foram transformados para que fosse possível comparar os valores encontrados, já que os graus de liberdade da regressão diferem entre os modelos testados [2]. A expressão matemática utilizada para sua obtenção é dada por: $R^2_{aj} = 1 - \left(\frac{n-1}{n-p} \right) \cdot \left(\frac{Sq_{res}}{Sq_{tot}} \right)$, onde: R^2_{aj} - coeficiente de determinação ajustado; n - número de dados observados; p - número de coeficientes do modelo; Sq_{res} - soma dos quadrados do resíduo para a variável de interesse; Sq_{tot} - soma dos quadrados total para a variável de interesse.

O erro-padrão da estimativa indica a precisão do ajuste de um modelo matemático. Esse critério informa o quanto, relativamente, o modelo erra em média ao estimar a variável dependente [12]. É expresso por: $S_{y.x} = \sqrt{QM_{res}}$, onde: S_{yx} - erro-padrão da estimativa e QM_{res} - quadrado médio do resíduo, obtido na análise de variância. Para os modelos logarítmicos o erro padrão da estimativa foi corrigido na escala original da variável dependente, para possibilitar a comparação com os modelos aritméticos. Essa correção foi feita com o índice de Furnival [13].

Para o coeficiente de variação, quanto menor o seu valor, melhor e mais precisa é a estimativa. O coeficiente é obtido por: $CV = \frac{S_{yx}}{\bar{y}} \cdot 100$, onde: CV - coeficiente de variação; S_{yx} -

erro-padrão da estimativa; \bar{y} - média aritmética da variável dependente.

De acordo com o critério do valor de F, obtido na análise de variância, quanto maior o valor melhor será o ajuste do modelo [14].

O valor ponderado dos escores dos parâmetros estatísticos leva em consideração todas as variáveis estatísticas consideradas como critérios e descritas anteriormente, sintetizando os

resultados e facilitando o processo de seleção do melhor modelo matemático [14]. O valor ponderado é determinado atribuindo-se pesos as variáveis estatísticas que foram, então, ordenadas de acordo com a sua eficiência, sendo atribuído peso 1 para o modelo mais eficiente, 2 para o segundo e assim sucessivamente, de acordo com a metodologia proposta por Thiersch [15]. Após a classificação individual, a pontuação de cada modelo foi somada, sendo selecionados os dois que apresentaram os menores valores de VP para análise da distribuição gráfica do resíduo em função do DAP.

Os modelos selecionados através dos critérios considerados foram analisados quanto à distribuição gráfica dos resíduos, com propósito de verificar tendências na estimativa da variável dependente altura.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos coeficientes e parâmetros estatísticos provenientes do ajuste dos oito modelos hipsométricos testados para a estimativa da variável altura total (Ht), em função da variável independente diâmetro à altura do peito (DAP), para os povoamentos sob regime de alto fuste e de talhadia, estão apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2: Coeficientes e parâmetros estatísticos obtidos no ajuste dos modelos hipsométricos para povoamento de Eucalyptus urophylla conduzido sob regime de alto fuste, com 5 anos de idade, em Vitória da Conquista, Bahia

<i>Modelo</i>	β_0	β_1	β_2	$R^2_{aj} \%$	$S_{y,x}$	<i>CV %</i>	<i>F</i>	<i>VP</i>
<i>1</i>	6,201371	0,527599	-	40,89	1,1886	8,79	24,52	<i>19</i>
<i>2</i>	-4,208440	6,767945	-	43,31	1,1810	8,74	25,21	<i>12</i>
<i>3</i>	16,260872	-491,511230	-	40,15	1,1960	8,84	23,81	<i>23</i>
<i>4</i>	0,145148	1,480992	-0,036578	40,15	1,1778	8,71	25,57	<i>14</i>
<i>5</i>	3,554008	-0,045975	0,058592	81,85	1,3105	9,69	160,23	<i>18</i>
<i>6</i>	3,079823	-6,545008	-	43,08	1,2070	8,93	26,73	<i>22</i>
<i>7</i>	1,208528	0,530234	-	43,12	1,2067	8,92	26,77	<i>18</i>
<i>8</i>	2,061124	0,288952	-2,992789	41,43	1,2058	8,91	26,86	<i>17</i>

*Em que: β_i = coeficientes dos modelos; R^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado; $S_{y,x}$ = erro-padrão da estimativa; *CV* = coeficiente de variação; *F* = valor de *F* da análise de variância; *VP* = valor ponderado dos escores*

Tabela 3: Coeficientes e parâmetros estatísticos obtidos no ajuste dos modelos hipsométricos para povoamento de Eucalyptus urophylla conduzido sob regime de talhadia, com 5 anos de idade, em Vitória da Conquista, Bahia

<i>Modelo</i>	β_0	β_1	β_2	$R^2_{aj} \%$	$S_{y,x}$	<i>CV %</i>	<i>F</i>	<i>VP</i>
<i>1</i>	8,280086	0,457664	-	55,62	0,9594	7,13	75,34	<i>14</i>
<i>2</i>	3,506591	4,072800	-	17,91	1,8260	13,74	14,54	<i>30</i>
<i>3</i>	15,500999	-224,387064	-	50,79	1,0100	7,51	62,34	<i>26</i>
<i>4</i>	7,211724	0,659462	-0,009092	54,39	0,9578	7,12	75,77	<i>14</i>
<i>5</i>	-1,672440	0,619523	0,032849	93,82	0,8091	6,01	923,26	<i>4</i>
<i>6</i>	2,936158	-3,687248	-	55,21	0,9710	7,21	74,11	<i>20</i>
<i>7</i>	1,708902	0,368334	-	56,11	0,9612	7,15	76,79	<i>13</i>
<i>8</i>	1,732713	0,361219	-0,072347	54,74	0,9612	7,15	76,80	<i>15</i>

*Em que: β_i = coeficientes dos modelos; R^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado; $S_{y,x}$ = erro-padrão da estimativa; *CV* = coeficiente de variação; *F* = valor de *F* da análise de variância; *VP* = valor ponderado dos escores*

No povoamento sob regime de alto fuste os modelos ajustados apresentaram pouca variação dos parâmetros estatísticos em geral. A maioria dos modelos ajustados apresentou valores de R^2_{aj} inferiores a 50%, com exceção do modelo de Prodan, que obteve 81,85%. 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 [16]. Considerando as análises estatísticas efetuadas, bem como o valor do F calculado, o modelo de Prodan foi o mais satisfatório, embora o modelo Parabólico mostrou-se mais favorável quanto aos parâmetros $S_{y,x}$ e CV. Em todos os modelos, o CV apresentou valores inferiores a 10%.

Já no povoamento sob regime de talhadia, os modelos ajustados apresentaram maior variação dos parâmetros estatísticos. Os valores de R^2_{aj} variaram de 17,91 a 93,82%, e, assim como no regime de alto fuste, o modelo de Prodan foi o que apresentou melhor desempenho para essa estatística e para o valor de F calculado. Em geral os valores de S_{xy} e CV foram ligeiramente inferiores aos obtidos no regime de alto fuste, exceto para o modelo de Henricksen. No regime de talhadia, este modelo obteve todas as estatísticas de ajuste menos favoráveis aos demais modelos.

Em estudos de relações hipsométricas de *Araucaria angustifolia* no Paraná, os valores de R^2_{aj} foram inferiores a 20% [12]. No entanto, esses autores relataram que os modelos selecionados apresentaram erro padrão em torno de 10%, proporcionando boas estimativas. Por outro lado, para um povoamento de *Eucalyptus* sp. localizado na FLONA do Ibura, Sergipe, não foram encontrados resultados satisfatórios para nenhum dos modelos testados, sendo sugerido pelos autores o ajuste de outros modelos [17].

Foram obtidos melhores ajustes estatísticos dos modelos Parabólico e Prodan, para estimativa da altura de *E. urophylla* no Planalto da Conquista na Bahia, com valores de R^2 variando entre 48 e 87% [18]. Já em um povoamento da mesma espécie conduzido sob regime de talhadia, porém no Estado de Goiás, foi identificado o modelo Parabólico como o mais adequado [19]. O modelo de Curtis apresentou melhor desempenho na estimativa da altura de povoamentos nativos de bracinga em Curitiba-PR [20].

Para cada regime de manejo, os modelos apresentaram comportamento diferenciado quanto à estatística de ajuste, comprovando que cada área necessita de um modelo adequado as suas condições. Considerando o valor ponderado dos escores estatísticos (VP), os modelos de Henricksen e Parabólico (regime de alto fuste) e os modelos de Prodan e Stoffels (regime de talhadia) foram os que apresentaram o melhor valor desse parâmetro (Tabelas 2 e 3), sendo portanto, selecionados para a análise gráfica da distribuição dos resíduos (Figuras 1 e 2).

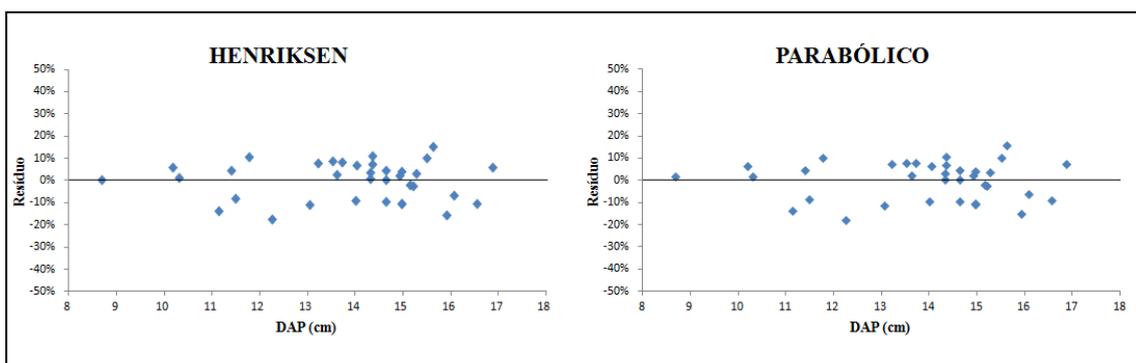


Figura 1: Distribuições dos resíduos em função do diâmetro a altura do peito (DAP) para os modelos selecionados para povoamento de *Eucalyptus urophylla*, com 5 anos de idade, conduzido sob regime de alto fuste, em Vitória da Conquista, Bahia.

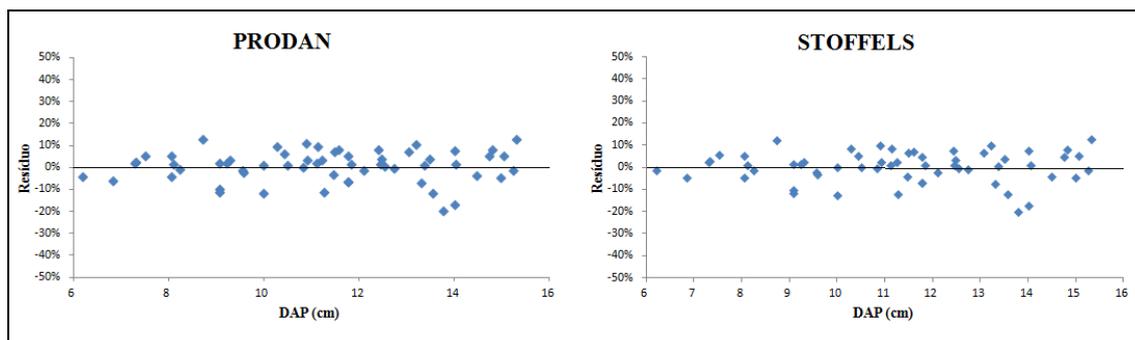


Figura 2: Distribuições dos resíduos em função do diâmetro a altura do peito (DAP) para os modelos selecionados para povoamento de *Eucalyptus urophylla*, com 5 anos de idade, conduzido sob regime de talhadia, em Vitória da Conquista, Bahia.

Ao analisar as distribuições dos resíduos em função do DAP, verifica-se que tanto o povoamento de *E. urophylla* conduzido sob regime de auto fuste (Figura 1), quanto sob regime de talhadia (Figura 2), todos os modelos selecionados apresentaram boa distribuição gráfica dos resíduos em torno da média, sem a ocorrência de tendências em superestimar ou subestimar a variável Ht em função da variável DAP. Apesar de alguns modelos apresentarem valores de R^2_{aj} relativamente baixos, os modelos proporcionaram boas estimativas por apresentarem baixos valores do S_{yx} e CV. Os modelos selecionados para o regime de alto fuste apresentaram comportamentos semelhantes para os parâmetros avaliados e, portanto, ambos são indicados para esse regime de manejo. Já para o regime de talhadia, o modelo de Prodan apresentou estatísticas de ajuste mais favoráveis do que o modelo de Stoffels, sendo o mais indicado para estimar a altura total nesse regime.

4. CONCLUSÃO

Os modelos de Henricksen e Parabólico são indicados para a estimativa da variável altura total em povoamento de *E. urophylla* conduzido sob regime de alto fuste e o modelo de Prodan indicado em povoamento conduzido sob regime de talhadia.

1. SCOLFORO, J. R. S.; FIGUEIREDO FILHO, A. *Biometria Florestal: medição e volumetria de árvores*. Textos técnicos. UFLA. Lavras. 1998. 310p.
2. SCOLFORO, J. R. *Mensuração Florestal 3: Relações quantitativas em volume, peso e a relação hipsométrica*. Lavras, ESAL/FAEPE, 1993. 292p.
3. AZEVEDO, C. P.; MUROYA, K.; GARCIA, L. C.; LIMA, R. M. B.; MOURA, J. B.; NEVES, E. J. M. Relação hipsométrica para quatro espécies florestais em plantio homogêneo e em diferentes idades na Amazônia ocidental. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n. 39, p. 5-29, 1999.
4. MACHADO, S. A.; BASSO, S. F.; BEVILACQUA JUNIOR, V. G. Teste de modelos matemáticos para o ajuste da relação hipsométrica em diferentes sítios e idades para plantações de *Pinus elliottii* no Estado do Paraná. In: Congresso Florestal Brasileiro, 7., 1993, Curitiba. *Anais*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1993. v.2, p.553-556.
5. ROGLIN, A.; PIMENTEL, A.; CORTE, A. P. D.; SANQUETTA, C. R. Relações hipsométricas para Lauraceae. In: Simpósio Latino-Americano Sobre Manejo Florestal, 4, 2008, Santa Maria - RS. *Anais...* Santa Maria: UFSM, 2008. v. 4. p. 363-367.
6. RIBEIRO, A.; FILHO, A. C. F.; MELLO, J. M.; FERREIRA, M. Z.; Diferentes estratégias de ajuste de modelo hipsométricos em plantios de *Eucalyptus* spp. In: Simpósio Latino-Americano Sobre Manejo Florestal, 4, 2008, Santa Maria - RS. *Anais...* Santa Maria : UFSM, 2008. v. 4. p.16-22, 2008.
7. AZEVEDO, G. B.; SOUSA, G. T. O.; BARRETO, P. A. B.; CONCEIÇÃO JÚNIOR, V. Estimativas volumétricas em povoamentos de eucalipto sob regime de alto fuste e talhadia no sudoeste da Bahia. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, v. 31, n. 68, p. 309-318. 2011.
8. NOVAES, A. B. de; LONGUINHOS, M. A. A.; RODRIGUES, J.; SANTOS, I. F. dos; GUSMÃO, J. C. Caracterização e demanda florestal da Região Sudoeste da Bahia. In: SANTOS, A. F. dos;

- NOVAES, A. B. de; SANTOS, I. F. dos; LONGUINHOS, M. A. A. (Org.). *Memórias...* 1ª ed. Colombo: Embrapa Florestas, 2008, v. 1, p. 25-43.
9. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). *Sistema Brasileiro de Classificação de solos*. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 306p.
 10. SOARES, C. P. B.; NETO, F. P.; SOUZA, A. L. *Dendrometria e inventário florestal*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 276 p.
 11. SILVA, J. N. M. *Relação hipsométrica de espécies da Floresta Nacional do Tapajós*. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1980. 2p. (EMBRAPA-CPATU,36)
 12. MACHADO, S. A.; NASCIMENTO, R. G. M.; AUGUSTYNCZIK A. L. D.; SILVA, L. C. R.; FIGURA, M. A., PEREIRA, E. M., TÊO, S. J. Comportamento da relação hipsométrica de *Araucaria angustifolia* no capão da Engenharia Florestal da UFPR. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, n.56, p.5-16. 2008.
 13. FURNIVAL, G. M. An index for comparing equations used in constructing volume tables. *Forest Science*, Washington, DC, v. 7, n. 4, p. 337-341, 1961.
 14. THOMAS, C.; ANDRADE, C. M.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. J. Comparação de equações volumétricas ajustadas com dados de cubagem e análise de tronco. *Ciência Florestal*, v.16, n.3, p.319-327, 2006.
 15. THIERSCH, A. *A eficiência das distribuições diamétricas para prognose de Eucalyptus camaldulensis*. Lavras, 1997. 155f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.
 16. SCOLFORO, J. R. S. *Modelagem do crescimento e da produção de florestas plantadas e nativas*. LAVRAS: UFLA/FAEPE, 1998. v. 1. 443 p.
 17. AZEVEDO, T. L.; MELLO, A. A.; FERREIRA, R. A.; SANQUETTA, C. R.; NAKAGIMA, N. Y. Equações hipsométricas e volumétricas para um povoamento de *Eucalyptus* sp. localizado na FLONA do Ibura, Sergipe. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. Recife, v.6, n.1, p.105-112, 2011.
 18. ROCHA, T. B., CABACINHA, C. D., ALMEIDA, R. C; PAULA, A.; SANTOS, R. C. Avaliação de métodos de estimativa de volume para um povoamento de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake no Planalto da Conquista- BA. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 6, n.10, 2010.
 19. RUFINO, R. F., MIGUEL, E. P., SANTOS, G. A., SANTOS, T. E. B., SOUZA, F. Ajuste de modelos hipsométricos para um povoamento de eucalipto conduzido sobre o sistema de rebrota. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.6, n.10, 2010.
 20. BARTOSZECK, A. C. P. S.; MACHADO, S. A.; FILHO, A. F.; OLIVEIRA, E. B. Modelagem da relação hipsométrica para bracingais da região metropolitana de Curitiba-PR. *Revista Floresta*, Curitiba, v. 32, n. 2, p. 189-204, 2002.