



## MODELOS HIPSOMÉTRICOS PARA UM POVOAMENTO DE *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis* NO MUNICÍPIO DE VITÓRIA DA CONQUISTA-BA

Luana Menezes Vianna<sup>1</sup>, Patrícia A. Bittencourt Barreto-Garcia<sup>2</sup>, Tatiane Santos Carvalho<sup>1</sup>, Vandiesley Soares Neves<sup>1</sup>, Arthur Silva Gomes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Graduanda do curso de Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) (luana.vianna@outlook.com.br). Vitória da Conquista - BA

<sup>2</sup>Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Agrícola e Solos, UESB

Recebido em: 03/10/2016 – Aprovado em: 21/11/2016 – Publicado em: 05/12/2016  
DOI: 10.18677/EnciBio\_2016B\_070

### RESUMO

Com o crescimento das áreas de plantios silviculturais, principalmente do gênero *Eucalyptus* no estado da Bahia, aumenta a demanda pela realização de inventários florestais no estado com o objetivo de mensurar o estoque de recursos florestais disponíveis. A medição das alturas da totalidade de árvores das unidades amostrais torna a atividade de inventário florestal onerosa. Assim, para evitar gastos e economizar tempo, são utilizadas as relações hipsométricas, que permitem estimar a altura da árvore com base no seu diâmetro à altura do peito (DAP). Este trabalho foi realizado em um plantio clonal de *E. urophylla* X *E. grandis*, com espaçamento 3,5 m x 3,5 m, no município de Vitória da Conquista, Bahia. Foram ajustados 14 modelos hipsométricos e selecionados os dois melhores com base nos critérios coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj}$ ), erro padrão da estimativa ( $S_{y,x}$ ), valor de F, critério de informação de Akaike (AIC), valor ponderado dos escores estatísticos (VP) e análise gráfica dos resíduos. Os quatro modelos mais satisfatórios para estimar as alturas totais foram os de Curtis, Stoffels, AZEVEDO et al. (1999) e AZEVEDO et al. (2011). Todavia, os modelos de AZEVEDO et al. (1999) e AZEVEDO et al. (2011), apresentaram-se como os mais apropriados para calcular as alturas totais das árvores de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis* nas condições estudadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Altura, Inventário florestal, relação hipsométrica

### HYPSONOMETRIC MODELS FOR A POPULATION OF *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis* IN THE CITY OF VITÓRIA DA CONQUISTA-BA

### ABSTRACT

With the growth of areas of silvicultural plantations, especially of the genus *Eucalyptus* in the state of Bahia, increases the demand for forest inventories in the state with the objective of measuring the stock of available forest resources. The measurement of the heights of all the trees in the sample units makes the forest inventory activity costly. So, to avoid expenses and save time, hypsometric relations are used, which allow us to estimate the heights of trees based on their diameter at

breast height (DBH). This study was conducted in a clonal plantation of *E. urophylla* x *E. grandis*, with spacing 3,5 m x 3,5 m, in Vitória da Conquista, Bahia. Were adjusted 14 hypsometric models and selected the two best based on the criteria adjusted determination coefficient ( $R^2_{aj}$ ), standard error of estimate ( $Sy.x$ ), F value, Akaike information criterion (AIC), weighted value of statistical scores (VP) and graphical analysis of waste. The four most satisfactory models for the estimation of total height were Curtis, Stoffels, AZEVEDO et al. (1999) and AZEVEDO et al. (2011). However, the models AZEVEDO et al. (1999) and AZEVEDO et al. (2011) appear more appropriate for estimating total height of trees of *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* under the conditions studied.

**KEYWORDS:** Hypsometric relationship, Height, Forest inventory.

## INTRODUÇÃO

Dados da ABAF (2015) indicam que a área total de plantios florestais na Bahia no ano de 2014 correspondia a 671 mil hectares, representando um crescimento de 6,3% em relação a 2013. Dentre as espécies utilizadas, predomina aquelas do gênero *Eucalyptus*, que ocupam 94% da área total de floresta plantada no estado. Particularmente na região Sudoeste da Bahia, as madeiras extraídas dos plantios florestais são utilizadas, geralmente, para suprir as demandas de biomassa energética vegetal da região, que vem aumentando ao longo dos anos (SOUSA et al., 2013).

Para a maximização do aproveitamento dos produtos de base florestal, é necessário que os recursos sejam devidamente administrados e que um planejamento adequado seja realizado (GUEDES et al., 2012). Os inventários florestais estão entre as etapas fundamentais para este planejamento, já que permitem quantificar e qualificar o recurso florestal de interesse. Tal etapa possibilita obter inúmeras informações sobre o povoamento, principalmente pela seleção de unidades amostrais, que permitem estimar estatisticamente as variáveis de interesse na população. Os custos para a realização dos inventários aumentam conforme o grau de detalhamento, precisão requerida e eficiência na forma como as variáveis serão obtidas (DRUSZCZ et al., 2012).

Uma das variáveis mensuradas durante a atividade de inventário florestal é a altura total das árvores. No entanto, por se tratar de uma variável de difícil obtenção quando comparada ao diâmetro, é comum adotar a prática de medir os diâmetros à altura de 1,3 m (DAP) de todos os indivíduos das parcelas e medir as alturas de apenas alguns deles. Posteriormente, são realizadas as estimativas de altura por meio de modelos de regressão, conhecidos como relações hipsométricas. Este método permite estimar a altura das árvores em função de outra variável de mais fácil obtenção, como o DAP (SANQUETTA et al., 2015). As relações hipsométricas representam uma considerável contribuição na realização do inventário florestal, já que auxiliam na redução dos custos.

Diversos modelos matemáticos já foram propostos com objetivo de estimar as alturas totais das árvores, todavia, visto que são influenciadas por variáveis como idade, variação genética, região do plantio, posição sociológica, tratos silviculturais, dimensão da copa e densidade (MARTINS et al., 2016), estes costumam variar em termos de precisão, sendo específicos às peculiaridades de cada povoamento florestal. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi indicar equações hipsométricas para estimar as alturas totais dos indivíduos de um plantio de eucalipto clonal

(*Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*), localizado na cidade de Vitória da Conquista, Bahia.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Localização e características da área

Os dados empregados foram oriundos de um plantio comercial homogêneo do clone I144 (*Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*), localizado na Fazenda Cercadinho, situada na cidade de Vitória da Conquista, Bahia (coordenadas geográficas: 15°21'33" S e 41°03'85" W). O plantio possui espaçamento de 3,5 x 3,5 m, apresenta área total de 80 ha e idade de quatro anos. A escolha da área experimental está relacionada a realidade dos plantios florestais da região de estudo que normalmente possuem ciclo de corte de cerca de quatro a cinco anos, sendo destinados a fins energéticos.

A região apresenta clima tropical de altitude (Cwb). No mês mais frio (julho), as temperaturas mínimas variam de 9 a 15 °C, no verão, enquanto no mês mais quente (janeiro), as temperaturas máximas registradas oscilam de 22 a 30 °C. A temperatura anual média é de 19,5 a 20,5 °C e a umidade relativa do ar varia entre 70 a 85% (TAGLIAFERRE et al., 2012).

### Obtenção dos dados

Foram estabelecidas quatro parcelas aleatórias com dimensões de 20 x 20 m, onde foi medido o DAP (diâmetro à altura do peito), tomado à altura de 1,30 m do nível do solo, de todos os indivíduos. As medidas de DAP dos fustes foram agrupadas em cinco classes de diâmetro com amplitude correspondendo a 2,5 cm, essa distribuição diamétrica pode ser observada na tabela 1.

**TABELA 1-** Tabela de frequência das classes diamétricas do plantio.

Classe de Diâmetro (cm)	Centro de Classe (cm)	Frequência
7,0 - 9,49	8,25	6
9,5 - 11,99	10,75	20
12,0 - 14,49	13,25	63
14,5 - 16,99	15,75	47
17,0 - 18,49	18,25	2

Após isso, foram selecionados 100 indivíduos de forma a representar adequadamente as classes diamétricas do povoamento. Os instrumentos empregados na medição de DAP e altura dos indivíduos foram suta e hipsômetro eletrônico Haglof, respectivamente.

### Modelos testados e critérios para seleção

Foram testados 14 modelos hipsométricos da literatura (Quadro 1), com o intuito de indicar o mais apropriado para a condição estudada.

**QUADRO 1-** Modelos matemáticos utilizados.

Nº	Modelo	Autor
1	$H = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{DAP} + \varepsilon$	Linha Reta
2	$H = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{DAP}^2 + \varepsilon$	AZEVEDO et al. (1999)
3	$H = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Ln}(\text{DAP}) + \varepsilon$	Hericksen
4	$H = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{DAP} + \beta_2 \cdot \text{DAP}^2 + \varepsilon$	Parabólico
5	$H = \beta_0 + \beta_1 \cdot 1/\text{DAP}^2 + \varepsilon$	FINGER (1992)
6	$H = \text{DAP}^2/(\beta_0 + \beta_1 \cdot \text{DAP} + \beta_2 \cdot \text{DAP}^2) + \varepsilon$	Prodan
7	$\text{Ln}(H) = \beta_0 + \beta_1 \cdot (1/\text{DAP}) + \varepsilon$	Curtis
8	$\text{Ln}(H) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Ln}(\text{DAP}) + \varepsilon$	Stoffels
9	$\text{Ln}(H) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Ln}(\text{DAP}) + \beta_2 \cdot (1/\text{DAP}) + \varepsilon$	SILVA (1980)
10	$\text{Ln}(H) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{DAP}^2 + \varepsilon$	AZEVEDO et al. (1999)
11	$\sqrt{H} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \sqrt{\text{DAP}} + \varepsilon$	AZEVEDO et al. (2011)
12	$\sqrt{H} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Ln}(\text{DAP}) + \varepsilon$	AZEVEDO et al. (2011)
13	$\text{DAP}/\sqrt{H} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{DAP} + \varepsilon$	AZEVEDO et al. (1999)
14	$\text{DAP}/\sqrt{H} = \beta_0 + \beta_1 \cdot (1/\text{DAP}) + \beta_2 \cdot \text{DAP}^2 + \varepsilon$	AZEVEDO et al. (2011)

Onde: H = altura total (m); DAP = Diâmetro a 1,30 m do solo (cm);  $\beta_0$ ,  $\beta_1$  e  $\beta_2$  = Parâmetros do modelo a ser estimado; e Ln = Logaritmo neperiano.

Para a seleção dos melhores modelos, avaliou-se os seguintes critérios estatísticos: coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj}$ ), erro padrão da estimativa ( $S_{y.x}$ ), valor de F, critério de informação Akaike (AIC), valor ponderado dos escores estatísticos (VP) e análise do gráfico de dispersão dos resíduos.

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) é responsável por revelar a proporção da variação total explicada pela equação ajustada. Porém, este coeficiente apresenta a limitação de aumentar sempre que é adicionada uma nova variável ao modelo, por esse motivo, foi utilizado o coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj}$ ) para o número de regressores da equação conforme a expressão e.1 (VIEIRA et al. 2007):

O coeficiente de determinação ajustado é expresso pela seguinte equação (e.1):

$$R^2_{aj} = 1 - \left( \frac{n-1}{n-p} \right) \cdot \left( \frac{SQ_{res}}{SQ_{tot}} \right) \quad (e.1)$$

Em que:  $R^2_{aj}$  é o coeficiente de determinação ajustado, n é o número de indivíduos (tamanho da amostra), p é o número de coeficientes do modelo,  $SQ_{res}$  é a soma de quadrados do resíduo e  $SQ_{tot}$  é a soma de quadrados total.

O erro padrão da estimativa informa a precisão do modelo ajustado e é utilizado como comparador quando as variáveis dependentes apresentam a mesma unidade de medida. Quanto menor valor do erro padrão, melhores são as estimativas obtidas pela equação. Esse parâmetro é obtido pela fórmula e.2 (VIEIRA et al. 2007):

$$S_{y.x} = \pm \sqrt{QM_{res}} \quad (e.2)$$

Onde:  $S_{yx}$  corresponde ao erro padrão da estimativa e  $QM_{Res}$  ao quadrado médio do resíduo.

Nos modelos que sofreram transformação nas variáveis dependentes, realizou-se o recálculo do  $S_{yx}$  pela equação 3 (e.3) para permitir a comparação estatística com os demais modelos. Nos modelos logaritimizados, os volumes estimados estão sujeitos à discrepância logarítmica, para corrigir esta discrepância, o volume estimado de cada árvore foi multiplicado pelo fator de correção de Meyer (e.4), para então, proceder com o recálculo (MACHADO et al. 2002).

$$S_{y.x \text{ recal}} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (H_0 - H_e)^2}{n-p}} \quad (\text{e.3})$$

Em que:  $S_{y.x \text{ recal}}$  é o erro padrão da estimativa recalculado,  $H_0$  é a altura observada (m),  $H_e$  é a altura estimada pela equação,  $n$  é o número de indivíduos (tamanho da amostra) e  $p$  é o número de coeficientes do modelo.

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

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

Outro critério considerado foi o valor calculado de  $F$  na análise de variância, sendo que maiores valores de  $F$  indicam melhor ajuste.

O critério de informação Akaike (AIC) impõe uma punição ao acréscimo de regressores aos modelos, sendo que valores inferiores de AIC mostram melhores ajustes (GUJARATI, 2006). O AIC é representado pela seguinte fórmula (e.5):

$$\text{AIC} = -2\ln(L) + 2k, \text{ em que } L = \frac{\sum_{i=1}^n e^i}{n} \quad (\text{e.5})$$

Onde: AIC corresponde ao Critério de informação Akaike,  $k$  ao nº de parâmetros,  $e^i$  aos quadrados dos resíduos e  $n$  ao número de indivíduos (tamanho da amostra).

O VP foi utilizado para sintetizar os critérios utilizados. Foi calculado a partir da atribuição de pesos de 1 a 14 para cada estatística calculada, sendo que o peso 1 foi atribuído para a equação mais eficiente e pesos crescentes foram atribuídos para as demais equações conforme o desempenho. O VP de cada equação foi obtido pela soma das pontuações atribuídas, dessa forma, os modelos mais eficientes exibiram os menores resultados.

Os modelos escolhidos com base no VP foram avaliados quanto a dispersão gráfica dos resíduos. Esta análise possibilita verificar se o ajuste foi bom ao longo de toda linha de regressão, se não há tendenciosidade aparente e se há problemas de heterocedasticidade de variância. Em caso de empate entre modelos, esse critério é decisivo (NICOLETTI et al., 2016).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As equações resultantes dos ajustes dos modelos para estimativa de altura total ( $H$ ) a partir do diâmetro à 1,30 m do solo, estão apresentadas na tabela 2.

**TABELA 2-** Equações hipsométricas ajustadas para o plantio de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*.

Nº	Modelo ajustado
1	$H = 6,49826 + 0,79084 \cdot \text{DAP} + \varepsilon$
2	$H = 11,56047 + 0,03018 \cdot \text{DAP}^2 + \varepsilon$
3	$H = -8,34217 + 0,03018 \cdot \ln(\text{DAP}) + \varepsilon$
4	$H = -4,05035 + 2,50344 \cdot \text{DAP} - 0,06759 \cdot \text{DAP}^2 + \varepsilon$
5	$H = 20,97651 - 640,38813 \cdot 1/\text{DAP}^2 + \varepsilon$
6	$H = \text{DAP}^2 / (5,64414 - 0,48738 \cdot \text{DAP} + 0,06267 \cdot \text{DAP}^2) + \varepsilon$
7	$\ln(H) = 3,38518 - 7,23535 \cdot (1/\text{DAP}) + \varepsilon$
8	$\ln(H) = 1,25082 + 0,61171 \cdot \ln(\text{DAP}) + \varepsilon$
9	$\ln(H) = 2,74782 + 0,18310 \cdot \ln(\text{DAP}) - 5,08923 \cdot (1/\text{DAP}) + \varepsilon$
10	$\ln(H) = 2,49016 + 0,00186 \cdot \text{DAP}^2 + \varepsilon$
11	$\sqrt{H} = 1,57829 + 0,69820 \cdot \sqrt{\text{DAP}} + \varepsilon$
12	$\sqrt{H} = 0,96203 + 1,22512 \cdot \ln(\text{DAP}) + \varepsilon$
13	$\text{DAP}/\sqrt{H} = 0,89296 + 0,17487 \cdot \text{DAP} + \varepsilon$
14	$\text{DAP}/\sqrt{H} = 2,62526 - 5,24286 \cdot (1/\text{DAP}) + 0,00552 \cdot \text{DAP}^2 + \varepsilon$

Onde:  $H$  = altura total (m);  $\text{DAP}$  = Diâmetro a 1,30 m do solo (cm); e  $\ln$  = Logaritmo neperiano.

Os valores observados para o coeficiente de determinação ajustado estiveram entre 47,8 e 86,8% (Tabela 4). Apenas três modelos apresentaram  $R^2_{aj}$  superior a 80% (modelos 6, 13 e 14). Estes modelos apresentaram ainda os maiores valores de F, demonstrando maior grau de ajuste da variável dependente em função das variáveis independentes, o que sugere bom desempenho estatístico. JESUS et al. (2015), também realizando ajustes de modelos hipsométricos para plantios de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis* com quatro anos no Distrito Federal, obtiveram  $R^2_{aj}$  de no máximo 75%. Segundo SCOLFORO (1997), os valores de coeficiente de determinação ajustado em equações que relacionam altura e DAP quase sempre não ultrapassam valores de 80%, já que esta relação não é tão forte quanto a relação entre volume e DAP.

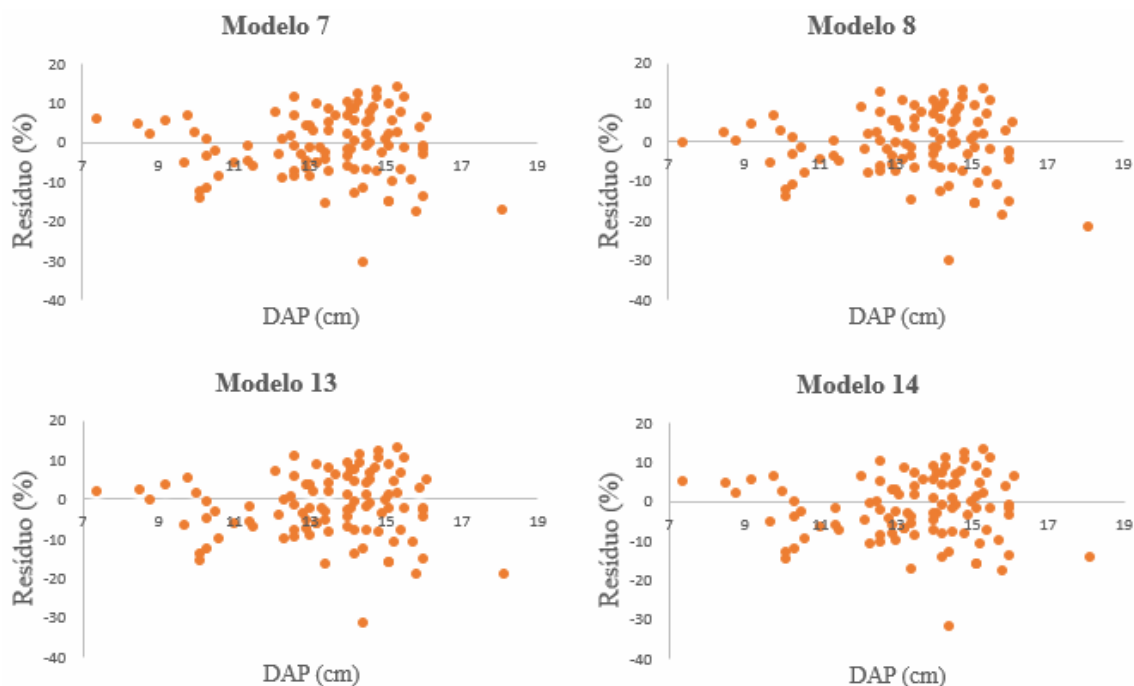
O erro padrão da estimativa em percentual ( $S_{yx}\%$ ) ficou entre 8,1% e 12,6% (Tabela 4). Dos 14 modelos empregados, oito apresentaram valores de  $S_{yx}\%$  inferiores a 9%, com menor resultado encontrado para o modelo 4 (8,1%), seguido dos modelos 7 e 3 (média de 8,2%). SANTOS et al. (2014), ao ajustarem modelos para *Eucalyptus "urogradis"* com seis anos no nordeste paraense, obtiveram  $S_{yx}\%$  superiores a 14%. Com relação ao critério de Akaike (AIC), os modelos 1 e 10 se destacaram, apresentando os menores valores para esta estatística (-9,6 e -4,7, respectivamente) (Tabela 3).

**TABELA 3-** Parâmetros estatísticos dos modelos hipsométricos aplicados ao plantio de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*.

Nº	$R^2_{aj}$ (%)	$S_{y,x}$ (%)	F	AIC	VP
1	54,23	8,30	118,28	-9,5990	27
2	47,81	12,60	104,75	-4,5841	44
3	55,77	8,16	125,82	-4,3843	30
4	56,52	8,09	65,36	-2,3541	38
5	53,17	8,40	113,40	-4,5914	34
6	84,61	11,69	273,21	-2,4192	28
7	59,83	8,14	148,43	-4,3792	20
8	59,51	8,23	146,50	-4,4087	23
9	59,48	8,19	73,67	-2,3806	35
10	53,63	8,84	115,51	-4,7069	32
11	56,98	11,99	132,12	-4,5665	33
12	57,70	11,76	136,02	-4,5308	31
13	86,47	11,40	633,90	-4,4152	20
14	86,77	11,22	325,59	-2,3730	25

Onde:  $R^2_{aj}$  (%) = coeficiente de determinação ajustado;  $S_{y,x}$  (%) = erro-padrão da estimativa; F = valor de F de análise de variância; AIC = critério de informação Akaike; BIC = critério de informação bayesiano de Schwarz; VP = valor ponderado dos escores.

A síntese de todos os critérios estatísticos considerados expressa pelo valor ponderado (VP) de cada equação testada (Tabela 4), indicou que os modelos mais satisfatórios para estimar as alturas totais foram os 7, 8, 13 e 14 (Curtis, Stoffels, AZEVEDO et al. (1999) e AZEVEDO et al. (2011), respectivamente). O modelo 6, embora tenha apresentado um valor elevado de  $R^2_{aj}$ , não se destacou entre os melhores valores ponderados em decorrência de não ter apresentado bons resultados para as demais estatísticas consideradas. A Figura 1 apresenta o gráfico de dispersão dos resíduos em função do DAP para os quatro modelos selecionados.



**FIGURA 1-** Gráfico de dispersão dos resíduos dos quatro melhores modelos hipsométricos para o plantio de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*.

A distribuição residual foi bastante semelhante nos modelos e não demonstrou tendências nítidas para nenhuma das equações, com distribuição uniforme. As amplitudes residuais também apresentaram valores próximos nos quatro modelos. Sendo assim, pode-se destacar como de maior desempenho os modelos 13 e 14, por terem apresentado maiores valores da estatística  $R^2_{aj}$ .

### CONCLUSÕES

Os modelos de AZEVEDO et al. (1999) e AZEVEDO et al. (2011), mostram-se mais adequados para estimar a altura total de árvores de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis* nas condições estudadas.

### REFERÊNCIAS

ABAF – ASSOCIAÇÃO BAIANA DAS EMPRESAS DE BASE FLORESTAL. **Bahia Florestal**: Relatório ABAF 2015. Salvador: Corel Gráfica, 2015.

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.

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**, Goiânia, v.7, n.12, 2011.

DRUSZCZ, J. P.; NAKAJIMA, N. Y.; PÉLLICO NETTO, S.; MACHADO, S. do A.; MELLO, A. A. de; CAMPOS, A. P. G. Eficiência de inventário florestal com



amostragem ponto de bitterlich e conglomerado em linha em plantação de *Pinus taeda*. **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 3, p. 527-538, jul./set.. 2012.

FINGER, C. A. G. **Fundamentos de Biometria Florestal**. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1992. 269p.

GUJARATI, D. N. **Econometria Básica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. 817p.

GUEDES, I. C. de L.; MELLO, J. M. de; MELLO, C. R. de; OLIVEIRA, A. D. de; SILVA, S. T. de; SCOLFORO, J. R. S. Técnicas Geoestatísticas e Interpoladores Espaciais na Estratificação de Povoamentos de *Eucalyptus sp.* **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 541-550, jul./set., 2012.

JESUS, C. M. de; MIGUEL, E. P.; AZEVEDO, G. B. de; AZEVEDO, G. T. de O.; PEREIRA, R. S. Modelagem Hipsométrica em Povoamento Clonal de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis* no Distrito Federal. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11, n. 21, p. 1298-130, 2015.

MACHADO, S. A.; CONCEIÇÃO, M. B.; FIGUEIREDO, D. J. Modelagem do volume individual para diferentes idades e regimes de desbaste em plantações de *Pinus oocarpa*. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 4, n. 2, p. 185-197, jul./dez. 2002

MARTINS, A. P. M; CARVALHO, D. E.; FRANCESCHI, F.; GALLO, J. C.; VUADEN, E.; WEBER, V. P. Relação hipsométrica para *Pinus elliottii* engelm em diferentes posições sociológicas em dois vizinhos (PR). **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 15, n. 2, abr./jun., p. 158-163, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v15n2p158-163>>. doi: 10.18188/1983-1471/sap.v15n2p158-163

NICOLETTI M. F.; SOUZA K.; SILVESTRE R., FRANÇA M. C., ROLIM F. A. Relação Hipsométrica para *Pinus taeda* L. em Diferentes Fases do Ciclo de Corte. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 23, n. 1, p. 1-10, jan/mar. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.051513>>. doi: 10.1590/2179-8087.051513

SANQUETTA, M. N. I.; SANQUETTA, C. R.; MOGNON, F.; DALLA CORTE, A. P.; RODRIGUES, A. L.; MAAS, G. C. B. Ajuste de equações hipsométricas para a estimação da altura total de indivíduos jovens de teca. **Científica**, Jaboticabal, v. 43, p. 400, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2015v43n4p400-406>>. Acesso em: 05 mar. 2016. doi: 10.15361/1984-5529.2015v43n4p400-406.

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**, Goiânia, v.10, n.19, p. 1039-1048, 2014.

SCOLFORO, J. R. S. **Biometria florestal 2: técnica de regressão aplicada para estimar: volume, biomassa, relação hipsométrica e múltiplos produtos de madeira**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 292p.



SILVA, J. N. M. **Relação hipsométrica de espécies da Floresta Nacional do Tapajós**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1980. 2p.

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.

TAGLIAFERRE, C.; SANTOS, L. da C.; SANTOS NETO, I. J. dos; SANTOS, T. J. dos; ROCHA, F. A.; GUIMARÃES, D. U. Estimativa da Evapotranspiração de Referência com Uso do Irrigâmetro em Vitória Da Conquista/Ba. **Irriga**, Botucatu, v. 17, n. 1, p. 28-38, jan./mar., 2012.

VIEIRA, A. H.; ROCHA, R. B.; GAMA, M. de M. B.; ROSSI, L. M. B.; LOCATELLI, M. **Dendrometria e avaliação da performance de clones de eucalipto (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*) plantados na região central do Estado de Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2007. 18p.