

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**MODELOS MISTOS PARA PREDIÇÃO DE VOLUME DE  
HÍBRIDOS DE *Eucalyptus* NO SEMIÁRIDO DO BRASIL**

**FABIANO RODRIGUES PEREIRA**

**VITÓRIA DA CONQUISTA  
BAHIA – BRASIL  
NOVEMBRO – 2021**

**FABIANO RODRIGUES PEREIRA**

**MODELOS MISTOS PARA PREDIÇÃO DE VOLUME DE  
HÍBRIDOS DE *Eucalyptus* NO SEMIÁRIDO DO BRASIL**

Monografia apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Curso de Engenharia Florestal, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Patrícia Anjos Bittencourt Barreto-Garcia (UESB)**

VITÓRIA DA CONQUISTA

BAHIA – BRASIL

NOVEMBRO – 2021

**FABIANO RODRIGUES PEREIRA**

**MODELOS MISTOS PARA PREDIÇÃO DE VOLUME DE  
HÍBRIDOS DE *Eucalyptus* NO SEMIÁRIDO DO BRASIL**

Monografia apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Curso de Engenharia Florestal, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Aprovada em 16 de novembro de 2021.

Comissão Examinadora:



---

Prof. Alessandro de Paula (D.Sc., Ecologia e Recursos Naturais) - UESB



---

Prof. Gileno Brito de Azevedo (D.Sc., Ciências Florestais) - UFMS



---

Prof<sup>a</sup>. Patrícia Anjos Bittencourt Barreto-Garcia (D.Sc., Produção Vegetal) -  
UESB

Orientadora

## SUMÁRIO

RESUMO.....	6
ABSTRACT.....	6
INTRODUÇÃO .....	6
MATERIAL E MÉTODOS .....	7
Caracterização da área de estudo .....	7
Coleta de dados .....	8
Análise dos dados .....	8
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	9
CONCLUSÃO .....	13
REFERÊNCIAS.....	13
ANEXO 1.....	16

Trabalho monográfico escrito em forma de artigo científico seguindo as Normas da **Revista Ciência Florestal**, as quais estão anexas.

# MODELOS MISTOS PARA PREDIÇÃO DE VOLUME DE HÍBRIDOS DE *Eucalyptus* NO SEMIÁRIDO DO BRASIL

## MIXED MODELS FOR VOLUME PREDICTION OF *Eucalyptus* HYBRIDS IN THE SEMIARID OF BRAZIL

### RESUMO

O conhecimento do potencial produtivo é essencial em todas as atividades de planejamento florestal, sendo o volume individual a variável base para estimativa do estoque lenhoso dos povoamentos florestais. O modelo de Schumacher e Hall tem sido o mais difundido para predição de volume, devido sua qualidade estatística. No entanto, mesmo sendo um modelo eficiente na predição de volume, torna-se sempre necessário ajustá-lo para cada espécie, clone, idade, espaçamento e regime de corte, em decorrência de variações na forma dos fustes. Os modelos mistos são uma alternativa para o ajuste de modelos e são considerados precisos e capazes de fornecer estimativas personalizadas para as diversas condições dos povoamentos. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de modelos lineares mistos na estimativa de volumes de diferentes clones de eucalipto na zona semiárida do estado da Bahia. Para a realização do estudo foram cortadas 158 árvores de diferentes clones de eucalipto, que foram submetidas a cubagem rigorosa por meio do método de Smalian. Os dados foram processados por meio da linguagem de programação R e os modelos mistos foram avaliados por meio do critério de informação de Akaike (AIC), critério bayesiano de Schwarz (BIC) e o teste da razão de verossimilhança. Além disso, também foi considerado o erro percentual absoluto médio (MAE), a raiz quadrática média (RMSE) e o coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{adj}$ ). Para validação do modelo selecionado, utilizou-se o método *Bootstrap* não paramétrico com reposição. Os modelos mistos ajustados não apresentaram diferença estatística de acordo o teste da razão de verossimilhança e o modelo de estrutura mais simples foi escolhido para comparação com o modelo de Schumacher e Hall. Os modelos mistos e o modelo de Schumacher e Hall proporcionaram estimativas satisfatórias de volume, sendo que a incorporação do efeito aleatório apenas no intercepto do modelo foi capaz de proporcionar um ganho de acurácia.

**Palavras-chave:** inventário florestal; efeitos aleatórios; modelagem volumétrica; Schumacher e Hall.

### ABSTRACT

The knowledge of the productive potential is essential in all forest planning activities, with the individual volume being the base variable for estimating the woody stock of forest stands. The Schumacher and Hall model has been the most widespread for predicting volume, due to its statistical quality. However, even though it is an efficient model in predicting volume, it is always necessary to adjust it for each species, clone, age, spacing and cutting regime, due to variations in the shape of the stems. Mixed models are an alternative to model fit and are considered accurate and capable of providing customized estimates for different stand conditions. Thus, this work aimed to evaluate the efficiency of mixed linear models in estimating volumes of different eucalyptus clones in the semi-arid zone of the state of Bahia. To carry out the study, 158 trees of different eucalyptus clones were cut, which were subjected to precise scaling using the Smalian method. Data were processed using the R programming language and the mixed models were evaluated using the Akaike information criterion (AIC), Schwarz's Bayesian criterion (BIC) and the likelihood ratio test. In addition, the mean absolute percentage error (MAE), the root mean squared error (RMSE) and the adjusted coefficient of determination ( $R^2_{adj}$ ) were also considered. For validation of the selected model, the nonparametric Bootstrap method with replacement was used. The adjusted mixed models did not show statistical difference according to the likelihood ratio test and the simpler structure model was chosen for comparison with the Schumacher and Hall model. The mixed models and the Schumacher and Hall model provided satisfactory volume estimates, and the incorporation of the random effect only in the model intercept was able to provide a gain in accuracy.

**Keywords:** forest inventory; random effects; volumetric modeling; Schumacher and Hall.

### INTRODUÇÃO

A necessidade, cada vez maior, de produtos de origem florestal, no Brasil e no mundo, vem incentivando o estabelecimento de novos plantios florestais e, como resultado, a abertura de novos mercados e a ampliação dos horizontes para o setor florestal (BERNARDI *et al.*, 2021).

O setor de base florestal brasileiro destaca-se por sua alta produtividade, compondo 1,2% do PIB nacional. Possui 9,0 milhões de hectares de plantios renováveis, que, em sua maioria (77%), corresponde a espécies do gênero *Eucalyptus*, que ocupam 6,97 milhões de hectares e apresentam uma produtividade média de 35,3 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ao ano (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2020).

57 Os plantios de *Eucalyptus* no Brasil estão distribuídos nas mais distintas condições de clima e solo,  
58 como resultado da sua boa adaptação e rápido crescimento (FERNANDES; CONCEIÇÃO; BARRETO-  
59 GARCIA, 2018). O estado da Bahia é o quarto estado com maior área plantada do gênero, totalizando 590 mil  
60 hectares (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2020). A maior parte dos plantios está concentrada no  
61 Sul do estado, mas atualmente observa-se uma considerável expansão para outras regiões, com destaque para o  
62 semiárido, que vem atendendo a demandas de madeira para biomassa energética, serrarias, cercas e currais,  
63 além de papel e celulose para indústrias do Sul da Bahia (ABAF, 2019).

64 O potencial produtivo das florestas varia de acordo com as condições ambientais as quais estão  
65 estabelecidas e o seu conhecimento é essencial em todas as atividades de planejamento florestal. A estimativa  
66 desse potencial é normalmente obtida com base no volume individual das árvores, que permite conhecer o  
67 estoque lenhoso dos povoamentos florestais (MACHADO *et al.*, 2000; THOMAS *et al.*, 2006).

68 O volume não é uma variável de fácil obtenção de forma direta, fazendo com que haja vários métodos  
69 para a sua estimativa (FRAGA; BARRETO; DE PAULA, 2006). Dentre esses métodos, pode-se citar o ajuste  
70 de equações que utilizam como variáveis independentes medidas de fácil obtenção, como diâmetro à altura do  
71 peito (DAP) e altura total da árvore (HT) (DE MELO *et al.*, 2013). De acordo Campos e Leite (2013), dentre os  
72 principais modelos volumétricos, o de Schumacher e Hall tem sido o mais difundido, devido sua qualidade  
73 estatística, resultando quase sempre em estimativas não tendenciosas. No entanto, mesmo sendo um modelo  
74 eficiente na predição de volume, torna-se sempre necessário ajustá-lo de acordo com as características do  
75 povoamento (espécie, clone, idade, espaçamento e regime de corte), em decorrência de variações na forma dos  
76 fustes. Além disso, os modelos clássicos de regressão assumem que há independência entre as observações e  
77 homogeneidade da variância, o que, em alguns casos, pode não ser verdade (DANTAS *et al.*, 2020).

78 Os modelos mistos se apresentam como opção para analisar dados correlacionados, pois são capazes de  
79 modelar de forma explícita a estrutura de covariância. A partir dos modelos de efeitos mistos, é possível  
80 generalizar estruturas de correlações espaço-temporais e variância não constante (GOUVEIA *et al.*, 2015). Esses  
81 modelos contemplam variáveis fixas (observáveis) e aleatórias (não observáveis), de forma que possibilitam a  
82 incorporação da variabilidade da árvore e o ajuste de um modelo mais consistente (PINHEIROS; BATES,  
83 2006). Por essa razão, nas últimas décadas, a utilização desses modelos tem sido cada vez mais relevante em  
84 várias áreas, como física, biologia e ciências sociais (KUZNETSOVA; BROCKHOFF; CHRISTENSEN, 2017).

85 Na área florestal, os modelos mistos vêm sendo utilizados em diversos estudos de mensuração, uma vez  
86 que permitem a separação de um conjunto de dados em níveis hierárquicos. Exemplo disso é o seu emprego na  
87 predição de volume (GOUVEIA *et al.*, 2015; CERQUEIRA *et al.*, 2020; DANTAS *et al.*, 2020; MONTEIRO *et al.*,  
88 2021) e biomassa (OU *et al.*, 2016), modelagem do afilamento (SANTOS *et al.*, 2021) e modelagem do  
89 crescimento em área basal (CUNHA; FINGER; SCHNEIDER, 2013), onde os modelos mistos proporcionaram  
90 melhorias na qualidade das estimativas. Além disso, os modelos mistos permitem realizar a estimativa de  
91 volume individual das árvores, com maior eficiência na verificação da variabilidade do modelo, além de  
92 possibilitar a obtenção do volume médio dos indivíduos.

93 Dessa forma, dada a importância do uso dos modelos mistos na predição de volume florestal e a falta de  
94 estudos aplicados à híbridos de eucalipto na região, este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de  
95 modelos lineares mistos na estimativa de volumes de diferentes clones de híbridos de eucalipto no semiárido do  
96 Brasil em relação ao modelo tradicional de Schumacher e Hall.

97

## 98 MATERIAL E MÉTODOS

### 99 Área de estudo

100 A base de dados é proveniente de um plantio de *Eucalyptus* com sete anos de idade e composto por seis  
101 clones de híbridos do gênero e por *Eucalyptus urophylla* seminal (Tabela 1). O plantio foi estabelecido em  
102 espaçamento 3 x 4 m com os clones distribuídos em faixas de três fileiras, que foram intercaladas  
103 aleatoriamente. A área está localizada na Fazenda Baixão (coordenadas geográficas: 14° 49' S e 40° 59' O), no  
104 distrito Pradoso, município de Vitória da Conquista, Bahia, Brasil.

105 O clima da região é o tropical de altitude (Cwb), segundo classificação de Köppen (ALVARES *et al.*,  
106 2013) e as médias anuais de temperatura e precipitação são de 25°C e 850 mm (BARBOSA *et al.*, 2017),  
107 respectivamente. O relevo é plano a levemente ondulado, com altitude em torno de 880 m. O solo da área  
108 estudada possui textura argilosa e pertence a classe Latossolo Amarelo Distrófico (SANTOS *et al.*, 2018).

109

110

111

112

113

114 TABELA 1: Clones de híbridos de eucalipto utilizados no experimento

115 TABLE 1: Eucalyptus hybrid clones used in the experiment

Cultivar	Espécies
AEC 0144	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
CO 1355	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden x <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
ACETALYPTUS 1404	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
CO 1296	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden x <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
CO 1249	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden x <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
VM058	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh. x <i>Eucalyptus tereticornis</i> Sm.
Eucalipto seminal	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake

116

117

### 118 Banco de dados

119 Para a realização deste estudo foram cortadas 158 árvores e, posteriormente, realizou-se a cubagem  
120 rigorosa por meio do método de Smalian (SMALIAN, 1837). Os diâmetros, com casca, foram medidos ao longo  
121 do fuste, nas posições relativas de 0, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85 e 95% em relação à altura  
122 total da árvore. Também, mediu-se o diâmetro à altura de 1,3 m do solo (DAP) e a altura total do fuste (HT). Os  
123 diâmetros e as alturas das árvores derrubadas foram obtidos com auxílio de suta e fita métrica, respectivamente.

124

### 125 Análise dos dados

126 A partir dos dados, os volumes foram calculados por seção e, posteriormente, o volume total de cada  
127 indivíduo foi calculado somando os volumes de todas as seções, incluindo o volume da ponta. Essa etapa foi  
128 realizada por meio do pacote *forestmangr* (BRAGA *et al.*, 2019) no *software* de análise estatística R® 4.1.1 (R  
129 DEVELOPMENT CORE TEAM 2020).

130 De posse dos dados de volume, DAP e HT foi ajustado o modelo de Schumacher e Hall (1933), em sua  
131 forma linearizada, dado pela equação (1).

132

$$133 \ln(V) = \beta_0 + \beta_1 \ln(DAP) + \beta_2 \ln(HT) + \varepsilon_i \quad (1)$$

134

135 Em que:  $\ln$  = logaritmo neperiano;  $V$  = volume em  $m^3$ ; DAP = diâmetro com casca a 1,3 m do solo em  
136 cm; HT = altura total do fuste em m;  $\beta_0$ ,  $\beta_1$  e  $\beta_2$  = parâmetros do modelo;  $\varepsilon$  = erro aleatório.

137

138 Para obtenção dos modelos lineares de efeito misto, a variabilidade existente entre os diferentes clones  
139 foi incorporada no modelo de Schumacher e Hall. Assim, os modelos foram ajustados, considerando a estrutura  
140 de um modelo linear misto, por meio da inclusão de interceptos e coeficientes de inclinação aleatórios,  
141 considerando os diferentes clones avaliados por meio do pacote *lme4* (BATES *et al.*, 2014). As estruturas dos  
142 modelos mistos estão apresentadas a seguir:

143

$$144 \text{ Modelo 1: } \ln V = (\beta_0 + y_0) + (\beta_1) \ln(DAP) + (\beta_2) \ln(HT) + \varepsilon_i \quad (2)$$

145

$$146 \text{ Modelo 2: } \ln V = (\beta_0 + y_0) + (\beta_1) \ln(DAP) + (\beta_2 + y_2) \ln(HT) + \varepsilon_i \quad (3)$$

147

$$148 \text{ Modelo 3: } \ln V = (\beta_0 + y_0) + (\beta_1 + y_1) \ln(DAP) + (\beta_2) \ln(HT) + \varepsilon_i \quad (4)$$

149

$$150 \text{ Modelo 4: } \ln V = (\beta_0 + y_0) + (\beta_1 + y_1) \ln(DAP) + (\beta_2 + y_2) \ln(HT) + \varepsilon_i \quad (5)$$

151

152 Em que:  $y_0$ ,  $y_1$  e  $y_2$  = parâmetros aleatórios.

153 Para a seleção do modelo misto, foram utilizados os seguintes critérios estatísticos: critério de  
154 Informação de Akaike (AIC), critério Bayesiano de Schwarz (BIC) e teste da razão de verossimilhança  
155 (TRVM). O AIC baseia-se no valor da verossimilhança e no número de parâmetros e é derivado da informação  
156 ou distância de Kullback-Leibler, que mede a discrepância entre dois modelos (AKAIKE, 1973; FLORIANO *et al.*, 2006). Sua expressão é dada pela equação (6) e, de acordo esse critério, o melhor modelo apresentará o menor valor de AIC.

157

$$158 AIC = -2l(\hat{\theta}) + 2p \quad (6)$$

159

157  
158  
159  
160  
161  
162  
163  
164  
165  
166  
167  
168  
169  
170  
171  
172  
173  
174  
175  
176  
177  
178  
179  
180  
181  
182  
183  
184  
185  
186  
187  
188  
189  
190  
191  
192  
193  
194  
195  
196  
197  
198  
199  
200  
201  
202  
203  
204

Em que:  $l(\hat{\theta}) = \log$  verossimilhança maximizada;  $p =$  número de parâmetros.

O Critério Bayesiano de Schwarz (BIC) é uma ferramenta de seleção de modelos geralmente utilizada em conjunto com o AIC e descreve a relação entre a variável dependente e as variáveis explanatórias, maximizando a probabilidade de se identificar o melhor modelo dentre os avaliados. De acordo esse critério, o modelo de melhor ajuste apresentará o menor valor de *BIC* e sua expressão é dada pela equação (7).

$$BIC = -2l(\hat{\theta}) + 2p \ln(n) \quad (7)$$

Em que:  $n =$  número de observações.

O TRVM foi utilizado para avaliar o resultado da incorporação do efeito aleatório no intercepto e nas inclinações dos modelos (RESENDE *et al.*, 2014) e foi realizado por meio da verificação da significância da diferença entre os valores de *deviance* ( $-2l(\hat{\theta})$ ) para os modelos com e sem a variável aleatória, adotando a comparação do valor calculado com o valor tabelado, pelo teste  $\chi^2$ , a 5% de significância.

Além disso, para a comparação do modelo misto selecionado com o modelo clássico de Schumacher e Hall, foram considerados os critérios: raiz do erro quadrático médio (RMSE – *Root Mean Squared Error*), erro médio absoluto (MAE – *Mean Absolute Error*) e coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{adj}$ ) (VANCLAY, 1994).

O RMSE e o MAE (%) são dados pelas equações (8) e (9). De acordo esses critérios, o melhor modelo apresentará o menor valor de *RMSE* e *MAE* (%) (SCOLFORO *et al.*, 2018).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (v_i - \hat{v}_i)^2}{n}} \quad (8)$$

Em que:  $v_i =$  volume observado;  $\hat{v}_i =$  volume estimado.

$$MAE (\%) = \frac{\sum_{i=1}^n |v_i - \hat{v}_i| / v_i}{n} \times 100 \quad (9)$$

O  $R^2_{adj}$  é dado pela equação (10) e, de acordo esse critério, o melhor modelo apresentará o maior valor.

$$R^2_{adj} = 1 - \left[ \frac{p-1}{n-p} \right] \times \frac{Sq.res}{Sq.tot} \quad (10)$$

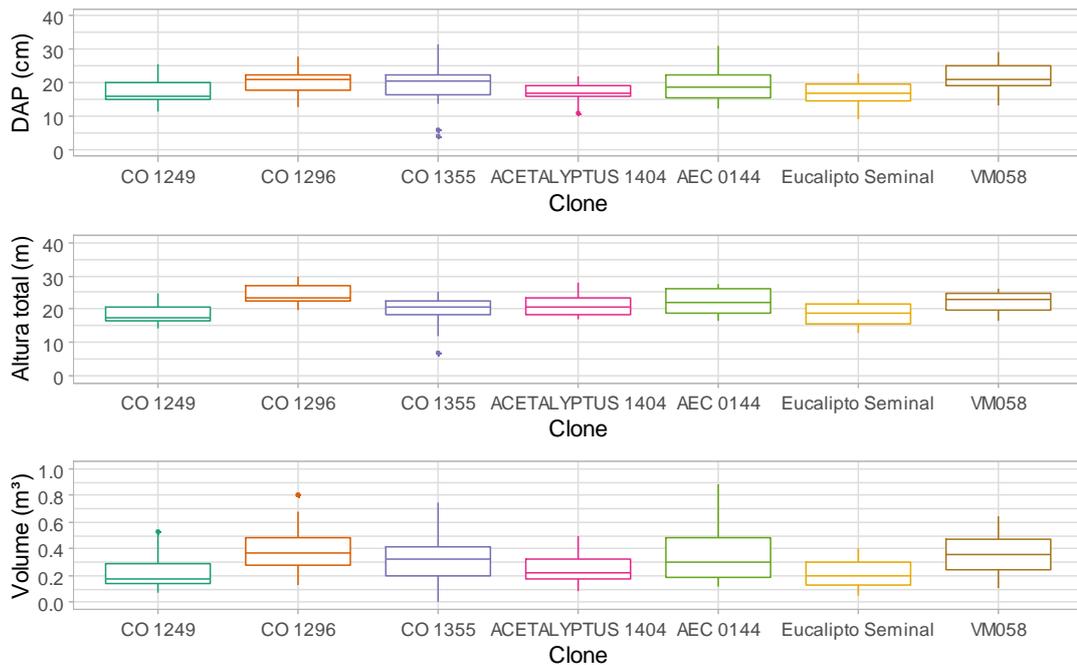
Em que: *Sq.res* = soma dos quadrados do resíduo para a variável de interesse; *Sq.tot* = soma dos quadrados total para a variável de interesse.

Além dos critérios citados acima, para comparar os modelos mistos, foram produzidos gráficos de distribuição de resíduos. Adicionalmente, um gráfico de comparação entre valores de volume reais e estimados foi gerado para comparar a estrutura mista selecionada com o modelo de Schumacher e Hall. Todos os gráficos foram confeccionados por meio do pacote *ggplot2* (WICKHAM, 2016).

Por fim, com o propósito de validar a precisão do melhor modelo, utilizou-se o método *Bootstrap* não paramétrico com reposição (EFRON, 1982), tomando como base um total de 1000 amostras aleatórias. Por meio dessas amostras aleatórias foi possível estimar a distribuição amostral das estatísticas (RMSE e MAE) e verificar a qualidade dos ajustes. Esse método vem sendo comumente utilizado para permitir a validação sem que haja a necessidade de dividir a base de dados em um conjunto de ajuste e outro de validação (SCOLFORO *et al.*, 2018; HALL *et al.*, 2020; SANTOS *et al.*, 2021). Essa etapa foi realizada por meio do pacote *boot* (CANTY; RIPLEY, 2017).

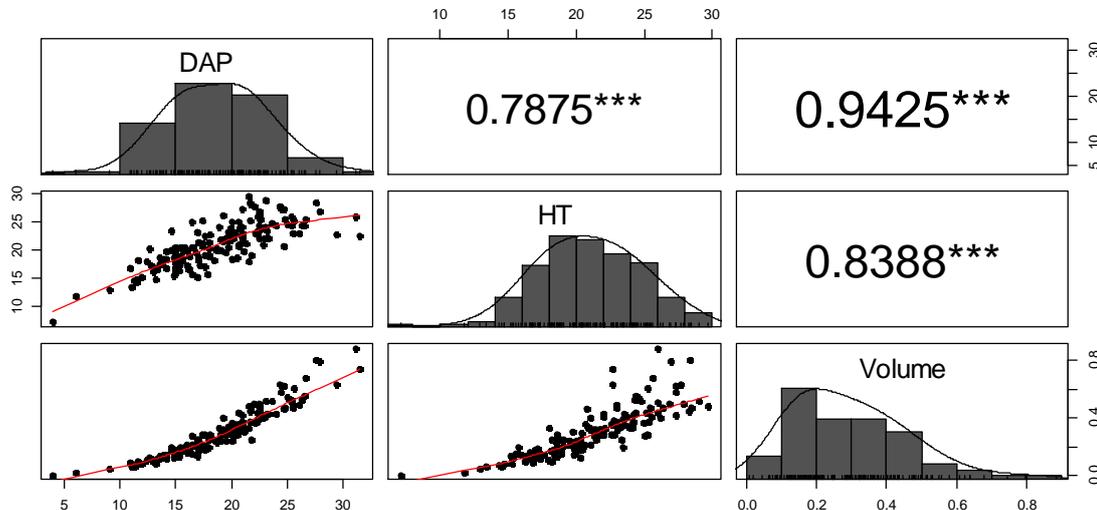
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de diâmetro, altura e volume apresentaram variações semelhantes entre clones, sendo que todas as variáveis apresentaram um ou mais dados discrepantes (Figura 1).



205  
 206 FIGURA 1. Boxplot das variáveis dendrométricas utilizadas no ajuste dos modelos.  
 207 FIGURA 1. Boxplot of the dendrometric variables used for fitting model.

208  
 209 As variáveis apresentaram alta correlação entre si ( $>0,78$ ), com maior resultado para a correlação entre  
 210 DAP e volume (0,94) (Figura 2). De acordo Muukkonen (2007), as variáveis mais comuns para determinação do  
 211 volume são DAP e altura, sendo que a primeira constantemente apresenta maior relação com a variação de  
 212 volume.



213  
 214 Fonte: O Autor (2021).  
 215 FIGURA 2: Correlação entre as variáveis dendrométricas de clones de eucalipto e suas distribuições de  
 216 frequência.  
 217 FIGURE 2: Correlation between dendrometric variables of eucalyptus clones and their frequency distributions.

218  
 219 Todos os parâmetros fixos foram significativos, com p-valor inferior a 0,001 (Tabela 2). A significância  
 220 de todos os parâmetros evidencia a sua importância na predição da variável independente (CALEGARIO *et al.*,  
 221 2005). Os parâmetros fixos dos modelos mistos apresentaram uma pequena variabilidade em seus valores, o que  
 222 é esperado já que os modelos se diferenciam apenas na disposição do efeito aleatório (clone). Monteiro *et al.*  
 223 (2021), em um estudo sobre o uso de modelos mistos para estimar o volume de árvores, também observaram  
 224 uma pequena variação entre os efeitos fixos.

225  
226  
227

TABELA 2: Valores dos parâmetros fixos dos modelos ajustados e seus critérios estatísticos  
TABLE 2: Fixed parameter values of the fitted models and their statistical criteria

Modelo	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	p-valor	RMSE (m <sup>3</sup> )	MAE (%)	R <sup>2</sup>
Modelo 1	-9,5978	1,7780	1,0100	<0,001	0,0201	4,59	0,9919
Modelo 2	-9,6296	1,7947	1,0046	<0,001	0,0195	4,50	0,9923
Modelo 3	-9,6156	1,7867	1,0076	<0,001	0,0196	4,56	0,9921
Modelo 4	-9,6313	1,7974	1,0029	<0,001	0,0191	4,47	0,9924
Schumacher e Hall	-9,7204	1,7149	1,1109	<0,001	0,0244	5,54	0,9894

228  
229  
230  
231  
232  
233  
234  
235  
236  
237

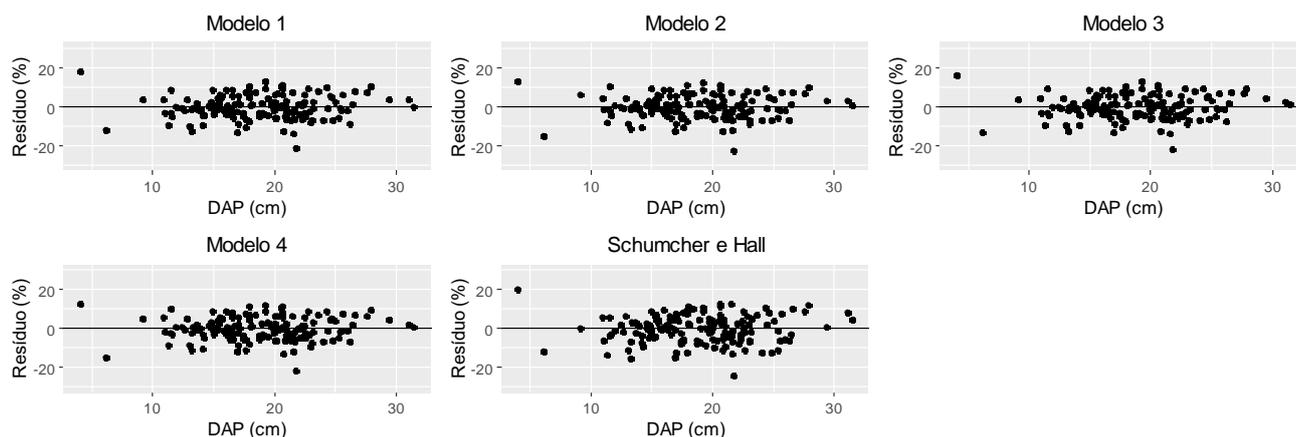
A partir do teste da máxima verossimilhança, utilizando o modelo mais simples como referência, foi possível observar que os “p-valores” observados foram elevados, indicando que não houve diferenças significativas entre os modelos mistos (Tabela 3). Dessa forma, a seleção do modelo misto foi feita baseando-se nos critérios de AIC e BIC. Os valores do critério de AIC variaram de -412,22 (modelo 1) a -405,52 (modelo 4) e os valores de BIC variaram de -396,91 (modelo 1) a -374,90 (modelo 4). Tais critérios levaram à escolha do modelo 1, que apresenta a influência do efeito aleatório apenas no seu intercepto ( $y_0$ ).

TABELA 3: Critérios estatísticos para a escolha do melhor modelo na forma mista  
TABLE 3: Statistical criteria for choosing the best mixed model

Modelo	Teste	AIC	BIC	TRVM	p-valor
Modelo 1	-	-412,22	-396,91	-	-
Modelo 2	1 vs 2	-410,41	-388,98	2,194	0,3338
Modelo 3	1 vs 3	-408,65	-387,21	0,425	0,8086
Modelo 4	1 vs 4	-405,52	-374,90	3,304	0,6533

238  
239  
240  
241  
242  
243  
244

Analisando as distribuições de resíduos dos modelos (Figura 3), foi possível observar distribuições uniformes, indicando boas precisões dos modelos (SOARES; PAULA; SOUZA, 2006). Além disso, em concordância com o resultado do teste da máxima verossimilhança, foi possível notar que as distribuições dos resíduos dos modelos mistos são bastante semelhantes, indicando que todas as abordagens mistas utilizadas se adequam à base de dados em estudo.



245  
246  
247  
248  
249

Fonte: O Autor (2021).

FIGURA 3: Distribuição de resíduos dos modelos em relação ao DAP dos indivíduos.  
FIGURE 3: Residual distribution of models in relation to the individuals' DBH.

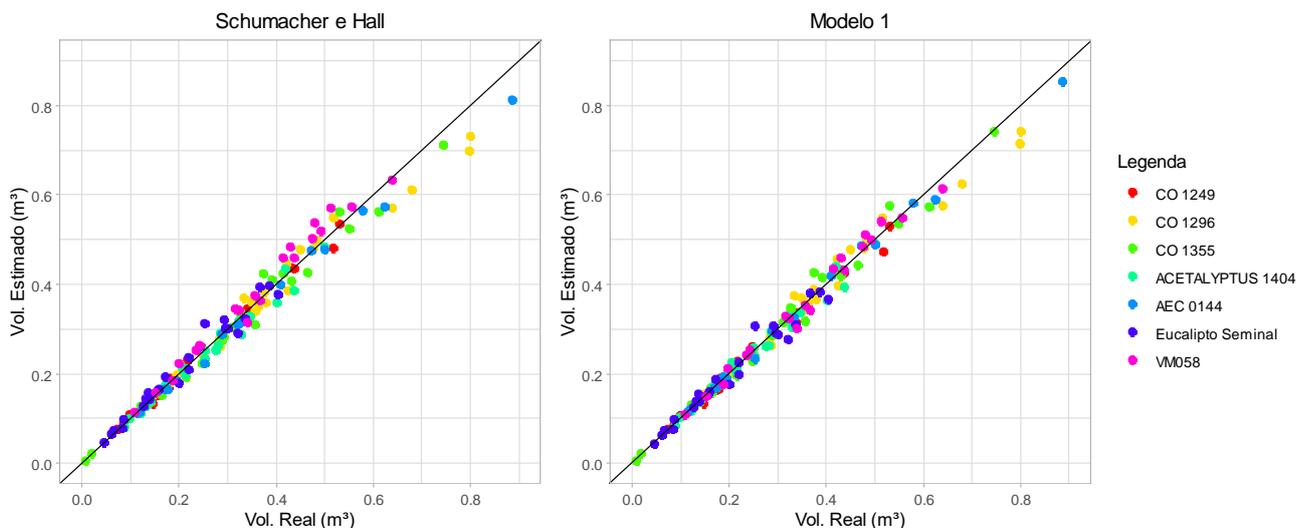
250  
251  
252  
253  
254

O modelo 1 e o modelo de Schumacher e Hall apresentaram valores de  $R^2_{adj}$  de 0,9919 e 0,9894 (Tabela 2), respectivamente. Tais valores, demonstram um alto grau de ajuste da variável dependente em função das variáveis independentes (AZEVEDO *et al.*, 2011). Ou seja, ambos explicam bem a variação dos dados em torno da média. Além disso, os valores de erro médio absoluto (MAE) também indicam a boa capacidade preditiva desses modelos.

255 Embora os dois modelos tenham apresentado bom desempenho, o modelo 1 mostrou melhores  
256 resultados para todos os critérios avaliados, com menores valores de RMSE e MAE e maior  $R^2_{adj}$ , o que  
257 evidencia um ajuste mais adequado aos dados de volume dos clones de eucalipto. Dessa forma, pode-se concluir  
258 que a modelagem incluindo o fator aleatório permitiu o ganho de generalidade e precisão ao modelo,  
259 simultaneamente, dando ao modelo mais flexibilidade e acurácia nas predições.

260 Gouveia *et al.* (2015), também constataram uma melhoria na precisão da estimativa de volume de  
261 eucalipto, com a incorporação de efeito aleatório ao modelo de Schumacher e Hall. Cerqueira *et al.* (2020),  
262 estudando o ajuste de volume de eucalipto em integração Lavoura-Pecuária-Floresta, também reportaram  
263 aumento de precisão comparando modelos mistos com modelos tradicionais.

264 Plotando os volumes reais vs estimados (Figura 4), é possível observar que, em ambos os modelos, a  
265 dispersão ocorre próxima da linha que parte da origem, formando um ângulo de 45 graus. Esse padrão,  
266 juntamente com os critérios avaliados anteriormente, confirma a boa precisão dos modelos. Ainda assim, nota-  
267 se que o modelo 1 apresenta uma distribuição mais próxima da linha, evidenciando mais uma vez um ganho de  
268 precisão.  
269



270  
271

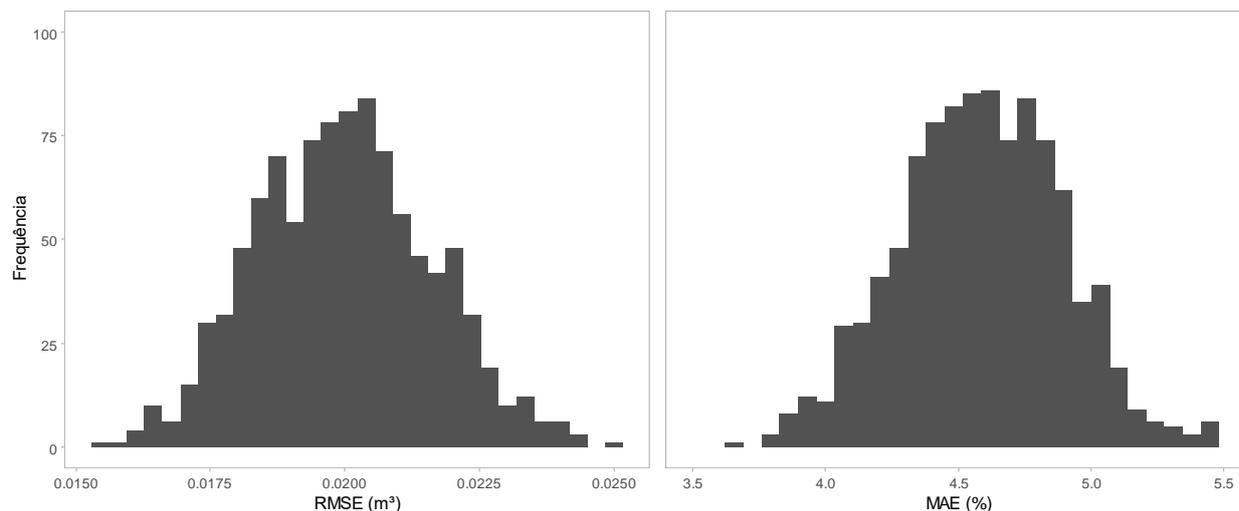
Fonte: O Autor (2021).

272 FIGURA 4: Comportamento dos valores reais de volume individual das árvores ( $m^3$ ) em relação aos valores  
273 estimados pelo modelo de Schumacher e Hall e o modelo misto.

274 FIGURE 4: Behavior of the real values of individual volume of trees ( $m^3$ ) compared to the values estimated by  
275 the Schumacher and Hall model and the mixed model.  
276

277 Estudos indicam a importância e o aumento da precisão a partir da adição de efeitos aleatórios na  
278 modelagem de estruturas florestais (DANTAS *et al.*, 2020). Como exemplo, pode-se citar os trabalhos de Ou *et*  
279 *al.* (2016), que concluíram que a inclusão de variáveis topográficas como efeito aleatório provocou uma  
280 melhoria nos valores de AIC e BIC de modelos para biomassa acima do solo; de Packalén, Mehtätalo e  
281 Maltamo (2011), que constataram que o emprego do efeito aleatório clone aumenta consideravelmente a  
282 precisão da estimativa de volume de clones de eucalipto; e Vismara, Mehtätalo e Batista (2016), que reportaram  
283 que o uso de modelos mistos pode melhorar as predições de volume de *Eucalyptus grandis* em diferentes  
284 rotações. Como observado na literatura, os resultados do presente estudo indicam a importância da modelagem  
285 incluindo efeitos aleatórios em relação aos modelos de efeitos fixos.

286 Os resultados de RMSE e MAE obtidos com a validação (Figura 5) mostraram variabilidade em curtos  
287 intervalos de comprimento, o que indica alta precisão e baixo viés associado às estimativas. Esses resultados  
288 reforçam a acurácia das predições fornecidas pelo modelo misto.  
289



Fonte: O Autor (2021).

FIGURA 5: Distribuição amostral dos critérios estatísticos RMSE e MAE do modelo misto, considerando 1000 amostras aleatórias pelo método *Bootstrap* não paramétrico com reposição.

FIGURE 5: Sampling distribution of the RMSE and MAE statistical criteria of the mixed model, considering 1000 random samples by the nonparametric Bootstrap method with replacement.

O ganho de precisão e generalidade proporcionado pelo emprego de modelos mistos pode colaborar para planejamentos mais eficazes e para a redução de custos de inventário, uma vez que dispensa a necessidade de se ajustar uma equação para cada clone. Além disso, buscando modelos ainda mais precisos, outras variáveis podem ser consideradas como efeitos aleatórios, tais como, fatores topográficos (OU *et al.*, 2016), classes de diâmetro (SANTOS *et al.*, 2021), solo, precipitação e outras características geográficas (MENG *et al.*, 2007).

## CONCLUSÃO

O modelo de Schumacher e Hall e os modelos mistos apresentaram desempenho satisfatório na predição do volume de clones de eucalipto.

A incorporação do efeito aleatório ao modelo clássico de Schumacher e Hall, apenas no intercepto, foi capaz de promover ganhos na precisão das estimativas.

## REFERÊNCIAS

ABAF.ASSOCIAÇÃO BAIANA DAS EMPRESAS DE BASE FLORESTAL –ABAF. **Bahia Florestal relatório ABAF 2019**. Disponível em: [https://www.abaf.org.br/wp-content/uploads/2019/08/Bahia-Florestal\\_ABAF\\_2019.pdf](https://www.abaf.org.br/wp-content/uploads/2019/08/Bahia-Florestal_ABAF_2019.pdf). Acesso em: 24 set. de 2021.

AKAIKE, H. Maximum likelihood identification of Gaussian autoregressive moving average models. **Biometrika**, v. 60, n. 2, p. 255-265, 1973.

ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

AZEVEDO, T. L. *et al.* 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.

BARBOSA, V. *et al.* Biomassa, carbono e nitrogênio na serapilheira acumulada de florestas plantadas e nativa. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017.

BATES, D. *et al.* Fitting linear mixed-effects models using lme4. **Journal of Statistical Software**, v. 67, n. 1, p. 1-48, 2014.

BERNARDI, L. K. *et al.* Diferentes modelos para o afilamento do tronco de *Eucalyptus* sp. para o cenário florestal brasileiro. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 31, n. 3, p. 1364-1382, 2021.

- 326 BRAGA, S. R.; OLIVEIRA, M. R.; GORGENS, E. B. **Forestmangr: Functions for forest mensuration and**  
 327 **management.** R-package version 0.9. 1. 2019. Disponível em: [https://CRAN.R-](https://CRAN.R-project.org/package=forestmangr)  
 328 [project.org/package=forestmangr](https://CRAN.R-project.org/package=forestmangr). Acesso em: 03 nov. 2021.
- 329 CALEGARIO, N. *et al.* Modeling dominant height growth based on nonlinear mixed-effects model: a clonal  
 330 *Eucalyptus* plantation case study. **Forest Ecology and Management**, v. 204, n. 1, p. 11-20, 2005.
- 331 CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas.** Viçosa: Editora UFV, 2013.  
 332 650 p.
- 333 CANTY, A.; RIPLEY, B. Package 'boot'. **Bootstrap Functions. CRAN R Proj**, 2017.
- 334 CERQUEIRA, C. L. *et al.* Modelagem do volume de eucalipto em sistema de integração Lavoura-Pecuária-  
 335 Floresta. **Advances in Forestry Science**, v. 7, n. 4, p. 1213-1221, 2020.
- 336 CUNHA, T. A.; FINGER, C. A. G.; SCHNEIDER, P. R. Modelo linear misto para o incremento em área basal  
 337 de árvores individuais de cedro (*Cedrela odorata* L.) na Amazônia ocidental, Brasil. *Ciência Florestal*, v. 23, n.  
 338 3, p. 461-470, 2013.
- 339 DANTAS, D. *et al.* Multilevel nonlinear mixed-effects model and machine learning for predicting the volume  
 340 of *Eucalyptus* spp. trees. **Cerne**, v. 26, n. 1, p. 48-57, 2020.
- 341 EFRON, B. **The jackknife, the bootstrap and other resampling plans.** Philadelphia: Society for industrial  
 342 and applied mathematics, 1982.
- 343 FERNANDES, J. S.; CONCEIÇÃO, V.; BARRETO-GARCIA, P. A. B. Field performance of *Eucalyptus*  
 344 hybrids at Planalto da Conquista, Bahia, Brazil. **Floresta e Ambiente**, v. 25, 2018.
- 345 FLORIANO, E. P. *et al.* Ajuste e seleção de modelos tradicionais para série temporal de dados de altura de  
 346 árvores. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 2, p. 177-199, 2006.
- 347 FRAGA, M. P.; BARRETO, P. A. B.; DE PAULA, A. Estimação de volume de *Pterogyne nitens* em plantio  
 348 puro no sudoeste da Bahia. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 34, n. 79, p. 207-215, 2014.
- 349 GOUVEIA, J. F. *et al.* Modelos volumétricos mistos em clones de *Eucalyptus* no polo gesseiro do Araripe,  
 350 Pernambuco. **Floresta**, v. 45, n. 3, p. 587-598, 2015.
- 351 HALL, K. B. *et al.* A growth and yield model for *Eucalyptus benthamii* in the southeastern United States.  
 352 **Forest Science**, v. 66, n. 1, p. 25-37, 2020.
- 353 INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório anual IBÁ 2020.** São Paulo, 2020. Disponível em:  
 354 <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-iba-2020.pdf>. Acesso em: 24 set. 2021.
- 355 KUZNETSOVA, A.; BROCKHOFF, P. B.; CHRISTENSEN, R. H. B. lmerTest: package: tests in linear mixed  
 356 effects models. **Journal of statistical software**, v. 82, n. 1, p. 1-26, 2017.
- 357 MACHADO, S. A.; MELLO, J. A.; BARROS, D. A. Comparação entre métodos para avaliação de volume total  
 358 de madeira por unidade de área, para o pinheiro-do-paraná, na região Sul do Brasil. **Cerne**, Lavras, v. 6, n. 2, p.  
 359 55 - 66, 2000.
- 360 MELO, L. C. *et al.* Estimativas volumétricas em povoamento de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* no sudoeste  
 361 da Bahia. **Brazilian Journal of Forest Research/Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 76, 2013.
- 362 MENG, Q. *et al.* A linear mixed-effects model of biomass and volume of trees using Landsat ETM+ images.  
 363 **Forest Ecology and Management**, v. 244, n. 1-3, p. 93-101, 2007.
- 364 MONTEIRO, B. C. *et al.* Uso De Modelos Mistos Para Estimativa Do Volume De Árvores Individuais Em  
 365 Tipologias Florestais No Estado Do Amapá. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian**  
 366 **Biota)**, v. 11, n. 2, p. 7-10, 2021.
- 367 MUUKKONEN, P. Generalized allometric volume and biomass equations for some tree species in Europe.  
 368 **European Journal of Forest Research**, v. 126, n. 2, 157-166, 2007.

- 369 OU, G. *et al.* Incorporating topographic factors in nonlinear mixed-effects models for aboveground biomass of  
370 natural Simao pine in Yunnan, China. **Journal of Forestry Research**, v. 27, n. 1, p. 119-131, 2016.
- 371 PACKALÉN, P.; MEHTÄTALO, L.; MALTAMO, M. ALS-based estimation of plot volume and site index in a  
372 eucalyptus plantation with a nonlinear mixed-effect model that accounts for the clone effect. **Annals of Forest  
373 Science**, v. 68, n. 6, p. 1085-1092, 2011.
- 374 PINHEIRO, J.; BATES, D. **Mixed-effects models in S and S-PLUS**. Springer science & business media, 2006.
- 375 R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for  
376 Statistical Computing, 2020. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 28 set. de 2021.
- 377 RESENDE, M. D. V.; SILVA, F. F.; AZEVEDO, C. F. **Estatística matemática, biométrica e computacional:  
378 Modelos mistos, multivariados, categóricos e generalizados (REML/BLUP), inferência bayesiana,  
379 regressão aleatória, seleção genômica, QTL-GWAS, estatística espacial e temporal, competição,  
380 sobrevivência**. Viçosa: Suprema gráfica e Editora Ltda, 2014. 882p.
- 381 SANTOS, G. M. *et al.* Modelagem mista generalizada para estimar afileamento do fuste de árvores de *Pinus  
382 taeda* em diferentes espaçamentos de plantio. **Advances in Forestry Science**, v. 8, n. 1, p. 1261-1269, 2021.
- 383 SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 2018. 356p.
- 384 SCHUMACHER, F. X.; HALL, F. D. S. Logarithmic expression of timber-tree volume. **Journal of  
385 Agriculture Research**, v. 47, n. 9, p. 719-734, 1933.
- 386 SCOLFORO, H. F. *et al.* Comparison of taper functions applied to eucalypts of varying genetics in Brazil:  
387 Application and evaluation of the penalized mixed spline approach. **Canadian Journal of Forest Research**, v.  
388 48, n. 5, p. 568-580, 2018.
- 389 Smalian, H. L. **Beitrag zur holzmeßkunst (Contribution to the art of measuring wood)**. Verlag Löffler,  
390 Stralsund, Germany, 1837, 87p.
- 391 SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa: Editora  
392 UFV, 2006. 276p.
- 393 THOMAS, C. *et al.* Comparação de equações volumétricas ajustadas com dados de cubagem e análise do  
394 tronco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 319 - 327, 2006.
- 395 VANCLAY, J. K. **Modelling Forest growth and yield: applications to mixed tropical forests**. CAB  
396 International, 1994. 330 p.
- 397 VISMARA, E. S.; MEHTÄTALO, L.; BATISTA, J. L. F. Linear mixed-effects models and calibration applied  
398 to volume models in two rotations of *Eucalyptus grandis* plantations. **Canadian Journal of Forest Research**,  
399 v. 46, n. 1, p. 132-141, 2016.
- 400 WICKHAM, H. **ggplot2: Create Elegant Data Visualisations Using the Grammar of Graphics**. 2016.  
401 Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=ggplot2>. Acesso em: 03 nov. 2021.

## ANEXO 1

### DIRETRIZES PARA AUTORES / INSTRUCTIONS TO AUTHORS

4. Os artigos devem ser organizados da seguinte forma:

[The articles must be organized in this sequence:]

4.1. Artigo científico e nota técnica: Título, Resumo, Introdução com Revisão de Literatura e objetivos, Materiais e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos (quando houver) e Referências. Antes do item Referências, quando apropriado, mencionar a aprovação pela Comissão de Ética e Biossegurança da Instituição.

[Scientific article and technical note: title, abstract, introduction and literature review, materials and methods, results and discussion, conclusions, acknowledgements and references. Before the item references write when appropriate, mention its approval by the Ethics and Biosecurity Committee of the Institution.]

4.2. Artigo de revisão bibliográfica: Título, Resumo, Introdução, Desenvolvimento, Considerações finais, Agradecimentos (quando houver) e Referências.

[Article of bibliographical review: title, abstract, introduction, development, final considerations, acknowledgements, references.]

5. O manuscrito deve ser editado no Microsoft Word, com espaço simples, linhas numeradas continuamente e sem os nomes dos autores, fonte Times New Roman, tamanho 11, tabulação de 1,25 cm, formato A4, com 2 cm de margens esquerda, inferior e superior, e 1,5 cm de margem direita, orientação retrato e máximo de 12 páginas.

[The paper must be edited in Microsoft Word, simple space, lines numbered continuously and without the authors' names, letter type Times New Roman, size 11, tab 1.25 cm, size A4, with 2.0 cm of left, inferior and superior margins and 1.5 cm in the right margin, portrait orientation and maximum of 12 pages.]

6. O Título do manuscrito, com no máximo duas linhas, deve ser centralizado e em negrito, com letras maiúsculas (exceto nomes científicos), redigido em português ou espanhol, seguido da versão em inglês (em não-negrito).

[The paper title, up to 2 lines, must be centralized and in bold type, in capital letters and followed by the Portuguese version.]

7. O Resumo deve ser apresentado em um único parágrafo, contendo o máximo de 300 palavras e redigido em dois idiomas, sendo um deles o inglês. As palavras RESUMO e ABSTRACT devem ser redigidas em letras maiúsculas, negrito e centralizadas.

[The abstract has to be presented in a single paragraph and written in two languages, being the Portuguese language one of them. The words RESUMO and ABSTRACT must be in capital letters.]

8. Logo após o texto do Resumo e do Abstract devem ser incluídos os termos Palavras-chave e Keywords, respectivamente, com alinhamento à esquerda, seguidas de dois pontos e em negrito, contendo até quatro termos (não contidos no título), separados por ponto e vírgula.

[ABSTRACT and RESUMO must be followed by Keywords and Palavras-chave, respectively, aligned to the left containing up to four words, separated by semicolons.]

9. Os grandes itens (INTRODUÇÃO, MATERIAL E MÉTODO, RESULTADOS E DISCUSSÃO, CONCLUSÃO, AGRADECIMENTOS e REFERÊNCIAS) devem ser escritos em letras maiúsculas, negrito e alinhados à esquerda. Os demais obedecem a seguinte sequência:

**MATERIAL E MÉTODO** - (item primário) - todo em maiúsculas e negrito.

**Caracterização do local** - (item secundário) - só a inicial maiúscula e em negrito.

***Solo*** - (item terciário) - só a inicial maiúscula, em negrito e itálico.

***Horizonte A*** - (item quaternário) - só a inicial maiúscula, em itálico.

[The primary titles (INTRUDUCTION, MATERIAL AND METHOD, RESULTS AND DISCUSSION, CONCLUSION, ACKNOWLEDGMENTS and REFERENCES) must be written in capital letters, aligned to the left. The other ones must obey the sequence as follows:

**MATERIAL AND METHOD** – (primary item) – fully in capital letters and in bold type.

**Characterizing the local** – (secondary item) – In bold type but the first letter in capitals.

***Soil*** – (tertiary item) – The initial in capitals, in bold type and in italics.

***Horizon A*** – (quaternary item) – only the initial letter in capitals, in italics.]

10. As siglas e abreviaturas, ao aparecerem pela primeira vez no trabalho, deverão ser colocadas entre parênteses, precedidas do nome por extenso.

[The acronyms and abbreviations, when they first appear in the paper, must be within brackets, preceded by their full names.]

11. Figuras (gráficos e fotografias) **PODENDO SER EM CORES**, porém sem-contorno. As dimensões (largura e altura) não podem ser maiores que 17 cm, sempre com orientação da página na forma retrato (fonte: Times New Roman, tamanho da fonte: 11, não-negrito e não-itálico).

[Figures (graphs and photographs), can be in color, noboundary. The dimensions (height and width) cannot be larger than 17 cm, always with portrait page orientation, letter type of Times New Roman, size 11, non-bold type and nonitalics.]

12. As figuras e tabelas devem ser auto-explicativas e alocadas no texto logo após sua primeira chamada, no formato de imagem. A identificação destas deve ser expressa em dois idiomas (a usada na versão do trabalho e o inglês e, se o trabalho for em inglês, a outra será o português). As tabelas também devem ter sua versão no formato Excel e vir como Documento Suplementar, com a denominação Tabela e o número correspondente. As figuras, além de estarem no texto, devem vir como Documento Suplementar, em formato de imagem, com resolução superior a 300 dpi, com denominação de Figura e o número correspondente. Para tabelas com conteúdo numérico, as vírgulas (ou pontos) devem ficar alinhadas verticalmente e os números centralizados na coluna.

[The figures and tables must self-explanatory and located in the text immediately after the first call, in the image format. The identification of these should be expressed in two languages (the one used in the working version and English and, if the work is in English, the other will be Portuguese). The tables should also have their version in Excel format and come as Supplemental Document, with the Table name and the corresponding number. The figures, in addition to being in the text, should come as Supplementary Document, in image format, with a resolution superior to 300 dpi, with figure naming and the corresponding number. For the tables which include numbers, the points must be aligned vertically and the numbers must be centralized in the column.]

13. Nomes científicos devem ter gênero e espécie escritos por extenso (Ex: *Araucaria angustifolia*) e em itálico (e acompanhar o estilo ao qual estão inseridos).

[Scientific names must be fully written (ex: *Araucaria angustifolia*) and in italics (and accompany the style to which they are inserted).]

14. Fórmulas devem vir no texto em forma de imagem e, no Documento Suplementar, editadas pelo módulo Equation Editor, do Microsoft Word, devem obedecer à fonte do texto, com símbolos, subscrito/sobrescrito etc., em proporções adequadas, nunca superior a fonte 11. No documento suplementar devem receber a nomenclatura Equação e o número correspondente.

[Formulae must be in the text as an image, and in the Supplemental Document, edited by the Equation Editor module of Microsoft Word, must obey the font of the text, with symbols, subscript / superscript etc., in adequate proportions, never exceeding font 11 In the supplementary document, they must receive the name Equation and the corresponding number.]

15. Citações bibliográficas serão feitas de acordo com a NBR 10520 da ABNT, usando o sistema "autor-data". Todas as citações mencionadas no texto obrigatoriamente devem ser relacionadas na lista de Referências (e vice-versa), de acordo com a norma NBR 6023 da ABNT. Já no item REFERÊNCIAS o autor deve colocar todas as citações feitas no trabalho, fazendo uso somente das referências mais relevantes dos últimos 10 anos e em número máximo de 30 citações.

[Bibliographical quotations will be carried out in accordance with NBR 10520 from ABNT, using the system author-date. All quotations mentioned in the text must listed down in the reference list, in compliance with NBR 6023 from ABNT. In the REFERENCES, the author should place all the citations made in the work, using only the most relevant references of the last 10 years and in a maximum number of 30 citations.]

16. No momento apropriado o autor será solicitado a inserir os nomes de todos os participantes, que devem ser posicionados logo abaixo do título em inglês, e identificados com número sequencial sobrescrito. O chamamento dos autores deve ser indicado no rodapé da primeira página, antecedido do número de identificação, devendo conter: título de graduação (Ex: Engenheiro Florestal), maior titulação (Ex: Dr.), descrição da função/profissão (Ex: Professor do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria), endereço (Ex: Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS), Brasil.) e e-mail (Ex: [cienciaflorestal@ufsm.br](mailto:cienciaflorestal@ufsm.br)) sem o ponto final.

[In its final version, all authors names must be inserted immediately below the paper title and identified with its superscript sequence number. The authors calling must be indicated as footnote at the first page.]

17. Os manuscritos submetidos à revista passam pela triagem inicial do comitê de área, são enviados para revisores ad hoc, devolvidos aos autores para correções e, posteriormente, passam pela avaliação final do Conselho Editorial. Além disso ainda passam pelas correções de língua estrangeira (inglês e espanhol), língua portuguesa e referências. Os artigos aceitos são publicados na ordem de aprovação e para os não-aceitos é feita a comunicação aos autores. Os artigos são disponibilizados no formato "pdf", no endereço eletrônico da revista ([www.ufsm.br/cienciaflorestal](http://www.ufsm.br/cienciaflorestal)).

[The manuscripts subjected to *Ciência Florestal* are submitted to the area committee which will decide the need of sending to ad hoc reviewers. The trial version is returned to the authors for corrections and, later, are finally evaluated by the Editing Committee. The accepted articles are published preferably in the order of their approval. Offprint will not be provided. The articles are available, in 'pdf' format, at the following electronic address: [www.ufsm.br/cienciaflorestal](http://www.ufsm.br/cienciaflorestal).]

18. Em caso de dúvidas sobre formatação, consultar os artigos já publicados no site ou o e-mail [cienciaflorestal@ufsm.br](mailto:cienciaflorestal@ufsm.br).

[For further information and doubts consult the published articles and the Editing Committee through the e-mail: [cienciaflorestal@ufsm.br](mailto:cienciaflorestal@ufsm.br).]

19. Consulte também, no item AJUDA, "Um Trabalho Exemplo" no rodapé da janela superior CAPA.

[Also see, in the HELP item, "A Sample Job" in the footer of the upper HOME window.]

[julho/2018.]