



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ALTAMIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**MODELAGEM DA RELAÇÃO HIPSOMÉTRICA PARA UM
POVOAMENTO HÍBRIDO DE EUCALIPTO, NA
AMAZÔNIA BRASILEIRA**

ALEX SOARES DE SOUZA

**ALTAMIRA – PARÁ
2014**

ALEX SOARES DE SOUZA

**MODELAGEM DA RELAÇÃO HIPSOMÉTRICA PARA UM
POVOAMENTO HÍBRIDO DE EUCALIPTO, NA AMAZÔNIA
BRASILEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Engenharia Florestal da Universidade
Federal do Pará, Campus Universitário de Altamira,
como requisito parcial para a obtenção do grau de
Engenheiro Florestal.

Orientador:
Prof. Me. Deivison Venicio Souza

ALTAMIRA – PARÁ
2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
UFPA – Campus de Altamira – Biblioteca

Souza, Alex Soares

Modelagem da relação hipsométrica para um povoamento híbrido de eucalipto, na Amazônia brasileira/ Alex Soares de Souza; Orientador, M.Sc. Deivison Venicio Souza.— 2014.

Monografia (Graduação) Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Florestal, 2014.

1. *Eucalyptus urophylla* vs. *Eucalyptus grandis*. 2. Modelos hipsométricos. 3. Modelos tradicionais.

CDD: 634.973

ALEX SOARES DE SOUZA

**MODELAGEM DA RELAÇÃO HIPSOMÉTRICA PARA UM
POVOAMENTO HÍBRIDO DE EUCALIPTO, NA AMAZÔNIA
BRASILEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Engenharia Florestal da Universidade
Federal do Pará, Campus Universitário de Altamira,
como requisito parcial para a obtenção do grau de
Engenheiro Florestal.

Aprovado em ____ de _____ de 2014.

Prof. Me. Deivison Venicio Souza
Orientador - UFPA

Prof. Me. Fábio Miranda Leão - UFPA

Prof. Dr. Alisson Rodrigo Sousa Reis – UFPA

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Aristides Silva de Souza e Maura Soares da Cunha, e minha irmã Alexandra Soares de Souza por sempre estarem ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me abençoado com saúde e força para superação de obstáculos durante o curso e realização deste trabalho. E a instituição UFPA por ter me concedido a oportunidade de cursar a Faculdade de Engenharia Florestal, contribuindo para a minha perspectiva de futuro.

Agradeço muito ao meu orientador Deivison Venicio que me ajudou veementemente e aos Professores Fábio Leão e Alisson Reis que sempre contribuíram para sanar várias dúvidas durante a elaboração deste trabalho.

Agradeço também a minha família, meus pais Aristides Silva de Souza e Maura Soares da Cunha, e minha irmã Alexandra Soares de Souza, que nunca mediram esforços para me ajudar.

Meu muito obrigado aos meus amigos de faculdade, Bruno, Cássio e Dionísia que me auxiliaram na coleta de dados em campo. Agradeço a todos os colegas de faculdade e da graduação que tive o privilégio de conhecer, em especial aos colegas e amigos Joielan Xipaia, Jairo Fidelis, Sônia Abreu, Ana Paula F., Ana Paula L., Dioanne Martins, Luciano Couvre, João Paulo, Josiane Celerino e Marcelo Barbosa. Em especial aos colegas da Casa do Estudante: Eric Fabrício, Ricardo Lima, João Borges, Rogério Alves, Elielze Coelho, Elison Freitas (Francês), Wilks Barreto e Miguel Gama que assim como eu passaram pela experiência desafiadora, de conviver com tantas pessoas de pensamentos diversos, e passar por situações boas e ruins, que inevitavelmente contribuiu significativamente para nosso amadurecimento, nessa escola da vida (Casa do Estudante Universitário de Altamira). Meu muito obrigado também aos professores da faculdade de engenharia florestal e de outras faculdades que passaram pelo curso, contribuindo com minha formação, em especialmente aos professores Iselino Jardim, Marlon Menezes, Jaime Barros, Raírys Herrera, Miguel Alves Júnior, Miqueias Calvi, Juliete Miranda e Dr. Andréia Barreto.

Agradeço também aos amigos da minha cidade Natal (Uruará), por sempre acreditarem no meu melhor Rayana, Raquel, Elaine, Givaldo Oliveira, Cleverson, Elias, Danilo e Tássio Batista. E em especial a professora Rosangela Pontes por ter me incentivado a fazer as provas do vestibular. Enfim, agradeço a todos que passaram pela minha vida e contribuíram para conclusão de uma etapa, a mais importante, por definir o rumo da minha vida pessoal e profissional, meus sinceros agradecimentos.

“Não conheço nenhuma fórmula infalível para obter o sucesso, mas conheço uma forma infalível de fracassar: tentar agradar a todos.”

John F. Kennedy

“Cabe ao homem compreender que o solo fértil, onde tudo que se planta dá, pode secar; que o chão que dá frutos e flores pode dar ervas daninhas, que a caça se dispersa e a terra da fartura pode se transformar na terra da penúria e da destruição. O homem precisa entender, que de sua boa convivência com a natureza, depende sua subsistência e que a destruição da natureza é sua própria destruição, pois a sua essência é a natureza; a sua origem e o seu fim.”

Elizabeth Jhin

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	VIII
RESUMO	IX
ABSTRACT	X
LISTA DE TABELAS	XI
INTRODUÇÃO.....	14
METODOLOGIA.....	15
Localização e caracterização da área de estudo	15
Sistema de amostragem	15
Modelos hipsométricos	16
Critérios estatísticos para a seleção do(s) melhor(es) modelos	16
RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
CONCLUSÕES	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
NORMAS DA REVISTA	34
1. INFORMAÇÕES GERAIS	34
2. PREPARO DOS ORIGINAIS.....	35
3. PÁGINA DE ROSTO.....	42

APRESENTAÇÃO

Este trabalho trata de fermenta de precisão aplicada ao inventário florestal, será submetido à Revista Científica.

RESUMO

Modelagem da relação hipsométrica para um povoamento híbrido de eucalipto, na Amazônia Brasileira

Este trabalho objetivou ajustar modelos hipsométricos tradicionais, para um povoamento híbrido (*Eucalyptus urophylla* vs. *Eucalyptus grandis*) aos 8 anos de idade, no município de Pacajá, Pará. Foram estabelecidas quatro unidades de amostras quadradas de 30 x 30 m, totalizando 3.600 m² de área amostrada, sob o processo de amostragem inteiramente aleatório. Foram testados 18 modelos hipsométricos matemáticos de natureza logarítmica e aritmética. Os critérios de seleção dos modelos foram: i) significância da estatística F da Análise de Variância (ANOVA) da regressão; ii) coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{aj.}$); iii) erro padrão da estimativa (Syx); iv) erro padrão da estimativa em porcentagem (Syx%); v) desvio médio percentual (DMP%) e vi) análise gráfica dos resíduos. A maioria dos modelos apresentou baixos valores de $R^2_{aj.}$, Syx% e DMP%, com destaque para o modelo Linha reta e Assmann. Os modelos Hiperbólico ($\sqrt{DAP^2/(h-1,3)} = 0,3071 + 0,2048 \text{ DAP}$) e Naslund ($DAP/\sqrt{h} = 0,3426 + 0,2103 \text{ DAP}$) foram mais apropriados para estimarem a altura da árvore em pé para o híbrido, tendo em vista as melhores medidas de precisão.

Palavras-chave adicionais: *Eucalyptus urophylla* vs. *Eucalyptus grandis*; Modelos hipsométricos; modelos tradicionais.

ABSTRACT

Modeling the hypsometric relation to a hybrid settlement of eucalyptus in the Brazilian Amazon

This purpose of this work was to adjust hypsometric traditional models for a 8-year-old hybrid population (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*), in the city of Pacajá, Pará. Four 30x30m squared samples, totalizing 3.600 m² of the sampled area were established, under the entirely random sampling procedure. It tested 18 hypsometric models of arithmetic nature and logarithmic. The selection criteria of the models were i) significance of F statistical of analysis of variance (ANOVA) of regression; ii) adjusted coefficient of determination (R^2_{aj}); iii) standard error of estimates (Syx); iv) standard error of estimates on percentage (Syx%); v) percentual average deviation (PAD%) and vi) graphical analysis of residues. Most of the models presented low values of R^2_{aj} , Syx% and PAD%, with straight line model and Assmann in evidence. The hyperbolic model ($\sqrt{D^2/(h-1,3)} = 0,3071 + 0,2048 D$) and Näslund ($DAP/\sqrt{h} = 0,3426 + 0,2103 DAP$) were more suitable to estimate the height of the standing tree for the hybrid, bearing in mind the best accuracy of measurement.

Additional keywords: *Eucalyptus urophylla* vs. *Eucalyptus grandis*; hypsometric model; traditional model.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Modelos hipsométricos tradicionais testados.....	16
Tabela 2 - Estatística descritiva das variáveis dendrométricas para um povoamento híbrido (<i>Eucalyptus urophylla</i> vs. <i>Eucalyptus grandis</i>), no município de Pacajá, Pará..	19
Tabela 3 - Matriz de correlação entre variáveis dependentes e independentes e entre as variáveis independentes das equações hipsométricas ajustadas para um povoamento híbrido (<i>Eucalyptus urophylla</i> vs. <i>Eucalyptus grandis</i>), no município de Pacajá, Pará.	20
Tabela 4 - Valores dos coeficientes dos modelos hipsométricos ajustados para um povoamento híbrido (<i>E. urophylla</i> vs. <i>E. grandis</i>), no município de Pacajá-Pará.	22
Tabela 5 - Valores dos parâmetros de precisão, para um povoamento híbrido (<i>Eucalyptus urophylla</i> vs. <i>Eucalyptus grandis</i>), no município de Pacajá-Pará.....	23

Artigo Científico

Modelagem da relação hipsométrica para um povoamento híbrido de eucalipto, na Amazônia Brasileira

Modeling the hypsometric relation to a hybrid settlement of eucalyptus in the Brazilian Amazon

Alex Souza SOARES¹

Deivison Venicio SOUZA²

Fábio Miranda LEÃO³

Bruno Oliveira PESSOA⁴

Dionízia Moura AMORIM⁵

Cássio Melo da SILVA⁶

Patrícia Farias SERAFIM⁷

¹ Autor para correspondência; Graduando em engenharia Florestal pela Universidade Federal do Pará; Rua Coronel José Porfírio, nº 2515, Bairro São Sebastião, CEP: 68372-040, Altamira-Pará-Brasil; alex_souza3@hotmail.com

² Mestre em Ciências Florestais; Faculdade de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Pará; deivisonvs@ufpa.com

³ Mestre em Ciências Florestais; Faculdade de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Pará; fabioleao@ufpa.com

⁴ Graduando em engenharia Florestal pela Universidade Federal do Pará; bruno_sp91@hotmail.com

⁵ Graduando em engenharia Florestal pela Universidade Federal do Pará; dionisia.ma@hotmail.com

⁶ Graduando em engenharia Florestal pela Universidade Federal do Pará; meloufpa.eng@hotmail.com

⁷ Graduando em engenharia Florestal pela Universidade Federal do Pará; engpatricia@hotmail.com

Artigo Científico

Modelagem da relação hipsométrica para um povoamento híbrido de eucalipto, na Amazônia Brasileira

Modelagem da relação hipsométrica para um povoamento híbrido de eucalipto, na Amazônia Brasileira

Resumo – Este trabalho objetivou ajustar modelos hipsométricos tradicionais, para um povoamento híbrido (*Eucalyptus urophylla* vs. *Eucalyptus grandis*) aos 8 anos de idade, no município de Pacajá, Pará. Foram estabelecidas quatro unidades de amostras quadradas de 30 x 30 m, totalizando 3.600 m² de área amostrada, sob o processo de amostragem inteiramente aleatório. Foram testados 18 modelos hipsométricos matemáticos de natureza logarítmica e aritmética. Os critérios de seleção dos modelos foram: i) significância da estatística F da Análise de Variância (ANOVA) da regressão; ii) coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{aj.}$); iii) erro padrão da estimativa (Syx); iv) erro padrão da estimativa em porcentagem (Syx%); v) desvio médio percentual (DMP%) e vi) análise gráfica dos resíduos. A maioria dos modelos apresentou baixos valores de $R^2_{aj.}$, Syx% e DMP%, com destaque para o modelo Linha reta e Assmann. Os modelos Hiperbólico ($\sqrt{DAP^2/(h-1,3)} = 0,3071 + 0,2048 DAP$) e Naslund ($DAP/\sqrt{h} = 0,3426 + 0,2103 DAP$) foram mais apropriados para estimarem a altura da árvore em pé para o híbrido, tendo em vista as melhores medidas de precisão.

Palavras-chave adicionais: *Eucalyptus urophylla* vs. *Eucalyptus grandis*; Modelos hipsométricos; modelos tradicionais.

Abstract - This purpose of this work was to adjust hispsometric traditional models for a 8-year-old hybrid population (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*), in the city of Pacajá, Pará. Four 30x30m squared samples, totalizing 3.600 m² of the sampled area were established, under the entirely random sampling procedure. It tested 18 hipsometric models of arithmetic nature and logarithmic. The selection criteria of the models were i) significance of F statistical of analysis of variance (ANOVA) of regression; ii) adjusted coefficient of determination ($R^2_{aj.}$); iii) standard error of estimates (Syx); iv) standard error of estimates on percentage (Syx%); v) percentual average deviation (PAD%) and vi) graphical analysis of residues. Most of the models presented low values of $R^2_{aj.}$, Syx% and PAD%, with straight line model and Assmann in

31 evidence. The hyperbolic model ($\sqrt{D^2/(h-1,3)} = 0,3071 + 0,2048 D$) and Näslund ($DAP/\sqrt{h} = 0,3426 + 0,2103$
 32 DAP) were more suitable to estimate the height of the standing tree for the hybrid, bearing in mind the best
 33 accuracy of measurement.

34 **Additional keywords:** *Eucalyptus urophylla* vs. *Eucalyptus grandis*; hypsometric model; traditional model.

35 Introdução

36 O eucalipto é a principal espécie plantada no Brasil, contando com aproximadamente 5.102.030
 37 hectares de áreas plantadas, abastecendo principalmente as indústrias de madeira, celulose, papel,
 38 compensado, e siderúrgicas do país. O Estado do Pará até o ano de 2012 estava em 9º lugar entre os
 39 estados brasileiros com plantios de eucaliptos, compreendendo uma área de 159.657 ha, representando
 40 3,13% do território nacional (ABRAF, 2013).

41 Nas últimas décadas, diversos pesquisadores têm despendido esforços em estudar o gênero
 42 *Eucalyptus* sob diversos aspectos e diversificadas condições edafoclimáticas, dada a sua larga escala de
 43 produção e diversidade de utilização. Dentre os inúmeros estudos desenvolvidos destacam-se àqueles
 44 destinados a modelagem da relação hipsométrica (ex.: SOARES et al., 2004, RIBEIRO et al., 2010,
 45 RUFINO et al., 2010, OLIVEIRA et al., 2011; SOUSA et al., 2013), através do ajuste de modelos
 46 matemáticos tradicionais ou genéricos.

47 Os modelos hipsométricos são equações ajustadas que expressam a relação altura-diâmetro da
 48 árvore (SANQUETTA et al., 2009), através dos quais pode-se obter estimativas acuradas da altura da
 49 árvore. A medição da altura em povoamentos florestais é de grande importância para a estimava do volume
 50 e qualificação da produtividade em determinado local, sendo fundamental no planejamento da produção
 51 florestal (RIBEIRO et al., 2010).

52 De modo geral, para o ajuste de modelos hipsométricos tradicionais para florestas plantadas, mede-
 53 se o diâmetro a 1,30 m do solo (DAP) de todas as árvores na parcela amostral, porém selecionam-se
 54 apenas algumas árvores para a mensuração da altura (h). Em seguida, de posse dos pares de valores
 55 h/dap, ajustam-se diversos modelos de relação hipsométrica, selecionando-se aquele (s) mais preciso (s)
 56 para estimativa da altura, com base em diversos critérios estatísticos. De posse do modelo selecionado
 57 pode-se estimar as alturas das árvores que tiveram apenas o diâmetro medido em campo.

58 A modelagem hipsométrica é um aspecto importante a ser considerado nos inventários florestais,
 59 tendo em vista ser a mensuração indireta da altura da árvore uma atividade morosa e com elevada margem
 60 de erro na coleta da informação (SOUSA et al., 2013) e, portanto, altamente dispendiosa.

De acordo com Batista et al. (2014) os padrões hipsométricos diferem para distintos tipos florestais, bem como numa mesma tipologia florestal para distintos sítios, e ainda, dentro de um sítio, em virtude da heterogeneidade ambiental e estrutural, haverá divergentes relações hipsométricas. Neste contexto, torna-se imperiosa a seleção de modelos mais adequados para estimar a altura de cada povoamento plantado, tendo em vista que existem equações que melhor se adaptam a cada povoamento (OLIVEIRA et al., 2011), reduzindo sobremaneira os custos do inventário florestal (BARROS et al., 2002).

Este trabalho teve por objetivo ajustar modelos hipsométricos tradicionais para um povoamento do híbrido (*Eucalyptus urophylla* vs. *Eucalyptus grandis*) na Amazônia brasileira, com fins de indicar àquele(s) que melhor descreva(m) a relação altura-diâmetro.

Metodologia

Localização e caracterização da área de estudo

O estudo foi conduzido em um povoamento híbrido (*Eucalyptus urophylla* vs. *Eucalyptus grandis*) com idade de 8 (oito) anos, estabelecido sob o espaçamento 3 x 3 m. O povoamento pertence à empresa Ipiaçava Indústria e Comércio de Madeiras LTDA, com área total de 13,3629 hectares, localizado às margens da BR-230 (Rodovia Transamazônica), na mesorregião do Sudoeste paraense, Pacajá, Pará, sob coordenadas Latitude: N -03° 38' 59,20473" e Longitude: E -50° 57' 19,45084"(Datum WGS 84).

A região possui clima tropical úmido do tipo "Af", conforme a classificação de Köppen, com estações quentes e chuvosas, caracterizado por umidade relativa do ar de 85%, temperatura anual variando de 21°C a 32°C e índice pluviométrico anual de 2.300 mm, sendo mais frequente nos meses de fevereiro, março e abril. Em agosto, setembro e outubro as chuvas diminuem, formando o período mais seco (IDESP, 2013). O solo é caracterizado como Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico de textura argilosa/muito argilosa e média/argilosa (IBGE, 2012).

Sistema de amostragem

Os dados utilizados neste estudo foram obtidos de um povoamento plantado do híbrido (*Eucalyptus urophylla* vs. *Eucalyptus grandis*). Utilizou-se o processo de amostragem inteiramente aleatório, com uso de 4 (quatro) unidades de amostras quadradas de 30 x30 m, totalizando 3.600 m² de área amostrada. Foram medidos 328 indivíduos. Contudo, para a modelagem da relação h/dap utilizou-se de apenas 278 árvores. Os 50 indivíduos restantes formaram um banco de dados independente para a validação dos modelos através do teste Qui-quadrado (χ^2). Foram mensuradas *in loco* as seguintes variáveis: i) diâmetro a 1,30 m

do solo (DAP), medido com fita diamétrica; e ii) altura total (ht), medida com o auxílio do hipsômetro de Häglof, ajustado para a escala de distância de 10 metros.

Modelos hipsométricos

Foram avaliados 18 modelos tradicionais (aritméticos e logarítmicos) obtidos na literatura (Tabela 1), com intuito de selecionar aquele(s) mais acurado(s) para descrever a relação altura-diâmetro.

Tabela 1 - Modelos hipsométricos tradicionais testados. Hypsometric traditional model tested.

Natureza	M	Modelos	Autor
Aritméticos	1	$h = \beta_0 + \beta_1 DAP + \varepsilon_i$	Modelo da Linha Reta
	2	$h = \beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2 + \varepsilon_i$	Modelo Parabólico
	3	$\sqrt[3]{1/h} = \beta_0 + \beta_1 1/DAP + \varepsilon_i$	Petterson
	4	$1/\sqrt[3]{(h-1,3)} = \beta_0 + \beta_1 1/DAP + \varepsilon_i$	Petterson
	5	$h = \beta_0 + \beta_1 \ln(DAP) + \varepsilon_i$	Henriksen
	6	$h = \beta_0 + \beta_1 1/DAP^2 + \varepsilon_i$	Assmann
	7	$h = \beta_0 + \beta_1 1/DAP + \varepsilon_i$	Curtis
	8	$\sqrt[3]{DAP^2/(h-1,3)} = \beta_0 + \beta_1 DAP + \varepsilon_i$	Naslund
	9	$DAP/\sqrt[3]{h} = \beta_0 + \beta_1 DAP + \varepsilon_i$	Hiperbólico
	10	$h = \beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2 + \varepsilon_i$	Trorey
	11	$DAP^2/(h-1,3) = \beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2 + \varepsilon_i$	Prodan
	12	$DAP^2/h = \beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2 + \varepsilon_i$	Prodan
Logarítmicos	13	$\ln(h-1,3) = \beta_0 + \beta_1 1/DAP + \varepsilon_i$	Pollanschutz
	14	$\ln(h) = \beta_0 + \beta_1 \ln(DAP) + \varepsilon_i$	Stoffels
	15	$\ln(h) = \beta_0 + \beta_1 1/DAP + \varepsilon_i$	Curtis
	16	$\sqrt[3]{1/\ln h} = \beta_0 + \beta_1 1/DAP + \varepsilon_i$	Petterson
	17	$\ln(h) = \beta_0 + \beta_1 \log(DAP) + \varepsilon_i$	Stoffels
	18	$\ln(h) = \beta_0 + \beta_1 \ln(DAP) + \beta_2 (1/DAP) + \varepsilon_i$	Silva (1980)

Em que: h = altura total da árvore (m); DAP = diâmetro medido a 1,30 m do solo (cm); Ln = logaritmo neperiano; Log = Logaritmo; β_0 , β_1 , β_2 = coeficientes da regressão; e ε_i = termo de erro aleatório. Fonte: Donadoni et al., (2010), Rocha et al., (2010), Soares et al., (2004), Sousa et al. (2013), Azevedo et al. (2011), Curto et al., (2014), Araújo et al., (2012 a) e Araújo et al. (2012 b).

CrITÉRIOS estatísticos para a seleção do(s) melhor(es) modelos

Preliminarmente ao ajuste dos modelos hipsométricos realizou-se a análise exploratória dos dados (AED) através da estatística descritiva, visando identificar possíveis erros na medição das variáveis diâmetro a 1,30 m do solo (DAP) e altura total (h) e, ainda, detectar potenciais *outliers*, advindos do processo de medição, ou mesmo, devido às variações biológicas inerentes a cada espécie florestal e de fatores ambientais intrínsecos ao povoamento. Além disso, foi realizado o exame da matriz de correlação

entre as variáveis dependentes e independentes e entre as independentes dos modelos selecionados para o ajuste, com fins de avaliar o grau de associação entre as variáveis do modelo.

Para a seleção da melhor equação hipsométrica analisou-se os seguintes critérios estatísticos: i) significância da estatística F da Análise de Variância (ANOVA) da regressão; ii) coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{aj.}$); iii) erro padrão da estimativa (Sy_x); iv) erro padrão da estimativa em porcentagem ($Sy_x\%$); v) desvio médio percentual (DMP%); vi) análise gráfica dos resíduos (THOMAS et al., 2006; MIGUEL & LEAL, 2012). A análise de resíduos foi realizada plotando-se o erro residual em função do diâmetro a 1,30 m do solo (DAP). Além disso, avaliou-se a significância estatística dos coeficientes da regressão através do teste t.

O Coeficiente de determinação (R^2) expressa a quantidade da variação total que é explicada pela regressão (MACHADO et al., 2008), sendo calculado pela expressão:

$$R^2 = [1 - (SQ_{\text{resíduo}} / SQ_{\text{total}})] (1)$$

Em que R^2 = coeficiente de determinação; $SQ_{\text{resíduo}}$ = soma de quadrados de resíduos da regressão; e SQ_{total} = soma de quadrados totais da regressão.

Os valores de R^2 foram reajustados para que os modelos fossem comparáveis, tendo em vista os diferentes graus de liberdades entre os modelos testados. O Coeficiente de determinação ajustado foi calculado através da expressão matemática:

$$R^2_{\text{ajustado}} = 1 - [((n - 1)/(n - p)) \cdot (SQ_{\text{resíduo}} / SQ_{\text{total}})] (2)$$

Em que R^2_{ajustado} = coeficiente de determinação ajustado; n = número de dados observados; p = número de coeficientes do modelo; $SQ_{\text{resíduo}}$ = soma de quadrados de resíduos da regressão; e SQ_{total} = soma de quadrados totais da regressão.

O teste de F é uma estatística obtida por meio da análise de variância da regressão, que tem por finalidade indicar se existe diferença significativa no ajuste a determinado nível de probabilidade, por meio da comparação do valor de F calculado com o valor de F tabelado. De acordo com Valente et al. (2011), quando o valor do teste F for maior que o F tabelado, rejeita-se a hipótese de não haver regressão, isto é, o modelo é significativo a determinado nível de significância, e conclui-se que pelo menos uma variável independente esteja relacionada com o valor da variável dependente. Thomas et al., (2006), citam que o valor de F da ANOVA (Análise de Variância) pode ser utilizado como um dos parâmetros estatísticos na determinação do melhor modelo matemático.

O Erro Padrão da Estimativa indica a precisão do ajuste de um modelo matemático ao medir a dispersão média entre os valores observados e estimados ao longo da linha da regressão (THOMAS, 2006). O Erro Padrão da Estimativa foi calculado através da expressão matemática:

$$S_{xy} = \sqrt{QM_{\text{resíduo}}} \quad (3)$$

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

Quando a variável dependente sofre algum tipo de transformação, é necessário que se faça o recálculo do S_{yx} , para que se possam comparar estatisticamente as equações que foram transformadas com as outras que não foram (MACHADO et al., 2008). Esse recálculo é efetuado pela seguinte fórmula:

$$S_{xy} \text{ recalculado} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y})^2 / (n - p)} \quad (4)$$

Em que y_i = valor real de cada observação; $\hat{y}_i$ = valor estimado de cada observação; n = número de dados; p = número de coeficientes de cada equação, incluindo b_0 .

Porém quando a variável dependente sofre uma transformação logarítmica, ao se efetuar a operação inversa para se obter a variável de interesse, ocorre uma discrepância, devido à transformação matemática, e para correção dessa discrepância é necessário multiplicar a altura encontrada pelo fator de correção de Meyer (FCM), antes de proceder o recálculo do S_{yx} (MACHADO et al., 2008). Essa correção é efetuada através da seguinte fórmula:

$$FCM = e^{0,5S_{yx}^2}$$

Em que e = 2,718281828; S_{yx} = erro padrão da estimativa.

A análise da distribuição gráfica dos valores residuais é um critério importante, pois possibilita a verificação do ajuste da equação ao longo da amplitude dos dados, permitindo detectar se há ou não tendenciosidade na estimativa da variável dependente ao longo da linha de regressão, ou seja, se a dispersão dos pontos ao longo do eixo da variável independente indica de forma clara se o ajuste subestima ou superestima a variável dependente. Sendo determinante na avaliação da qualidade das estimativas, para tomada de decisão quanto à utilização ou não do modelo (RUFINO et al., 2010).

Os resíduos de um modelo de regressão linear têm uma relação muito forte com a qualidade do ajuste feito, bem como a confiabilidade dos testes estatísticos sobre os parâmetros do modelo, ou seja, é imprescindível para verificação da qualidade dos ajustes de modelos (CHARNET et al., 2008). A análise de resíduos é imprescindível para estudar a heterogeneidade de variâncias, a independência de erros e a presença de *outliers* (RESENDE, 2007).

170 Validação dos modelos selecionados

171 Foi realizado o teste Qui-quadrado (χ^2), ao nível de 5% de probabilidade, com banco de dados
 172 independente constituído de 50 árvores, em duas situações: i) para avaliar a precisão das estimativas das
 173 alturas pelos modelos ajustados com as respectivas alturas reais; e ii) para avaliar a existência ou não de
 174 diferença estatística nas estimativas das alturas entre os modelos com melhores medidas de precisão,
 175 através da seguinte fórmula:

$$176 \quad \chi^2 = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 / \hat{y}_i$$

177 Na primeira situação: y_i = altura real das árvores; e $\hat{y}_i$ = altura estimada das árvores pelos modelos
 178 ajustados. As hipóteses testadas foram: *Hipótese de nulidade*: as alturas estimadas pelos modelos
 179 hipsométricos são estatisticamente iguais as alturas reais obtidas em campo; e *Hipótese alternativa*: as
 180 alturas estimadas pelos modelos hipsométricos são diferentes, estatisticamente, das alturas reais obtidas
 181 em campo. Na segunda situação: y_i = altura estimada por um modelo considerado acurado; e $\hat{y}_i$ = altura
 182 estimada por outro modelo com boa acuracidade. As hipóteses testadas foram: *Hipótese de nulidade*: as
 183 alturas estimadas por um modelo hipsométrico acurado são estatisticamente iguais as alturas estimadas por
 184 outro modelo com boa precisão; e *Hipótese alternativa*: as alturas estimadas por um modelo hipsométrico
 185 acurado não são estatisticamente iguais as alturas estimadas por outro modelo com boa precisão.

186

187 Resultados e discussão

188 Estatística descritiva e matriz de correlação

189 A análise descritiva das variáveis dendrométricas utilizadas na modelagem da relação hipsométrica
 190 (tabela 2) reporta elevada variabilidade nos valores de diâmetro das árvores, porém a variável altura
 191 mostrou coeficiente de variação menor do que 10%.

192 **Tabela 2** - Estatística descritiva das variáveis dendrométricas para um povoamento híbrido (*Eucalyptus*
 193 *urophylla* vs. *Eucalyptus grandis*), no município de Pacajá, Pará. Descriptive statistics of dendrometrical
 194 variables for a hybrid population (*Eucalyptus urophylla* vs. *Eucalyptus grandis*), in the city of Pacajá, Pará.

Variáveis	Parâmetros				
	Média	Sd	CV (%)	Mínimo	Máximo
Diâmetro	14,25	3,62	25,36	6,68	23,87
Altura	19,30	1,56	8,10	12,00	22,80

195 Em que: Sd = desvio padrão; CV (%) = coeficiente de variação.

De acordo com Rufino et al. (2010), uma maior heterogeneidade dos valores de altura e diâmetro certamente implicará em uma diminuição da correlação entre estas variáveis.

Azevedo et al. (2011) mencionam que povoamentos sem ocorrência de tratos silviculturais, por exemplo, desrama e desbaste, podem ser possíveis razões de um povoamento apresentar uma correlação muito baixa entre as variáveis diâmetro e altura, isto é, em povoamentos mal conduzidos e formados ou em sítios não definidos, provavelmente haverá uma fraca correlação devido a maior heterogeneidade da população em estudo. O povoamento em questão não foi devidamente conduzido, durante dois últimos anos, com falta de tratos silviculturais, como limpeza da área, poda e desrama.

A análise da relação das variáveis dependentes com as variáveis independentes e entre as variáveis independentes foi significativa ao nível de 1% de probabilidade, para todos os casos (Tabela 3).

206

Tabela 3 - Matriz de correlação entre variáveis dependentes e independentes e entre as variáveis independentes das equações hipsométricas ajustadas para um povoamento híbrido (*Eucalyptus urophylla* vs. *Eucalyptus grandis*), no município de Pacajá, Pará. Correlation matrix between dependent and independent variables and between independent variables of hispsometric adjusted equations for a hybrid population (*Eucalyptus urophylla* vs. *Eucalyptus grandis*) in the city of Pacajá, Pará.

	<i>DAP</i>	<i>DAP</i> ²	<i>Ln(DAP)</i>	<i>1/DAP</i> ²	<i>1/DAP</i>	<i>Log(DAP)</i>
<i>H</i>	0,74**	0,69**	0,78**	-0,74**	-0,79**	-
$1/\sqrt[3]{(h-1,3)}$	-	-	-	-	0,82**	-
<i>DAP</i> ² / <i>h</i>	0,99**	-	-	-	-	-
<i>Ln(h-1,3)</i>	-	-	-	-	-0,81**	-
<i>Ln(h)</i>	-	-	0,79**	-	-0,81**	0,79**
$\sqrt[3]{(1/h)}$	-	-	-	-	0,82**	-
$\sqrt[3]{[DAP^2/(h-1,3)]}$	0,99**	-	-	-	-	-
<i>DAP</i> ² / $\sqrt[3]{(h-1,3)}$	0,98**	0,99**	-	-	-	-
<i>DAP</i> ² / <i>h</i>	0,98**	0,99**	-	-	-	-
$\sqrt[3]{(1/Ln\ h)}$	-	-	-	-	0,82**	-
<i>DAP</i>	-	0,99**	-	-	-	-
<i>1/DAP</i>	-	-	-0,97**	-	-	-

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p \leq 0,01$)

A transformação da variável *DAP* para seu inverso e logaritmo neperiano ocasionou uma melhora na relação com a altura. No entanto, a variável altura transformada mostrou melhores correlações com às variáveis independentes, notadamente, na relação *DAP* e *DAP*²/*h*, cujas variáveis estão constituídas no modelo Hiperbólico (modelo 9). Fato similar, ocorreu na relação *DAP* e $\sqrt[3]{[DAP^2/(h-1,3)]}$, cujas variáveis

217 estão constituídas no modelo Naslund (modelo 8) e também nas relações de DAP e DAP^2 com $DAP^2/(h -$
 218 $1,3)$ ou DAP^2/h , relativas aos modelos de Prodan (modelos 11 e 12, respectivamente).

219 Sanquetta et al. (2014) reportaram resultados semelhantes em seu estudo sobre relação
 220 hipsométrica em inventários pré-corte em povoamentos de *Acacia mearnsii* De Wild., ao observarem que a
 221 correlação da altura-diâmetro, em sua forma natural ou transformada, foi significativa ($p \leq 0,05$), para todos
 222 os casos, afirmando que a transformação da variável diâmetro para seu inverso, inverso ao quadrado e
 223 logarítmica ocasionou uma melhora na relação com a altura.

224 Por outro lado, detectou-se alta correlação entre as variáveis independentes DAP com DAP^2 e
 225 $\ln DAP$ com $1/DAP$ nas equações de Prodan (modelos 11 e 12) e Silva (1980) (modelo 18),
 226 respectivamente, fato não interessante em regressão, uma vez que, poderá ocasionar não significância nas
 227 estimativas dos coeficientes das equações devido à existência de multicolinearidade.

228 A multicolinearidade é um problema comum em regressões, em que as variáveis independentes
 229 possuem relações lineares exatas ou aproximadamente exatas. Na presença de correlação alta entre
 230 variáveis independentes, os coeficientes de regressão estimados tendem a ser imprecisos e as estimativas
 231 dos coeficientes podem oscilar consideravelmente. O indício mais claro da existência da multicolinearidade
 232 é quando o coeficiente de determinação (R^2) mostra-se bastante alto, porém nenhum dos coeficientes da
 233 regressão é estatisticamente significativo, através do teste t. As prováveis consequências da
 234 multicolinearidade em modelos de regressão são de erros-padrão elevados no caso de multicolinearidade
 235 moderada ou severa e, ainda, a impossibilidade de qualquer estimação se a multicolinearidade for perfeita
 236 (GONZÁLES & FORMOSO, 2000).

237

238 Modelos ajustados

239 As estimativas dos coeficientes da regressão e suas significâncias através do teste (t) e as
 240 estatísticas de ajuste e precisão dos modelos hipsométricos estão apresentadas nas tabelas 4 e 5,
 241 respectivamente.

242 A estatística F mostrou-se significativa ao nível de 1% de probabilidade para todos os modelos
 243 hipsométricos ajustados, rejeitando-se a hipótese de não haver regressão, isto é, os modelos são
 244 significativos ao nível de probabilidade estabelecido e, portanto, conclui-se que pelo menos uma variável e
 245 independente esteja relacionada com um valor da variável dependente. Os maiores valores do teste F foram
 246 observados para os modelos de Hiperbólico (modelo 9), Prodan (modelo 12 e 11) e Naslund (modelo 8),
 247 respectivamente.

Os 18 modelos ajustados mostraram baixos valores de erro padrão de estimativa (Syx%) variando entre 2,44 e 5,74%. O modelo Hiperbólico teve menor valor de erro padrão (Syx% = 2,44). Enquanto que, a maior parte dos modelos mostrou valores de erro-padrão superiores a 4%.

Tabela 4 - Valores dos coeficientes dos modelos hipsométricos ajustados para um povoamento híbrido (*E. urophylla* vs. *E. grandis*), no município de Pacajá-Pará. Coefficient values of the hypsometric adjusted models for a hybrid population (*Eucalyptus urophylla* vs. *Eucalyptus grandis*), in the city of Pacajá, Pará.

Nº	Modelo	β_0	β_1	β_2
1	Linha reta	14,7504 ($p = 6,5845E-155$)	0,3194 ($p = 3,99207E-49$)	–
2	Parabólico	10,3461 ($p = 8,97402E-39$)	1,0004 ($p = 1,21514E-20$)	-0,0245 ($p = 2,24436E-11$)
3	Petterson	0,2041 ($p = 7,1622E-296$)	0,3168 ($p = 1,58115E-69$)	–
4	Petterson	0,3535 ($p = 0$)	0,3775 ($p = 3,46491E-69$)	–
5	Henriksen	8,1091 ($p = 3,62165E-37$)	4,2726 ($p = 5,84407E-58$)	–
6	Assmann	20,5881 ($p = 0$)	-198,1392 ($p = 8,04892E-50$)	–
7	Curtis	0,1786 ($p = 1,63706E-41$)	2,2176 ($p = 1,1878E-262$)	–
8	Naslund	0,3426 ($p = 3,6416E-197$)	0,2103 ($p = 2,5422E-198$)	–
9	Hiperbólico	0,3071 ($p = 3,84125E-41$)	0,2048 ($p = 1,0804E-271$)	–
10	Trorey	10,3461 ($p = 8,97402E-39$)	1,0004 ($p = 1,21514E-20$)	-0,0245 ($p = 2,24436E-11$)
11	Prodan	0,356 ($p = 0,417102224$)	0,1051 ($p = 0,103221048$)	0,0457 ($p = 1,1534E-55$)
12	Prodan	0,2755 ($p = 0,47310171$)	0,0962 ($p = 0,088130958$)	0,0431 ($p = 4,41788E-61$)
13	Pollanschutz	3,1049 ($p = 0$)	-2,8676 ($p = 4,81805E-67$)	–
14	Stoffels	2,3375 ($p = 4,4979E-193$)	0,2363 ($p = 2,45698E-60$)	–
15	Curtis	3,1589 ($p = 0$)	-2,6540 ($p = 1,50755E-66$)	–
16	Petterson	0,6803 ($p = 0$)	0,2177 ($p = 2,50301E-69$)	–
17	Stoffels	2,3375 ($p = 4,4979E-193$)	0,5442 ($p = 2,45698E-60$)	–
18	Silva (1980)	3,1411 ($p = 3,39712E-59$)	0,0052 ($p = 0,905074352$)	-2,5991 ($p = 9,81453E-08$)

β_0 , β_1 , β_2 , β_3 = coeficientes da regressão; p -value: indica o nível de significância do teste t para cada coeficiente da regressão ($\alpha = 0,05$).

256

257 **Tabela 5** - Valores dos parâmetros de precisão, para um povoamento híbrido (*Eucalyptus urophylla* vs.
 258 *Eucalyptus grandis*), no município de Pacajá-Pará. Values of accuracy, for a hybrid population (*Eucalyptus*
 259 *urophylla* vs. *Eucalyptus grandis*) in the city of Pacajá. Pará.

Nº	Modelo	F	R ² aj	Syx	Syx%	DMP%	$\chi^2_{\text{calc.}}$	FCM
1	Linha reta	330,75	0,54	1,06	5,48	8,92	7,58	-
2	Parabólico	218,29	0,61	0,98	5,06	0,27	2,59	-
3	Petterson*	576,16	0,67	0,93	4,81	0,06	2,76	-
4	Petterson*	571,34	0,67	0,93	4,80	0,07	2,76	-
5	Henriksen	426,85	0,61	0,97	5,01	0,27	2,77	-
6	Assmann	337,82	0,55	1,11	5,74	0,28	3,21	-
7	Curtis	451,42	0,62	0,93	4,84	0,25	2,82	-
8	Naslund*	21073,18	0,99	0,93	4,81	0,07	2,75	-
9	Hiperbólico*	24549,27	0,99	0,08	2,44	0,08	2,75	-
10	Trorey	218,29	0,61	0,98	5,06	0,27	2,59	-
11	Prodan*	8719,87	0,98	0,93	4,83	-0,03	3,36	-
12	Prodan*	10069,86	0,99	0,93	4,83	-0,01	3,41	-
13	Pollanschutz*	541,62	0,66	0,99	5,13	1,57	2,77	1.0145
14	Stoffels*	455,21	0,62	1,06	5,50	1,54	2,82	1.0140
15	Curtis*	534,9	0,66	0,97	5,05	1,38	2,77	1.0126
16	Petterson*	573,33	0,67	0,93	4,80	0,08	2,76	1.0001
17	Stoffels*	455,21	0,62	1,06	5,50	1,54	2,82	1.0140
18	Silva (1980)*	266,5	0,66	0,98	5,06	1,39	2,76	1.0126

260 F = valor calculado do teste F; R²aj= Coeficiente de determinação ajustado; Syx=Erro padrão da estimativa (m); Syx%=
 261 Erro padrão da estimativa em porcentagem; DMP%= Desvio médio percentual; χ^2 = Valor calculado de teste Qui-
 262 quadrado; FCM= Fator de correção de Meyer. *Erro padrão da estimativa recalculado.

263

264 A maioria dos modelos ajustados apresentou valores de coeficiente de determinação ajustado (R²aj)
 265 inferiores a 70%. Campos & Leite (2006) afirmam que em se tratando de relações hipsométricas, é comum
 266 que o valor de R²aj não ultrapasse 80%, isto porque, a correlação altura/diâmetro não é tão forte quanto à
 267 relação altura/volume. Não obstante, para este estudo quatro modelos (Hiperbólico, Prodan [modelo 12 e
 268 modelo 11] e Naslund) mostraram valores de R²aj superiores a 90%, indicando o elevado grau de
 269 explicação das variáveis dependentes pelas variáveis independentes dos modelos. Rufino et al. (2010)
 270 estudando a relação hipsométrica em um povoamento de híbridos de *Eucalyptus Urophylla* conduzido sobre
 271 o sistema de rebrota após 7 anos no município de Niquelândia, no estado de Goiás, observaram valores
 272 baixos e semelhantes a este estudo para os modelos de Trorey (61%), Linha Reta (55%) e Curtis (64%).

273 Por outro lado, embora os modelos de Prodan (11 e 12), ainda que tenham mostrado boas
 274 estatísticas de precisão, sobretudo, quando comparado aos modelos de Assmann e Linha Reta, tiveram os

275 coeficientes da regressão β_0 e β_1 não significativos, através do teste t ($\alpha = 0,05$), desconsiderando, assim,
 276 os modelos de Prodan para a estimativa da altura.

277 Batista et al. (2001) estudando a relação hipsométrica em um povoamento de *Eucalyptus grandis*,
 278 aos seis anos de idade, no município de Anhembi, Estado de São Paulo, observaram valores superiores de
 279 R^2_{aj} em relação a este estudo, para os modelos Linha reta (73,4%), Parabólico (78,0%), Stoffels (75,4%),
 280 Curtis (78,8%) e Henriksen (78,8), porém, para o modelo Hiperbólico o R^2_{aj} foi inferior (78,7%). Moraes Neto
 281 et al. (2010) observaram valores superiores de R^2_{aj} . aos deste estudo, para os modelos Linha reta (80,0% e
 282 87,0%), Parabólico (81,0% e 88,0%), Stoffels (84,0% e 90,0%) e Henriksen (77,0% e 84,0%), para os
 283 povoamentos de *Eucalyptus cloeziana* e de híbrido de *Eucalyptus urophylla* vs. *grandis*, respectivamente,
 284 aos 18 meses de idade, em Planaltina, Distrito Federal, e o R^2_{aj} foi inferior para o modelo Assmann (32,0%
 285 e 25,0%) e semelhante para o modelo Hiperbólico ($R^2_{aj} = 93,0\%$ e $95,0\%$), respectivamente.

286 Sousa et al. (2013) estudando a relação hipsométrica para povoamentos de *Eucalyptus urophylla*
 287 sob alto fuste e talhadia aos 5 anos de idade numa fazenda do distrito de Pradoso pertencente ao município
 288 de Vitória da Conquista, Bahia, observaram nos plantios sob alto fuste valores inferiores de R^2_{aj} para os
 289 modelos Linha reta (40,9%), Henriksen (43,3%), Assmann (40,2%), Parabólico (40,2%), Prodan (81,9%),
 290 Curtis (43,1%), Stoffels (43,1%) e Silva (1980) (41,4%), em relação a este estudo. Nos Plantios sob
 291 talhadia, observaram valores inferiores para os modelos Henriksen (17,9%), Curtis (55,2%) e Silva (1980)
 292 (54,7%), enquanto que houve semelhanças para os modelos Linha reta (55,6%), Assmann (50,8%),
 293 Parabólico (54,4%), Prodan (93,8%) e Stoffels (56,1%). Curto et al. (2014), observaram valor inferior para o
 294 modelo Naslund (74,8%), para uma floresta estacional semidecidual no município de Guaçuí, estado de
 295 Espírito Santo. De maneira geral, foi possível detectar nos estudos citados a superioridade dos modelos de
 296 Prodan e Hiperbólico e a inferioridade dos modelos de Linha reta, Assmann e Parabólico, em termos de
 297 coeficiente de determinação ajustado, resultados que corroboram com este estudo.

298 Outro estudo semelhante a este foi realizado por Santos et al. (2014) estudando a relação
 299 hipsométrica de um plantio do híbrido (*Eucalyptus urophylla* vs. *Eucalyptus grandis*) aos seis anos de idade
 300 no município de Moju no estado do Pará, mas diferentemente observaram valores inferiores em relação a
 301 este estudo para os modelos de Linha reta (28,68%), Assmann (29,35%), Parabólico (28,88%), Henriksen
 302 (29,52%) Curtis (31,57%), Stofells (30,91%), Prodan (79%) e Hiperbólico (80,60%). Contudo destaca-se a
 303 superioridade do modelo Hiperbólico, corroborando com este trabalho.

304 Resultados semelhantes a este estudo foram identificados para outras espécies florestais, não
 305 pertencentes ao gênero *Eucalyptus*. Sanquetta et al. (2014) estudando a relação hipsométrica em um

306 povoamento de híbridos de *Acacia mearnsii* De Wild, aos sete anos de idade conduzido sobre o sistema de
 307 rebrota nos municípios de Cristal e Piratini no Rio Grande do Sul observaram valores baixos e semelhantes
 308 de R^2_{aj} a este estudo para os modelos de Curtis (61%) e Stofells (56%). Da mesma forma Caldeira et al.
 309 (2002) estudando povoamentos de *Acacia mearnsii* com diferentes idades de 2 a 8 anos, na região
 310 sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul, observaram valores parecidos para os modelos Curtis [modelo
 311 15 (73%) e modelo 7 (68%)] e modelo Asmam (46%). Rossi et al. (2011), para povoamentos de *Tectona*
 312 *grandis* L. F. entre 1 e 5 anos e 26 anos de idade no município de Monte Dourado, Pará, constataram
 313 valores de R^2_{aj} análogos para o modelo de Curtis (66%).

314 Barros et al. (2002) estudando Plantações de *Pinus oocarpa* de idades entre 5 e 25 anos no
 315 município de Agudos do Estado de São Paulo, encontraram valores similares para os modelos Henriksen
 316 (63,80%), Trorey (63,66%), Curtis [modelos 7 (62,80%) e 15 (64,95%)], Stofells (63,9%) e Linha Reta
 317 (59,84). Araújo et al. (2012 b) ajustando modelos hipsométricos para plantios desde a década de 1970 de
 318 *Pinus* sp. nos municípios de Urucaia e Chapada Gaúcha no estado de Minas Gerais, também constataram
 319 valores de R^2_{aj} similares a este estudo para os modelos Petterson (71,6%) e Naslund (92,5%).

320 Os estudos de relação hipsométrica para o gênero *Eucalyptus* mencionados anteriormente
 321 (MORAES NETO et al. 2010; RUFINO et al. 2010; SOUSA et al. 2013) reportaram valores superiores de
 322 $Syx\%$ para todos os modelos comuns a este estudo. Moraes Neto et al. (2010) observaram valores de
 323 $Syx\%$ que variaram entre 10,0% e 30,0%. Sousa et al., (2013) observaram valores de $Syx\%$ que variaram
 324 entre 5,0% e 10,0%. Rufino et al., (2010) observaram valores de $Syx\%$ que variaram entorno de 10,0%.

325 Os valores de desvio médio percentual (DMP%) mostraram-se altamente dispersos entre os
 326 modelos ajustados, variando entre -0,03% a 8,92%. Os modelos de Petterson (3, 4 e 16), Prodan (11 e 12),
 327 Naslund e Hiperbólico mostraram melhores resultados de DMP, cujos valores foram abaixo de $\pm 1\%$. Além
 328 disso, a distribuição dos resíduos para estes modelos mostrou-se mais homogênea e próxima da média
 329 zero. Ademais, as análises da distribuição dos resíduos da maioria dos modelos ajustados mostraram uma
 330 leve heterogeneidade, superestimando mais nas primeiras classes de diâmetros, sendo mais acurado nas
 331 ultimas classes. O modelo linha reta apresentou uma tendência sistemática negativa muito expressiva na
 332 distribuição de seus resíduos, superestimando o volume nas primeiras classes de diâmetro (Figura 1).

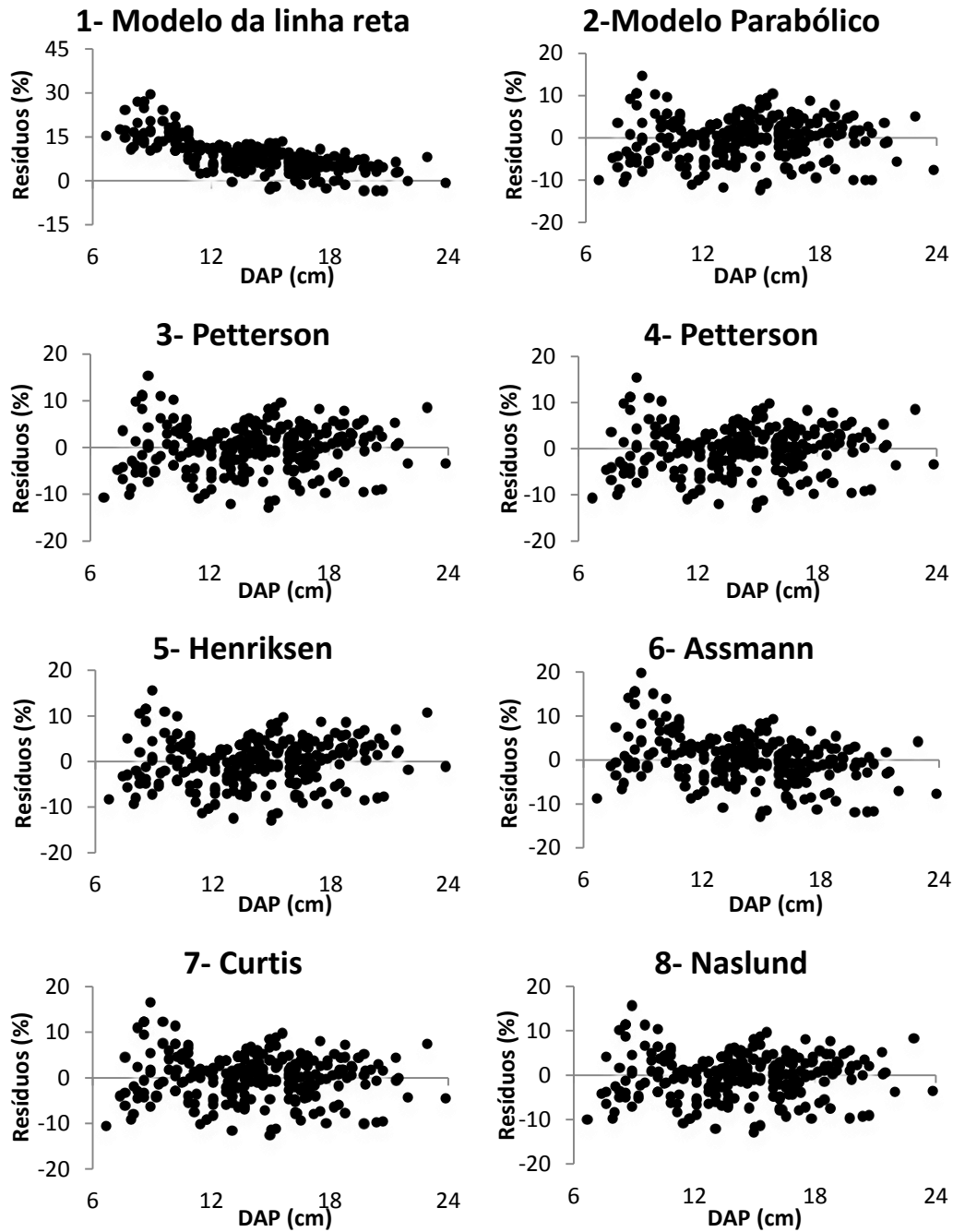


Figura 1 - Distribuição de resíduos dos modelos Tradicionais utilizados para o ajuste de equações para determinação da altura de um povoamento híbrido (*Eucalyptus urophylla* vs. *Eucalyptus grandis*), no município de Pacajá, Pará. Residual distribution of Traditional models used to fit equations to determine the height of a hybrid population (*Eucalyptus urophylla* vs. *Eucalyptus grandis*), in the city of Pacajá, Pará.

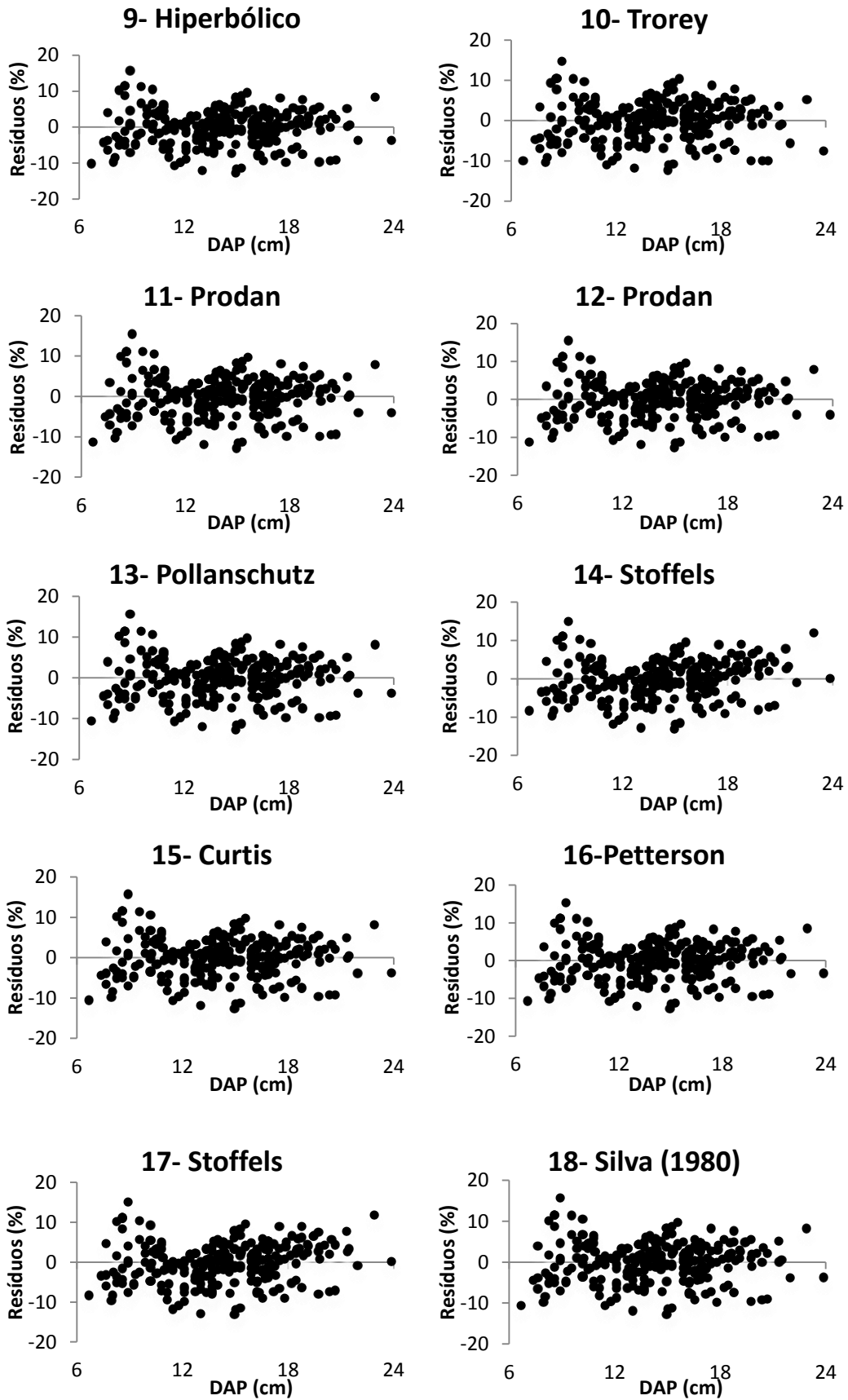


Figura 1. Continuação.... Continuation....

349 No que diz respeito à distribuição dos resíduos, os estudos reportados anteriormente para o gênero
 350 *Eucalyptus* mostraram resultados semelhantes a este trabalho. Moraes Neto et al. (2010) constataram que
 351 dentre outros o hiperbólico foi um dos modelos que melhor aderiu ao eixo horizontal no gráfico de
 352 distribuição dos resíduos para o híbrido (*Eucalyptus urophylla* vs. *Eucalyptus grandis*) e para *Eucalyptus*
 353 *cloeziana*, enquanto que os modelos polinomiais a exemplo da Linha Reta, Parabólico e Trorey estão entre
 354 os modelos que apresentaram maiores dispersões dos resíduos. De acordo com Batista et al. (2001), a
 355 representação da curvatura da relação altura-diâmetro por estes modelos é bastante artificial, com
 356 extrapolação ligeiramente fora da amplitude da amostra, resultando em grandes erros nas estimativas.
 357 Rufino et al. (2010), também reportaram uma leve tendenciosidade em superestimar os valores observados
 358 de DAP e altura, sendo esta tendenciosidade mais acentuada nos modelos de Stoffels e Linha Reta. Sousa
 359 et al. (2013) reportaram para os modelos selecionados (Henriksen, Parabólico, Prodan, Stoffels) boa
 360 distribuição gráfica dos resíduos em torno da média, porém, diferentemente ao observado neste estudo, não
 361 verificaram a ocorrência de tendências em superestimar ou subestimar a variável altura total em função da
 362 variável DAP.

363 Assim, considerando-se a significância dos coeficientes da regressão e as melhores medidas de
 364 precisão de ajuste dos modelos hipsométricos e uma distribuição de resíduos aleatória e homogênea em
 365 torno da média zero, o modelo de Hiperbólico e Naslund se mostraram mais acurados para as estimativas
 366 de altura total para o povoamento mostrando melhores parâmetros estatísticos, assim consideraram-se
 367 estes os modelos mais acurados para a estimativa da altura do híbrido (*Eucalyptus urophylla* vs. *Eucalyptus*
 368 *grandis*).

369 Donadoni et al. (2010) reportaram resultados semelhantes a este estudo ao selecionarem o modelo
 370 hiperbólico, como melhor modelo para estimar a altura nos povoamentos de *Pinus caribaea* var.
 371 *hondurensis* ($R^2_{aj.} = 89,60\%$ e $Sy\% = \pm 3,94\%$), e *Pinus tecunumanii* ($R^2_{aj.} = 97,3\%$ e $Sy\% = \pm 6,32\%$), no
 372 município de Vilhena, Estado de Rondônia com ambos possuindo 12 anos de idade. Moraes Neto et al.,
 373 (2010) selecionaram o modelo hiperbólico como um dos melhores para estimar a altura do híbrido
 374 *Eucalyptus urophylla* vs. *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus cloeziana*, aos 18 meses na Embrapa Cerrado em
 375 Planaltina-DF. Santos et al. (2014) estudando a relação hipsométrica em um plantio do híbrido (*Eucalyptus*
 376 *urophylla* vs. *Eucalyptus grandis*) aos seis anos de idade no município de Moju no estado do Pará
 377 selecionaram o modelo Hiperbólico como um dos melhores modelos. Araújo et al. (2012 b) selecionaram o
 378 modelo Naslund como melhor equação para estimar a altura de *Pinus* sp. em plantios estabelecidos desde
 379 a década de 1970 nos municípios de Urucaia e Chapada Gaúcha no estado de Minas Gerais. Trautenmüller

et al. (2014) selecionaram o modelo de Naslund como melhor equação para povoamentos de floresta estacional Decidual nos municípios de Frederico Westphalen e Iraí no estado do Rio Grande do Sul.

De modo divergente, Soares et al. (2004) ao realizarem ajustes para um povoamento de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden com idades variando entre 4 e 7,1 anos de idade, em Guataporã, São Paulo, selecionaram o modelo de Stoffels [$\ln(h) = 1,56207 + 0,56904 \ln(DAP)$], tendo em vista as melhores medidas de precisão do ajuste ($R^2_{aj.} = 72,98\%$, $Sy_x = \pm 2,0 \text{ m} = \pm 10,1\%$). Rocha et al. (2010) reportaram em seu estudo com *Eucalyptus urophylla* com 5 anos de idade, no Planalto da Conquista, Bahia, que os modelos Parabólico e Prodan (1 e 4) apresentaram boas estatísticas de ajuste para estimativa da altura. Rufino et al. (2010) citaram o modelo de Trorey ($h = 5,92481 + 3,38051DAP - 0,09787DAP^2$) como sendo aquele com melhores ajustes em povoamento de *Eucalyptus urophylla* conduzido sob regime de rebrota após 7 anos ($R^2_{aj.} = 60,56\%$, $Sy_x = \pm 2,14 \text{ m} = \pm 10,16\%$). Sousa et al. (2013) indicaram os modelos Henriksen e Parabólico para a estimativa da variável altura total em povoamento de *Eucalyptus urophylla* conduzido sob regime de alto fuste e o modelo de Prodan em povoamento conduzido sob regime de talhadia em Vitória da Conquista, Bahia, aos 5 anos de idade.

De modo geral, constatou-se superioridade dos modelos deste estudo, em termos de medidas de precisão do ajustamento, em comparação com as equações hipsométricas selecionadas por outros estudos. Por exemplo, os modelos de Trorey, Stoffels, Henriksen e Parabólico selecionados nos estudos de Rufino et al. (2010), Soares et al. (2004) e Sousa et al. (2013), respectivamente, mostraram valores de R^2_{aj} e Sy_x (%) inferiores aos dos modelos ajustados neste estudo. Por outro lado, ressalta-se que os estudos supracitados não ajustaram os modelos Hiperbólico e Naslund.

O teste Qui-quadrado (χ^2) realizado para validar os modelos selecionados revelou que as alturas reais não diferem estatisticamente dos respectivos valores das alturas estimadas pelas equações selecionadas Hiperbólico ($\chi^2_{calc} = 2,59$; $\chi^2_{tab} = 67,50$) e Naslund ($\chi^2_{calc} = 1,80$; $\chi^2_{tab} = 67,50$), e ainda não houve diferença estatística entre os dois modelos selecionados ($\chi^2_{calc} = 3,59$; $\chi^2_{tab} = 67,50$), informando-se que ambos os modelos são adequados para estimarem a altura do híbrido.

Conclusões

Os modelos de relação hipsométrica Hiperbólico ($\sqrt{DAP^2/(h-1,3)} = 0,3071 + 0,2048 DAP$) e Naslund ($DAP/\sqrt{h} = 0,3426 + 0,2103 DAP$) mostraram as melhores medidas de precisão para a relação altura-diâmetro, com pequena vantagem para o Hiperbólico devido ao seu menor valor de erro padrão de

410 estimativa. Portanto, ambos os modelos mostraram-se apropriados para a estimativa da altura do híbrido
 411 (*Eucalyptus urophylla* vs. *Eucalyptus grandis*) nas condições de solos Amazônicos estudadas.

412

413 Referências bibliográficas

414

415 ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF 2013 ano base 2012**. Brasília: ABRAF, 2013. 142p.

416

417 ARAÚJO, E. J. G.; PELISSARI, A. L.; DAVID, H. C.; SCOLFORO, J. R. S.; NETTO, S. P.; MORAIS, V. A.
 418 Relação hipsométrica para candeia (*Eremanthus erythropappus*) com diferentes espaçamentos de plantio
 419 em Minas Gerais, Brasil. **Pesq. flor. bras.**, Colombo, v. 32, n. 71, p. 257-268, jul./set. 2012.

420

421 ARAÚJO, E. J. G.; PELISSARI, A. L.; DAVID, H. C.; MIRANDA, R. O. V.; NETTO, S. P.; MORAIS, V. A.;
 422 SCOLFORO, J. R. S. Relações dendrométricas em fragmentos de povoamentos de pinus em Minas Gerais.
 423 **Pesq. flor. bras.**, Colombo, v. 32, n. 72, p. 355-366, out./dez. 2012 b.

424

425 AZEVEDO, T. L.; MELLO, A. A.; FERREIRA, R. A.; SANQUETTA, C. R.; NAKAJIMA, N. Y. Equações
 426 hipsométricas e volumétricas para um povoamento de *Eucalyptus* sp. localizado na FLONA do Ibura,
 427 Sergipe. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.1, p.105-112, jan. -mar., 2011

428

429 BARROS, D.A.; MACHADO, S. A.; ACERBI JUNIOR, F.W.; SCOLFORO, J.R.S. Comportamento de
 430 modelos hipsométricos tradicionais e genéricos para plantações de *Pinus oocarpa* em diferentes
 431 tratamentos. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 45. p. 3-28, 2002.

432

433 BATISTA, J. L.F.; COUTO, H. T. Z.; FILHO, D. F. S. **Quantificação de recursos florestais: árvores,**
 434 **arvoredos e florestas**. 1 ed. – São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

435

436 BATISTA, J. L.; COUTO, H. T. Z.; MARQUESINI, M. Desempenho de modelos de relações hipsométricas:
 437 estudo em três tipos de floresta. **Scientia Forestalis**. n. 60, p. 149-163, dez. 2001.

438

- 439 CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; SCHEEREN, L. W.; BARICHELLO, L. R.; WATZLAWICK, L.
 440 F. Relação hipsométrica para *Acacia mearnsii* com diferentes idades. **Boletim de Pesquisa Florestal**,
 441 Colombo, n. 45, jul./dez. 2002 p. 57-68.
- 442
- 443 CAMPOS, J.C.C.; LEITE, H.; G. **Mensuração Florestal: Perguntas e Respostas**. 2.ed. ver. E ampl. –
 444 Viçosa: ed. UFV, 2006.
- 445
- 446 CHARNET, R.; FREIRE, C. A. L.; CHARNET, E. M. R.; BONVINO, H. **Análise de modelos de regressão**
 447 **linear: com aplicações**. 2ª ed. – Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2008.
- 448
- 449 CURTO, R. A.; LOUREIRO, G. H.; MÔRA, R.; MIRANDA, R. O. V.; NETTO, S. P.; SILVA, G. F. Relações
 450 hipsométricas em floresta estacional semidecidual. **Revista Ciências Agrárias**, v. 57, n. 1, p. 57-66,
 451 jan./mar. 2014.
- 452
- 453 DONADONI, A. X.; PELISSARI, A. L.; DRESCHER, R.; ROSA, G. D. Relação hipsométrica para *Pinus*
 454 *caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus tecunumanii* em povoamento homogêneo no Estado de Rondônia.
 455 **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.12, p.2499-2504, dez, 2010.
- 456
- 457 IBGE - (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Arquivo Shapefile de dados de**
 458 **pedologia da Amazônia Brasileira**. 2012. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/
 459 mapeamento_sistematico/banco_dados_georeferenciado_recursos_naturais/amazonia_legal/pedologia/ped
 460 ologia.zip>. Acesso em: 06 Nov. 2014.
- 461
- 462 IDESP - (INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONOMICO, SOCIAL E AMBIENTAL DO PARÁ).
 463 Cadeias de comercialização de produtos Florestais Não Madeireiros na Região de Integração Xingu, Estado
 464 do Pará: **Relatório Técnico**. Belém, 2011.
- 465
- 466 GONZÁLES, M. A. S.; FORMOSO, C. T. Análise conceitual das dificuldades na determinação de modelos
 467 de formação de preços através de análise de regressão. **Revista Engenharia Civil**, Braga, n.8, p.65-75,
 468 2000.
- 469

- 470 MACHADO, S. A.; NASCIMENTO, R. G. M.; AUGUSTYNCZIK, A. L. D.; SILVA, L. C. R.; FIGURA, M.A.;
 471 PEREIRA, E.M.; TÉO, S.J. Comportamento da relação hipsométrica de *Araucaria angustifolia* no capão da
 472 Engenharia Florestal da UFPR. Pesquisa Florestal Brasileira, **Colombo**, n. 56. p. 5-16, 2008.
- 473
- 474 MIGUEL, E. P.; LEAL, F. A. Seleção de equações volumétricas para a predição do volume total de
 475 *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake na região norte do estado de Goiás. **Enciclopédia Biosfera**, Centro
 476 Científico Conhecer - Goiânia, v. 8, n.14; p. 1372-1386, 2012.
- 477
- 478 MORAES NETO, S. P.; PULROLNIK, K.; VILELA, L.; MUNHOZ, D. J. M.; GUMARÃES JÚNIOR, R.;
 479 MARCHÃO, R. L. **Modelos hipsométricos para *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus grandis* em**
 480 **Sistemas Agrossilvipastoril**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010.
- 481
- 482 OLIVEIRA, F.G.R.B.; SOUSA, G.T.O.; AZEVEDO, G.B.; BARRETO, P.A.B. Desempenho de modelos
 483 hipsométricos para um povoamento de *Eucalyptus urophylla* no município de Jaguaquara, Bahia.
 484 **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, vol. 7, n.13. p.331-338, 2011.
- 485
- 486 RESENDE, M. D. V. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento**
 487 **genético**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007.
- 488
- 489 RIBEIRO, A.; FILHO, A.C.F.; MELLO, J.M.; FERREIRA, M.Z. Estratégias e metodologias de ajuste de
 490 modelos hipsométricos em plantios de *Eucalyptus* sp. **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 1, p. 22-31, 2010.
- 491
- 492 ROCHA, T. B.; CABACINHA, C. D.; ALMEIDA, R. C.; PAULA, A.; SANTOS, R. C. Avaliação de métodos de
 493 estimativa de volume para um povoamento de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake no Planalto da Conquista-
 494 BA. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 6, n. 10. p. 1- 13, 2010.
- 495
- 496 ROSSI, A. S.; DRESCHER, R.; PELISSARI, A. L.; LANSSANOVA, L. R. Relação hipsométrica e crescimento
 497 de *Tectona grandis* L.f. no município de Monte Dourado, Pará. **Sci. For.**, Piracicaba, v. 39, n. 91, p. 301-
 498 307, set. 2011.
- 499

- 500 RUFINO, R.F.; MIGUEL, E.P.; SANTOS, G.A.; SANTOS, T.E.B.; SOUZA, F. Ajuste de modelos
 501 hipsométricos para um povoamento de eucaliptos conduzido sobre o sistema de rebrota. **Enciclopédia**
 502 **Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, vol. 6, n.10, P. 1-10, 2010.
- 503
- 504 SANQUETTA, C. R.; BEHLING, A.; CORTE, A. P. D.; RUZA, M. S.; SIMON, A.; De SÃO JOSÉ, J. F. B.
 505 Relação hipsométrica em inventários pré-corte em povoamentos de *Acacia mearnsii* De Wild. **Científica**,
 506 Jaboticabal, v.42, n.1, p.80–90, 2014.
- 507
- 508 SANQUETTA, C. R.; WATZALAWICK, L. F.; CORTE, A. P. D.; FERNANDES, L. A. V.; SIQUEIRA, J. D. P.
 509 **Inventários Florestais: Planejamento e Execução**. 2ª edição, Curitiba: Multi-Graphic Gráfica e Editora,
 510 2009. 316 p.
- 511
- 512 SANTOS, M. L.; BRASIL NETO, A. B.; PAUMGARTTEN, A. É. A.; RODRIGUES, R. P.; SANTOS, C. R.
 513 Estimativa da relação hipsométrica para um povoamento de *Eucalyptus “urograndis”* no município de Moju,
 514 nordeste paraense. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.19. p.1039-1048,
 515 2014.
- 516
- 517 SOARES, T.S.; SCOLFORO, J.R.S.; FERREIRA S.O.; MELLO, J.M. Uso de diferentes alternativas para
 518 viabilizar a relação hipsométrica no povoamento florestal. **Revista Árvore**, Viçosa-Mg, v.28, n. 6. p.845-854,
 519 2004.
- 520
- 521 SOUSA, G.T.O.; AZEVEDO, G.B.; BARRETO, P.A.B.; JÚNIOR, V.C. Relações hipsométricas para
 522 *Eucalyptus urophylla* conduzidos sob regime de alto fuste e talhadia no Sudoeste da Bahia. **Scientia Plena**,
 523 vol. 9, n. 4.p 1-7, 2013.
- 524
- 525 THOMAS, C.; ANDRADE, C.M.; SCHNEIDER P.R.; FINGER, C.A. Comparação de equações volumétricas
 526 ajustadas com dados de cubagem e análise de tronco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3. p. 319-
 527 327, 2006.
- 528
- 529 TRAUTENMÜLLER, J. W.; BALBINOT, R.; GONZATTO, G. L.; WATZLAWICK, L. F.; VENDRUSCOLO, R.

- 530 Relação hipsométrica em floresta estacional decidual. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer -
531 Goiânia, v.10, n.19. p.1633-1641, 2014.
532
533 VALENTE, M. D. R.; QUEIROZ, W.T.; PINHEIRO, J. G.; MONTEIRO, L. A. S. Modelo de predição para o
534 volume total de quaruba (*Vochysia inundata* Ducke) via análise de fatores e regressão. **Revista Árvore**,
535 Viçosa-MG, v.35, n.2, p.307-317, 2011.

NORMAS DA REVISTA

Científica: Revista de Ciências Agrárias - Versão eletrônica

Diretrizes para Autores

Normas para submissão de manuscritos

1. INFORMAÇÕES GERAIS

A **Científica: Revista de Ciências Agrárias** publica artigos científicos, notas científicas, notas técnicas e revisões bibliográficas inéditos nas seguintes áreas de Ciências Agrárias: Agronomia – Engenharia Agrônômica, Engenharia Agrícola, Silvicultura e Engenharia Florestal; Ciência e Tecnologia de Alimentos, Zootecnia e Administração Rural - Agronegócio). Revisões bibliográficas poderão ser publicadas.

Os manuscritos originais podem ser submetidos em português, inglês ou espanhol.

Artigo Científico: refere-se a trabalho científico completo e com resultados originais de pesquisa;

Nota Científica: breve comunicação, cuja publicação imediata é justificada, por se tratar de fato inédito de importância, mas com volume insuficiente para constituir um artigo científico completo;

Nota Técnica: refere-se a trabalho de comunicação de métodos, validação de métodos, técnicas, aparelhagens ou acessórios desenvolvidos;

Revisão Bibliográfica: deve ter como objetivo apresentar de forma crítica e não apenas descritiva, sob o ponto de vista do autor, o estado da arte de uma das áreas ou sub áreas específica das Ciências Agrárias. É imprescindível que, na referida área, o autor seja especialista comprovadamente qualificado e experiente. Antes do envio do manuscrito, o autor deverá submeter à comissão editorial, por e-mail (arquivo anexo), um resumo da revisão juntamente com uma justificativa da pertinência do trabalho. Esse material será analisado pelo Editor da seção correspondente e, uma vez aprovado, será solicitado ao autor que submeta o manuscrito completo por via eletrônica, nas normas da Científica. Após o recebimento e a constatação de que o manuscrito está conforme as normas a sua tramitação será iniciada.

A Comissão Editorial da Científica poderá convidar um especialista com as características especificadas, em uma das áreas das Ciências Agrárias, a submeter um artigo de revisão bibliográfica.

O manuscrito original, de qualquer categoria, só poderá ser submetido através do sistema eletrônico disponível em www.cientifica.org.br e deverá seguir as normas e procedimentos que constam do item “Preparo dos originais”.

Os artigos submetidos são avaliados por revisores ad hoc compostos por especialistas com doutorado nas diferentes áreas de interesse. O Editor Chefe, a Comissão Editorial e o Conselho Científico, em casos especiais, têm autonomia para decidir sobre a publicação do artigo.

A partir do volume 34, número 2 de 2006, inclusive, os artigos aprovados serão publicados somente na versão eletrônica da revista e estarão disponíveis o resumo, o abstract

e o artigo na íntegra em formato PDF no endereço eletrônico www.cientifica.org.br, podendo ser acessados livremente.

Contato poderá ser feito para suporte através do e-mail: cientifica@funep.fcav.unesp.br ou por correspondência.

1.1. Endereço para correspondência

Científica: Revista de Ciências Agrárias
A/C Prof. Luiz Carlos Pavani – Editor
Unesp, Campus de Jaboticabal
Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n
CEP: 14884-900, Jaboticabal-SP, Brasil.

O manuscrito submetido, de qualquer categoria, deve conter resultados que não tenham sido publicados de forma completa em qualquer outro meio gráfico ou eletrônico. Poderá ser aceito o manuscrito em que resultados parciais tenham sido apresentados como resumo simples ou expandido em eventos técnicos ou científicos na forma de painel ou oral e que tenham sido publicados somente como resumos em anais desses eventos.

O mesmo manuscrito ou outro que contenha os mesmos dados originais não poderá ser submetido simultaneamente e nem posteriormente a este ou a outro(s) periódico(s) de qualquer natureza sob pena de incorrer em ilícito civil e penal perante a lei nº 9.610/98 (lei do direito autoral).

Junto com a submissão eletrônica do manuscrito deve ser anexada uma cópia do comprovante do depósito bancário referente à taxa de submissão e tramitação (“**Erro! Fonte de referência não encontrada.**”), com os dados perfeitamente visíveis e com o nome da pessoa física ou da pessoa jurídica responsável pelo pagamento com os respectivos números de CPF ou CNPJ, obtida por digitalização e transformado em arquivo com nome “comprovante, recibo ou taxa” e extensão “.pdf, .doc” ou .rtf”. Esse arquivo deverá ser transferido utilizando a opção “TRANSFERIR DOCUMENTO SUPLEMENTAR” imediatamente abaixo da opção “TRANSFERIR DOCUMENTO DE SUBMISSÃO”.

Caso a cópia do comprovante não seja enviada juntamente com a submissão do manuscrito, deverá ser enviado por e-mail (cientifica@funep.fcav.unesp.br), como anexo.

O não envio desse comprovante no prazo de dez dias a partir da data de submissão resultará no cancelamento da submissão.

2. PREPARO DOS ORIGINAIS

O autor ao submeter um manuscrito de qualquer das categorias descritas em Informações gerais se responsabiliza automaticamente perante a *Científica: Revista de Ciências Agrárias* de que todos os autores que ele cadastrou têm participação relevante na concepção e/ou na condução e análise da pesquisa, que concordam com a autoria no manuscrito e, conseqüentemente, com todos os conceitos, opiniões e interpretações que nele constam; que não foram omitidas informações a respeito de financiamentos para a pesquisa ou ligação com pessoas ou empresas que possam ter interesse direto nos dados apresentados no artigo. O autor que submeter o manuscrito se responsabiliza também pela concordância e reconhecimento seu e dos demais autores por ele cadastrados que a *Científica: Revista de Ciências Agrárias* passa a ser a detentora dos direitos autorais, caso o artigo submetido venha a ser publicado.

Não é permitida a alteração de autor(es) no artigo após a submissão e o início da tramitação.

2.1. Tramitação

O manuscrito original, de qualquer categoria, só poderá ser submetido pelo Sistema Eletrônico de Editoração de Revistas (SEER) disponível em www.cientifica.org.br que registra o artigo e informa o recebimento ao autor responsável. (Não será mais aceita submissão em papel). O arquivo de submissão do manuscrito deverá ser criado com extensão “.doc” “.docx” ou “.rtf” (não serão aceitas outras extensões) compatível com o Microsoft Word® ou o LibreOffice® e não pode ultrapassar 2 Mb de tamanho.

O manuscrito é primeiramente analisado pelo editor para verificar se atende às normas da revista. Em caso negativo, é informado ao remetente que o artigo foi cancelado e que novo cadastro deverá ser realizado, atendendo às diretrizes da revista. Estando nas normas, o manuscrito é encaminhado ao Editor de Seção que se encarregará de enviá-lo a três avaliadores especialistas garantindo a revisão por pares cega “avaliadores-autores e autores-avaliadores”. Assim que os avaliadores devolvem os seus pareceres, o Editor de Seção compila os comentários e, baseado nessas informações, toma uma das seguintes providências: **a)** informa ao Editor que o trabalho pode ser publicado quando não há modificações ou correções; **b)** devolve ao autor responsável para as devidas correções, mudanças ou considerações sobre o parecer; **c)** retorna aos relatores que solicitaram a nova versão do manuscrito corrigida pelo(s) autor(es); **d)** recebe os pareceres finais dos relatores e informa diretamente ao autor, via ofício, caso o trabalho não tenha sido aceito para publicação. Se o trabalho for aceito para publicação, encaminha ao Editor Chefe o parecer final de aceite do manuscrito.

Informação ao autor para correspondência: De posse da informação obtida junto ao Editor de Seção, o Editor Chefe comunica ao autor para correspondência que o artigo foi aprovado para publicação e a necessidade do pagamento da taxa de publicação (“**Erro! Fonte de referência não encontrada.**”). A cópia do comprovante do depósito bancário referente a essa taxa deverá ser enviada no prazo de dez dias a partir da data da comunicação da aprovação do artigo, preferencialmente por correio eletrônico (cientifica@funep.fcav.unesp.br) como anexo em arquivo PDF de cópia legível do original ou por carta registrada ou sedex (“Endereço para correspondência”) em que deverão constar o nome da pessoa física ou da pessoa jurídica responsável pelo pagamento com os respectivos números de CPF ou CNPJ e o número de identificação do manuscrito aprovado. Esses dados são importantes para a identificação do manuscrito e do autor a que a taxa se refere e para a emissão do recibo que comprovará o recebimento da taxa de publicação.

2.2. Estrutura do trabalho

Com exceção dos títulos e dos rodapés de página e de tabelas, o corpo do texto, de tabelas e de figuras deverão seguir a seguinte formatação: fonte Arial, tamanho 10; papel tamanho A4 (210 mm x 297 mm), com numeração contínua de linhas e de páginas, todas as margens com 2,0 cm e espaço 2 entre linhas;

Como os artigos somente serão publicados na forma eletrônica, não será estabelecido número limite de páginas, principalmente para incentivar a submissão de um artigo de melhor qualidade científica, procurando-se, com isso, tentar evitar ao máximo que o artigo seja dividido em dois ou mais em virtude da limitação de páginas. Procura-se, assim, incentivar a qualidade da publicação e não a prolixidade, devendo-se atentar, portanto, para a objetividade e clareza que a redação científica exige. Como referência pode-se basear em 20 a 25 páginas para artigos, 30 páginas para revisões bibliográficas e 10 páginas para notas, já incluídas as tabelas e figuras.

Categoria do manuscrito (artigo científico, nota científica, nota técnica ou revisão bibliográfica).

- Formatação: na primeira linha da primeira página, acima do título original, centralizado e com as letras iniciais maiúsculas, fonte Arial tamanho 10 e em negrito.

Título original em português ou espanhol ou inglês (artigo redigido em um desses idiomas): deve ser claro e conciso, permitindo pronta identificação do conteúdo do trabalho.

- Formatação: duas linhas abaixo (duas vezes “enter”) da categoria do manuscrito, com fonte Arial tamanho 12, em negrito e centralizado, com nomes científicos, quando houverem, escritos em itálico e de acordo com as normas internacionais. Somente a primeira letra da primeira palavra em maiúscula (caixa alta).

Título em inglês: deve ser a tradução fiel do título em português ou em espanhol quando o manuscrito for redigido em um desses idiomas.

- Formatação: colocado duas linhas abaixo do título em português ou espanhol (duas vezes “enter”), ou duas linhas abaixo da categoria do artigo quando o manuscrito for redigido em inglês, com fonte Arial tamanho 12, em negrito e centralizado e com nomes científicos escritos em itálico e de acordo com as normas internacionais e com somente a primeira letra da primeira palavra em maiúscula (caixa alta).

Exemplo:

(Categoria do manuscrito)

Artigo Científico

(Título no idioma original)

Equações de regressão para a

(Título em inglês)

Regression equations to

Resumo (máximo de 250 palavras): a palavra “**Resumo**” deverá estar alinhada à esquerda e em negrito. O texto referente ao resumo deverá ter seu início na mesma linha da palavra resumo, separada desta por um espaço, um traço e um espaço, e deverá conter informações sucintas sobre o motivo e o objetivo da pesquisa, os métodos empregados, os resultados e as conclusões mais relevantes;

Palavras-chave adicionais: até 5 palavras ou termos, excluindo os que já estão no título do trabalho, em letras minúsculas e separadas por ponto e vírgula.

Abstract: Tradução para o inglês do conteúdo do “**Resumo**”, seguindo a mesma norma deste. A tradução deve ser feita em inglês científico, utilizando-se de termos técnicos consagrados na área do artigo, evitando-se traduções de aplicativos comerciais.

Additional keywords: tradução para o inglês das palavras-chave adicionais seguirão as mesmas normas das palavras-chave adicionais;

Introdução: Devem ser evitadas divagações, utilizando-se preferencialmente de bibliografia recente e apropriada para formular os problemas abordados e a justificativa da importância do assunto, deixando muito claro o(s) objetivo(s) do trabalho.

Material e métodos: Dependendo da natureza do trabalho, uma caracterização da área experimental deve ser inserida tornando claras as condições em que a pesquisa foi realizada sem, contudo, constar o nome da Instituição, do Laboratório, do Departamento, etc. ou qualquer outra citação que possa identificar um ou mais dos autores do artigo. Quando os

métodos forem os consagradamente utilizados, apenas a referência bastará; caso contrário, é necessário apresentar descrição dos procedimentos utilizados, adaptações promovidas, etc. Unidades de medidas e símbolos devem ser adotados e utilizados de acordo com o Sistema Internacional de Unidades. Expressões matemáticas devem ser grafadas utilizando o editor de equação (Equation) do programa Microsoft Word® com a mesma fonte (Arial) e tamanho (10) do texto. Deverão iniciar em linha separada, alinhada ao parágrafo do texto e devem ser numeradas sequencialmente com algarismos arábicos colocados entre parênteses alinhados com a margem direita do texto, como no exemplo a seguir:

$$AF = 2,35075 + 0,52959C L \quad (1)$$

Em que AF é a área foliar total ($m^2 m^{-2}$), C é o maior comprimento do limbo foliar (m) e L é a maior largura do limbo foliar (m).

Resultados e discussão: A critério dos autores podem ser apresentados juntos, em um mesmo item, ou separados em dois itens, sendo um só “**Resultados**” e outro só “**Discussões**”. Os resultados apresentados na forma de Tabelas e/ou Figuras devem ser analisados e discutidos de forma isenta, clara, direta e concisa atendo-se aos preceitos científicos, confrontando-os com os conhecimentos consagrados na bibliografia clássica sobre o assunto, quando houver, e com a de periódicos especializados preferencialmente com corpo de revisores e indexado. Evitar divagações e imprecisões que não são sustentadas pelos resultados.

Unidades de medida e símbolos

Devem ser usadas somente unidades de medida e os símbolos das unidades preconizados pelo Sistema Internacional de Unidades (S. I.). Informações podem ser encontradas em:

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – INMETRO **SI-Sistema Internacional de Unidades**. 8 ed., Rio de Janeiro, 2007, 116p. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/infotec/publicacoes/Si.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2008.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY (NIST). **International System of Units** (SI). Gaithersburg: Physics Laboratory, 2003. Disponível em: <http://physics.nist.gov/cuu/Units/>. Acesso em: 22 abr. 2003.

ROWLETT, R. **How many?** a dictionary of units of measurement. Chapel Hill: University of North Carolina, 2003. Disponível em: <http://www.unc.edu/~rowlett/units/sipm.html>. Acesso em: 22 abr. 2003.

SALISBURY, R. B. Système Internationale: the use of SI Units in Plant Physiology. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v.139, p.1-7, 1991.

Tabelas e Figuras

Não serão aceitos, em hipótese alguma, figuras e/ou tabelas com apresentação paisagem. Tabelas com muita informação que juntas não cabem em apresentação retrato, devem ser divididas em duas ou mais. A largura máxima de tabelas e figuras deverá ser a do texto da página no formato retrato.

Tabelas:

Devem ser formatadas utilizando-se a ferramenta “Tabela” do editor de texto. Não serão aceitas Tabelas inseridas como figura. Serão numeradas consecutivamente com algarismos

arábicos, encabeçadas pelo título e inseridas após sua citação no texto. As tabelas devem ser editadas sem traços verticais e somente com traços horizontais simples, de espessura 1,0 ponto.

Em trabalhos escritos em português ou espanhol, o título da tabela deverá ser também traduzido para o inglês seguindo a mesma numeração e estrutura e inserido em *itálico* em seguida ao título original.

As tabelas devem ser autoexplicativas para que não seja necessário recorrer ao texto para entendê-las completamente. As unidades no sistema internacional deverão constar abaixo do item correspondente ou da variável, entre parênteses, no corpo da tabela e não em seu título. Qualquer observação no corpo da tabela necessária para identificação de uma sigla ou variável deve ser referenciada com chamada em sobrescrito (números ou símbolos) colocada antes da sigla ou da variável, e devidamente identificada e definida no rodapé da tabela.

No corpo da tabela a fonte deve ser a Arial tamanho 10 e espaçamento 1,0 e no rodapé a Arial tamanho 9 e espaçamento 1,0 entre as linhas. (Ver manuscrito exemplo)

Figuras

As figuras (gráficos, fotografias, esquemas, ilustrações, etc.) deverão ser colocadas após a sua citação pela primeira vez, no tamanho e formato final para publicação. A largura máxima da figura será a largura máxima do texto na página. As figuras e suas legendas devem ser claramente legíveis e apresentar qualidade necessária à perfeita visualização e impressão de todos os detalhes necessários. Os eixos e os números e letras desses eixos devem estar na cor preta (não em cinza e nem em outra cor ou tonalidade qualquer) e em tamanho facilmente legível na tela de um monitor de computador com o manuscrito sem aumento, ou seja, em tamanho normal (100%).

As figuras devem ser numeradas consecutivamente com algarismos arábicos, e o título deve ser colocado abaixo da mesma. Todos os detalhes necessários para entendimento da Figura que não foram completamente identificados no seu interior devem ser explicados no título. A legenda deve ser localizada abaixo do título do eixo horizontal da Figura e de modo a não se confundir com este e não no interior da figura.

Resultados apresentados em tabelas não devem ser repetidos em figuras e vice-versa.

Em trabalhos escritos em português ou espanhol, os títulos deverão também ser traduzidos para o idioma inglês e inseridos em *itálico* em seguida ao título original.

Da mesma forma que nas tabelas as figuras devem ser autoexplicativas. (**Ver manuscrito exemplo**)

Conclusões: Devem ser coerentes com os objetivos do trabalho, concisas e não repetir resultados. Não devem conter abreviaturas, símbolos e citações

Agradecimentos (facultativo): Neste item podem ser colocados os agradecimentos de forma sucinta a pessoas ou instituições que contribuíram para o estudo, mas que não são autores.

Referências:

Citação no texto: Evitar a citação de Dissertações e Teses, sempre que possível, dando preferência aos artigos científicos resultantes dessas Dissertações e Teses, publicados em periódicos científicos arbitrados e indexados. Não citar Manuais, Informes Técnicos etc. Dar preferência a artigos científicos atuais, mas não deixar de citar aqueles que trazem contribuição à discussão do artigo, só porque foram publicados há mais de 10 anos. Usar o sobrenome e ano; para um autor: ANDRADE (2005) ou (ANDRADE, 2005); para dois autores: separados pelo símbolo "&" como ANDRADE & SILVA (2004) ou (ANDRADE & SILVA, 2004); para mais de dois autores usar "et al." depois do primeiro autor: ANDRADE et al. (2001) ou (ANDRADE et al., 2001). Devem ser evitados: citação de citação (citação secundária, *apud*), citação de

artigos em versão preliminar (no prelo, *preprint ou in press*), de artigos publicados em periódico não arbitrado, de resumo de trabalho ou painel apresentado em evento científico, de comunicação oral, de informações pessoais, de documentos não publicados, de correios eletrônicos ou de páginas eletrônicas particulares da internet.

Listagem das referências citadas: no item “Referências”, a listagem deve ser disposta em ordem alfabética pelo sobrenome do primeiro autor e seguir as normas da ABNT (NBR 6023/2000) com as seguintes particularidades: todos os autores devem ser colocados, ou seja, não usar “et al.”; os nomes de periódicos devem ser escritos por extenso, sem abreviaturas. As iniciais do nome do autor são separadas entre si por um espaço (ex., NOGUEIRA, A. F.) e o nome dos autores são separados por ponto e vírgula. O título da referência é separado do nome do último autor por dois espaços

Exemplos de referências

- Livros e outras monografias

a) no todo:

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica:** para uso de estudantes universitários. 2.ed. São Paulo: McGraw Hill do Brasil, 1978. 144p.

b) capítulo de livro com autoria específica:

DEL NEGRO, G. Doenças produzidas por fungos. In: GUIMARÃES, R. X.; GUERRA, C. C. **Clínica e laboratório:** interpretação clínica das provas laboratoriais. São Paulo: Sarvier, 1976. p.255-259.

c) capítulo de livro sem autoria específica:

REICHARDT, K. A água em sistemas agrícolas. In: _____. **O solo como um reservatório de água.** 1. ed. São Paulo: Manole, 1987. cap. 3, p.27-69.

- Dissertação e tese

CASTELLANI, E. D. **Caracterização e ecofisiologia de sementes de três espécies arbóreas do gênero *Solanum*** L.2003. 200f. Tese (Doutorado em Produção e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

- Artigo de periódico

VALOIS, A. C. C.; PINHEIRO, E.; CONCEIÇÃO, H. E. O.; SILVA, M. N. C. Competição de porta-enxertos de seringueira (*Hevea* spp.) e estimativas de parâmetros genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.13, n.2, p.49-54, 1978.

- Trabalho em congresso ou similar (publicado)

FONTANA, D. E.; CUNHA, G. R.; BERGAMASCHI, H. Balanço de radiação e balanço de energia em cultura de girassol. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 6., 1989, Maceió. **Anais...** Maceió: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1989. p.313-321.

WAITHAKA, J. M. Studies of herbicidal control of *Salvinia molesta*. In: EAST AFRICAN WEED SCIENCE CONFERENCE, 7., 1979, Nairobi. **Proceedings...** Nairobi: Kenyatta University College, 1979. p.100-113.

- Boletim, Circular técnica ou similar

ROGIK, F. A. **Indústria da lactose**. São Paulo: Departamento de Produção Animal, 1942. 20p. (Boletim Técnico, 20).

AZEVEDO, J. A.; CAIXETA, T. J. **irrigação do feijoeiro**. Planaltina: Embrapa - CPAC, 1986. 60p. (Circular Técnica, 23).

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration**: guidelines for computing crop water requirements. Roma – FAO, 1998. 300p. (Irrigation and Drainage, 56).

- Documento eletrônico

O referenciamento de obras consultadas on-line segue as normas específicas de cada tipo de documento, acrescentadas de informações de data de acesso e endereço eletrônico (sem hyperlink).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Anexo IV. **Requisitos mínimos para determinação do valor de cultivo e uso de feijão (*Phaseolus vulgaris*), para a inscrição no registro nacional de cultivares – RCN**. 2006. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 21 ago. 2006.

HARR, K. E. Clinical chemistry of companion avian species: a review. **Veterinary clinical pathology**. v.31, n.3, p.140-151, 2002. Disponível em: <http://www.vetclinpathjournal.org/VOL31/VCP3103_140-151.pdf>. Acesso em: 01 out. 2005.

SOLOMON, M. V. **Trigo**: avaliação de linhagens diaplóides obtidas via cultura de anteras. 2002. 91f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP, 2002. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-12082002-140835>>. Acesso em: 15 set. 2008.

Outras informações

Produtos utilizados devem ser especificados por seus nomes técnicos. Os nomes comerciais, seguidos pelo símbolo ®, podem ser citados entre parênteses.

Os dados e conceitos emitidos nos trabalhos, assim como a exatidão das referências bibliográficas, são de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

Recomenda-se que o artigo, antes de ser submetido à revista, passe por rigorosa revisão gramatical e de redação científica.

Os trabalhos que não se enquadrarem nestas normas terão sua tramitação interrompida e serão devolvidos aos autores.

Casos não previstos nessas normas serão resolvidos pela Comissão Editorial.

A publicação dos artigos se fará pela ordem de aprovação.

Após a publicação do trabalho, cada autor receberá, em arquivo formato PDF, uma cópia fiel do trabalho como foi publicado no volume e número respectivo da revista. Não serão fornecidas separatas em papel.

3. PÁGINA DE ROSTO

Uma página de rosto deverá ser enviada como documento suplementar em arquivo de extensão “.doc ou .rtf” (por exemplo: “rosto.doc”) que deverá ser transferido utilizando a opção “transferir documento suplementar”. Dessa página deverá constar a categoria do manuscrito, o título na língua original que poderá ser seguido de um número-índice ¹ sobrescrito, em fonte **Arial** tamanho **9**, para possível explicação de que se trata de trabalho apresentado em congresso ou parte de dissertação ou de tese, e o título em inglês formatados como em “Estrutura do trabalho”, o nome dos autores na ordem em que aparecerão no artigo quando da sua publicação, de acordo com os seguintes procedimentos:

Nome completo dos autores: cada um em uma linha, o primeiro nome duas linhas abaixo do título em inglês (duas vezes “enter”) com as letras iniciais do nome e do sobrenome em maiúsculas (caixa alta), alinhados à direita. O sobrenome final de cada autor deverá ser seguido de número sobrescrito e em algarismo arábico como: Monica Bernardo Neves², Ricardo Soares Pimenta³, etc;

Título acadêmico, instituição e endereço de correio eletrônico definitivo de cada autor: uma linha abaixo da linha com os nomes deverá constar de cada autor ou grupo de autores de mesma titulação acadêmica (se houver) e instituição, um espaço fixo (teclas “shift” + “Ctrl” e “espaço”) depois do número em algarismo arábico e sobrescrito no início da linha, correspondente ao colocado no final do sobrenome do autor. Cada identificação com o correspondente número do autor deverá iniciar em uma nova linha. Entre os autores, um deverá ser identificado como “Autor para correspondência”, que deverá vir logo após o número sobrescrito de identificação. Este será o autor com quem o Editor ou a Comissão Editorial da revista manterá contato. Essa identificação de “autor para correspondência” deverá ser seguida pela titulação, nome completo da instituição, do Departamento, Seção, ou Laboratório, etc. a que pertence o autor, o endereço completo da instituição e o endereço eletrônico definitivo desse autor (não colocar endereço eletrônico provisório, que terá curta duração).

A identificação dos demais autores constará apenas de titulação, nome completo da instituição e endereço eletrônico definitivo.

A inobservância ou a falta de qualquer dessas informações poderá acarretar paralisação da tramitação do manuscrito.

A seguir exemplo:

(Categoria do manuscrito)

Artigo Científico

(Título no idioma original)

Equações de regressão para a¹

(Título em inglês)

Regression equations to

¹ Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor; Pesquisa financiada pela Fundação de Apoio a Pesquisas Agropecuárias – FUPEA;

² Titulação; Nome completo da instituição; endereçoeletrônico@definitivo.xxx.xx;

³ Autor para correspondência; Titulação; Instituição; Departamento, Laboratório etc.; endereço completo da instituição; endereçoeletrônico@definitivo.xxx.xx