



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

**RELAÇÕES HIPSOMÉTRICAS E CLASSIFICAÇÃO DA
CAPACIDADE PRODUTIVA DE *Eucalyptus urophylla*, NA
REGIÃO DO JARI, NO PARÁ.**

Marcela Aranha da Silva

**ALTAMIRA - PARÁ
2018**

Marcela Aranha da Silva

**RELAÇÕES HIPSOMÉTRICAS E CLASSIFICAÇÃO DA
CAPACIDADE PRODUTIVA DE *Eucalyptus urophylla*, NA
REGIÃO DO JARI, NO PARÁ.**

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 Bacharel em Engenharia
Florestal.

Aprovado em 10 de dezembro de 2018.



Prof. Me. Marlon Costa de Menezes - UFPA
Orientador



Prof. Dra. Alessandra Doce Dias de Freitas - UFPA
1º Examinadora



Prof. Dra. Marcia Ori de Sousa Hamada
2º Examinadora

Dedico este trabalho aos meus pais Manoel Nascimento e Elza Aranha, que não mediram esforços para realização deste sonho, por guiar-me nessa caminhada de desafios e celebrando minhas vitórias.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me guiou e me proporcionou força para chegar até aqui.

À Universidade Federal do Pará, seu corpo docente, direção e administração que proporcionaram esta Graduação.

Aos Professores, especialmente ao meu Orientador Prof. Me. Marlon Costa de Menezes, pela paciência, confiança, esforço e trabalho durante essa etapa.

À minha co-orientadora Livia Figueiredo, pela paciência, atenção e colaboração na realização deste trabalho.

As minhas tias Michelle Aranha e Cibele Aranha e ao restante da família que sempre me ajudaram nessa extensa caminhada.

À irmã que a florestal me deu, Flávia Ranara, pela colaboração em toda construção deste trabalho e pela amizade, companheirismo, incentivo, paciência e apoio durante a graduação.

Aos meus amigos Luís Carlos e Marllison Borges pela amizade, incentivo, atenção e carinho durante esses cinco anos, vocês são especiais na minha história.

Aos colegas de turma pelas brincadeiras, paciência e companheirismo dessa jornada.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

*Que todos os nossos esforços estejam
sempre focados no desafio à impossibilidade.
Todas as grandes conquistas humanas
vieram daquilo que parecia impossível.*

(Charles Chaplin)

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	5
MATERIAL E MÉTODOS	5
Descrição e caracterização da área de estudo	5
Parâmetros estatísticos	6
Modelagem de curvas de índice de local	6
Avaliação da qualidade dos ajustes das equações	7
RESULTADOS E DISCUSSÃO	7
Parâmetros estatísticos	7
Modelagem de curvas de índice de local	9
CONCLUSÕES	10
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	10
ANEXO 1- Diretrizes para Submissão da Revista Ciência Florestal.	12

Este trabalho trata sobre a descrição das variáveis de crescimento e produção de um povoamento plantado de *Eucalyptus urophylla*, na área da empresa Jari Celulose S/A, em Almeirim/PA, e será submetido à Revista Ciência Florestal da Universidade Federal de Santa Maria.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

FIGURA 1: Gráfico de resíduo em função da altura total estimada (m), modelo de Curtis.....	8
FIGURA 2: Gráfico de resíduo em função da altura total estimada (m), modelo de Stoffels.....	8
FIGURA 3: Gráfico de resíduo em função da altura total estimada (m), modelo Linha Reta.....	9
FIGURA 4: Curvas de índice de local, método da Curva-Guia.....	9
FIGURA 5: Curvas de índice de local, método Equação das Diferenças.....	10
....	
TABELA 1: Modelos testados para a estimativa da altura total em função do DAP.....	6
TABELA 2: Resultado do ajuste dos três modelos hipsométricos testados.....	8
TABELA 3: Classificação de sítios para o plantio de <i>Eucalyptus urophylla</i>	10

RELAÇÕES HIPSONÉTICAS E CLASSIFICAÇÃO DA CAPACIDADE PRODUTIVA DE *Eucalyptus urophylla*, NA REGIÃO DO JARI, NO PARÁ.

Marcela Aranha da Silva¹ Marlon Costa de Menezes²

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar modelos lineares para modelagem das relações hipsométricas e avaliar dois diferentes métodos de classificação da capacidade produtiva de um povoamento de *Eucalyptus urophylla*. Foram ajustados três modelos lineares para estimativa das relações hipsométricas e dois métodos para classificação de sítio. Os dados são provenientes de um plantio clonal não desbastados de *Eucalyptus urophylla*, pertencentes a empresa Jari Celulose Papel e embalagens S/A (Jari Florestal e Agropecuária). Foram testados três modelos lineares, onde foi utilizado como variável dependente altura total (Ht) e como variável independente o diâmetro altura do peito (DAP). Aplicou-se a técnica da regressão linear pelo método dos mínimos quadrados ordinários aos três modelos testados. Para gerar as curvas de índice de sítio foi ajustado o modelo de Schumacher, para os métodos da Curva-Guia e Equação das Diferenças. Os modelos testados nesse trabalho foram avaliados com as estatísticas: erro padrão da estimativa percentual (Syx%), coeficiente de determinação ajustado (R^2_{ajust}) e com a distribuição gráfica dos resíduos. De acordo com as análises estatísticas dos modelos, para a estimativa do crescimento em altura, o modelo de Stofels foi superior em relação aos outros dois modelos ajustados, com R^2 0,8006 e o S_{xy} 11,92%. Para classificação da capacidade produtiva, o método da Curva Guia apresentou o R^2 0,8943 e o S_{xy} 6,73%, por isso obteve uma melhor precisão em comparação ao método da equação das diferenças. Assim, o modelo escolhido para estimar Ht foi o modelo de Stofels e o método da Curva Guia foi escolhido para explicar a capacidade produtiva.

Palavras-Chave: modelo de Curtis, método da equação das diferenças, método da curva guia

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate linear models for modeling hypsometric relationships and to evaluate two different methods for classifying the productive capacity of a *Eucalyptus urophylla* stand. Three linear models were estimated to estimate the hypsometric relationships and two methods for site classification. The data come from an unclassified clonal planting of *Eucalyptus urophylla*, belonging to Jari Celulose Papel and S / A (Jari Florestal and Agropecuária). Three linear models were tested, where total height (Ht) was used as the dependent variable and the breast height diameter (DAP) was used as the independent variable. The linear regression technique was applied by the least squares method to the three models tested. To generate the site index curves the Schumacher model was adjusted for the Guidance Curve and Equation of Differences methods. The models tested in this work were evaluated with the statistics: standard error of the percentage estimate (Syx%), adjusted coefficient of determination (R^2_{ajust}) and with the graphical distribution of the residues. According to the statistical analyzes of the models, for the estimation of height growth, the Stofels model was superior in relation to the other two adjusted models, with R^2 0,8006 and S_{xy} 11,92%. For the classification of productive capacity, the Guide Curve method presented R^2 0.8943 and S_{xy} 6.73%, so it obtained a better precision in comparison with the method of the difference equation. Thus, the model chosen to estimate Ht was the Stofels model and the Guide Curve method was chosen to explain the productive capacity.

Keywords: Curtis model, difference equation method, guide curve method

¹ Graduanda do 10º semestre de Engenharia Florestal na Universidade Federal do Pará, Rua Coronel José Porfírio, nº 2515, CEP 68372-040, Altamira, Pará, Brasil, E-mail: marcelaaranha55@gmail.com

² Professor Me. da Faculdade de Engenharia Florestal na Universidade Federal do Pará, Rua Coronel José Porfírio, nº 2515, CEP 68372-040, Altamira, Pará, Brasil, E-mail: menezesmarlon@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O Brasil utiliza seus recursos florestais, desde seu descobrimento, como um dos fatores de promoção de seu desenvolvimento. Atualmente com a pressão socioambiental mundial sobre as florestas tropicais, os reflorestamentos ganham espaço no mercado madeireiro. As madeiras de espécies exóticas de rápido crescimento, principalmente o Gênero *Eucalyptus* é uma tendência real nas últimas décadas (MIGUEL et al, 2014).

Os plantios florestais contribuem para a preservação ambiental e para a conservação de espécies arbóreas e de ecossistemas, pois minimizam a pressão extrativista sobre florestas nativas (FONSECA et al., 2010). Por isso, a cultura do eucalipto possui grande importância econômica, tendo em vista seu crescimento acelerado, capacidade produtiva, adaptabilidade a diversos ambientes e, principalmente, da diversidade de espécies e híbridos, o que torna possível atender à demanda de grande parte dos segmentos que utilizam produtos de origem florestal, principalmente, para as indústrias de papel e celulose (GARLET et al., 2009).

O manejo florestal é imprescindível o conhecimento do crescimento da floresta. Em face deste fato, torna-se de interesse quantificar o crescimento e a produção de florestas, promovendo um planejamento criterioso da produção através da prescrição de regimes de manejos adequados visando à qualidade do produto final (LIMA FILHO et al, 2012). A quantificação do crescimento e da produção consiste em uma condição essencial para definir a utilização dos bens advindos da floresta, além de fornecer informações que subsidiam a tomada de decisões para a maioria das atividades ligadas ao setor.

Conhecer a produtividade de um povoamento florestal é um requisito que o manejador deve atentar em toda parte do ciclo do povoamento, pois possibilita maior controle do planejamento, culminando em decisões eficazes e sólidas do empreendimento florestal. O uso de modelos de regressão para obtenção de informações do povoamento florestal é uma técnica válida, pois, se utilizada de maneira adequada, fornece estimativas de grande confiabilidade de variáveis de difícil obtenção no inventário florestal (CALEGARIO et al., 2005).

A análise do crescimento, utilizando modelos matemáticos e estatísticos, não é algo novo. Esse tipo de análise está cada vez mais sofisticada e, segundo Clutter et al. (1983) e Davis e Johnson (1987), uma das principais tarefas atribuídas ao profissional da área é entender como ocorre o crescimento das árvores de um povoamento, qual tratamento silvicultural adotar e prever qual será a época de corte e a produtividade do plantio (LIMA FILHO et al, 2012).

Juntamente com as técnicas de modelagem faz-se necessário que o profissional saiba onde utilizá-las. Em função disso, vem à necessidade de conhecer as variáveis que afetam o crescimento e a produção florestal. Quando se deseja quantificar o volume de árvores individuais é necessário o conhecimento da altura total da árvore (Ht), associada ao diâmetro a 1,30 metros de altura (DAP).

Nesse contexto, pensando em economia e redução de erros no processo de obtenção dessas informações, aproximadamente 20% dos indivíduos em cada unidade amostral é mensurada a H, sendo o DAP, mensurado 100% em todas as unidades amostrais. Considerando o custo e as dificuldades encontradas na medição da H, tem-se a necessidade de utilizar as técnicas de modelagem para estimativa dessa variável. Além do DAP, outras variáveis podem ser inseridas no modelo, pois explicam a variabilidade da H, como a idade, a capacidade produtiva do local, entre outras (MELO et al, 2017).

O índice de sítio também é uma variável utilizada em estudos de crescimento e produção. Este corresponde à altura média das árvores dominantes em uma idade de referência. A altura dominante é a variável mais utilizada para classificação da capacidade produtiva, para determinada espécie ou clone, e para um determinado produto (CAMPOS; LEITE, 2017). A relação entre a altura dominante e a idade vem sendo utilizada há muito tempo para estudos de classificação da qualidade do local e para compor modelos de crescimento e produção.

Diante do exposto, o objetivo do estudo foi avaliar três modelos lineares para modelagem da relação hipsométrica e avaliar dois diferentes métodos de classificação da capacidade produtiva (Curva-guia e Equação das Diferenças), de um povoamento plantado de *Eucalyptus urophylla*, na área da empresa Jari Celulose S/A, em Almeirim/PA.

MATERIAL E MÉTODO

Descrição, caracterização da área de estudo e amostragem

Foram utilizados dados provenientes de um plantio clonal não desbastados de *Eucalyptus urophylla*, pertencentes a empresa Jari Celulose Papel e embalagens S/A (Jari Florestal e Agropecuária), localizada às margens do Rio Jari no Município de Almeirim- PA. A empresa possui 120 mil hectares certificados pelo FSC®

(Conselho Brasileiro de Manejo Florestal, notícias, benefícios e certificações) para manejo de florestas plantadas, bem como certificação total de sua cadeia produtiva. As áreas de operação da Jari estão distribuídas entre os estados do Pará (55%) e Amapá (45%). Atualmente a Jari ocupa uma área total de 1.265.096,5 hectares e, desse total, são utilizados 128.516 mil hectares com plantio de eucalipto. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Am, com precipitação média anual de 2.115 mm, temperatura média anual de 26°C, e umidade relativa entre 80 e 85% (MARTINS et al., 2011).

Os dados são derivados de inventários florestais contínuos, de um plantio estabelecido em 2011, com espaçamento 3 x 2 m, e medições anuais no período de 2013 e 2017. Foram selecionadas 12 parcelas permanentes circulares de 500 m² cada, e coletados dados de circunferência altura do peito (CAP) a 1,30 m do solo, de todos os indivíduos da parcela e a altura de nove árvores de cada parcela. A estimação das alturas das demais árvores das parcelas foi feita através da comparação de três modelos hipsométricos (SOARES et al., 2011).

Parâmetros estatísticos

Foram testados três modelos hipsométricos (Tabela 1), sendo utilizada como variável dependente Ht e como variável independente o DAP. Aplicou-se a técnica da regressão linear pelo método dos mínimos quadrados ordinários aos três modelos testados.

TABELA 1: Modelos testados para a estimativa da altura total em função do DAP.

TABLE 1: Models tested for total height estimation as a function of DAP.

Nº	Autor	Modelo
1	Curtis	$Ln(H) = \beta_0 + \beta_1 * \frac{1}{DAP} + \varepsilon$
2	Stoffels	$Ln(H) = \beta_0 + \beta_1 * Ln(DAP) + \varepsilon$
3	Linha Reta	$H = \beta_0 + \beta_1 * DAP + \varepsilon$

Em que: Ln = logaritmo neperiano; H = altura em m; DAP = diâmetro altura do peito em cm; β_0 e β_1 = parâmetros do modelo; ε = erro aleatório.

Modelagem de curvas de índice de local

A altura dominante (Hd) de cada parcela foi definida pela média das alturas das três árvores com maior CAP em cada parcela, posteriormente foi definido a idade índice de 60 meses. De posse das alturas totais médias das árvores dominantes das parcelas, a classificação da capacidade produtiva dos plantios foi feita empregando dois diferentes métodos: Método da Curva-Guia e Método da Equação das Diferenças, utilizando-se o modelo de Schumacher:

$$(1) LnHd = \beta_0 + \beta_1 \cdot \frac{1}{I} + \varepsilon$$

Em que: Ln = logaritmo neperiano; Hd = altura dominante em m; I = idade em meses; β_0 e β_1 = parâmetros dos modelos; ε = erro aleatório.

A partir da equação 1, uma equação de índice de local foi obtida ao observar a condição de que, quando a idade (I) do povoamento for igual à idade de índice (Ii), a altura dominante é igual ao índice de local (Hd=S e I=Ii). Assim, seguindo tais considerações, pôde-se escrever:

$$(2) LnS = \beta_0 + \beta_1 \cdot \frac{1}{I} + \varepsilon$$

Em que: Ln = logaritmo neperiano; S = índice de local; I = idade em meses; β_0 e β_1 = parâmetros dos modelos; ε = erro aleatório.

Isolando o parâmetro β_0 na equação 1, e substituindo e na equação 2, tem-se:

$$(3) \text{LnHd} = \text{LnS} + \left[\beta_1 \left(\frac{1}{I} \right) - \left(\frac{1}{I_i} \right) \right] + \varepsilon$$

Em que: Ln = logaritmo neperiano; Hd = altura dominante em m; S = índice de local; I = idade em meses; I_i = idade índice; β₀ e β₁ = parâmetros dos modelos; ε = erro aleatório.

A equação 3, foi utilizada para construir as curvas de índice de local pelo método da curva guia.

Para o método da equação das diferenças, utilizaram-se os pares consecutivos de idade e altura dominante. Com isso, determinaram-se as diferenças sucessivas entre $\text{Ln}(Hd_2) - \text{Ln}(Hd_1)$ e $I_2^{-1} - I_1^{-1}$, em que 1 refere-se à medição atual e 2 à medição imediatamente posterior. Em seguida ajustou-se o modelo $Y = \beta_1 X + \varepsilon$, em que: $Y = \text{Ln}(Hd_2) - \text{Ln}(Hd_1)$ e $X = I_2^{-1} - I_1^{-1}$. Ao isolar o termo $\text{Ln}(Hd_2)$, resultou na expressão $\text{Ln}(Hd_2) = \text{Ln}(Hd_1) - \beta_1(I_2^{-1} - I_1^{-1})$. Fazendo I₂ igual à idade índice e Hd₁ igual ao índice de local, foi obtida a equação 8, utilizada para determinar as curvas de índice de local: (CAMPOS e LEITE, 2009).

$$\text{LnHd} = \text{LnS} - \beta_1 \left[\left(\frac{1}{I} \right) - \left(\frac{1}{I_i} \right) \right] + \varepsilon$$

Em que: Ln = logaritmo neperiano; Hd = altura dominante em m; S = índice de local; I = idade

Avaliação da qualidade dos ajustes das equações

As equações ajustadas foram avaliadas através do coeficiente de determinação ajustado (\bar{R}^2), do erro-padrão da estimativa ($S_{y.x}$), e da análise gráfica da distribuição de resíduos.

a) Coeficiente de determinação ajustado (KVALSETH, 1985):

$$\bar{R}^2 = 1 - a(1 - R^2)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad a = \frac{n - 1}{n - p - 1}$$

b) Erro padrão da estimativa:

$$S_{y.x} \% = \pm \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2}{n - p - 1}}}{\bar{y}}$$

Em que: y_i = i-ésimo valor observado para a variável dependente; \hat{y}_i = i-ésimo valor estimado para a variável dependente; \bar{y} = média dos valores observados para a variável dependente; $n - 1$ = graus de liberdade total na análise de variância da regressão; $n - p - 1$ = graus de liberdade do resíduo obtido da análise de variância da regressão; p = número de variáveis independentes do modelo; e n = número de observações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parâmetros estatísticos

Os coeficientes e parâmetros estatísticos, provenientes do ajuste dos três modelos hipsométricos testados para a estimativa da variável altura total da árvore (Ht) em função do diâmetro, estão apresentados na Tabela 2, todos os ajustes apresentaram R²aj% acima de 0,75, e quanto ao erro padrão da estimativa, pode-se perceber que todos os modelos apresentaram S_{y,x}% ligeiramente superior a 10%, tendo o modelo 3, apresentado o maior erro padrão (23,18%). Segundo Campos e Leite (2017) normalmente a relação h/d não é tão forte sendo muito comum que o valor do coeficiente de determinação seja menor que 0,8. Schikowski et al. (2014), ajustaram modelos hipsômetros para *Cryptomeria japonica* no Paraná, com valor de o R² = 0,6711, e verificaram maior eficiência do modelo de Curtis, em relação aos modelos de Henriksen, Parabólico e Linha reta. Rufino et al. (2010), ao ajustarem quatro modelos hipsometricos para um plantio de *Eucalyptus urophylla* em sistema de rebrota, observaram que tais modelos apresentaram coeficiente de determinação mais elevados do que o do presente estudo, porém ainda considerados baixos, variando entre 54,79 e 63,87%.

Além disso, Rufino et al. (2010) observaram que o R² do modelo de Trorey era menor que o do modelo de Stofels. No entanto, pelo critério de importância, o S_{y,x} vem em primeiro lugar e este encontrou favorável ao modelo ajustado. Contrário ao presente trabalho, tendo em vista que o modelo de Stoffel apresentou o melhor R² e ainda o menor S_{xy}.

TABELA 2: Resultado do ajuste dos três modelos hipsométricos testados.

TABLE 2: Results of the adjustment of the three hypsometric models tested.

Modelo	B ₀	B ₁	R ²	S _{xy}
1	3,5859	-7,1471	0,77	12,80%
2	1,1401	0,7343	0,8006	11,92%
3	4,9182	1,2024	0,7809	23,18%

Para se determinar com precisão a escolha do melhor modelo realizou-se a análise gráfica de resíduos das equações ajustadas. Tal análise pode ser observada pelas Figuras 1,2 e 3, onde são mostradas as dispersões dos resíduos dos modelos ajustados. A dispersão gráfica dos resíduos apresentou pouca diferença entre os modelos. Os modelos ajustados apresentaram comportamentos semelhantes em relação à dispersão do resíduo, com exceção do modelo de Curtis, o qual apresentou uma ligeira tendência em superestimar e subestimar a altura das árvores.

Em relação aos modelos da Linha Reta e de Stoffels, não apresentaram tendências nítidas nas estimativas. Por essa razão, de acordo com os critérios de seleção de modelos utilizados o erro padrão da estimativa, R² e o gráfico de resíduos indicaram que o modelo de Stoffels (Figura 2), é o melhor modelo para estimar altura de *Eucaliptus urophylla*.

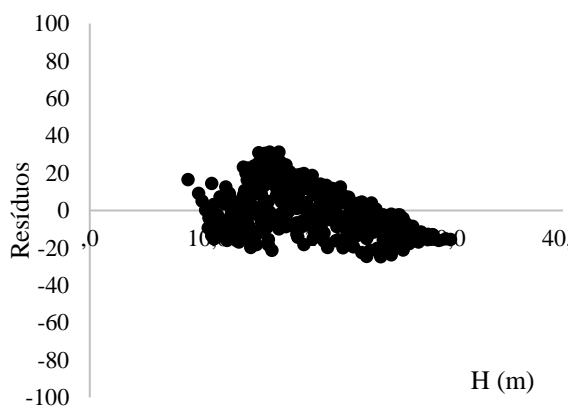


FIGURA 1: Gráfico de resíduo em função da altura total estimada (m), modelo de Curtis.

FIGURE 1: Residue plot as a function of estimated total height (m), Curtis model.

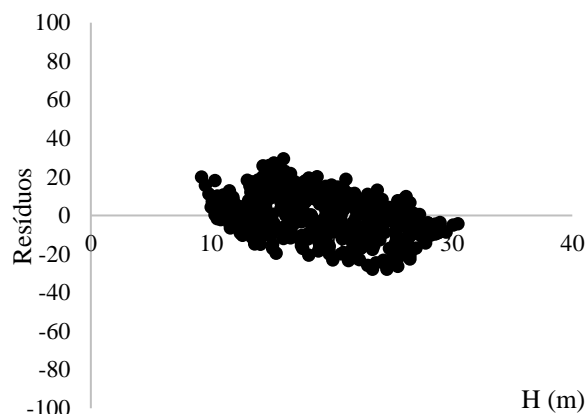


FIGURA 2: Gráfico de resíduo em função da altura total estimada (m), modelo de Stoffels.

FIGURE 2: Residue plot as a function of estimated total height (m), Stoffels model.

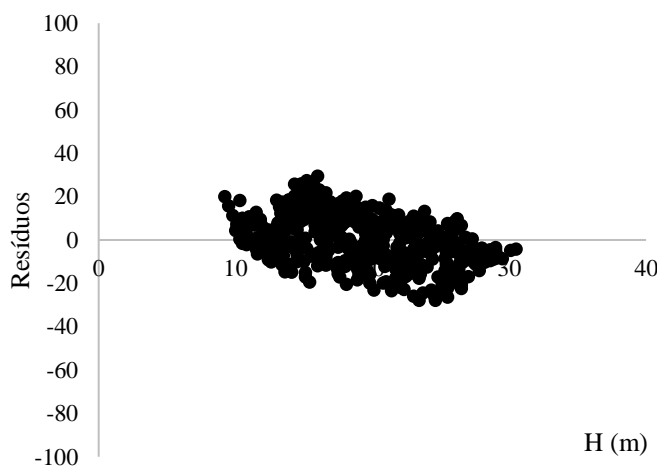


FIGURA 3: Gráfico de resíduo em função da altura total estimada (m), modelo Linha Reta.

FIGURE 3: Residue graph as a function of estimated total height (m), Line Straight model.

Modelagem de curvas de índice de local

Para o método da Curva Guia utilizou-se a equação $Ln(Hd) = LnS - 19,59470253 * (\frac{1}{I} - \frac{1}{60})$, haja vista as estimativas do $\bar{R}^2 = 0,8943$ e $S_{y.x}\% = 6,73\%$. Já para o método da Equação das Diferenças foi utilizada a expressão $Ln(Hd) = LnS - 4,95689 * (\frac{1}{I} - \frac{1}{60})$, e as estimativa $\bar{R}^2 = 0,3872$ e $S_{y.x}\% = 2,65\%$. Foram geradas nove curvas de índice de local, sendo o S = 18 a S = 34 m, com amplitude de classe de 2 m, para os dois métodos. As curvas S = 18, S = 20 e S = 22. As curvas geradas pelos métodos apresentam padrão exponencial e anamórfico, representando bem a amplitude de Hd dos dados, conforme Figura 4 e 5. De acordo com as curvas de índice de local, foram consideradas as classes de produtividade (Tabela 3).

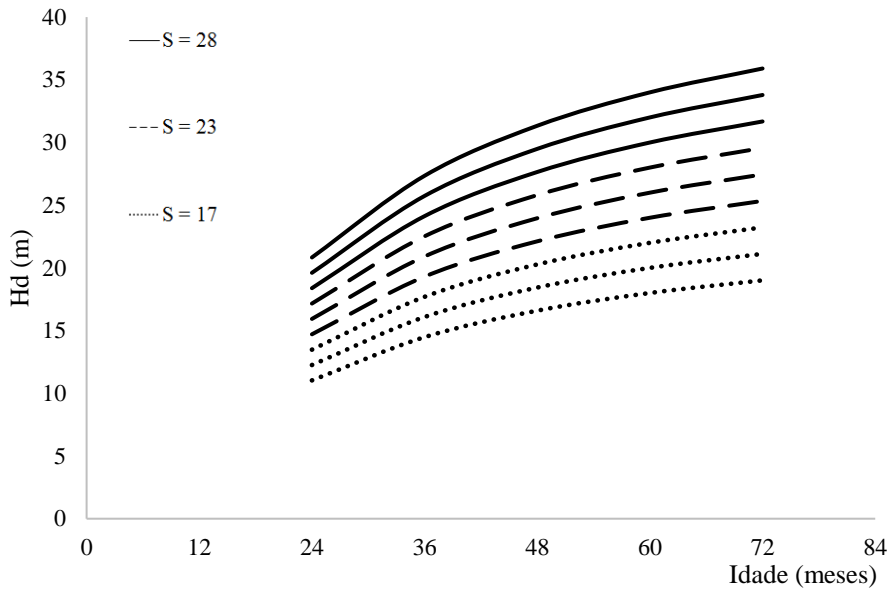


FIGURA 4: Curvas de índice de local, método da Curva-Guia.
 FIGURE 4: Location index curves, Curve-Guide method.

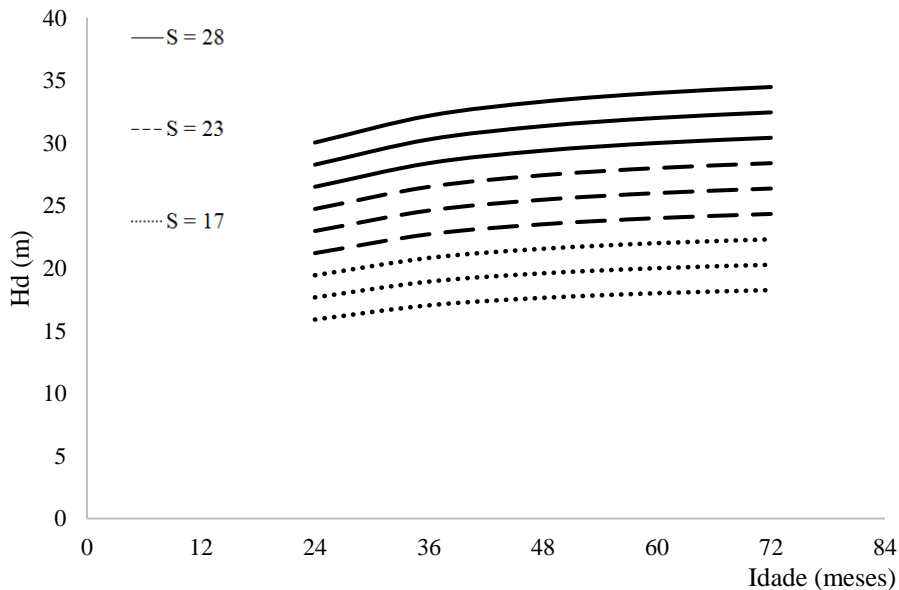


FIGURA 5: Curvas de índice de local, método Equação das Diferenças.
 FIGURE 5: Local index curves, Equation of Differences method.

TABELA 3: Classificação de sítios para o plantio de *Eucalyptus urophylla*.

TABLE 3: Classification of sites for planting *Eucalyptus urophylla*.

Classe de Produtividade	Amplitude da Classe	Centro de Classe
Alta	$26 \leq S < 35$	S= 28
Média	$20 \leq S < 25,99$	S= 23
Baixa	$15 \leq S < 19,99$	S= 17

A semelhança de classificação entre os métodos é pequena, ainda que o valor do erro padrão tenha sido menor do que o Método da Curva Guia, o valor de R^2 para o método da Equação das Diferenças foi abaixo do que o recomendável, qual seja $R^2 = 80\%$. Este resultado é diferente do resultado encontrado por Castro et al. (2015), que estudando povoamentos não desbastados observaram que a classificação da capacidade produtiva por meio de índices de local foi eficiente pelos dois métodos avaliados, curva guia e equação das diferenças.

Castro (2016), estudando a modelagem do crescimento e da produção de povoamentos de *Eucalyptus* spp. em nível de distribuição diamétrica, concluiu que a classificação da capacidade produtiva por meio de índices de local foi eficiente pelos 2 dois métodos avaliados (curva guia e equação das diferenças), sendo selecionado o método da curva-guia devido à sua simplicidade e facilidade de aplicação.

Miguel et al. (2011) estudando a classificação de sítio para plantios de *Eucalyptus urophylla* em Niquelândia, estado de Goiás, concluiu que os resultados obtidos pelo método da curva guia para classificação de local mostraram-se adequados para a base de dados estudada.

CONCLUSÕES

As curvas de sitio geradas para *Eucalyptus urophylla* foram anamórficas e a capacidade produtiva local pode ser explicada pelo modelo de Schumacher, porém, mais eficiente pelo método da Curva-guia, o qual foi superior ao método da diferença algébrica para estimação do índice de produtividade.

Os modelos hipsométricos ajustados, o modelo de Stoffels apresentou resultados superiores de ajuste e precisão, tornando-se o modelo recomendado para a obtenção da variável altura total em povoamento clonal de *Eucalyptus urophylla*, no norte do Pará.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF 2013**, ano base 2012. Brasília: ABRAF, 2013. 142 p.
- CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas..** ed. Viçosa: 5 Editora UFV, 2017.
- CASTRO R.V.O., CUNHA A.B., SILVA L.V., LEITE H.G. Modelagem do crescimento e produção para um povoamento de *Eucalyptus* utilizando dois métodos para quantificação do índice de local. **Scientia Forestalis**, v.43, n.105, p.83-90, 2015.
- CASTRO, R. V. O. et al. Modelagem do crescimento e da produção de povoamentos de *Eucalyptus* em nível de distribuição diamétrica utilizando índice de local. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 40, n. 1, p. 107-116, Feb. 2016.
- CLUTTER, J. L.; FORTSON, J. C.; PIENAAR, L. V.; BRISTER, G. H.; BAILEY, R. L. **Timber management: a quantitative approach**. New York: John Wiley & Sons, 1983.
- DAVIS, L. S.; JOHNSON, K. N. **Forest management**. New York: Mc Graw Hill, 790 p, 1987
- DEMOLINARI, R. D. A.; SOARES, C. P. B.; LEITE, H. G.; SOUZA, A. L. DE. Crescimento de plantios clonais de eucalipto não desbastados na região de Monte Dourado (PA). **Revista Árvore**, v. 31, n. 3, p. 503-512, 2007.
- LIMA FILHO, M. A. L.; SILVA, J. A. A. DA; CORDEIRO, G. M.; FERREIRA, R. L. C. Modelagem do Crescimento de Clones de *Eucalyptus*, Usando o Modelo de Chapman-Richards com Diferentes Distribuições Simétricas dos Erros. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 4, p. 777-785, out.-dez., 2012.

- FONSECA, S. M. et al. **Manual Prático de melhoramento genético do eucalipto**. Viçosa, MG: UFV, 2010. 200 p.
- GARLET, J. et al. Danos provocados por coró-das-pastagens em plantas de eucalipto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, p. 575-576, 2009.
- IBA – Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório anual**. 2016.
- KVALSETH, T. O. Cautionary note about R2. **The American Statistician**. Alexandria, v. 39, n. 4, p. 279-285, 1985.
- KITIKIDOU, K.; PETROU, P.; MILIOS, E. Dominant height growth and site index curves for calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) in central Cyprus. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **New York**, v. 16, n. 2, p. 1323-1329, 2012.
- MARTINS, F.B.; SOARES, C.P.B.; LEITE, H.G.; SOUZA, A.L. de; CASTRO, R.V.O. Índices de competição em árvores individuais de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1089-1098, 2011. DOI: 10.1590/S0100-204X2011000900017
- MELO, E. A.; CALEGARIO, N.; MENDONÇA, A. R.; POSSATO, E. L.; ALVES, J. A.; JÚNIOR, M. A. I. Modelagem não Linear da Relação Hipsométrica e do Crescimento das Árvores Dominantes e Codominantes de *Eucalyptus* spp. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 4, p. 1325-1338, out.-dez., 2017.
- MENDONÇA, A. R. et al. Modelos hipsométricos e de crescimento em altura das árvores dominantes e codominantes para *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 90, p. 151-160, jun. 2011.
- MIGUEL, E. P.; LEAL, F.A.; ONO, H. A.; LEAL, U. A. S. Modelagem na Predição do Volume Individual em plantio de *Eucalyptus urograndis*. **Revista Brasileira Biomass**, v.32, n.4, p.584-598, 2014.
- MIGUEL, E. P.; IMANÃ-ENCINAS, J.; REZENDE, A. V.; FERREIRA, J. C. S.; AGUIAR, G. P. Classificação de sítio para plantios de *Eucalyptus urophylla* em Niquelândia, Estado de Goiás. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.7, n.12; 2011.
- Álvarez, J.G., Ruíz, A.D., Rodríguez Soalleiro, R., Barrio, M., 2005. **Ecoregional site index models for Pinus pinaster in Galicia (Northwestern Spain)**. *Ann For Sci*, 62 (2), 115-127
- RUFINO, R. F., MIGUEL, E. P., SANTOS, G. A., SANTOS, T. E. B., SOUZA, F. **Ajuste de modelos hipsométricos para um povoamento de eucalipto conduzido sobre o sistema de rebrota**. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.6, n.10, 2010.
- SCHIKOWSKI, A. B.; CORTE, A. P. D.; SANQUETTA, C. R.; RODRIGUES, A. L.; OLIVEIRA, K. A. Ajuste de modelos hipsométricos para povoamento de *Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L. f.) D. Don no Paraná. **Enciclopédia Biosfera**, v.10, n.19; p. 70-77, 2014.
- SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.P.; SOUZA, A.L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. 2. ed., Viçosa, MG: Editora UFV, 2011. 272p.
- TOMÉ, M. et al. Relação hipsométrica geral para *Eucalyptus globulus* Labill. Portugal. **Silva Lusitana**, v. 15, n. 1, p. 41-55, 2007.
- TONINI, H.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Curvas de índice de sítio para povoamentos clonais de *Eucalyptus saligna* Smith para a depressão central e serra do Sudeste, Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 1, p. 27-43, 2006.

ANEXO 1- Diretrizes para Submissão da Revista Ciência Florestal.

1. A revista CIÊNCIA FLORESTAL publica artigos técnico-científicos inéditos, resultantes de pesquisa de interesse da área florestal. Também são aceitas notas técnicas e artigos de revisão. Os textos podem ser redigidos em português, inglês ou espanhol.

2. Para submeter um trabalho para publicação são cobrados os seguintes valores:

§1 Taxa de submissão: R\$50,00 (cinquenta reais). O pagamento dessa taxa não garante a publicação do trabalho.

§2 Taxa de publicação: R\$250,00 (duzentos e cinquenta reais). Esse valor deve ser recolhido somente quando solicitado pelo editor.

Os valores devem ser depositados na conta corrente n. 38588-3, da agência do Banco do Brasil n. 1484-2 (FATEC - CNPJ: 89.252.431/0001-59). O comprovante do depósito da taxa de submissão deverá ser postado como documento suplementar, na submissão do trabalho. O comprovante da taxa de publicação deverá ser enviado a CIÊNCIA FLORESTAL, quando solicitado, via e-mail. Os valores depositados não serão devolvidos.

3. Os manuscritos devem ser submetidos à revista via online por meio da PLATAFORMA SEER. O autor que submete o artigo assume toda e qualquer responsabilidade pelas informações, que os demais autores estão de acordo com a submissão e que o artigo é inédito. Os conceitos e afirmações emitidas no artigo são de exclusiva

responsabilidade dos autores. Contudo, o Conselho Editorial reserva-se o direito de solicitar ou sugerir modificações no texto original.

4. Os artigos devem ser organizados da seguinte forma:

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.

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

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.

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).

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.

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.

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.

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

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-italico).

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 nomenclatura 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 nomenclatura 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.

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).

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, subscripto/sobrescrito etc., em proporções adequadas, nunca superior a fonte 11. No documento suplementar devem receber a nomenclatura Equação e o número correspondente.

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.

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) sem o ponto final.

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).