

## ALTERNATIVAS PARA SUBSTITUIÇÃO DA ALTURA DOMINANTE POR PARCELA NA MODELAGEM DE ÍNDICE DE SÍTIO

Hewerton Felix Moyses<sup>1</sup>, Carlos Alberto Araújo Júnior<sup>2</sup>, Adriana Leandra de Assis<sup>3</sup>, Louisielli Halana Campos dos Santos<sup>4</sup>, Guilherme Henrique Fortes<sup>5</sup>

1 Engenheiro Florestal, Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais

2 Professor Doutor do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (araujocaj@gmail.com) Montes Claros, MG

3 Professora Doutora do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais

4,5 Estudante de graduação em Engenharia Florestal, Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais

Recebido em: 15/11/2022 – Aprovado em: 15/12/2022 – Publicado em: 30/12/2022  
DOI: 10.18677/EnciBio\_2022D6

### RESUMO

O conhecimento acerca da capacidade produtiva em povoamentos florestais é fundamental para o manejo das florestas. Seu valor é comumente obtido a partir da estimativa da altura dominante em uma idade índice, havendo necessidade de se medir tal variável no inventário. Neste sentido, este trabalho objetivou avaliar diferentes métodos para calcular a variável que pode ser considerada como altura dominante em modelos para estimar o índice de sítio: (a) média das alturas das cinco árvores dominantes, (b) média das cinco maiores alturas entre as medidas em campo e (c) média das cinco maiores alturas estimadas por parcela. Foram utilizados dados de inventário florestal contínuo realizado nos anos de 2006, 2007, 2008 e 2009, em um povoamento de *Eucalyptus sp.* localizado na região norte de Minas Gerais. As estimativas de índice de sítio para cada método foram geradas a partir da utilização do método da curva-guia. O modelo de crescimento e produção de Schumacher foi ajustado considerando o índice local calculado por cada método. A produção volumétrica foi estimada para a data da última medição do inventário e seus valores foram comparados com as produções observadas através das métricas de raiz quadrada do erro quadrático médio, média do erro absoluto, média do erro percentual. Os resultados mostraram que não ocorreram diferenças significativas em relação aos valores de altura dominante em função dos métodos adotados, o que proporcionou estimativas semelhantes para a produção futura de madeira. Conclui-se que, na falta de dados sobre altura dominante, os métodos alternativos mencionados podem ser empregados.

**PALAVRAS-CHAVE:** capacidade produtiva. índice de local. manejo florestal.

## ALTERNATIVES FOR REPLACEMENT OF DOMINANT HEIGHT BY PLOT IN SITE INDEX MODELING

### ABSTRACT

Knowledge about productive capacity in forest stands is fundamental for forest management. Its value is commonly obtained from the estimate of the dominant height at an index age, with the need to measure this variable in the inventory. In this sense, this work aims to evaluate different methods to calculate the variable that can be considered as dominant height in models to estimate the site index: (a) average of the heights of the five dominant trees, (b) average of the five largest heights among the field measurements and (c) average of the five highest estimated heights per plot. Data from continuous forest inventory carried out between 2006 and 2009, in a stand of *Eucalyptus* sp. located in the northern region of Minas Gerais. Site index estimates for each method were generated using the guide curve method. The Schumacher growth and production model was adjusted considering the local index calculated by each method. The volumetric production was estimated for the date of the last inventory measurement and its values were compared with the observed productions through the metrics of root mean square error, mean absolute error, mean percentage error. The results show that there were no significant differences in relation to the dominant height values as a function of the adopted methods, which provided similar estimates for future wood production. It is concluded that, in the absence of data on dominant height, the mentioned alternative methods can be used.

**KEYWORDS:** forest management, productive capacity, site index.

### INTRODUÇÃO

O setor florestal no Brasil tem uma posição de destaque no desenvolvimento da economia de baixo carbono, devido às práticas de manejo florestal e sua alta produtividade. Ele representou 1,2% do PIB nacional e receita bruta total de R\$ 97,4 bilhões em 2019 (IBÁ, 2020).

O entendimento das práticas e conceitos do manejo florestal são indispensáveis para condução de um empreendimento florestal. A elaboração de um plano de manejo é necessária para obter informações referentes à produtividade de uma floresta, estoque de madeira e produção esperada. O conhecimento do potencial produtivo de uma floresta é uma das principais ferramentas utilizadas pelo manejo florestal, sendo representado pelo índice de sítio, tal como mencionado por Cosenza *et al.* (2017) e Souza *et al.* (2021).

Do ponto de vista ecológico, o sítio pode ser definido como uma região uniforme que tem como característica a combinação estável de fatores locais (SCOLFORO, 2006). Segundo Campos e Leite (2013), o potencial produtivo de um sítio florestal é determinado como o potencial desse local em produzir madeira, sob as condições ambientais e técnicas silviculturais empregadas neste mesmo local. Conhecer as características de um sítio florestal é fundamental para alcançar a produção desejada (LEITE *et al.*, 2022).

Existem diversos modos de classificar a capacidade produtiva de um determinado sítio florestal, sendo comumente utilizado o índice definido com base na altura dominante, ou seja, a altura dominante média do povoamento em uma idade específica, considerada idade índice (PISSININ; SCHNEIDER, 2017). A classificação

de um sítio florestal utilizando a altura dominante consiste em um método direto e quantitativo, e tem sido amplamente utilizado devido a sua praticidade e por não sofrer influência significativa dos tratamentos silviculturais (LEITE *et al.*, 2022). De acordo com Scolforo (2006), a altura dominante é uma variável que possui um considerável significado biológico, representando o povoamento durante toda sua vida.

O princípio de Assmann tem sido amplamente utilizado para determinação da altura dominante. O mesmo consiste no cálculo da média das cem árvores mais grossas por hectare (PISSININ; SCHNEIDER, 2017). Os critérios utilizados para identificar as árvores dominantes são baseados em características como sanidade, ausência de tortuosidade, bifurcação e danos. A altura dominante pode estar sujeita a erros de medição devido às dificuldades na medição das alturas dos indivíduos da floresta, o que está associado a fatores como densidade das árvores do povoamento e condições ambientais adversas no momento da medição também podem influenciar na determinação das alturas.

Partindo do pressuposto de que em muitos casos a altura dominante não é determinada durante a realização de um inventário florestal, uma vez que consiste em uma atividade que demanda tempo e está sujeita a erros de medição, o presente trabalho tem como objetivo avaliar se métodos alternativos ao princípio Assmann podem ser utilizados para o cálculo da altura dominante.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Dados

Para realização do estudo, foram utilizados dados de parcelas permanentes com áreas variando entre 440 e 660 m<sup>2</sup>, provenientes de inventário florestal contínuo (IFC), realizado entre nos anos de 2006, 2007, 2008 e 2009, em um povoamento florestal localizado próximo ao município de Montes Claros, região norte do Estado de Minas Gerais e com espaçamento de 3,0 x 2,5 metros. Foram utilizados dados de altura total (Ht), diâmetro a altura do peito (DAP), idade (ID) e altura dominante (Hd) coletados em um total de 80 parcelas distribuídas em 14 talhões, com medições realizada em 4 ocasiões e idades variando entre 22 e 69 meses.

O DAP de todos os indivíduos da parcela e a altura total das 15 primeiras árvores de cada parcela foram medidos em cada ocasião. O modelo de Curtis em sua forma logaritmizada (Eq.1) foi considerado para a estimativa de altura das árvores não medidas no inventário.

$$\ln(Ht) = \beta_0 + \beta_1 * \frac{1}{DAP} + \varepsilon \quad (\text{Eq. 1})$$

Em que

Ht é a altura total da árvore (m),

DAP é o diâmetro a 1,3 m de altura (cm),

Ln é o logaritmo neperiano,  $\beta_0$  e  $\beta_1$  são os coeficientes do modelo e  $\varepsilon$  é o erro aleatório

Dados de cubagem foram utilizados para estimar os parâmetros do modelo de Schumacher e Hall de modo a calcular o volume de cada árvore do inventário. Os dados foram estratificados de acordo com o material genético e duas equações foram obtidas (Eq. 2 e Eq. 3).

$$\ln(V) = -9.8882 + 1.8087 * \ln(DAP) + 1.0606 * \ln(Ht) \quad (\text{Eq. 2})$$

$$\ln(V) = -9.6572 + 1.8932 * \ln(DAP) + 0.9026 * \ln(Ht) \quad (\text{Eq. 3})$$

### Índice de sítio

O modelo de Schumacher em sua forma linearizada (Eq. 4) foi considerado para estimativa do índice de local (S) (Eq. 5) utilizando o método da curva-guia, conforme Campos e Leite (2013).

$$(Hd) = \beta_0 + \beta_1 * \left(\frac{1}{Id}\right) + \varepsilon \quad (\text{Eq. 4})$$

$$(S) = \ln(Hd) - \beta_1 * \left[\left(\frac{1}{Id}\right) - \left(\frac{1}{Ii}\right)\right] \quad (\text{Eq. 5})$$

Em que

Hd é a altura dominante (em metros),  $\beta_0$  e  $\beta_1$  são os parâmetros do modelo, Id é a idade (em meses), S é o índice de local (em metros), Ln é o logaritmo neperiano, Ii é a idade índice (em meses) e  $\varepsilon$  é o erro aleatório.

Considerou-se a idade índice como sendo igual a 72 meses. O índice de sítio foi calculado considerando cada um dos três diferentes métodos para definir a variável Hd em cada medição, sendo eles: Média das alturas das cinco árvores dominantes (Hd) em cada parcela (Método 1); Média das cinco maiores alturas de cada parcela, dentre as quinze primeiras árvores medidas (Método 2); e Média das cinco maiores alturas da parcela, considerando as alturas observadas em campo e as estimadas por regressão (Método 3).

### Crescimento e produção

O modelo de Schumacher considerando as variáveis idade (ID) e índice de sítio (S) foi ajustado para estimativa do crescimento e produção (Eq. 6), sendo um ajuste para cada método de obtenção da variável Hd

$$\ln(v) = \beta_0 + \beta_1 * \left[\frac{1}{ID * S}\right] + \varepsilon \quad (\text{Eq. 6})$$

Em que

Ln é o Logaritmo neperiano, v é o volume (em metros cúbicos por hectare), ID é a idade (em meses), S é o índice de sítio (em metros),

$\beta_0$  e  $\beta_1$  são os coeficientes do modelo e  $\varepsilon$  é o erro aleatório.

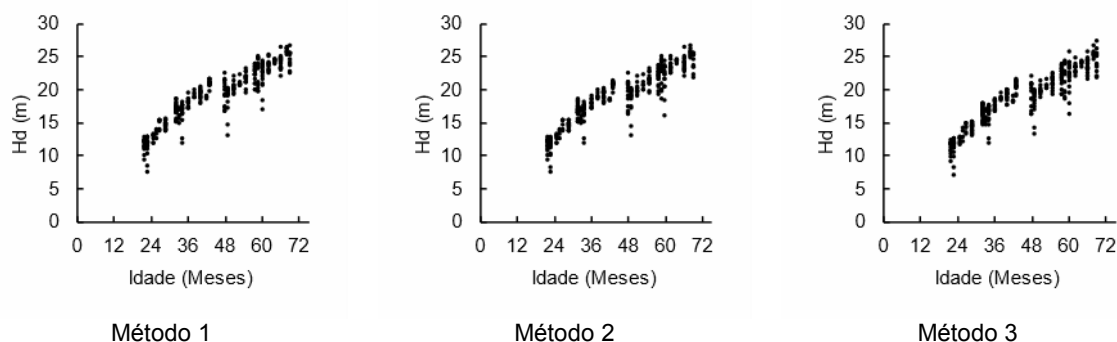
Os dados com medições nos três primeiros anos (2006, 2007 e 2008) foram considerados para ajuste do modelo de crescimento e produção. Os dados das medições realizadas no ano de 2009 foram utilizados para avaliação das estimativas gerada a partir das equações que consideraram cada um dos métodos de obtenção da variável Hd.

Tal avaliação foi realizada calculando-se as estatísticas de raiz quadrada do erro quadrático médio (RQEM), erro absoluto médio (EAM), erro percentual médio (EPM) e coeficiente de correlação de Pearson (r) entre os valores estimados e os valores observados, calculados de acordo com Souza *et al.* (2021).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

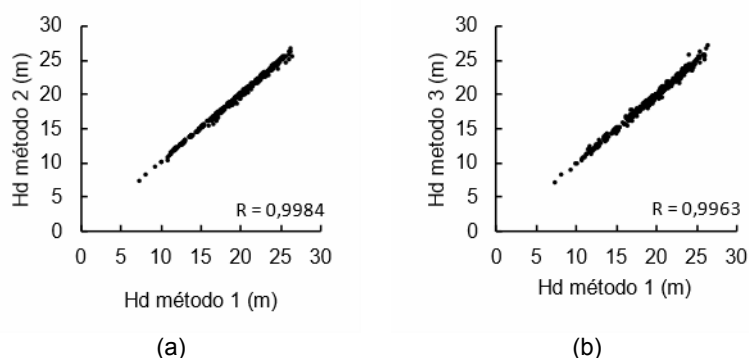
Os gráficos de dispersão relacionando as variáveis altura dominante e idade não apresentaram grandes discrepâncias em razão dos métodos adotados para calcular aquela variável (FIGURA 1). O comportamento geral das alturas dominantes em função da idade seguem a tendência observada em Souza *et al.* (2021) e em Araújo Júnior *et al.* (2019).

**FIGURA 1.** Tendência do crescimento em altura dominante para os diferentes métodos estudados.



Tal afirmação é reforçada ao avaliar a correlação entre as alturas dominantes obtidas por cada um dos métodos, com valores acima de 99,60%. Os gráficos de dispersão mostram que não há uma tendência de superestimar ou subestimar a altura dominante do Método 1 ao se empregar os Métodos 2 ou 3 (Figura 2). De acordo com Souza *et al.* (2015), quando se deseja avaliar a possibilidade de substituição de um método padrão por outro alternativo, a utilização do coeficiente de correlação pode ser indicada, sendo o novo método aceito caso o valor do coeficiente seja próximo de 1. O teste t pareado contrastando o Método 1 com o Método 2 apresentou p-valor menor que 0,01 e contrastando o Método 1 com o Método 3 também apresentou p-valor menor que 0,01.

**FIGURA 2.** Gráficos de dispersão entre os valores de altura dominante obtidos com o Método 1 e os Métodos 2 (a) e 3 (b), além dos valores de correlação.



As equações ajustadas para estimar o índice de local por cada método apresentaram parâmetros estatisticamente significativos em todos os casos (Tabela 1). De fato, o modelo de Schumacher apresenta bons resultados ao ser utilizado para descrição da relação entre altura dominante e idade, tal como observado em

Araújo Júnior *et al.* (2019). Além disso, os valores dos parâmetros variaram pouco em relação aos métodos considerados.

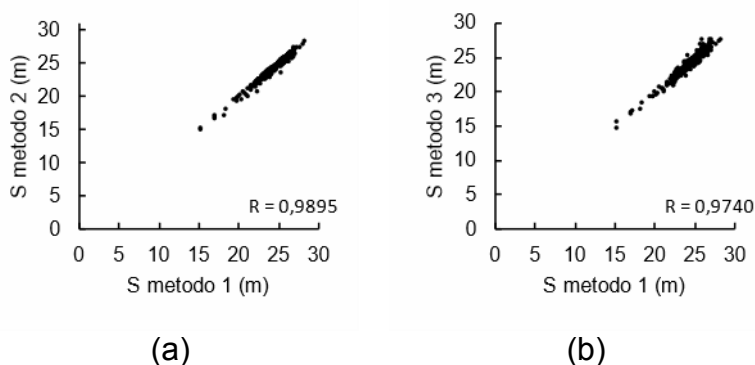
**TABELA 1.** Resultados do ajuste do modelo de índice de sítio considerando cada método para obtenção da variável altura dominante.

Método	R <sup>2</sup>	Parâmetro	Valor	Desvio Padrão	p-valor
Método 1	0.8716	$\beta_0$	3.52	0.01	< 0,05
		$\beta_1$	-24.26	0.52	< 0,05
Método 2	0.8624	$\beta_0$	3.51	0.01	< 0,05
		$\beta_1$	-24.04	0.53	< 0,05
Método 3	0.8644	$\beta_0$	3.51	0.01	< 0,05
		$\beta_1$	-24.57	0.54	< 0,05

Análise semelhante pode ser considerada para o caso dos valores de índice de sítio estimados a partir dos diferentes métodos de obtenção de Hd. A correlação entre os valores estimados pelos Métodos 1 e demais métodos apresentou valores acima de 97% e não houve tendência de superestimativa ou subestimativa a partir da análise gráfica (Figura 3), apesar de uma maior dispersão ao se analisar o Método 3. Assim como para o caso dos valores de altura dominante, a análise dos gráficos de dispersão entre os valores das estimativas de índice de local obtidos por cada método indica a possibilidade de utilização dos métodos alternativos, dada a correlação elevada (SOUZA *et al.*, 2015) e a baixa dispersão.

Tal dispersão pode estar relacionada com o fato de que o Método 3 considera, além das alturas medidas em campo, as alturas estimadas a partir de equações hipsométricas. Nos casos em que a relação hipsométrica não é bem definida, os valores estimados podem proporcionar maiores diferenças em relação aos valores observados em campo e, conseqüentemente, aumentar a dispersão ao se analisar os diferentes métodos.

**FIGURA 3.** Gráficos de dispersão entre os valores de índice de sítio obtidos com o Método 1 e os Métodos 2 (a) e 3 (b), além dos valores de correlação.



Assim como para o caso do modelo de índice de sítio, os parâmetros do modelo de crescimento e produção considerando os diferentes métodos de obtenção da variável altura dominante apresentaram valores estatisticamente significativos e com pequena variação entre os métodos (Tabela 2). O modelo de Schumacher com acréscimo da variável índice de sítio também foi utilizado por Wolff *et al.* (2019), mas os resultados encontrados no presente trabalho apresentam melhores valores para o coeficiente de determinação.

**TABELA 2.** Resultados do ajuste do modelo de crescimento e produção considerando cada método para obtenção da variável altura dominante.

Método	R <sup>2</sup>	Parâmetro	Valor	Desvio Padrão	p-valor
Método 1	0.9596	B <sub>0</sub>	6.10	0.02	< 0,05
		B <sub>1</sub>	-1317.11	17.46	< 0,05
Método 2	0.9606	β <sub>0</sub>	6.09	0.02	< 0,05
		β <sub>1</sub>	-1292.78	16.92	< 0,05
Método 3	0.9575	β <sub>0</sub>	6.09	0.02	< 0,05
		β <sub>1</sub>	-1284.52	17.48	< 0,05

Tais semelhanças em relação aos valores calculados para a variável altura dominante e aos ajustes dos modelos de índice de sítio e de crescimento e produção culminaram em diferença pouco expressiva em termos das estimativas volumétricas das parcelas em uma idade futura. Assim, ao analisarmos tais estimativas volumétricas geradas pelo modelo de crescimento e produção considerando o sítio (S) para cada um dos três métodos em cada parcela, é possível notar que não houve discrepância entre os resultados apresentados (Tabela 3). Uma ligeira superioridade do Método 2 é indicada ao analisar os valores mais próximos de zero para as métricas RQEM, erro percentual médio e erro absoluto médio. Apesar disso, não é possível inferir que tal método seja de fato superior aos demais.

**TABELA 3.** Análise da precisão das estimativas de volumes para os diferentes métodos.

Método	RQME	Erro percentual médio (%)	Erro absoluto médio (m <sup>3</sup> /ha)	Correlação (%)
Método 1	19,57	0,49	14,94	83,3
Método 2	19,47	-0,07	14,80	83,3
Método 3	19,53	-0,24	15,02	82,6

Assim como mencionado por Pissinin e Schneider (2017), a definição da variável altura dominante impactou nas demais funções matemáticas que são utilizadas para definição da produção volumétrica do local. A utilização do Método 3 apresentou pequena diferença em relação aos demais tanto nos valores de índice de sítio quanto nos valores da produção predita pelo modelo de crescimento e produção.

Diversos autores abordam que a ampla utilização da altura dominante para determinação da capacidade produtiva de sítios florestais é justificada pelo fato de ser uma variável pouco sensível a maior parte dos tratamentos silviculturais (MACHADO; FIGUEREDO FILHO, 2006; CAMPOS; LEITE, 2013; ARAÚJO JÚNIOR *et al.*, 2016). Entretanto, para os casos em que os povoamentos são homogêneos, outras variáveis também podem ser consideradas.

Nesse sentido, outros trabalhos têm estudado o uso de variáveis alternativas à altura dominante na determinação da capacidade produtiva de povoamentos florestais. Villanueva *et al.* (2018) utilizaram o diâmetro dominante como alternativa à altura dominante na determinação de índices de local. Assim como no presente trabalho, a busca por métodos alternativos à medição das alturas das árvores dominantes tem como foco a redução de custos no inventário florestal. Isso é justificado pelo fato de que a altura é a variável que mais consome tempo de medição (DANTAS *et al.*, 2020), principalmente quando a operação ocorre em condições climáticas desfavoráveis. Outro fator são os critérios utilizados para determinação da altura dominante, que podem demandar um tempo maior de observação em campo e conseqüentemente um maior tempo para realização da amostragem em uma parcela.

### CONCLUSÕES

A partir dos resultados encontrados, pode-se concluir que os os métodos alternativos ao princípio de Assman (média das maiores alturas medidas em campo e média das maiores alturas considerando também as alturas estimadas a partir de relações hipsométricas) podem ser empregados para substituição da variável altura dominante na modelagem do índice de sítio.

O método que consiste na utilização da média das cinco maiores alturas de cada parcela é o mais indicado para os casos em que haja ausência de dados acerca da altura de árvores dominantes nas parcelas de inventários florestais.

### REFERÊNCIAS

ARAÚJO JÚNIOR, C. A.; SOARES, C. P. B.; LEITE, H. G. Curvas de índices de local em povoamentos de eucalipto obtidas por regressão quantílica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 6, p. 720-727, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2016000600003>>.doi: 10.1590/S0100-204X2016000600003

ARAÚJO JÚNIOR, C. A.; SOUZA, P. D.; ASSIS, A. L.; CABACINHA, C. D.; LEITE, H. G.; SOARES, C. P. B.; SILVA, A. A. L.; CASTRO, R. V. O. Artificial neural networks, quantile regression, and linear regression for site index prediction in the presence of outliers. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 54, n. 78, p. 1-8, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2019.v54.00078>>.doi: 10.1590/S1678-3921.pab2019.v54.00078

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H.G. **Mensuração Florestal: Perguntas e respostas**, 4 ed. Viçosa: UFV, 2013.

COSENZA, D. N.; SOARES, A. A. V.; ALCÂNTARA, A. E. M.; SILVA, A. A. L.; RODE, R.; SOARES, V. P.; LEITE, H. G. Site classification for eucalypt stands using



artificial neural network based on environmental and management features. **Cerne**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 310-320, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/10934529.2013.815503>>. doi: 10.1590/01047760201723032352

DANTAS, D.; PINTO, L. O. R.; TERRA, M. C. N. S.; CALEGARIO, N.; OLIVEIRA, M. L. R. Reduction of sampling intensity in forest inventories to estimate the total height of eucalyptus trees. **Bosque**, v. 41, n. 3, p. 353-364, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/10934529.2013.815503>>. doi: 10.4067/S0717-92002020000300353

IBÁ – indústria brasileira de árvores. **Relatório IBÁ 2020**. IBÁ. Brasília, 2020. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-iba-2020.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2021.

LEITE, M. V. S.; CABACINHA, C. D.; ASSIS, A. L. Classificação da capacidade produtiva com alturas de árvores dominantes estimadas por RNA. **Ciência Florestal**, v. 32, n. 3, p. 1552-1574, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.5902/1980509867120>>. doi: 10.5902/1980509867120

MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria**. 2 ed. Guarapuava: UNICENTRO, 2006.

PISSININ, L. Z.; SCHNEIDER, P. R. tendências de crescimento em altura dominante de dois clones de eucalyptus saligna smith implantados em distintas condições de solo. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 1, p. 263-275, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/10934529.2013.815503>>. doi: <https://doi.org/10.5902/1980509826465>

SCOLFORO, J. R. **Biometria florestal**. 1. ed. Lavras: UFLA, 2006.

SOUZA, C. P. C.; ABREU, C. A.; ANDRADE, C. A.; GOMES, A. R. C.; CUNHA, J. F. Comparison of Analytical Methods for Quantifying the Levels of Lead, Cadmium, Chromium, and Nickel in Mineral Fertilizers and Industrial By-products. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 46, n. 1, p. 34-56, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/00103624.2014.988089>>. doi: <https://doi.org/10.1080/00103624.2014.988089>

SOUZA, P. D.; ARAÚJO JÚNIOR, C. A.; CABACINHA, C. D.; OLIVEIRA, L. S.; LOPES JÚNIOR, C. D.; ALMEIDA, W. Performance da modelagem para classificação de sítios florestais em bases de dados com outliers. **Nativa**, v. 9, n. 1, p. 54-61, 2021. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/10934529.2013.815503>>. doi: <https://doi.org/10.31413/nativa.v9i1.11202>

VILLANUEVA, J. R. B.; CASAS, G. G.; LEITE, H. G.; SANTOS, A. C. A.; ARAÚJO JÚNIOR, C. A.; ALCÂNTARA, A. E. M. Análisis de la eficiencia del uso de los diámetros dominantes en la construcción de curvas de índice local con cinco métodos analíticos. **Naturaleza y Sociedad**, v. 1, n. 1, p. 9-15, 2018. Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.1080/10934529.2013.815503>>.  
<http://dx.doi.org/10.18259/nys.2018003>

doi:

WOLFF, N. I.; BUENO, A. N.; MIRANDA, R. O. V.; KOHLER, S. V.; SERPE, E. L. Modelagem do crescimento e produção empregando anatro em *Pinus taeda* L. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 4, n. 1, p. 52-57, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5380/biofix.v4i1.62597>>. doi: <http://dx.doi.org/10.5380/biofix.v4i1.62597>

VILLANUEVA, J. R. B.; CASAS, G. G.; LEITE, H. G.; SANTOS, A. C. A.; ARAÚJO JÚNIOR, C. A.; ALCÂNTARA, A. E. M. Análisis de la eficiencia del uso de los diámetros dominantes en la construcción de curvas de índice local con cinco métodos analíticos. **Naturaleza y Sociedad**, v. 1, n. 1, p. 9-15, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/10934529.2013.815503>>. doi: <http://dx.doi.org/10.18259/nys.2018003>