

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 12 (2)

April 2019

Article link

<http://www.seasinop.com.br/revista/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path%5B%5D=606&path%5B%5D=pdf>

Included in DOAJ, AGRIS, Latindex, Journal TOCs, CORE, Discoursio Open Science, Science Gate, GFAR, CIARDRING, Academic Journals Database and NTHYS Technologies, Portal de Periódicos CAPES.



Curvas de índices de sítio para povoamentos de *Eucalyptus urograndis*

Site index curves for *Eucalyptus urograndis* stands

P. A. Mojena, S. C. Fernando, D. S. Silva, F. W. Jesus

Universidade Federal de Mato Grosso - Campus Sinop
Universidade Federal de Mato Grosso- Campus Cuiaba
Consultoria e planejamento. Primavera do Leste – MT

Author for correspondence: pamadormojena@hotmail.com

Resumo. Ajustaram-se curvas de índice de sítio para povoamentos de *Eucalyptus urograndis* localizados no município de Nova Canaã, MT, usando o método da curva guia. Testaram se seis modelos matemáticos para estimar a altura dominante das árvores em função da idade e verificar sua acurácia para definição dos índices de sítio. Os modelos testados apresentaram estatísticas de valores semelhantes com R^2 em torno de 0,40 e erros próximos a 15%, sem que nenhum apresentasse superioridade expressiva em relação aos outros. Foi utilizado o modelo de Schumacher para a construção de curvas com quatro classes de sítio e com amplitude de três metros cada. O modelo foi escolhido pelas estatísticas apresentadas, pela simplicidade e adequada estimativa das alturas das árvores com apenas dois parâmetros, apresentando a melhor distribuição gráfica dos resíduos.

Palavras-chave: Curva-Guia; Anamorfismo, produtividade.

Abstract. Site index curves were adjusted for *Eucalyptus urograndis* stands located in the municipality of Nova Canaã, MT, using the guide curve method. Six mathematic models were tested to estimate the dominant height of trees according to age and to verify their accuracy for the definition of site indices. The models tested presented similar values with R^2 values around 0.40 and errors close to 15%, without any expressive superiority in relation to others. The Schumacher model was used for the construction of curves with four classes of site and with amplitude of three meters each. The model was chosen by the presented statistics, for the simplicity and adequate estimation of the heights of the trees with only two parameters, presenting the best graphical distribution of the residues.

Keywords: Bow-guide; Anamorphous. productivity

Introdução

Nas ciências florestais o sítio se utiliza para designar a influencia do ambiente sobre a produção de madeira, ou outros produtos obtidos de um povoamento florestal (BATISTA & COUTO, 1986). Em plantações florestais cujo propósito é a exploração madeireira a qualidade do sítio se define como seu potencial para a produção de madeira de uma espécie ou de uma floresta considerando que melhores qualidades possuíram maior produção (CLUTTER et al., 1983). Na condução de povoamentos e no planejamento da produção madeireira de uma empresa florestal a determinação da produtividade dos sítios florestais é fator básico.

Segundo Campos ; Leite (2013), a qualidade do sítio ou capacidade produtiva do local pode ser definida como o potencial que um

determinado local tem para produção de madeira ou de outro produto, considerando determinada espécie ou clone.

Uma das maneiras possíveis para se quantificar a capacidade de produção de um local é a definição de um índice sítio, geralmente uma expressão numérica da qualidade do sítio baseada na altura das árvores dominantes do povoamento florestal.

O índice de sítio (IS) se define como a altura media das arvores dominantes e codominantes (100 árvores ha^{-1}) a uma idade índice considerando a altura maior em um povoamento mono-específico e coetâneo sendo pouca afetada pela densidade (árvores. $há^{-1}$), o crescimento em altura maior do povoamento seguirá um padrão determinado e a altura maior

possui boa correlação com a produção volumétrica (CLUTTER et al., 1983)

Para a definição deste índice de sítio utilizam-se equações que descrevem as relações funcionais entre a variável altura dominante e a variável idade. Com estas equações pode-se então gerar curvas de índice de sítio, onde cada curva representa um índice de sítio, o qual corresponde à altura média das árvores dominantes numa idade de referência, denominada idade índice. A definição desta idade índice é arbitrária, mas em geral deve ser próxima à idade técnica de rotação.

É imprescindível a classificação das propriedades florestais quanto aos possíveis níveis de produtividade, pois vários atributos dependem da maior ou menor produtividade do sítio. Estes atributos podem ser a dimensão dos produtos da floresta nas várias idades; a viabilidade ou não de projetos florestais; as diferentes respostas de certas culturas florestais às condições do sítio; a identificação do potencial de produtividade da propriedade florestal, que permitem fornecer informações consistentes para o diagnóstico e prescrição do manejo e conservação do solo.

A capacidade produtiva de determinado local pode ser avaliada em três categorias: 1) a avaliação da qualidade do lugar pela vegetação indicadora; 2) avaliação por fatores climáticos, e; 3) avaliação da relação altura dominante e idade, que é o método mais utilizado para estudos de crescimento e de produção, por existir uma forte correlação entre a altura dos indivíduos mais desenvolvidos e a capacidade produtiva de determinado sítio florestal (CAMPOS; LEITE, 2013).

Entre as várias alternativas de construção de curvas de índice de sítio uma delas se dá pelo método da curva guia, onde se ajusta um modelo de regressão envolvendo as variáveis altura dominante e idade. Campos; Leite (2013) expõem que a equação resultante representa a curva do índice de local médio, denominada de curva-guia, com a qual uma equação de índices de local é obtida ao se observar a condição de que, quando a idade do povoamento for igual à idade-índice, a altura dominante é igual ao índice de local.

As curvas de sítio são construídas a partir de equações de índices de sítio e são utilizadas para classificar a capacidade produtiva do local de modo quantitativo. Essas equações são derivadas de relações funcionais, envolvendo a variável dependente altura dominante média (H_{dom}) e como variável independente a idade (t). Elas podem ser construídas, utilizando dados de alturas dominantes e idades advindos de parcelas temporárias, permanentes ou, ainda, de análise de tronco completa (CAMPOS; LEITE, 2013).

A capacidade produtiva de um sítio é avaliada de forma mais adequada pelo volume total que o povoamento produz. No entanto, em casos

nos quais a produção de desbastes intermediários não é conhecida, o volume total produzido no sítio não pode ser determinado, sendo que o procedimento utilizado para a solução desse problema é o estudo das relações entre altura dominante, idade e produção volumétrica. Dessa forma, este trabalho teve por objetivo definir classes de índice de sítio para um povoamento de *Eucalyptus urograndis*, localizado no município de Nova Canaã do Norte no estado de Mato Grosso.

Métodos

A área de estudo está localizada na Fazenda Gamada, no município de Nova Canaã do Norte no estado de Mato Grosso em um plantio clonal de *Eucalyptus urograndis*.

O clima da região de acordo com a classificação de Köppen é tropical chuvoso com nítida estação seca, possui temperaturas médias de 26°C, com média anual de precipitação pluviométrica da área nos últimos oito anos de 2175 mm anual, com intensidade maior em janeiro, fevereiro e março (ALVARES et al., 2013). O relevo do município é muito diversificado, com áreas planas, onduladas e levemente acidentado, e o solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo (OLIVEIRA et al., 2010).

O povoamento de *Eucalyptus urograndis* foi implantada em janeiro de 2009, em espaçamento de 4 x 3 metros, com área total de 15,00 hectares. No plantio foram usados 200 g por planta de NPK na fórmula 01-18-18, aos 10 e 14 meses após o plantio, a aplicação em cobertura de 100 g planta do formulado 20-00-10 mais 2,0 % de boro e 1,0 % de zinco, em janeiro de 2009.

Foram estabelecidas 20 parcelas permanentes de formato retangular com área de 600 m² cada, distribuídas aleatoriamente. A base de dados contempla medições de altura e diâmetro a 1,30 m nas idades de 19, 25, 33, 39 e 52 meses. Foram utilizados pares de alturas dominantes e idades dos dados obtidos nas 20 parcelas permanentes. Assim, os pares de idades e alturas da primeira medição estão compreendidos entre a idade de 19 meses e a última medição, 52 meses.

Com os dados do inventário realizado foram testados diferentes modelos matemáticos tradicionais, existentes na literatura, que expressam a relação entre altura média das árvores dominantes e a idade (Tabela 1).

O ajuste dos modelos foi realizado utilizando o programa estatístico Statgraphic Centurio e a seleção da equação melhor ajustada considerou as seguintes medidas de precisão: Análise gráfica dos resíduos expressos em percentagem; Estabilidade; Erro Padrão Residual Absoluto (S_{yx}) e percentual ($S_{yx\%}$); Coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}). O ajuste dos modelos não lineares foi realizado por meio de análise de regressão não linear.

Tabela 1. Modelos ajustados pelo método da curva-guia para expressar a capacidade produtiva local de povoamentos de *Eucalyptus urograndis* na região norte de Mato Grosso.

Identificação	Modelos	Autoria
Modelo 1	$Ln(H_{dom}) = \beta_0 + \beta_1 * (1/ld)$	Schumacher (1)
Modelo 2	$H_{dom} = \frac{ld^2}{\beta_0 + (\beta_1 * ld) + (\beta_2 * ld^2)}$	Prodan (2)
Modelo 3	$H_{dom} = \beta_0 * [1 - \exp(\beta_1 * ld)]$	Spillman (3)
Modelo 4	$H_{dom} = \beta_0 + \beta_1 * (1 / ld)$	Curtis (4)
Modelo 5	$Log(H_{dom}) = \beta_0 + (\beta_1 * \sqrt{ld})$	Smalley & Bower (5)
Modelo 6	$H_{dom} = \beta_0 + \beta_1 * [Log10 * (ld)]$	Larson & Moehring (6)

Onde: Ln = Logaritmo natural; Log = Logaritmo decimal; H_{dom} = Altura das árvores dominantes (m); ld = Idade do povoamento; B₀; β₁; β₂ = Coeficientes a serem obtidos.

O teste de anamorfismo consiste basicamente em verificar a existência de relação linear entre os índices de sítio e as alturas dominantes médias nas diferentes idades. No entanto, antes de verificar essa relação linear por meio de regressão linear simples, foi necessário encontrar o valor do índice de sítio correspondente a cada valor de H_{dom}, por meio da seguinte expressão matemática:

$$IS = H_{dom} \left(\frac{1 - e^{b_1 * Iref}}{1 - e^{b_1 * I}} \right) \quad (1)$$

Em que: IS = índice de sítio;

H_{dom} = altura dominante;

Iref = idade de referência;

I = idade para a qual a relação linear entre IS–H_{dom} será ajustada;

b₁ = coeficiente do modelo estatístico ajustado para classificação de sítios.

Posteriormente, a confiabilidade das curvas anamórficas foi testada verificando-se a existência de relação linear entre os índices de sítio e as alturas dominantes médias nas diversas idades, por meio do ajuste do seguinte modelo estatístico:

$$IS = b_0 + b_1 H_{do} \quad (2)$$

Em que: IS = índice de sítio;

H_{dom} = altura dominante média nas diferentes idades;

b₀ e b₁ = coeficientes estimados pelo ajuste do modelo.

O modelo linear simples foi ajustado para confirmar a hipótese de que há forte relação linear entre as variáveis envolvidas, expressando que o índice de sítio não depende da idade, mas sim da capacidade produtiva do local.

A altura média das árvores dominantes aos 19 e 52 meses foi de 7,41 a 19,49 metros, respectivamente. Os valores de altura média das árvores dominantes estão distribuídos nas várias

classes de sítio, nas várias idades. Com a altura média das árvores dominantes na idade-índice têm-se o limite inferior e superior. A diferença do limite inferior e superior resulta na amplitude total, que dividido pela amplitude total (quatro), resulta na amplitude entre classes.

Resultados e discussão

Aos 52 meses de idade, o povoamento de *Eucalyptus urograndis* apresentava as seguintes características: Dap = 16,71 cm (S_{yx} = 0,32), Ht = 19,49 m (S_{yx} = 0,29), g = 0,022 m² (S_{yx} = 0,00084), G = 18,99m² ha⁻¹, e Vt = 178,97m³ ha⁻¹.

Ajustes dos modelos de índice de sítio e seleção da equação

Foram obtidos os parâmetros estatísticos através do processamento das equações matemáticas que permitiram realizar a seleção do modelo que melhor ajustou os dados, com os valores do coeficiente de determinação ajustado (R² ajus), o erro padrão de estimativa relativo (Syx%) (Tabela 2). Os modelos de Schumacher, de Prodan e de Larson e Moehring apresentaram coeficientes de determinação ajustado maiores que 0,90, indicando que mais de 90% da variação total da variável independente (H_{dom}) foi explicada pela regressão. Esses modelos apresentaram estatísticas de ajuste e precisão muito próximas como pode ser observado pela distribuição dos resíduos (Figura 1).

O modelo de Spillman foi o que apresentou as piores estatísticas de ajuste e precisão, além da distribuição de resíduos terem estimativa tendenciosa e superestimaria para os valores intermediários da variável dependente estimada (Figura 1). Dentre os modelos com melhor desempenho destacam-se os modelos Schumacher, Prodan e Larson ; Moehring.

Tabela 2. Coeficientes e estatísticas de ajuste de diferentes modelos para classificação de sítios de povoamentos de *Eucalyptus urograndis* na região norte de Mato Grosso.

Modelos	Coeficientes			Estatísticas de ajuste e precisão		
	B ₀	b ₁	b ₂	R ²	R ² Ajustado	Erro Padrão (Syx)
1	3,6257	-31,8216		0,9378	0,9370	0,0971
2	-8,7341	0,9728	-0,0080	0,9145	0,9123	1,4610
3	0,3634	7,4809		0,8770	0,8754	1,7411
4	27,1137	-395,5808		0,8907	0,8893	1,6413
5	0,2000	0,1595		0,8891	0,8877	0,0563
6	-32,4351	30,8390		0,9076	0,9064	1,5088

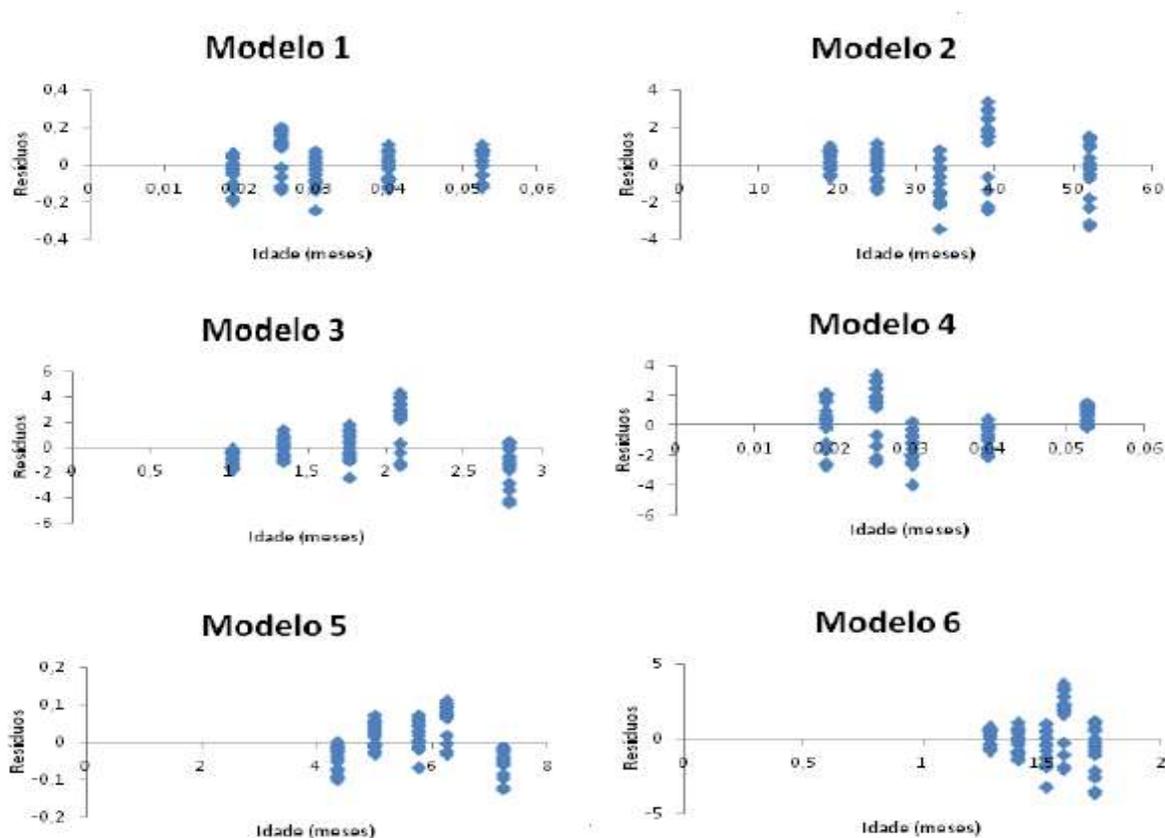


Figura 1. Dispersão de resíduos dos modelos testados com as variáveis H_{dom} , Idade.

As curvas de índice de sítio foram construídas a partir do modelo de Schumacher (Figura 2), e são apresentados os limites inferiores e superiores das alturas dominantes, em metros, para cada uma das quatro classes de sítio e para todas as idades (Tabela 3).

De posse desses dados (Tabela 3) é possível fazer a classificação de sítio de qualquer parcela pertencente à floresta de *E. urograndis* da região de estudo conhecendo-se a sua idade e H_{dom} .

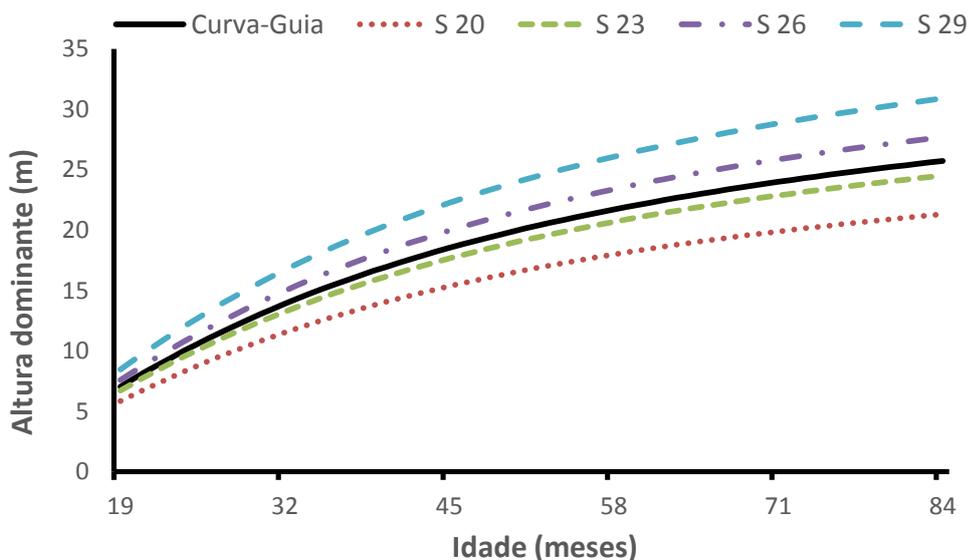


Figura 2. Curvas de índice de sítio para povoamentos de *Eucalyptus urograndis* na região norte de Mato Grosso.

Tabela 3: Limites das classes de sítio para todas as idades de povoamentos de *Eucalyptus urograndis* na região norte de Mato Grosso.

Idade (meses)	Índice de Sítio			
	I (20)	II (23)	III (26)	IV (29)
19	5,83	6,70	7,58	8,45
25	8,71	10,02	11,33	12,63
33	11,86	13,64	15,42	17,20
39	13,76	15,82	17,89	19,95
52	16,87	19,40	21,94	42,47
60	18,31	21,05	23,80	26,55
72	20,00	23,00	26,00	29,00
84	21,30	24,50	27,69	30,89

Para realizar o teste de anamorfismo foi estimado o índice de sítio de cada parcela. O cálculo do índice de sítio de cada parcela levou em consideração o método da curva guia que considera que a altura dominante é igual ao sítio, quando a idade do povoamento é igual à idade de referência.

A idade de referência e a idade-padrão, escolhida arbitrariamente, na qual se compara a altura dominante dos diferentes sítios. A escolha dessa idade está na dependência da rotação da espécie. Neste estudo, optou-se por uma idade de referência de 6 anos (72 meses), por ser esta, a idade de rotação média para *Eucalyptus* no Brasil, manejados em densidade completa. Percebe-se, no entanto, que o povoamento estudado ainda não atingiu esta idade de rotação e os últimos dados foram coletados aos 52 meses de idade.

A partir dos valores de índice de sítio estimados para cada parcela foi ajustada uma equação linear entre os índices de sítio e as alturas dominantes médias nas várias idades consideradas. Portanto, para cada povoamento estudado, uma equação de índice de sítio em função de altura dominante foi obtida.

Quando comparados os modelos de Schumacher e Prodan, verificou-se que há vantagem do modelo de Schumacher, pois o modelo descreve melhor a variação de altura dominante em função da idade utilizando apenas dois coeficientes, enquanto o modelo de Prodan apresenta três coeficientes.

O modelo de Schumacher para a construção das curvas de índice de sítio selecionada neste estudo foi testado por outros autores para diferentes povoamentos de coníferas e de latifólias em diferentes zonas geográficas, como os trabalhos de Santos (2012) para povoamentos de *Eucalyptus* spp., na chapada do Araripe, Pernambuco, de Téo et al. (2011) para *Pinus taeda* na região de Caçador-SC, e de Miranda et al. (2015) para *Eucalyptus* no estado da Bahia.

Ainda foi utilizado por Crechi et al. (2011) para *Eucalyptus grandis* na Mesopotâmia Argentina, por Jerez-Rico et al., (2011) para plantios de Teca na Venezuela.

Assim, o modelo de Schumacher, foi selecionado pelas estatísticas apresentadas, pela

simplicidade e por estimar bem as alturas das árvores com apenas dois parâmetros apresentando as melhores distribuições gráficas dos resíduos.

Classificações dos sítios pelo método da curva-guia

Considerando que as curvas de índice de sítio apresentam um padrão anamórfico em que a tendência do crescimento em altura e a mesma para todos os locais e a inclinação é comum e constante, variando apenas o ponto de interseção, o método da curva-guia foi utilizado para gerar as curvas de índice de sítio. Os dados provenientes de parcelas permanentes foram ajustados ao modelo de Schumacher, sendo a idade medida em meses, a curva-guia foi estabelecida com suas respectivas alturas dominante nas diferentes idades.

O método da curva guia é considerado um método relativamente simples utilizado para gerar equações para curvas de índice de sítio anamórficas, O emprego de um maior ou menor número de classes de sítio depende do detalhamento desejado para a classificação de sítio, sendo comum no meio florestal a utilização entre 2 e 7 classes de sítio. Este método foi empregado por Miguel et al. (2011) para plantios de *Eucalyptus urophylla*, por Silva et al. (2015) em plantio jovem de *Tectona grandis*

Os métodos da curva guia para a classificação da capacidade produtiva para povoamentos não desbastados de *Eucalyptus* foi testado por Castro et al. (2015) indicando os autores eficiência de método, também Retslaff et al., (2015), usam vários modelos para construir curvas de sítio pelo método da curva-guia. Outros exemplos de construção de curvas de sítio para *Eucalyptus* spp. podem ser encontrados em Miguel; Leal (2012).

Souza; Souza (2006) afirmaram que a classificação em áreas homogêneas de produtividade de cada zona ou classe de sítio é fundamental para a elaboração e execução dos planos de manejo sustentável.

Conhecida a altura dominante de qualquer parcela do povoamento em certa idade é possível definir em qual classe de sítio esta parcela está situada, e também é possível obter a altura

dominante média que uma parcela poderá atingir em um determinado sítio em dada idade.

Deve-se ressaltar que devido à idade de referência ter sido projetada, as curvas de índice de sítio devem ser consideradas provisórias. Outro fato que deve ser considerado é o procedimento adotado para gerar as curvas de índice de sítio, ou seja, o método da curva-guia. Mesmo sendo usado largamente no meio florestal, pela maioria das empresas, devido à facilidade de aplicação e por apresentarem resultados na maioria das vezes confiáveis, pode apresentar alguns erros, pelo fato de considerar uma mesma taxa de crescimento em altura para os diferentes sítios nas diferentes idades. O conceito de uma mesma taxa de crescimento em altura para sítios distintos que compõem uma mesma família de curvas demonstrou em alguns casos não representar de forma precisa o crescimento do povoamento florestal.

Após estabelecer a relação linear entre o índice de sítio e altura dominante ($S = b_0 + b_1 \times H_{dom}$) nas idades em estudo, observou-se que em todas as idades existiu uma forte correlação entre o índice de sítio e a altura dominante, sendo que nestas idades os coeficientes de correlação (R) sempre foram acima de 0.99. A interseção β_0 foi aproximadamente igual a zero. A inclinação β_1 foi igual a 1 na idade de referência, sendo maior que 1 para menores idades e menor que 1 para maiores idades. Este comportamento indica que o índice de sítio não depende da idade, mas sim da capacidade produtiva do local o que indica que as curvas de índice de sítio para *E. urograndis* na região norte de Mato Grosso tem padrão anamórfico. Curvas anamórficas foram desenhadas por vários autores, entre elas Téó et al. (2015) em povoamentos de *Pinus taeda* L., na região de Caçador, SC, Brasil, Araújo Júnior et al (2016) em povoamentos de eucalipto.

Conclusões

O modelo de Schumacher se adequa para a construção das curvas índice de sítio pelo método da curva-guia, pela superioridade no teste de estabilidade das parcelas, ainda que suas estatísticas de ajuste estejam próximas aos outros modelos.

O método da curva guia é adequado para a base de dados estudada, embora nenhum modelo tenha conseguido estabilidade total.

A definição de cinco classes de sítio e a amplitude de 3 metros para cada classe é suficiente para se abranger a variabilidade em altura dominante do povoamento.

As curvas de sítio construídas são adequadas para a classificação de sítios de *Eucalyptus urograndis* na região norte de Mato Grosso

Referências

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n.6, p.711-728.2013.

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, v.51, n.6, p.720-727, 2016.

Batista, J. L. F.; Couto, H. T. Z. Escolha de modelos matemáticos para a construção de curvas de índice de sítio para florestas implantadas de *Eucalyptus* sp. no Estado de São Paulo. IPEF, n.32, p.33-42, 1986.

CAMPOS, J.C.C.; TORQUATO, M.C.; RIBEIRO, G.A. Equações para calcular índices de local e incremento da altura em plantações puras de *Eucalyptus grandis*. Revista Árvore, v. 1985; 9, n.1, p.1-9. 1985.

CAMPOS, J.C.C.; Leite, H.G. Mensuração florestal: perguntas e respostas. 4ª ed. Viçosa: UFV; 2013. 636p.

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.

CLUTTER, J.L.; FORTSON, J.C.; PIENAAR, L.V. Timber management: a quantitative approach. USA: John Wiley & Sons; 1983.333p.

CRECHI, E.H.; FASSOLA, H.E.; KELLER, A.E.; BARTH, S.R. Desarrollo de funciones de índice de sítio para *Eucalyptus grandis* cultivado en la Mesopotamia Argentina. Revista de Investigaciones Agropecuarias, v. 37, n. 3, p. 238-248.2011

CUNHA-NETO, F.R.; SCOLFORO, J.R.S.; OLIVEIRA, A.D.; CALEGARIO, N.; KANEGAE, J.H. Uso da diferença algébrica para construção de curvas de índice de sítio para *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* na região de Luiz Antônio, SP. Cerne, Lavras, v. 2, n. 1, p.21-28.1996.

DIAS AN, LEITE HG, NOGUEIRA GS, RODRIGUES FL. Avaliação de métodos de ajuste de curvas de índice de local em povoamentos de eucaliptos desbastados. Revista Árvore, v. 29, n. 5, p.741-747.2005.

FIGUEIREDO FILHO, A.; SCHRINER, C.A.; PINHEIRO, C.N.F.; MORAES, M. Efeitos da resinagem no crescimento de *Pinus elliotii* var. *elliottii*. Revista Floresta, v. 29, n.1, p. 50-54. 1993.

- FIGUEIREDO, E.O. Avaliação de modelos pelo método da curva média para a construção de curvas de índice de sítio para *Tectona grandis* L.f. Rio Branco: Embrapa Acre. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 2005; 42p.
- JEREZ-RICO, M.; MORET-BARILLAS, A.Y.; CARRERO-GÁMEZ, O.E. Curvas de índice de sítio basadas en modelos mixtos para plantaciones de teca (*Tectona grandis* L. F.) en los llanos de Venezuela. **Agrociencia**, v. 45, n.1, p. 135-145.2011.
- MIGUEL, E. P.; ENCINAS, J. I.; REZENDE A. V.; FERREIRA, J. C. S.; AGUILAR, G. P. Classificação de sítio para plantios de *Eucalyptus urophylla* em Niquelândia, estado de Goiás. Enciclopédia Biosfera, v.7, n.12; 2011.
- MIGUEL, E.P.; LEAL, F.A. Seleção de equações volumétricas para a predição do volume total de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake na região norte do estado de Goiás. Enciclopédia Biosfera, v. 8, n.14, p.1372-1386. 2012.
- MIRANDA, R. O.V, DIAS, A.N, FIGUEIREDO FILHO, A, SOARES, I.D, CRUZ, J.P. Modelagem do crescimento e produção em classes de precipitação pluviométrica para *Eucalyptus* sp. Revista Floresta, v. 45, n.1, p. 117-128.2015.
- OLIVEIRA, B.S.; LANGUE, A. RONDON, R.M.; WRUCK, F.J.; COBUCCI, T. Integração lavoura-pecuária-floresta em Nova Canaã do Norte-Mato Grosso: primeiros resultados. In: Anais do XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, XIII Reunião Brasileira sobre Micorrizas, XI Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo, VIII Reunião Brasileira de Biologia do Solo; 2010; Guarapari. Viçosa: SBCS; 2010. p.1-9.
- RETSLAFF, FAS, FIGUEIREDO FILHO A, DIAS AN, BERNETT LG, FIGURA MA. Curvas de sítio e relações hipsométricas para *Eucalyptus grandis* na região dos Campos Gerais, Paraná. **Cerne**, v. 21, n. 2.p 219-225. 2015.
- SANTOS, R.C. Curvas de crescimento em altura e índice de sítio de povoamentos clonais de *Eucalyptus spp.* nachapada do Araripe, Pernambuco. 2012. Dissertação, mestrado.. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco; 2012.
- SCOLFORO, J.R.S. Curvas de índice de sítio para *Pinus caribaea* var. hondurensis. IPEF, v.45, p. 40-47. 1992.
- SCOLFORO, J.R.S.; MACHADO, S.A. Curvas de índice de sítio para plantações de *Pinus taeda* nos Estados do Paraná e Santa Catarina. Revista Floresta, v. 18, n.1-2,p.159-173. 1988.
- SILVA, F. R.; SILVA, V. S. M.; MIRANDA, S. O.; GAVA, F.H.; DRESCHER, R. Aplicação do modelo de Schumacher para expressar a capacidade produtiva em um plantio jovem de *Tectona grandis*. *Advances in Forestry Science*, v.2, n.4, p.79-84, 2015.
- SOUZA, A. L.; SOUZA, D.R. Análise multivariada para estratificação volumétrica de uma floresta ombrófila densa de terra firme, Amazônia oriental. *Revista Árvore*, v. 30, n. 1, p.49-54.2006.
- TÉO, S. J.; SCHNEIDER, C. R.; COSTA, R. H.; FIORENTIN, L. D.; MARCON, F.; CHIARELLO, K. M. A.; SANTOS, F. B. Modelagem para classificação de sítios em povoamentos de *Pinus taeda* L., na região de Caçador, SC, Brasil. *Unoesc & Ciência*, v. 6, n. 2, p. 223-232, 2015.
- TÉO,S.J.; BRESSAN, D.R.; COSTA. R.H. Uso de modelos estatísticos para classificação de sítios em povoamentos de *Pinus taeda* na região de caçador , SC. *Revista Floresta*,v. 41, n.1, p. 179-188. 2011.
- TONINI, H.; SCHNEIDER, P.R, FINGER, C.A.G. Curvas de índice de sítio para povoamentos de *Eucalyptus saligna* Smith para a Depressão Central e Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul. *Ciência Florestal*, v.16, n. 1, p. 27-43. 2006.