

CLASSIFICAÇÃO DA CAPACIDADE PRODUTIVA PARA FLORESTAS DE *Pinus taeda* L. NA REGIÃO OESTE DO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL

Ricardo Murilo Malheiros dos Santos^{1*}; Andrea Nogueira Dias²; Julio Eduardo Arce³; Vlademir Martarello⁴; Marcelo Roveda⁵

SAP 14351 Data envio: 23/06/2016 Data do aceite: 07/11/2016
Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 16, n. 2, abr./jun., p. 211-218, 2017

RESUMO - Este trabalho objetivou testar diferentes modelos estatísticos para ajuste de curvas de índice de sítio e aplicar testes de identidades de modelos na comparação das curvas médias de altura dominante em povoamentos de *Pinus taeda* em duas regiões do Oeste do Estado de Santa Catarina. Os dados de altura dominante foram obtidos de parcelas de área fixa de 600 m² distribuídas de forma aleatória. A seleção do melhor modelo estatístico ajustado foi feita por meio das seguintes estatísticas de ajuste e precisão: coeficiente de determinação ajustado (R^2_{adj}), erro padrão da estimativa (S_{yx}) em termos absolutos e relativos e distribuição gráfica dos resíduos. O teste de Regazzi (2003) foi aplicado para analisar a possibilidade de utilização de um único modelo de altura dominante para as duas regiões. O modelo de Prodan foi escolhido para a construção das curvas de índice de sítio pelo método da curva guia. Ao aplicar o teste de Regazzi (2003), uma única equação não é suficiente para representar o crescimento da altura dominante nas duas regiões.

Palavras-chave: altura dominante, índice de sítio, teste de identidade.

CLASSIFICATION OF PRODUCTIVE CAPACITY OF *Pinus taeda* L. PLANTATIONS IN THE WESTERN REGION OF SANTA CATARINA STATE, BRAZIL

ABSTRACT - This study aimed to test different statistical models to adjust site index curves and apply models of identity tests in comparing the mean curves of dominant height in *Pinus taeda* to two regions of the West of the State of Santa Catarina, Brazil. Data dominant heights were obtained from permanent plots, with 600 m² size, distributed randomly. Selecting the best adjusted statistical model was made through the following adjustment and accuracy of statistics: determination coefficient (R^2_{adj}), standard error of estimate (S_{yx}) in absolute and relative terms and graphic distribution of waste. The test Regazzi (2003) was applied to analyze the possibility of using a single model of the dominant height for the two regions. The Prodan model was chosen for construction of site index curves by the method of the guide curve. By applying the test Regazzi (2003), a single equation is not sufficient to represent the growth of dominant height in the two regions.

Key words: dominant height, site index, identity test.

INTRODUÇÃO

O setor de base florestal do Estado de Santa Catarina apresenta a segunda maior área plantada do gênero *Pinus* do Brasil (ABRAF, 2013), com aproximadamente 541.162 hectares, o que corresponde a 34,1% dos plantios no Brasil (IBÁ, 2015). Diante da necessidade crescente de conhecimento da situação atual do crescimento e produtividade dos povoamentos, torna-se necessário um contínuo aprimoramento das técnicas de construção de modelos de crescimento e produção (CAMPOS et al., 1986).

A dinâmica de crescimento da floresta pode ser compreendida pelos estudos de crescimento e produção, que analisam a relação entre quaisquer medidas de produção florestal, em relação à variáveis como idade, densidade do povoamento e qualidade do sítio (SCHEEREN et al., 2004).

Scolforo (1997) descreveu que a qualidade do sítio florestal é expressa pela capacidade produtiva da terra ou propriedade florestal, diretamente relacionada a todas as influências biológicas e ambientais no crescimento das árvores. Entre os procedimentos de classificação de sítio, as curvas de índice de sítio constituem-se no método mais

¹Engenheiro Florestal, M.Sc., Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO, BR 153, KM 07, Riozinho, CEP 84500-000, Irati, Paraná, Brasil. E-mail: ricardomurilo@msn.com. *Autor para correspondência

²Engenheira Florestal, Dra., Professora do Departamento de Ciências Florestais, UNICENTRO. E-mail: anogueiradias@hotmail.com

³Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná, UFPR, Av. Prof. Lothário Meissner 900, campus III Jardim Botânico, CEP 80210-170, Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: jarce@ufpr.br

⁴Engenheiro Florestal da empresa ADAMI S/A Madeiras, Rua Nereu Ramos 196, CEP 89500-000, Caçador, Santa Catarina, Brasil. E-mail: vlademir.martarello@adami.com.br

⁵Engenheiro Florestal, Doutorando da UFPR. E-mail: marcelo.roveda@hotmail.com

prático e difundido para classificar a produtividade florestal, uma vez que utiliza uma variável (altura dominante) que é a resposta aos fatores ambientais inter-relacionados, sendo altamente correlacionada com a produção volumétrica, não sofrendo a influência dos tratamentos silviculturais e da competição (TONINI et al., 2002).

Segundo Péllico Netto e Brena (1997) as empresas florestais que apresentam plantios em várias regiões realizam a estratificação administrativa, ou seja, obtém informações setorializadas por áreas de interesse. Dessa forma, Roveda et al. (2016) relataram a incerteza do manejador florestal frente a necessidade de utilizar diversas equações florestais ou apenas o agrupamento das informações, possibilitando o emprego de um número menor de equações. Uma das formas de contornar esse problema é a aplicação de testes de identidade de modelos, que objetiva identificar se uma equação comum pode ser empregada em vez de uma equação para cada situação (QUEIROZ et al., 2008).

O número de trabalhos científicos destinados ao estudo da classificação dos sítios para povoamentos de *Pinus taeda* no sul do país, todavia, carecem ainda de informações sobre o comportamento para a região Oeste do Estado de Santa Catarina. Adicionalmente, existe a real necessidade de utilização de um número menor ou maior de equações para estimativas da capacidade produtiva.

Diante do exposto, este trabalho objetivou a classificação dos sítios florestais de *Pinus taeda*, e aplicar testes de identidades de modelos na comparação das curvas médias de sítio, em duas regiões do Oeste do Estado de Santa Catarina.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo e dados

Os dados utilizados nesta pesquisa são provenientes de plantios de *P. taeda* L. localizados na região Oeste do Estado de Santa Catarina, nos municípios de Caçador, Matos Costa, Calmon, Lebon Régis, Ponte

Serrada, Passos Maia e Água Doce, subdivididas em duas áreas administrativas, denominadas de Região Chapecozinho (A) e Região Cachoeira (B).

O clima das regiões, segundo Köppen, é do tipo Cfb - Subtropical Úmido Mesotérmico, com verões frescos, geadas severas e frequentes, sem estação seca, com temperatura média de 16,9 °C e pluviosidade acima de 1.768 mm ano⁻¹ (ALVARES et al., 2014). Nas unidades amostrais predominam os solos da ordem NITOSSOLO, CAMBISSOLO, LATOSSOLO e NEOSSOLO (IBGE, 2001).

Os plantios de *P. taeda* são caracterizados por espaçamentos 2,5 x 2,0 m e 2,5 x 2,5 m, regime de manejo com duas podas de 50% da área foliar, o que corresponde aproximadamente a 1,5 m para a idade de 3 anos e 3,5 m entre a idade de 4 e 5 anos, desbastes aos 8, 11 e 14 anos e corte raso entre 18 e 20 anos, totalizando aproximadamente 18.300 ha de área plantada.

As parcelas instaladas possuem formato retangular de 20 x 30 m com área de 600 m², distribuídas de forma aleatória nos plantios, contabilizando 1.960 unidades de amostra de parcelas permanentes, em plantios de 7 a 20 anos de idade. Segundo Campos e Leite (2013), as parcelas temporárias e permanentes podem ser usadas como fonte de dados para construção de curvas de índices de sítio, ao passo que nas parcelas temporárias os índices de sítio devem estar representados em todas as classes de idade para resultar em uma classificação eficiente.

Construção das curvas de sítio

Para a determinação das árvores dominantes foi utilizado o método de Assmann (1961), mensurando os seis maiores diâmetros a 1,30 m do solo (DAP) por unidade de amostra. Para construção das curvas de sítio foram ajustados os modelos não lineares pelo algoritmo de Levemberg-Marquardt e linear pelo método dos mínimos quadrados ordinários (Tabela 1) para cada região. Para construção das curvas de sítio foi utilizado o método da curva-guia, empregando-se uma idade índice de 15 anos.

TABELA 1. Modelos estatísticos testados para classificação da capacidade produtiva em plantios de *Pinus taeda*, na região Oeste do Estado de Santa Catarina.

Modelo	Autor	Equação
$h_{dom} = \frac{I^2}{(\beta_0 + \beta_1 \cdot I + \beta_2 \cdot I^2)}$	Prodan	(1)
$\ln(h_{dom}) = \beta_0 + \beta_1 \cdot I^{-1}$	Schumacher (linearizado)	(2)
$h_{dom} = \beta_0 \cdot e^{\left(\frac{\beta_1}{I}\right)^{\beta_2}}$	Schumacher (modificado)	(3)
$h_{dom} = \beta_0 \cdot \left(1 - e^{-\beta_1 \cdot I^{\beta_2}}\right)^{\beta_3}$	Bailey (4 parâmetros)	(4)
$h_{dom} = \beta_0 \cdot (1 - e^{-\beta_1 \cdot I})^{\beta_2}$	Chapman-Richards	(5)

Em que: β_0 , β_1 , β_2 , β_3 e β_4 : coeficientes dos modelos; h_{dom} : altura dominante, em metros; I: idade em anos; I_i (15 anos): idade índice, em anos; S: índice de sítio.

Para a seleção do melhor modelo foram analisadas as estatísticas: coeficiente de determinação ajustado (R^2_{adj}), erro padrão de estimativa (Syx) por meio da variável de interesse e percentual (Syx%) e distribuição

gráfica de resíduos. Ademais, os modelos logarítmicos tiveram as estatísticas de ajuste e precisão transformadas para a variável de interesse com auxílio do fator de Meyer para correção da discrepância logarítmica.

Teste para comparação das curvas médias de sítio

O teste de Regazzi (2003) foi aplicado para comparar a curva média de sítio para as duas regiões. O método consiste em testar a igualdade dos coeficientes para determinar se uma única equação poderia ser adequada pelas seguintes hipóteses: (a) H_{01} , H_{02} e H_{03} : um determinado coeficiente é igual para as regiões; e (b) H_{04} : as equações são idênticas para as regiões, isto é, uma equação comum pode ser usada como estimativa para os conjuntos de dados; H_1 : Ao menos um coeficiente é diferente estatisticamente e uma única equação não pode ser utilizada.

A estatística do teste é apresentada em Regazzi (2003), sendo a igualdade de qualquer subconjunto verificada pelo teste da razão de verossimilhança em modelos de regressão não linear, com aproximação dada pela estatística qui-quadrado, apresentada a seguir:

$$X^2_{\text{calculado}} = -n \ln \left(\frac{SQR_{\Omega}}{SQR_w} \right)$$

Em que SQR_{Ω} : soma de quadrados do resíduo do modelo completo; SQR_w : soma de quadrados do modelo reduzido; n: número de observações.

O valor tabelado é função do nível α de probabilidade e graus de liberdade entre a diferença do número de coeficientes do modelo completo (p_{Ω}) e reduzido (p_w). A probabilidade de erro usada foi de p-valor < 0,05.

RESULTADOS E DISCUSSÃO**Ajuste dos modelos de índice de sítio**

As estimativas dos coeficientes e suas estatísticas para avaliar o ajuste dos modelos para construção das curvas de índice de sítio (Tabela 2) indicaram que as estatísticas dos modelos de Prodan, Bailey 4 parâmetros e Chapman-Richards foram muito próximas para os ajustes em cada região e seu agrupamento.

Quando analisadas separadamente, as estatísticas da região A foram levemente maiores em relação à região B. Esse resultado pode ser devido à maior heterogeneidade da região B, envolvendo áreas de alta a baixa produtividade. Os valores de coeficiente de determinação oscilaram entre 0,81 e 0,87, e o erro padrão de estimativa variou entre 8,83 e 10,36%, nas regiões A e B, respectivamente. O menor coeficiente de determinação e maior erro padrão de estimativa foram observados para o modelo de Schumacher linearizado, em ambas as regiões.

TABELA 2. Estimativas dos coeficientes para os modelos testados para classificação dos índices de sítio em povoamentos de *Pinus taeda* na região Oeste do Estado de Santa Catarina.

	Modelos	Coeficientes				Syx (m)	Syx (%)	R ² adj
		β_0	β_1	β_2	β_3			
Região A	Prodan	-0,3132	0,4834	0,0147	-	1,73	8,83	0,87
	Schumacher linearizado	3,6208	-7,8175	-	-	1,79	9,14	0,86
	Schumacher modificado	38,2632	-6,8545	1,1767	-	1,79	9,10	0,86
	Bailey 4 parâmetros	34,3887	2,3542E-05	2,8275	0,2543	1,74	8,84	0,87
	Chapman-Richards	43,3641	0,0415	0,8833	-	1,74	8,84	0,87
Região B	Prodan	-0,6673	0,6404	0,0070	-	1,57	9,78	0,83
	Schumacher linearizado	3,5729	-8,0705	-	-	1,66	10,36	0,81
	Schumacher modificado	37,6517	-7,7530	1,1076	-	1,65	10,25	0,82
	Bailey 4 parâmetros	48,3191	8,8885E-05	2,6782	0,2991	1,57	9,79	0,83
	Chapman-Richards	56,6687	0,0288	0,9325	-	1,57	9,80	0,83
Agrupamento	Prodan	-0,3942	0,5524	0,0112	-	1,72	9,64	0,86
	Schumacher linearizado	3,6258	-8,2680	-	-	1,81	10,15	0,85
	Schumacher modificado	39,1098	-7,2340	1,1990	-	1,79	10,07	0,85
	Bailey 4 parâmetros	33,4978	4,8014E-05	3,2884	0,2378	1,72	9,65	0,86
	Chapman-Richards	49,3240	0,0353	0,9279	-	1,72	9,65	0,86

Ao analisar os resultados para o agrupamento dos dados, observou-se que o modelo de Prodan apresentou leve superioridade em relação aos demais, com R²adj de 0,86 e erro padrão da estimativa de 1,72 m (9,64%). Por outro lado, novamente o modelo de Schumacher (linearizado) apresentou as menores estatísticas, com R²adj de 0,85 e erro padrão da estimativa de 1,81 m (10,15%).

A distribuição gráfica de resíduos para os cinco modelos ajustados para as regiões A e B (Figura 1) indicaram que os resíduos dos modelos ajustados para a região A apresentaram maior homogeneidade residual em relação à região B. Outrossim, verificou-se uma variação em grande parte do intervalo de $\pm 20\%$ para os ajustes da região A, ao passo de uma maior superestimação nos

valores de altura dominante nas idades de 10 a 15 anos

para a região B.

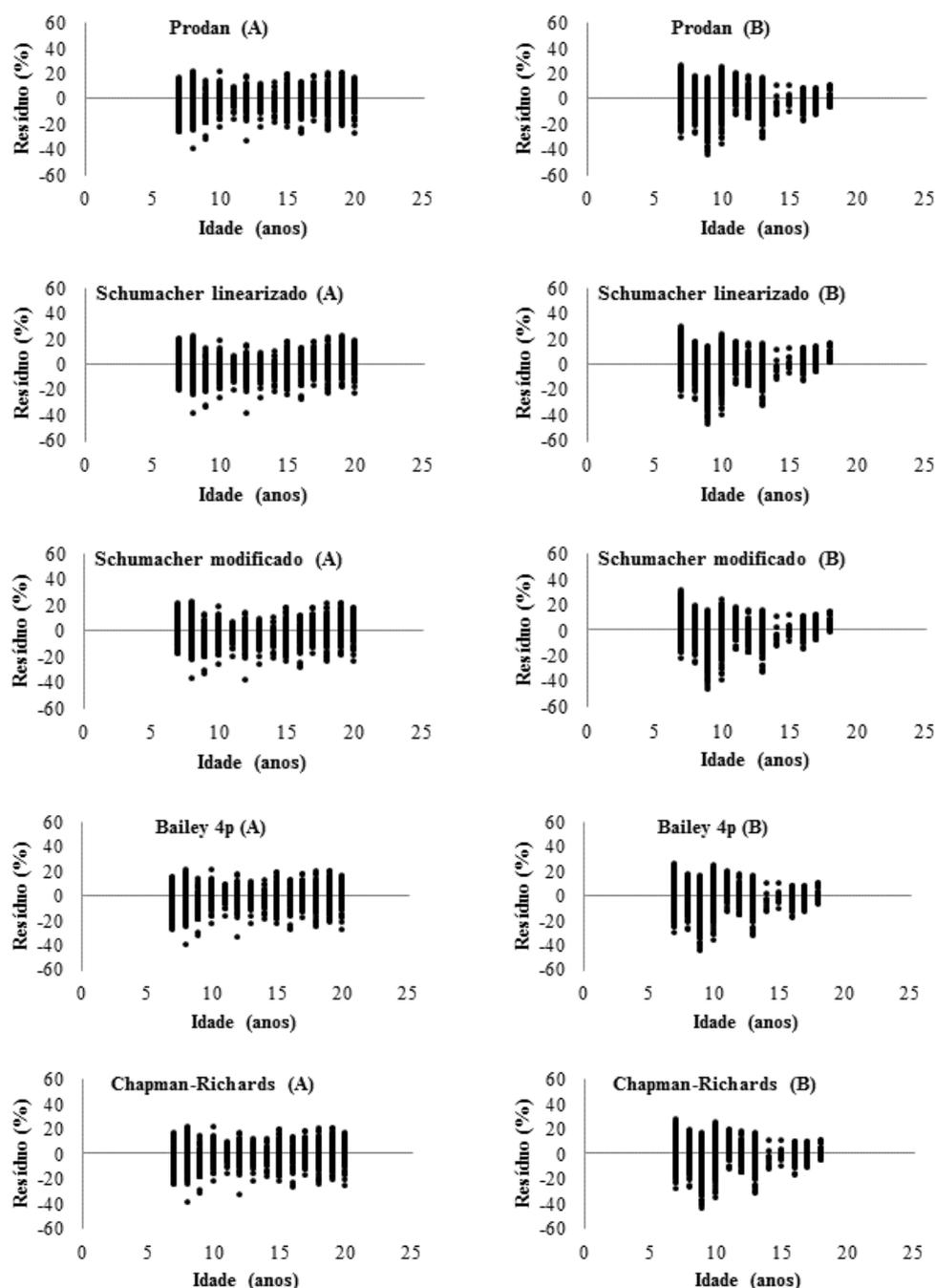


FIGURA 1 - Distribuição de resíduos da variável altura dominante em função da idade para a Região A (esquerda) e Região B (direita) em povoamentos de *Pinus taeda* na região Oeste do Estado de Santa Catarina.

Na Figura 2 observa-se a distribuição dos resíduos para o agrupamento dos dados de altura dominante. Verifica-se que algumas parcelas possuem tendência de superestimação próxima aos 10 anos de idade. Apesar dessa variação, os modelos ajustados apresentaram tendências semelhantes ao longo da idade.

De forma geral, verificou-se menor superestimativas e subestimativas para todos os modelos quando foram ajustados separadamente por região. Ao analisar as estatísticas de precisão e a distribuição gráfica de resíduos, o modelo de Prodan foi escolhido para estimar

a capacidade produtiva para as regiões A e B e seu agrupamento.

O modelo de Prodan foi escolhido por diversos autores para estimar a capacidade produtiva com resultados satisfatórios, entre eles Machado (1980) em florestas de *P. taeda* na região central do Estado do Paraná, Oliveira e Ahrens (1987) para *P. elliotii* e *P. taeda* em plantios no Sul e Sudeste, e Marcolin (1990) para *P. taeda* no Segundo Planalto Paranaense. Por outro lado, o modelo de Chapman-Richards apresentou as melhores estimativas para classificação de sítios em

povoamentos de *Pinus* nos trabalhos de Scolforo e

Machado (1988), Bila et al. (2012) e David et al. (2015).

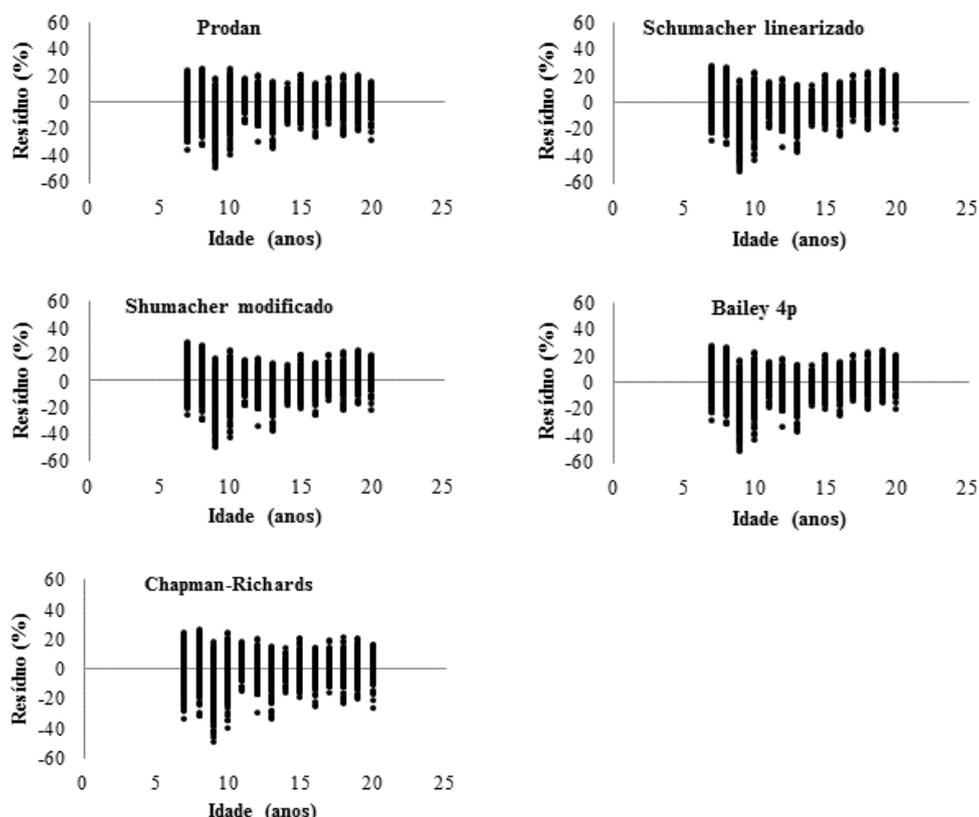


FIGURA 2 - Distribuição de resíduos da variável altura dominante em função da idade para o agrupamento dos dados em povoamentos de *Pinus taeda* na região Oeste do Estado de Santa Catarina.

Comparação das curvas médias de capacidade produtiva

Na Tabela 3 encontra-se o teste de Regazzi (2003) aplicado para a curva média de sítio para as regiões A e B por meio do modelo de Prodan. O resultado da hipótese H_{04} do teste de Regazzi (2003) identificou que uma única equação não pode ser usada para representar a altura dominante para o agrupamento dos dados das duas regiões.

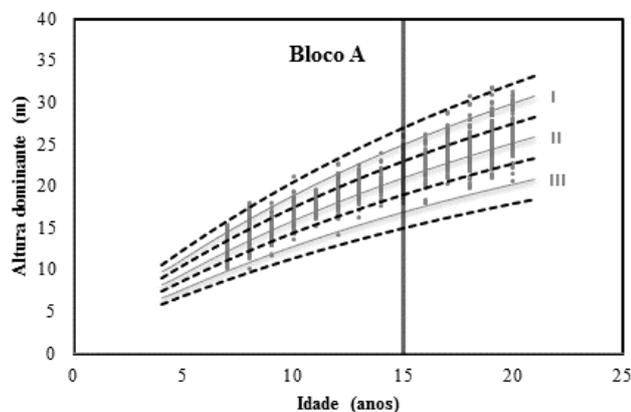
Diante disso, aplicou-se o teste separadamente para os coeficientes a fim de identificar algum coeficiente idêntico entre as duas regiões. Após realizar o teste acima mencionado separadamente para os coeficientes verificou-se que somente a hipótese H_{01} foi aceita, podendo-se concluir que somente o coeficiente β_0 pode ser comum às equações das regiões A e B.

TABELA 3. Resultados do teste de identidade proposto por Regazzi (2003) para o ajuste do modelo de Prodan para povoamentos de *Pinus taeda* da região Oeste do estado de Santa Catarina.

Teste parâmetros	H_1	H_{01}	H_{02}	H_{03}	H_{04}
$\beta_0(A)$	-0,3133		-0,6368	-0,6577	-0,3944
$\beta_0(B)$	-0,6677	-0,4519	-0,1224	-0,0203	
$\beta_1(A)$	0,4835	0,5070		0,5439	
$\beta_1(B)$	0,6405	0,6012	0,5395	0,5186	0,5524
$\beta_2(A)$	0,0147	0,0138	0,0125		
$\beta_2(B)$	0,0070	0,0087	0,0113	0,0123	0,0112
SQ res	7158,3	7161,1	7175,5	7181,9	7742,1
X^2 calc		1,03 ^{ns}	6,29*	8,63*	205,64*
Prob. > F		0,3111	0,0121	0,0033	2,54E-44

Em que: SQ res: soma de quadrados de resíduos; X^2 calc: Qui-quadrado calculado; ns: não significativo; *: significativo a p-valor < 0,05; Prob. > F: probabilidade de significância para o valor de Qui-quadrado.

Resultados semelhantes foram observados por Roveda et al. (2016) ao aplicar o teste de Regazzi (2003), em que uma única equação não foi suficiente para representar a altura dominante de seis fazendas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden no estado de São Paulo.



Construção das curvas de sítio

As curvas de índice de sítio foram construídas individualmente para cada região (Figura 3), uma vez que os testes demonstraram diferença entre as curvas de sítio, geradas pelo modelo de Prodan.

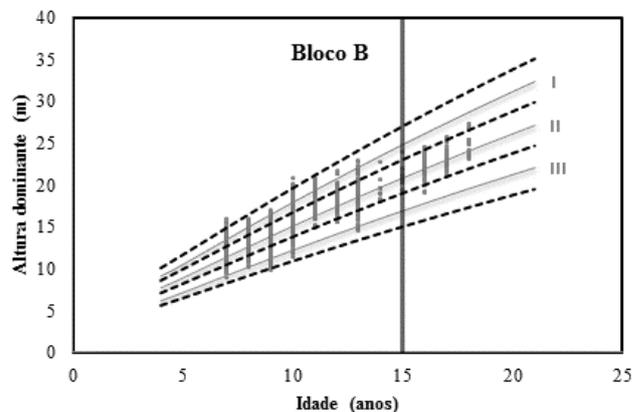


FIGURA 3 - Curvas ajustadas pelo modelo de Prodan para as regiões A e B em povoamentos de *Pinus taeda* na região Oeste do Estado de Santa Catarina.

A partir da curva média, foram construídas três curvas de sítio com amplitude de 4 m, onde a classe I corresponde ao sítio 25 m, a classe II ao sítio 21 m e classe III ao sítio de 17 m. Essa amplitude foi definida por representar de forma precisa os dados e em função de resultar três índices de sítio, I, II e III, referentes às áreas de alta, média e baixa capacidade produtiva, respectivamente.

A área com o índice de produtividade classificado como sítio II apresentou maior número de parcelas em relação ao sítio I, e, conseqüentemente menor número de parcelas foi observado para o índice de sítio III (Figura 3). Quando o povoamento de *P. taeda* foi classificado pela área, os sítios I, II e III apresentaram 78, 14 e 11% de ocupação, respectivamente. Adicionalmente, pode-se apontar que o modelo de Prodan possuiu aderência ao conjunto de dados, visando expressar as classes do índice do sítio na área de estudo.

Selle et al. (1994) classificaram a capacidade produtiva de *P. taeda* na região de Cambará do Sul, RS, e utilizaram nove curvas para representar a dispersão das alturas dominantes, com amplitude entre 8 e 32 m de altura para a idade de referência de 20 anos. Para os mesmos autores, a classificação de sítios em povoamentos jovens pode trazer insegurança devido a proximidade das curvas entre o terceiro e quinto ano.

Na Tabela 4 são apresentados os limites de altura dominante para cada classe de sítio, ou seja, os valores correspondentes às curvas que delimitam cada índice de sítio, sendo possível realizar a classificação de qualquer parcela pertencente à floresta de *P. taeda* da região de estudo, conhecendo-se a sua idade e altura dominante.

Resultados semelhantes a essa pesquisa foram encontrados por Téó et al. (2011) em povoamentos de *P. taeda* L. na região de Caçador, SC. Todavia, Scolforo e Machado (1988) e David et al. (2015) observaram maior

amplitude em valores de altura dominante de povoamentos de *P. taeda* de todo o estado do Paraná e Santa Catarina.

Ao projetar as curvas ajustadas pelo modelo de Prodan observou-se resultados incoerentes na construção da curva de sítio 25 m, para idades inferiores a 7 anos. Tal resultado é devido ao modelo ser empírico, ou seja, pode apresentar resultados incoerentes de estimativa fora dos limites dos dados amostrados. Para contornar esse problema, foi utilizado o método gráfico descrito por Scolforo (1997), em que um conjunto de curvas anamórficas é desenvolvido para que todas as curvas sejam proporcionais a curva média e conseqüentemente a taxa de crescimento relativo em altura dominante é considerada constante para os sítios.

Segundo Roveda et al. (2016) a capacidade produtiva de uma determinada área é responsável pela mudança de diversas características de um povoamento florestal, como a assíntota da curva de crescimento em área basal (DANIELS; HARRISON, 1998), mortalidade inicial (MURPHY; FARRAR, 1998) e forma do tronco (FIGUEIREDO FILHO, 1991). Adicionalmente, Scolforo et al. (2001) apontaram que a classificação de sítio influencia nos retornos financeiros em virtude da diferença de produção, sendo recomendado a utilização de diferentes regimes de desbastes e podas para os sítios e conseqüentemente diferentes cenários de manejo.

David (2014) ao realizar a avaliação do sítio e otimização de regimes de manejo para *P. taeda* nos estados do Paraná e Santa Catarina recomendou que ao visar o máximo valor presente líquido anualizado, os plantios devem apresentar 1.600 plantas por hectare, independente do sítio, ao passo que os sítios mais produtivos, com corte raso entre 12 e 15 anos devem apresentar no máximo um desbaste, e, plantios entre 17 e 20 e entre 22 e 25 anos, dois e três desbastes, respectivamente. Para os sítios intermediários, o desbaste não é recomendado para os regimes de corte raso entre 12

e 15 anos, um desbaste para povoamentos entre 17 e 20 anos e dois ou mais desbastes para aqueles cortados entre 22 e 25 anos. No sítio menos produtivo com corte raso

entre 12 e 15 anos é dispensável o desbaste e a partir desta idade orienta-se a aplicação de apenas uma intervenção no povoamento.

TABELA 4. Limite da altura dominante para as classes de sítio para duas regiões localizadas no Oeste do estado de Santa Catarina.

Idade (anos)	Região A			Região B		
	Sítio III (17)	Sítio II (21)	Sítio I (25)	Sítio III (17)	Sítio II (21)	Sítio I (25)
4	5,9 - 7,5	7,5 - 9,0	9,0 - 10,6	5,6 - 7,1	7,1 - 8,6	8,6 - 10,1
5	6,9 - 8,8	8,8 - 10,6	10,6 - 12,4	6,5 - 8,2	8,2 - 9,9	9,9 - 11,6
6	7,9 - 10,0	10,0 - 12,1	12,1 - 14,2	7,4 - 9,3	9,3 - 11,3	11,3 - 13,3
7	8,8 - 11,2	11,2 - 13,5	13,5 - 15,9	8,3 - 10,5	10,5 - 12,7	12,7 - 14,9
8	9,7 - 12,3	12,3 - 14,9	14,9 - 17,5	9,1 - 11,6	11,6 - 14,0	14,0 - 16,5
9	10,6 - 13,4	13,4 - 16,2	16,2 - 19,0	10,0 - 12,7	12,7 - 15,4	15,4 - 18,0
10	11,4 - 14,4	14,4 - 17,5	17,5 - 20,5	10,9 - 13,8	13,8 - 16,7	16,7 - 19,6
11	12,2 - 15,4	15,4 - 18,7	18,7 - 21,9	11,7 - 14,9	14,9 - 18,0	18,0 - 21,1
12	12,9 - 16,4	16,4 - 19,8	19,8 - 23,3	12,6 - 15,9	15,9 - 19,3	19,3 - 22,6
13	13,7 - 17,3	17,3 - 20,9	20,9 - 24,6	13,4 - 17,0	17,0 - 20,5	20,5 - 24,1
14	14,3 - 18,2	18,2 - 22,0	22,0 - 25,8	14,2 - 18,0	18,0 - 21,8	21,8 - 25,6
15	15,0 - 19,0	19,0 - 23,0	23,0 - 27,0	15,0 - 19,0	19,0 - 23,0	23,0 - 27,0
16	15,6 - 19,8	19,8 - 24,0	24,0 - 28,1	15,8 - 20,0	20,0 - 24,2	24,2 - 28,4
17	16,2 - 20,6	20,6 - 24,9	24,9 - 29,2	16,5 - 21,0	21,0 - 25,4	25,4 - 29,8
18	16,8 - 21,3	21,3 - 25,8	25,8 - 30,3	17,3 - 21,9	21,9 - 26,5	26,5 - 31,1
19	17,4 - 22,0	22,0 - 26,7	26,7 - 31,3	18,0 - 22,8	22,8 - 27,7	27,7 - 32,5
20	17,9 - 22,7	22,7 - 27,5	27,5 - 32,3	18,8 - 23,8	23,8 - 28,8	28,8 - 33,8
21	18,5 - 23,4	23,4 - 28,3	28,3 - 33,2	19,5 - 24,7	24,7 - 29,9	29,9 - 35,1

Em virtude da tomada de decisão sobre o manejo florestal, a classificação da capacidade produtiva de povoamentos de *P. taeda* para a região Oeste de Santa Catarina é uma ferramenta útil para os manejadores florestais, considerando que o sítio é um fator limitador ao crescimento das árvores e constitui variável fundamental para desenvolvimento de modelos de estimativa da produção florestal.

CONCLUSÕES

Dos modelos analisados para construção de curvas de índice de sítio, os modelos de Prodan, Bailey 4 parâmetros e Chapman-Richards apresentaram estatísticas adequadas e podem ser utilizados para estimativa do sítio de povoamentos de *Pinus taeda* na região Oeste do Estado de Santa Catarina.

O teste de Regazzi aplicado na construção de curvas de índice de sítio demonstrou que uma única equação não pode ser utilizada para explicar o crescimento da altura dominante entre as regiões em estudo.

AGRADECIMENTOS

A empresa ADAMI S/A, por conceder gentilmente os dados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF**: ano base 2012. Brasília, 2013. 146p. Disponível em: <<http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/anuario-ABRAF13-BR.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2016.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.deM.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, n.6, p.711-728, 2014.
- ASSMANN, E. **Waldertragskunde**. Muenchen: BLV Verlagsgesellschaft, 196.1 425p.
- BILA, J.M.; SANQUETTA, C.R.; MACHADO, S.A. Classificação de sítios com base em fatores edáficos para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* na região de Prata, Minas Gerais. **Revista Floresta**, v.42, n.3, p.465-474, 2012.
- CAMPOS, J.C.C.; JÚNIOR, T.L.T.; TORQUATO, M.C.; NETO, F.P.; VALE, A.B. Aplicação de um modelo compatível de crescimento e produção de densidade variável em plantações de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.10, n.2, p.121-134, 1986.
- CAMPOS, J.C.C.; LEITE, H.G. **Mensuração florestal**: perguntas e respostas. 4. ed. Viçosa: UFV, 2013. 322p.
- DANIELS, R.F.; HARRISON, W.C. **A new biomathematical model for growth and yield of loblolly pine plantations**. St. Paul: USDA Forest Service, 1988. p.293-304. (NC General Technical Report, 120, v.1).
- DAVID, H.C. **Avaliação de sítio, relações dendrométricas e otimização de regimes de manejo de *Pinus taeda* L. nos Estados do Paraná e de Santa Catarina**. 2014. 152p. Dissertação (Mestrado de Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014

- DAVID, H.C.; PÉLLICO NETTO, S.; ARCE, J.E.; CORTE, A.P.D.; MARINHESKI FILHO, A.; BEHLING, A. Updating of dominant height growth modeling and site index of *Pinus taeda* L. in southern Brazil. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v.9, n.2, p.115-125, 2015.
- FIGUEIREDO FILHO, A. **Influência da resinagem no crescimento de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii* e sua avaliação econômica**. 1991. 138p. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1991.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ. **Relatório IBÁ 2015**. Brasília, 2015. 80p. Elebarado por Pöyry Consultoria em Gestão e Negócios. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/iba_2015.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2016.
- INSTITUO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Mapas de solo do Brasil**. [Brasília]. 2001. Escala: 1:5.000.000. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/tematicos/solos.html>>. Acesso em: 07 jun. 2016.
- MACHADO, S.A. Curvas de índice de sítio para plantações de *Pinus taeda* L. na região central do Estado do Paraná. **Revista Floresta**, v.11, n.2, p.4-17, 1980.
- MARCOLIN, M. **Polimorfismo e tamanho da amostra para construção de curvas de índice de sítio para *Pinus taeda* L., no Segundo Planalto Paranaense**. 1990. 57p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1990.
- MURPHY, P.A.; FARRAR, R.M. Basal area projection equations for thinned natural even-aged forest stands. **Canadian Journal of Forest Research**, v.18, n.7, p.827-832, 1988.
- OLIVEIRA, Y.M.M.; AHRENS, S. **Curvas de índice de sítio para povoamentos de *Pinus elliottii* var. *elliottii* Engelm. e *Pinus taeda* L. estabelecidos no sul e sudeste do Brasil: resultados preliminares**. Curitiba: EMBRAPA, 1987. p.9. (Circular técnica n.14).
- PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D.A. **Inventário florestal**. Curitiba: UFPR, 1997. 316p.
- QUEIROZ, D.; MACHADO, S.A.; FIGUEIREDO FILHO, A.; ARCE, J.E.; KOEHLER, H.S. Identidade de modelos em funções de afilamento para *Mimosa scabrella* bentham em povoamentos nativos da região metropolitana de Curitiba/PR. **Revista Floresta**, v.38, n.2, p.339-349, 2008.
- REGAZZI, A.J. Teste para verificar a igualdade de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não linear. **Revista Ceres**, Viçosa, v.50, n.287, p.26, 2003.
- ROVEDA, M.; DIAS, A.N.; FIGUEIREDO FILHO, A.; SCAVINSKI, V.; CASTRO, R.R. Testes de identidade de modelos aplicados na construção de curvas de índices de local e na produção de povoamentos de *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, v.44, n.109, p.115-127, 2016.
- SELLE, G.L.; SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A. Classificação de sítio para *Pinus taeda* L., através da altura dominante, para região de Cambará do Sul, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, v.4, n.1, p.75-95, 1994.
- SCHEEEREN, L.W.; SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G. Crescimento e produção de povoamentos monoclonais de *Eucalyptus saligna* Smith manejados com desbaste, na região sudeste do Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v.14, n.2, p.111-122, 2004.
- SCOLFORO, J.R.S. **Manejo florestal**. Lavras: UFLA, 1997. 436p.
- 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.12, p.59-73, 1988.
- SCOLFORO, J.R.S.; JUNIOR, F.W.A.; OLIVEIRA, A.D.; MAESTRI, R. Simulação e avaliação econômica de regimes de desbastes e desrama para obter madeira de *Pinus taeda* livre de nós. **Ciência Florestal**, v.11, n.1, p.121-139, 2001.
- TÉO, S.J.; BRESSAN, D.R.; COSTA, R.H. da 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., FINGER, C.A.G.; SCHNEIDER, P.R.; SPATHELF, P. Comparação gráfica entre curvas de índice de sítio para *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* desenvolvidas no sul do Brasil. **Ciência florestal**, v.12, n.1, p.143-152, 2002.