

CLASSIFICAÇÃO DE SÍTIO PARA BRACATINGAIS NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

Sebastião A. Machado*
Edilson Batista de Oliveira**
Antonio Aparecido Carpanezi**
Alexandra C.P.S. Bartoszeck***

RESUMO

O objetivo da presente pesquisa foi desenvolver curvas de índice de sítio para florestas de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) localizadas na região metropolitana de Curitiba, PR. Os dados usados provieram de medições de parcelas permanentes e de parcelas temporárias localizadas em diversos municípios da região de estudo, com idades variando de 1 a 18 anos, perfazendo um total de 283 pares de valores de altura dominante e idade. Foram ajustados 8 modelos matemáticos, disponíveis na literatura, dos quais 5 são lineares e 3 não-lineares. Testes estatísticos, acompanhados de análise de resíduos indicaram que o modelo de Chapman-Richards foi o de melhor ajuste, sendo portanto utilizado para a construção do conjunto de curvas anamórficas de índice de sítio para a referida espécie. Os dados das parcelas permanentes foram usados para testar a estabilidade das curvas construídas. Todos os testes aplicados evidenciaram que o conjunto de curvas desenvolvido proverá estimativas sem tendências da produção em altura das árvores dominantes para todas as classes de sítio. Portanto, estas curvas podem ser usadas para a classificação de sítio em bracatingais na região de abrangência do presente estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Índice de sítio, modelos matemáticos, *Mimosa scabrella*.

SITE CLASSIFICATION FOR *Mimosa scabrella* BENTH. IN THE CURITIBA METROPOLITAN REGION

ABSTRACT

The objective of this research work was to develop site index curves for stands of *Mimosa scabrella* Benth. located in the Curitiba metropolitan region, State of Parana, Brasil. The data came from measurements of permanent and temporary sample plots

* Eng. Florestal, Doutor, CREA-PR nº 2413-D-PR, Professor Senior da UFPR - Escola de Florestas, Consultor da EMBRAPA-CNPQ/IICA, Pesquisador I-A do CNPq.

** Eng.-Agrônomo, Doutor, CREA-PR nº 1211-D-AC, Pesquisador da *Embrapa* - Centro Nacional de Pesquisa de Florestas

** Eng. Florestal, Doutor, CREA-SP nº 27218, Pesquisador da *Embrapa* - Centro Nacional de Pesquisa de Florestas.

*** Eng. Florestal, Bolsista de Aperfeiçoamento do CNPq.

spread throughout several counties of the Curitiba metropolitan region with ages ranging from 1 to 18 years, forming a set of 283 pairs of values of dominant height and age. Eight mathematical models were tested, five of which were linear and three non linear. Statistical tests for goodness of fit, followed by residual analysis, indicated that the Chapman-Richards model was the best. This model was, therefore, used for constructing the anamorphic family of site curves for this species. The data from permanent sample plots were used for testing the stability of the curves obtained. All tests provided evidences that the set of site index curves developed will provide unbiased estimates of height at given ages of dominant trees for all site classes. Therefore, they can be used for site classification of *Mimosa scabrella* in the region considered in the present study.

KEY WORDS: site index, mathematical models, *Mimosa scabrella*.

1. INTRODUÇÃO

A bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) é, atualmente, a espécie florestal nativa mais importante da região metropolitana de Curitiba, a qual ocupa uma área de aproximadamente 50.000 ha. Trata-se de espécie pioneira de rápido crescimento e de ciclo curto (± 20 anos), formando inicialmente, povoamentos quase puros, sendo substituída gradativamente por outras espécies no processo sucessional. É largamente utilizada como fonte de energia para diversos fins, bem como para madeira de escora na construção civil; tem também usos diversos no meio rural. Embora ainda pouco usada, sua madeira serve para celulose, laminação, serraria e chapas de partículas ou chapas de aglomerados.

Os colonos da região, normalmente pequenos proprietários, já manejam os bracatingais por muitos anos de forma empírica através das seguintes etapas: corte raso em torno de sete anos de idade, queima dos resíduos, plantios de culturas de ciclo curto, normalmente milho e feijão e novamente bracatingal puro formado pela regeneração natural induzida pelo fogo. A queima é realizada a partir de meados de setembro, de modo que as plântulas de bracatinga raramente são afetadas pelas geadas. As capinas das culturas agrícolas, geralmente aos 30 e 60 dias após o plantio, servem também para eliminar o excesso de plântulas de bracatinga. Após a colheita do milho, o número de plantas de bracatinga é ainda elevado e em dispersão irregular, podendo atingir de 10 a 40 mil árvores por hectare (EMBRAPA-CNPF, 1988). A mortalidade nos anos subseqüentes é muito intensa.

A classificação das terras florestais quanto ao seu potencial de produtividade é um importante elemento, tanto para o técnico responsável pelo manejo, como para o administrador da empresa florestal, já que o índice que expressa essa produtividade é uma variável requerida nos modelos de predição presente e futura do crescimento e da produção (Scolforo & Machado, 1988).

A importância desta classificação é, entretanto, muito mais ampla, podendo ser a base da estratificação dos povoamentos florestais, tanto para fins de inventário, como para fins de exploração com base num rendimento sustentado, ou ainda para classificar as possibilidades e riscos para o manejo das florestas, sendo o sítio uma variável a ser considerada em planejamento local ou regional, de curto ou de longo prazo.

Segundo Schönau (1987), os ecologistas definem sítio como uma unidade geográfica uniforme, caracterizada por uma certa combinação estável dos fatores

desse local, enquanto os técnicos em manejo florestal o definem como um fator de produção primário capaz de produzir madeira ou produtos florestais a eles associados. No entanto, Kilian (1984) apontou que estes conceitos são complementares e que uma classificação de sítio, do ponto de vista ecológico, pode e deve preceder a determinação da capacidade produtiva dos locais.

Vários são os métodos que possibilitam avaliar a capacidade produtiva de um terreno florestal tais como: os baseados em fatores edáficos, topográficos e climáticos, estimativas baseadas na vegetação rasteira e, ainda, estimativas baseadas na resposta em termos de crescimento das árvores. Neste último método, incluem-se as comparações com registros históricos, volume produzido no sítio em questão, área basal, altura média das árvores do povoamento ou ainda altura das árvores dominantes, dentre outros métodos possíveis.

Dentre os métodos parece haver unanimidade entre os engenheiros florestais do mundo inteiro, em se utilizar o índice de sítio baseado na altura média das árvores dominantes como sendo a medida mais prática, além de apresentar eficiência na estimativa da produtividade potencial dos locais, tendo em vista que a altura dominante não é afetada por tratamentos silviculturais, tal como o desbaste, enquanto o são o volume, a área basal, a altura média ou o incremento periódico de qualquer destas variáveis.

Pode-se constatar a predominância do uso da altura dominante em uma série de trabalhos realizados no Brasil para classificação de sítio, dentre os quais pode-se citar os de Machado (1980), Campos (1985), Batista & Couto (1986), Scolforo & Machado (1988), Oliveira et al. (1990).

No sentido de fornecer subsídios para o manejo e mapeamento de sítios, a presente pesquisa teve como objetivo desenvolver curvas de índice de sítio para povoamentos naturais de bracatinga localizados na região metropolitana de Curitiba.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Materiais

Os dados usados para o desenvolvimento da presente pesquisa, constituídos de 283 pares de valores de altura dominante e idade, provieram de parcelas permanentes (151 pares de valores) e de parcelas temporárias (132 pares de valores) instaladas e medidas em várias localidades da região metropolitana de Curitiba, composta por 15 municípios e abrangendo uma área de 876.300 ha., dos quais aproximadamente 50.000 ha estão cobertos com bracatingais naturais, ou seja, 5,7%.

Os dados das parcelas permanentes resultaram da implantação de experimento pelo pesquisador da EMBRAPA-CNPQ Antonio A. Carpanezzi, para estudar os efeitos de diversos níveis de densidade sobre o crescimento de parâmetros do povoamento e de árvores individuais. Cada parcela tinha uma área útil de 325 m² (13 m X 25 m) com bordadura de 5 m. As medições de diâmetro à altura do peito - DAP e altura total das árvores foram feitas anualmente até a idade de sete anos.

Paralelamente, aquele mesmo pesquisador instalou e mediu o DAP e a altura total de todas as árvores de bracatinga em 77 parcelas temporárias estabelecidas em povoamentos com idades variando de 5 a 18 anos, notadamente nos Municípios de Colombo, Bocaiúva do Sul e Campina Grande do Sul, todos no estado do Paraná. A Companhia Paranaense de Energia (COPEL)- Divisão de Meio Ambiente, cedeu

dados de medições de mais 40 parcelas, localizadas em vários municípios da região metropolitana de Curitiba. Os dois primeiros autores deste trabalho mediram mais 14 parcelas para reforçar o conjunto de dados nas idades de 10,11 e 12 anos.

2.2. Métodos

O desenvolvimento de curvas anamórficas de índice de sítio envolveu o uso de pares de valores de altura dominante e idade retiradas, tanto de parcelas permanentes, como de parcelas temporárias. Considerou-se altura dominante como sendo a média das alturas das 4 árvores de maior DAP por parcela.

Os seguintes modelos matemáticos foram testados para o ajuste da função altura dominante sobre idade:

1. $h_{\text{dom}} = b_0 \cdot \exp\left(b_1 \cdot \frac{1}{I}\right)$
2. $h_{\text{dom}} = b_0 + b_1 \cdot \text{Ln}(I)$
3. $h_{\text{dom}} = b_0 \cdot \exp\left(b_1 \cdot \frac{1}{I} + b_2 \cdot \frac{1}{I^2}\right)$
4. $h_{\text{dom}} = b_0 \cdot \exp\left(b_1 \cdot \frac{1}{I} + b_2 \cdot \frac{1}{I^2} + b_3 \cdot \frac{1}{I^3}\right)$
5. $h_{\text{dom}} = \frac{I^2}{\left(b_0 + b_1 \cdot I + b_2 \cdot I^2\right)}$
6. $h_{\text{dom}} = b_0 \cdot (1 - \exp(-b_1 \cdot I))$
7. $h_{\text{dom}} = b_0 \cdot (1 - \exp(-b_1 \cdot I))^{b_2}$
8. $h_{\text{dom}} = b_0 \cdot \exp\left(b_1 \cdot \left(\frac{1}{I}\right)^{b_2}\right)$

onde:

h_{dom} = altura média das árvores dominantes, em metros
 I = idade, em anos
 \exp = exponencial (e), base do logaritmo neperiano
 Ln = logaritmo neperiano
 b_0, b_1, b_2 = coeficientes da equação

Os modelos testados foram comparados através das principais estatísticas, tais como: coeficiente de determinação múltiplo ajustado (R^2_{aj}), erro padrão da estimativa

(S_{yx}), valor de F e também através da análise de resíduos. Foi também testada a acurácia e a estabilidade das curvas de sítio através da representação gráfica dos valores observados sobre as curvas previamente construídas com base na equação de melhor ajuste, precisão e distribuição dos resíduos.

A idade de referência, também denominada de idade índice, recomendada para a construção do conjunto de curvas, deve estar em torno da idade de rotação da espécie em estudo. Por isso, foi escolhida a idade índice de 7 anos, por ser esta a idade média de rotação dos bracatingais na região metropolitana de Curitiba.

Os dados tratados como um todo apresentaram as seguintes características:

Altura média	= 11,1 m
Altura máxima	= 20,8 m
Altura mínima	= 2,5 m
Desvio Padrão.	= 3,6 m
Coefficiente de Variação	= 32,4%

A distribuição gráfica das alturas dominantes observadas em relação à idade é apresentada na Figura 1. Deve-se ressaltar que nas parcelas temporárias sempre se derrubou uma ou duas árvores dominantes das quais tirou-se um disco na base, a fim de se determinar ou confirmar a idade do povoamento.

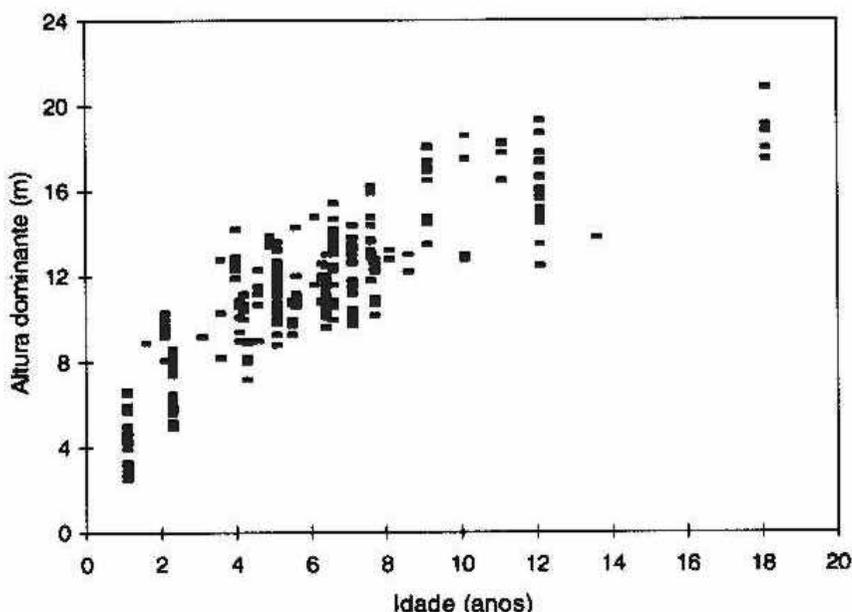


FIGURA 1. Representação gráfica das alturas dominantes observadas no campo em relação à idade.

Com base na existência das curvas de índice de sítio, fez-se a classificação de sítio em todas as parcelas usadas, a fim de apresentar a configuração e distribuição dos dados usados para o ajuste das equações testadas (Tabela 1). Esta

classificação também foi feita tendo em vista que o índice de sítio será usado como variável independente em outros modelos de prognose, que serão desenvolvidos para a mesma base de dados.

TABELA 1. Número de pares de valores altura-idade usados para o ajuste de modelos matemáticos, distribuídos por idade e classe de sítio.

Idade (anos)	Classes de sítio				Total
	I	II	III	IV	
1	5	5	6	14	30
2	7	12	3	7	29
3	1	2	1	-	4
4	5	12	16	4	37
5	1	17	32	3	53
6	-	16	24	5	45
7	-	6	23	10	39
8	-	-	5	-	5
9	2	5	2	-	9
10	1	1	3	-	5
11	-	4	-	-	4
12	-	6	9	2	17
13	-	-	-	1	1
18	1	1	3	-	5
Total	23	87	127	46	283

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coeficientes dos oito modelos testados, bem como suas respectivas medidas de precisão e de ajuste estão apresentados na Tabela 2. Ao analisar os resultados dessa tabela, constata-se que os valores do coeficiente de determinação múltiplo ajustado R^2_{aj} variaram de 58,76% para o modelo 3 a 79,27% para o modelo 8. Comparando os valores encontrados por Scolforo & Machado (1988), tanto para *Pinus taeda*, como para *Pinus elliottii*, os coeficientes de determinação (R^2_{aj}), deste trabalho, são mais baixos. Para o modelo número 5, de Prodan, o R^2_{aj} foi de apenas 61,68 %. Ao se julgar pelo R^2_{aj} o melhor modelo foi o número 8 de Schumacher modificado. No entanto, esse coeficiente de ajuste ficou bem abaixo do encontrado por Oliveira et al. (1990) para *Pinus taeda* no sul do Brasil.

No que se refere ao erro padrão da estimativa (S_{yx}), os resultados encontrados nesta pesquisa foram compatíveis com os encontrados por Scolforo & Machado (1988), tanto para *Pinus taeda*, como para *Pinus elliottii* nos estados do Paraná e Santa Catarina. Também quanto a este indicador de precisão, o modelo 8 foi ligeiramente superior ao modelo 7. Pela análise de variância pôde-se observar o maior "F" para o modelo 7.

As análises de resíduos em relação à idade para todos os modelos ajustados, mostraram que apenas os modelos 7 e 8 tiveram uma boa distribuição e sem tendências ao longo de toda a amplitude, conforme pode ser observado nas Figuras 2 e 3. Desta forma, todos os demais modelos foram considerados

inapropriados para a representação de curvas de produção de altura dominante para a espécie em questão.

Os modelos 7, de Chapman-Richards, e 8, de Schumacher modificado, após serem rearranjados, foram usados para gerar a família de curvas limites de 4 classes pré-definidas de sítio, passando por 8,5; 11,0; 13,5, 16,0 e 18,5 m na idade índice de 7 anos.

Os pares de valores observados de altura dominante-idade foram plotados sobre os dois conjuntos de curvas gerados pelos dois modelos, com a finalidade de se verificar graficamente a conformação dos dados reais às curvas. Observou-se, então, que ambos conjuntos de curvas representavam bem a distribuição dos dados reais nas idades intermediárias. No entanto, o mesmo não acontecia nos extremos. Para resolver este problema fixou-se o coeficiente b_0 (valor assintótico) do modelo de Chapman-Richards em 21,0 m e reestimou-se os demais coeficientes. Esta nova equação foi usada para a construção da família de curvas de índice de sítio, as quais conformaram-se melhor aos dados, comparativamente a previamente desenvolvida através da equação com b_0 estimado sem imposição de restrição ao modelo.

TABELA 2. Coeficientes e principais estatísticas dos 8 modelos testados para expressar a relação altura dominante sobre idade para bracatingais nativos da região metropolitana de Curitiba.

Modelos	Coeficientes			Estatísticas			
	b_0	b_1	b_2	b_3	F	R^2_{aj} (%)	$S_{y\hat{y}}$ (m)
1	16,7219	-1,7220			5267,39	72,94	1,90
2	3,9935	4,6207			1037,51	78,61	1,69
3	13,0989	0,0228	-76,5383		2272,72	58,76	2,34
4	18,4241	-2,3231	0,1238	-4,1257	2963,12	75,87	1,79
5	0,6000	0,1677	-0,0314		2452,70	61,68	2,26
6	16,5171	0,2342			5895,87	75,76	1,80
7	21,0000	0,0832	0,5880		6860,93	79,09	1,67
8	99,9958	-3,0668	0,2078		4613,54	79,27	1,66

Assim, o modelo final selecionado foi:

$$h_{dom} = 21 \cdot (1 - \exp(-0,0832 \cdot I))^{0,5880}$$

Neste modelo, o valor 21 correspondente ao coeficiente b_0 , expressa o valor assintótico do crescimento médio em altura para a bracatinga. O valor 0,0832, correspondente ao coeficiente b_1 , expressa a taxa de crescimento que define a inclinação média da curva de crescimento. Já o valor 0,5880, após arredondamento, correspondente ao coeficiente b_2 possibilitou estimar o coeficiente "m" o qual expressa a localização do ponto de inflexão na curva cumulativa de crescimento ou curva de produção, sendo o responsável exclusivo pela forma da curva sigmoideal. Nestecaso,

$$b_2 = 0,5880 = 1 / (1-m) \text{ sendo } m = -0,7007$$

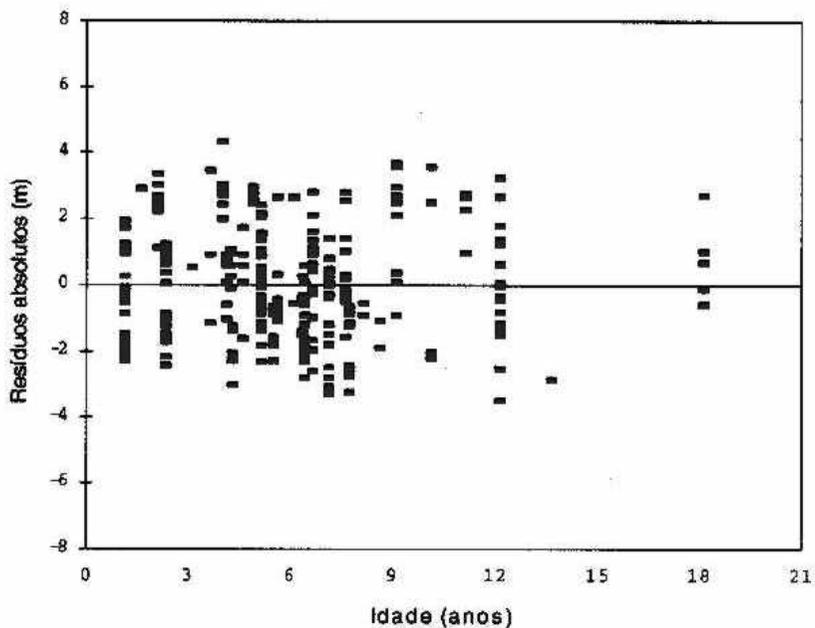


FIGURA2. Distribuição dos resíduos em relação à variável idade para o modelo 7.

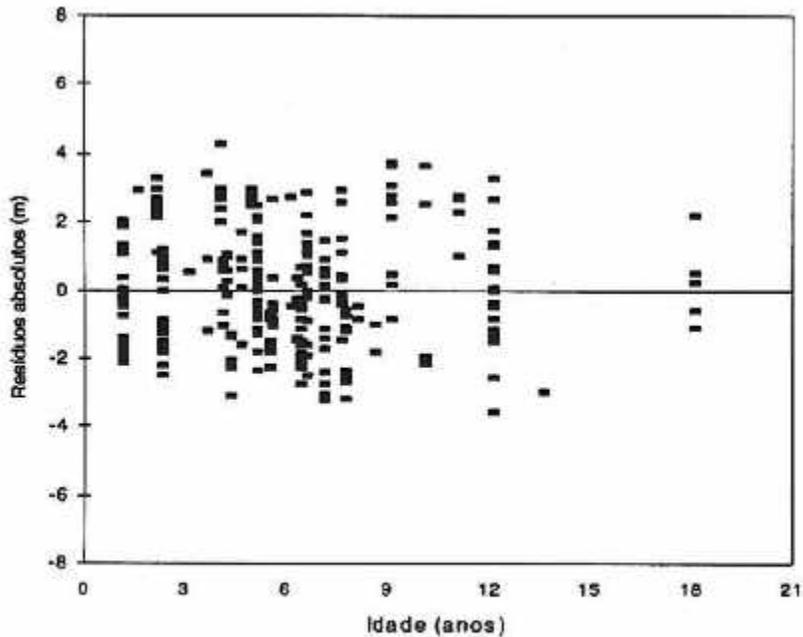


FIGURA 3. Distribuição dos resíduos em relação à variável idade para o modelo 8.

Para gerar os dados da tabela 3 e as curvas limites de índices de sítio apresentados na figura 4, o modelo 7, de Chapman-Richards, foi rearranjado em relação ao índice de sítio, assumindo a forma:

$$h_{dom} = \frac{IS \cdot (1 - \exp(-b_1 \cdot I))^{b_2}}{1 - \exp(-b_1 \cdot I_{ref.})^{b_2}}$$

sendo $I_{ref.}$ a idade de referência, no presente caso igual a 7 anos. Para a geração dos valores numéricos da Tabela 3. e conseqüentes curvas da Figura 4, basta substituir I por 18,5; 16,0; 13,5; 11,0 e 8,5 e processar a equação para as diferentes idades de 1 a 20 anos.

TABELA 3. Limites inferior (LI) e superior (LS) das alturas dominantes em metros estimadas por idade e classes de sítio.

Idade (anos)	Classes de sítio							
	IV		III		II		I	
	(LI)	(LS)	(LI)	(LS)	(LI)	(LS)	(LI)	(LS)
1	3,11	4,02	4,02	4,94	4,94	5,85	5,85	6,77
2	4,56	5,91	5,91	7,25	7,25	8,59	8,59	9,93
3	5,56	7,32	7,32	8,99	8,99	10,65	10,65	12,31
4	6,55	8,47	8,47	10,40	10,40	12,32	12,32	14,25
5	7,29	9,44	9,44	11,59	11,59	13,73	13,73	15,88
6	7,94	10,27	10,27	12,61	12,61	14,94	14,94	17,28
7	8,50	11,00	11,00	13,50	13,50	16,00	16,00	18,50
8	8,99	11,64	11,64	14,29	14,29	16,93	16,93	19,58
9	9,43	12,21	12,21	14,98	14,98	17,76	17,76	20,53
10	9,83	12,71	12,71	15,60	15,60	18,49	18,49	21,38
11	10,18	13,17	13,17	16,16	16,16	19,15	19,15	22,15
12	10,49	13,58	13,58	16,66	16,66	19,75	19,75	22,83
13	10,78	13,95	13,95	17,11	17,11	20,28	20,28	23,45
14	11,03	14,28	14,28	17,52	17,52	20,77	20,77	24,01
15	11,27	14,85	14,58	17,89	17,89	21,21	21,21	24,52
16	11,48	14,85	14,85	18,23	18,23	21,61	21,61	24,98
17	11,67	15,10	15,10	18,53	18,53	21,97	21,97	25,40
18	11,84	15,33	15,33	18,81	18,81	22,30	22,30	25,78
19	12,00	15,53	15,53	19,07	19,07	22,60	22,60	26,13
20	12,15	15,72	15,72	15,72	19,30	19,30	22,87	26,44

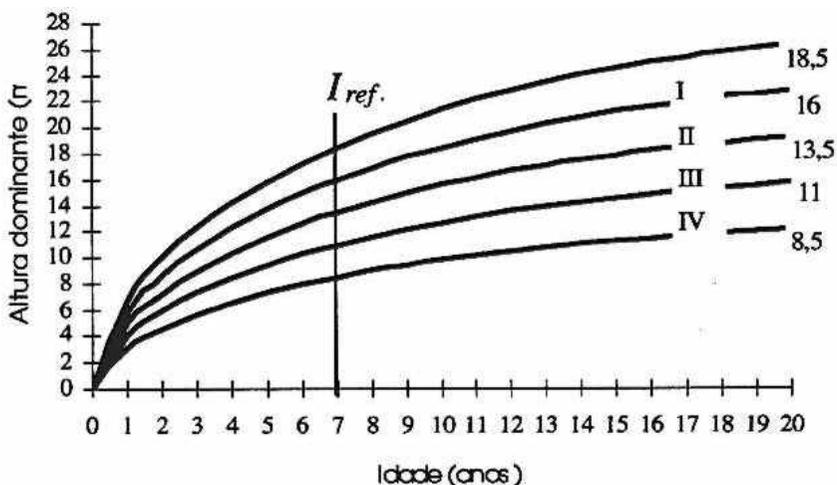


FIGURA 4. Curvas limites das classes de sítio para bracatingais na região metropolitana de Curitiba, PR.

Conforme Kirby (1975), a validade do modelo usado para derivar a equação preditiva é dependente de uma relação linear entre o índice de sítio e a altura dominante para as várias classes de idade. Este autor citou que a dispersão das observações individuais em torno da linha de regressão sugere que uma relação linear com intercepto (b_0) igual a zero é uma suposição válida para a maioria dos casos.

Esta metodologia indicada por Kirby (1975), e já utilizada com sucesso por Scolforo & Machado (1988) para *Pinus taeda*, foi aplicada na presente pesquisa para bracatinga nas idades de 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11 e 12 anos. Em todas as idades testadas, verificou-se uma forte correlação entre o índice de sítio com alturas dominantes conforme pode ser visto nas FIGURAS 5, 6, 7, 8, 9 e 10. Os resultados encontrados para bracatinga comprovaram a suposição de Kirby (1975), e estão em conformidade com aqueles encontrados por Campos (1985) para *Eucalyptus grandis* e por Scolforo & Machado (1988) para *Pinus taeda*.

Os resultados encontrados através deste teste mostraram que, em nenhuma idade testada, o R^2 ajustado foi inferior a 99,94% e que o valor de b_1 nas idades de 6 e 7 anos (idade índice) foi muito próximo de 1, indicando que a inclinação da linha de regressão é aproximadamente de 45°. Notou-se também que os valores de b_1 são decrescentes à medida que se aumentam as idades, conforme pode-se observar nas Figuras 5 a 10. Estes resultados estão em conformidade com os encontrados por Kirby (1975) e por Scolforo & Machado (1988).

A estabilidade das curvas limites de índices de sítio foi também testada seguindo o procedimento recomendado por King (1966) e Machado (1980). Este procedimento consistiu em tomar a média das alturas dominantes por idade das parcelas previamente classificadas dentro de cada classe de sítio e plotá-las sobre as curvas construídas para bracatinga. Assim, verificou-se que o desenvolvimento em altura permaneceu estável dentro das respectivas classes de sítio ao longo de todas as idades. Isto indica estabilidade no padrão de crescimento em altura

dominante e que as curvas construídas o representam bem.

Estes resultados estão em concordância com Clutter et al. (1988), os quais afirmaram: "a essência da construção das curvas de índice de sítio é a expectativa de que a altura dominante média das árvores da parcela, permaneça numa mesma classe de sítio durante toda a vida do povoamento. Assim, esta classificação propiciará uma forte base para os estudos subseqüentes de crescimento e produção florestal".

Em todos os estudos de construção de curvas de índice de sítio verifica-se que a medida que o povoamento florestal vai se tornando mais velho, menores são as variações do padrão de desenvolvimento em altura, induzindo a uma maior estabilidade da altura dominante dentro da respectiva classe de sítio. Por isso, não se recomenda fazer classificação de sítio em povoamentos florestais em idades jovens.

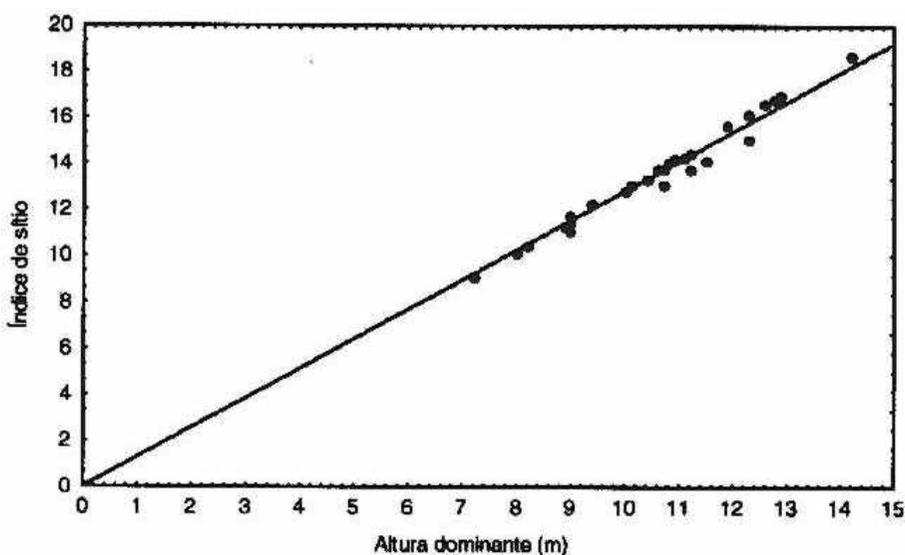


FIGURA 5. Representação gráfica da relação funcional entre o índice de sítio e a altura dominante na idade de 4 anos.

$$IS = 1,2826 \cdot h_{dom}$$

$$R^2_{aj} \% = 99,94\%$$

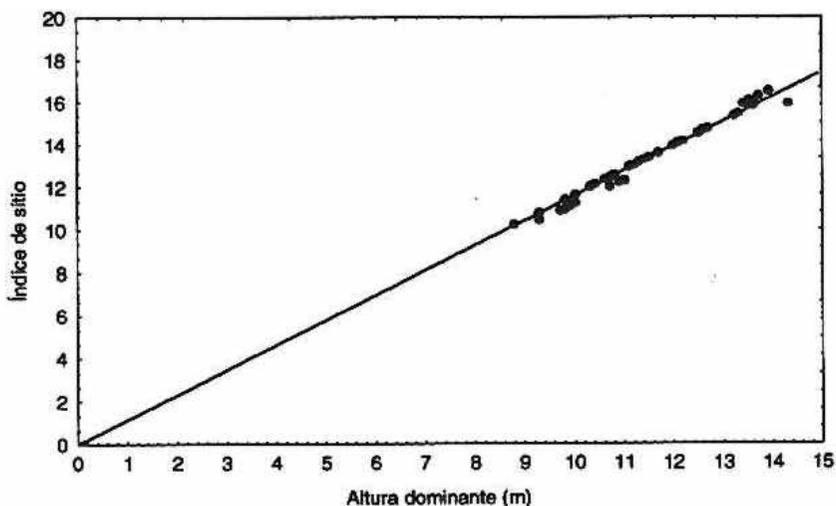


FIGURA 6. Representação gráfica da relação funcional entre o índice de sítio e a altura dominante na idade de 5 anos.

$$IS = 1,1592 \cdot h_{dom}$$

$$R^2_{aj} \% = 99,96\%$$

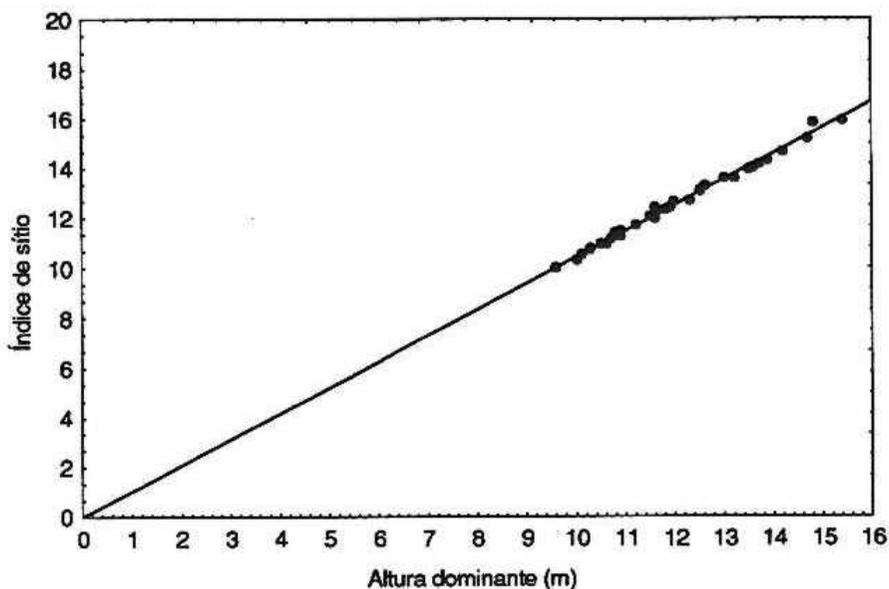


FIGURA 7. Representação gráfica da relação funcional entre o índice de sítio e a altura dominante na idade de 6 anos.

$$IS = 1,0418 \cdot h_{dom}$$

$$R^2_{aj} \% = 99,98\%$$

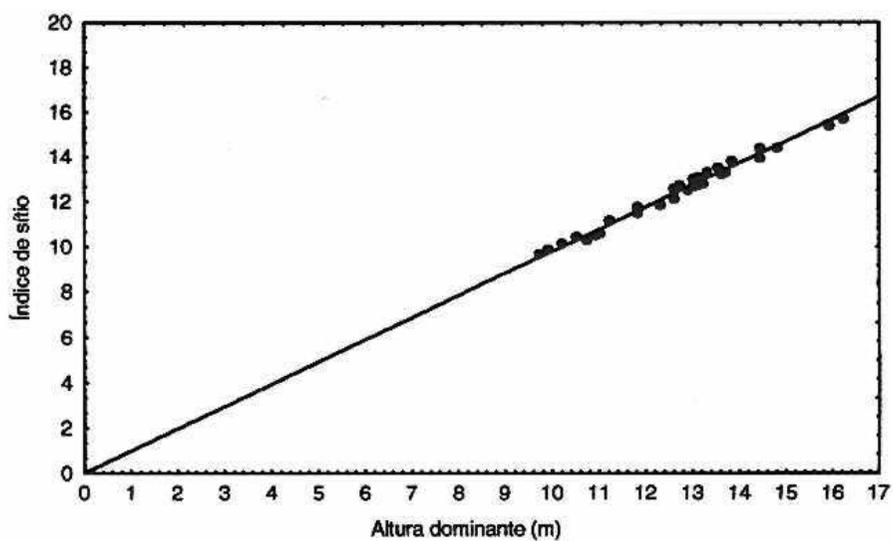


FIGURA 8. Representação gráfica da relação funcional entre o índice de sítio e a altura dominante na idade de 7 anos.

$$IS = 0,8895 \cdot h_{dom}$$

$$R^2_{el. \%} = 99,96\%$$

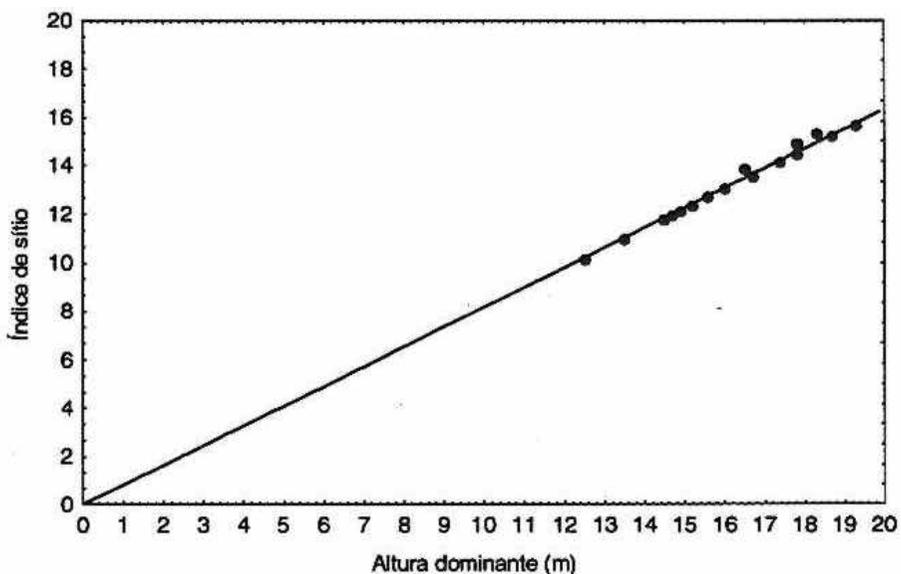


FIGURA 9. Representação gráfica da relação funcional entre o índice de sítio e a altura dominante na idade de 9-10 anos.

$$IS = 0,8895 \cdot h_{dom}$$

$$R^2_{aj. \%} = 99,96\%$$

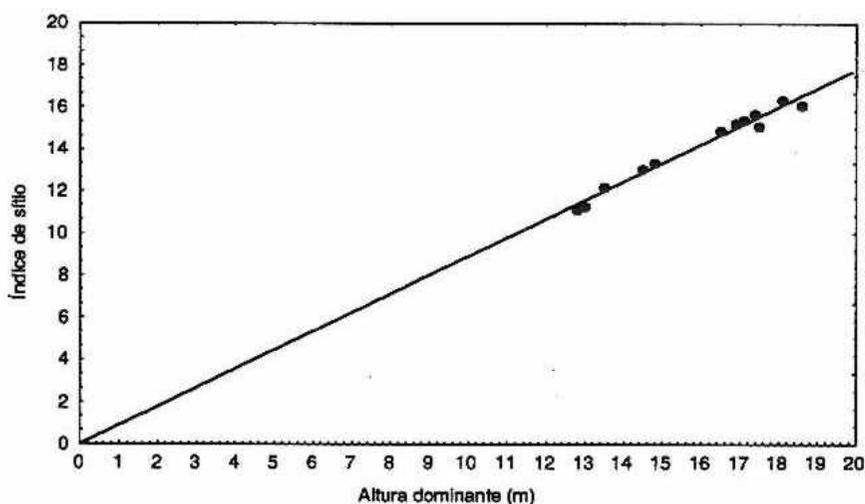


FIGURA 10. Representação gráfica da relação funcional entre o índice de sítio e a altura dominante na idade de 11-12 anos.

$$IS = 0,8157 \cdot h_{dom}$$

$$R^2_{aj. \%} = 99,98\%$$

4. CONCLUSÕES

- a) Embora apresentasse estatísticas (R^2_{aj} e S_{yx}) ligeiramente inferiores ao modelo de Shumacher modificado, o modelo biológico de Chapman-Richards foi o escolhido por representar melhor a conformação dos dados em toda a sua extensão. Por ser um modelo biológico e bastante flexível, convergiu assintoticamente melhor que os demais testados, representando bem os dados nas idades mais avançadas.
- b) Ao testar a validade dos resultados, observou-se a existência de uma relação linear entre o índice de sítio e a altura dominante nas várias idades testadas. Isto permite concluir que o índice de sítio não depende da idade, mas sim da capacidade produtiva do local.
- c) As curvas de índice de sítio construídas para bracingais na região metropolitana de Curitiba são estáveis por representarem bem o padrão de desenvolvimento de alturas dominantes ao longo das idades. Portanto, aquelas curvas podem ser usadas com segurança para a classificação da capacidade produtiva dos terrenos florestais cobertos com esta espécie com idades acima de dois anos. Deve ser considerado que, até dois anos de idade o crescimento em altura pode ainda estar sofrendo os efeitos da concorrência com a vegetação arbustiva ou então estar sob os efeitos de tratamentos iniciais, não refletindo exatamente a capacidade produtiva do local.

5. LITERATURA CITADA

- BATISTA, J.L.F.; COUTO, H.T.Z. Escolha de modelos matemáticos para construção de curvas de índice de sítio para florestas implantadas de *Eucalyptus* sp no Estado de São Paulo. **IPEF**, Piracicaba v.32 p.25-32. 1986.
- CAMPOS, J.C.C. Equações para calcular índice de local e incremento da altura em plantações puras de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore** Viçosa, v.9, n.1, p.1-9, 1985.
- CAO, Q.V, DURAND, K.M. Site index curves for eastern cottonwood plantations in the lower Mississippi Delta. **Southern Journal of Applied Forestry**. Washington, v.15, n.1, p.28-30, 1991.
- CLUTTER, J.L; FORSTON, J.C.; PIENNAR, L.V.; BRISTER, G.H.; BAILEY, R.L. **Timber management: a quantitative approach**. New York: John Wiley & Sons, 1983. 333p.
- EMBRAPA Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. (Colombo, PR). **Manual técnico da bracinga (*Mimosa scabrella* Benth.)**. Colombo, 1988, 70p.
- KILIAN, W. et al. **Site classification and mapping**. In: IUFRO SYMPOSIUM ON SITE AND PRODUCTIVITY OF FAST GROWING PLANTATIONS 1984, Pretoriaq, Pietermaritzburg. **[Proceedings...]** Pretoria: South African Forests Research Institute. 1984. p.51-162.
- KING, J. E. **Site index curves for Douglas fir in the Pacific Northwest**. [S.l.: s.n.], 1966. 49p.(Forestry paper, 8).

- KIRBY, C.L. **Site index equations for lodgepole pine and white pine in Alberta.** Edmonton: Northern Forest Research Centre, 1975. 12p. (Inform. Report NOR-X-142).
- MACHADO, S.A. Curvas de índice de sítio para plantações de *Pinus Taeda* na região central do Estado do Paraná. **Revista Floresta**, Curitiba, v.11, n.2, p.4-18, 1980.
- OLIVEIRA, Y.M.M. DE; OLIVEIRA. E.B. de; HAFLEY, W.L. **Classificação de sitio para povoamentos de *Pinus taeda* no sul do Brasil.** In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990: Campos do Jordão. **Anais.** Campos do Jordão: SBS, 1990. p.357-61.
- SCHONAU, R. Problems in using vegetation or soil classification in determining site quality. **South African Forestry Journal**, Pretoria n.141, p.13-18, 1987.
- 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**, Curitiba, v.8, n.1-2, p.59-173, 1988.