

CURVAS DE ÍNDICE DE SÍTIO PARA *Pinus caribaea var. hondurensis*

JOSÉ ROBERTO SCOLFORO
ESAL / Departamento de Ciências Florestais
CAIXA POSTAL 37
37200-000 - Lavras – MG

ABSTRACT - The present study has the purpose of using the algebraical difference in the generation of site index curves and to determine the anamorphism or polymorphism or these curves for **Pinus caribaea var. hondurensis**. A total of 1204 permanent samples were used, here including up to six re-measurements according to the period of planting. The ages ranged from 4,08 to 28,17 years and the average heights of ranged from 7,1 to 36,2 m. The adjustment of the test of anamorphism for the site index curves was based on the variation coefficient for of the average heights of dominant trees and on the ascertainment of the existence of linear relations between the site index and the average dominant heights at different ages. The model chosen was Bailey's with four parameters obtained by non-linear regression. The site index curves followed the anamorphism model, as has already been determined by SCOLFORO & MACHADO (1988a, b) for **Pinus elliotii** and **Pinus taeda**.

RESUMO - Este trabalho tem por objetivo implementar o uso da diferença algébrica na geração de curvas de índice de sítio e de verificar o anamorfismo ou polimorfismo destas curvas para **Pinus caribaea var. hondurensis**. Para tal foram utilizadas 1204 parcelas permanentes, estando inclusos neste total até seis remedições, conforme a época de plantio. A amplitude de idade foi de 4,08 a 28,17 anos e a altura média das dominantes de 7,1 a 36,2 metros. O ajuste dos modelos testados foi baseado no método da diferença algébrica e o teste de anamorfismo das curvas de sítio na verificação do coeficiente de variação das alturas médias das árvores dominantes e na verificação da existência de relação linear entre o índice de sítio e as alturas dominantes médias em diferentes idades. O modelo selecionado foi o de Bailey com quatro parâmetros obtido por regressão não linear e o comportamento das curvas de sítio apresentou padrão anamórfico, o mesmo já constatado por SCOLFORO & MACHADO (1988a, 1988b) para **Pinus elliotii** and **Pinus taeda**.

INTRODUÇÃO

Segundo SCHONAU (1987) os ecólogos e os manejadores florestais definem sítio a partir de pontos de vista diferentes: como uma unidade geográfica uniforme caracterizada por uma certa combinação estável dos fatores do meio e como um fator de produção primário uniforme capaz de produzir madeira ou produtos florestais a ele associados.

KILLIAM (1984) tem apontado que estes conceitos são complementares e que uma classificação de sítio do ponto de vista ecológico pode e deve preceder à determinação da capacidade produtiva com base no método de índice de sítio.

A classificação das propriedades florestais quanto aos possíveis níveis de produtividade de grande importância, pois da maior ou menor produtividade do sítio

dependem: a dimensão dos produtos advindos da floresta nas várias idades; a viabilidade ou não de projetos florestais; as diferentes respostas de certas culturas florestais; a identificação do potencial de produtividade da propriedade florestal, além de fornecer referência para diagnóstico e prescrição do manejo e conservação do solo.

Em síntese a estimativa do índice de sítio assim como o mapeamento dos sítios clarifica as possibilidades e riscos para o manejo de florestas, servindo como base para planejamento de curto e longo prazo, seja local ou regional.

Neste trabalho procurou-se implementar a metodologia da diferença algébrica para geração de curvas de índice de sítio, assim como avaliar o anamorfismo ou polimorfismo destas mesmas curvas, para ***Pinus caribaea var. hondurensis***.

As experiências com respeito ao método da diferença algébrica são ainda em número reduzido, podendo-se ter como referência os trabalhos de BAILEY & CLUTTER (1974), CLUTTER et alii (1984) e BORDERS et alii (1984). Possivelmente o seu pouco uso esteja associado à dificuldade no manuseio das equações. Com relação ao padrão anamórfico ou polimórfico das curvas de índice de sítio, SCOLFORO & MACHADO (1988a, 1988b) verificaram que tanto ***Pinus elliottii*** como ***Pinus taeda*** no Estado do Paraná e Santa Catarina apresentaram um padrão anamórfico, ou seja, em termos relativos o ritmo de desenvolvimento é o mesmo em todos os sítios, sendo que o coeficiente de variação é o mesmo em todas as classes de idade.

MATERIAL E MÉTODOS

As parcelas utilizadas neste trabalho estão localizadas em povoamentos de ***Pinus caribaea var. hondurensis***, sujeitos a desbastes, sem distúrbios passados como ataque de pragas, doenças ou ocorrência de incêndios, localizados no Município de Agudos, SP.

Foram utilizados 918 pares de altura dominante média (Hd) provenientes de 1204 parcelas permanentes, estando inclusos neste total até seis remediações, conforme a época de plantio. A área das parcelas é de 500 m², das quais se utilizou a altura média das 5 árvores de maior diâmetro. A amplitude de idade foi de 4,08 a 28,17 anos e a altura média das dominantes de 7,1 a 36,2 metros. Os valores de altura média das árvores dominantes estão distribuídos nas várias classes de sítio, nas várias idades. A sua predominância, entretanto, ocorreu na classe de sítio de média produtividade, conforme se pode verificar na TABELA 1.

Para gerar as curvas de índice de sítio adotou-se o método da diferença algébrica primeiramente apresentado por BAILEY & CLUTTER (1974).

TABELA 1. Distribuição dos pares de valores altura-idade usados para construir curvas de índice de sítio por idade e classe de sítio.

Idade em anos	Classe de sítio			Total por classe de sítio
	I	II	III	
4	2	10	5	17
5	14	26	24	64
6	0	10	8	18
7	15	34	10	59
8	12	61	42	115
9	4	40	18	62
10	8	63	36	107
11	13	53	20	86
12	9	58	31	98
13	1	11	18	30
14	7	48	37	92
15	6	52	44	102
16	6	65	6	77
17	0	17	6	23
18	5	40	14	59
19	1	37	3	41
20	2	22	11	35
21	10	44	4	58
22	0	15	4	19
23	0	3	5	8
24	3	5	7	15
25	0	3	5	8
26	1	6	2	9
27	0	0	0	0
28	0	2	0	2
Total por classe de sítio	119	725	360	1204

Para o uso deste procedimento, são necessários dados advindos de parcelas permanentes, de análise de tronco, ou de um grande número de parcelas temporárias, sendo essencial a obtenção da forma da diferença algébrica para o modelo que se quer testar.

De acordo com o tratamento dado ao modelo de trabalho pode-se gerar a sua forma de ajuste para curvas monomórficas ou para curvas polimórficas.

A seguir, apresenta-se como gerar a formulação da diferença algébrica para o modelo hiperbólico.

$$\log(H) = a - b (1/I) \quad (1)$$

Onde:

H = altura média das 100 árvores de maior diâmetro no hectare, na idade I.

a, b = respectivamente a constante e o coeficiente da função.
log = logarítmo natural

Vão-se considerar então duas possibilidades:

Caso 1 :

Se "a" é constante para todos os sítios, mas "b" é um parâmetro específico do sítio, ou seja, tem diferentes valores, de modo que cada sítio tem um valor "bi", então se tem um conjunto de curvas polimórficas.

Para efeito demonstrativo considere uma árvore num determinado sítio "I", nas idades sucessivas I_1 e I_2 . Assim a equação (1) assume a seguinte forma:

$$H_1 = a \cdot e^{-bi(1/I_1)} \text{ e } H_2 = a \cdot e^{-bi(1/I_2)} \quad (2)$$

Onde:

H_1 e H_2 = respectivamente alturas da primeira e Segunda medições, nas idades I_1 e I_2 .

$A = e_a$. É o parâmetro comum relativo aos sítios.

bi = parâmetro específico para o sítio "I"

Isolando "bi" em cada expressão tem-se que:

$$(H_1/a)^{I_1} = e^{-bi} : (H_2/a)^{I_2} = e^{-bi} \quad (3)$$

Igualando os termos "bi" e resolvendo a igualdade em relação a H_2 tem-se:

$$H_2 = a \cdot (H_1/a)^{(I_1/I_2)} \quad (4)$$

que é a forma de ajuste para gerar curvas polimórficas. Efetuando-se um rearranjo em (4) tem-se esta expressão em função do índice de sítio (8). Para tal basta considerar H_2 como sendo igual a 8 e 12 a idade de referência.

$$S = a (H_1/a)^{(I_1/I_{ref.})} \quad (5)$$

A interseção (a) é comum para todos os sítios e a inclinação "bi" das curvas que expressam os diferentes sítios, varia expressando a inexistência do caráter de proporcionalidade do crescimento da altura nestes sítios.

Caso 2:

Assumindo-se agora que "a" está no lugar do parâmetro específico de sítio, sendo "b" constante para todos os sítios, então, ao contrário do caso 1, têm-se curvas anamórficas. Assim, considerando a mesma situação mostrada no caso 1 tem-se:

$$H_1 = a_i \cdot e^{-b(1/I_1)} \text{ e } H_2 = a \cdot e^{-b(1/I_2)} \quad (6)$$

Onde:

$a = e^{ai}$. É o parâmetro específico para o sítio "I"

$b = e$ é o parâmetro comum a todos os sítios.

Isolando as expressões em relação a "a₁", igualando-as e resolvendo esta igualdade em relação a H₂ tem-se que.

$$H_2 = H_1 e^{b(1/I_1 - 1/I_2)} \quad (7)$$

Um rearranjo da expressão (7), semelhante ao já descrito no caso 1, fornece a equação que expressa o índice de sítio (S).

$$S = H_1 e^{b(1/I_1 - 1/I_{ref.})} \quad (8)$$

As equações que foram ajustadas para fins de classificação da capacidade produtiva dos locais são apresentadas a seguir, no QUADRO 1.

QUADRO 1 – Modelos para expressar a capacidade produtiva dos diferentes locais.

EQUAÇÕES	FORMA GERAL	FORMA DE AJUSTE MONOMÓRFICA
SCHUMACHER	$\log H_d = a + b(1/I)^c$	$H_2 = H_1 [e^{b(I_2^c - I_1^c)}]$
RICHARDS	$H_d = (a - e^{-bi})^c$ onde: $c = 1/(1 - m)$	$H_2 = H_1 \left[\frac{1 - e^{-bI_2}}{1 - e^{-bI_1}} \right]^c$
BAILEY COM TRÊS PARÂMETROS	$H_d = a(1 - e^{-bi^c})$	$H_2 = H_1 \left[\frac{1 - e^{-bI_2^c}}{1 - e^{-bI_1^c}} \right]$
BAILEY COM QUATRO PARÂMETROS	$H_d = a(1 - e^{-bi^c})^d$	$H_2 = H_1 \left[\frac{1 - e^{-bI_2^c}}{1 - e^{-bI_1^c}} \right]^d$
PRODAN	$H_d = \frac{I^2}{a + bI + cI^2}$	
EQUAÇÃO	FORMA DE AJUSTE POLIMÓRFICA	
CLUTTER	$\log H_2 = bI_1^{-1} - c + [\log H_1 \cdot bI_1^{-1} + c] \cdot \exp [a(I_1^{-1} - I_2^{-1})]$	

Onde:

Hd = altura média da 100 árvores de maior diâmetro por hectare.

a, b, c, d = coeficientes a serem estimados

I = Idade (anos)

H₁, H₂ = altura das medições nas idades I₁, e I₂

log = logaritmo natural

exp = exponencial

A equação de Prodan não foi ajustada pelo método da diferença algébrica, pela dificuldade de manuseio da mesma na geração das curvas de sítio propriamente ditas.

O anamorfismo ou polimorfismo das curvas de sítio foi identificado a partir de dois procedimentos.

a) Verificação do coeficiente de variação das alturas médias das árvores dominantes por classe de sítio e idade, já que uma das pressuposições básicas do anamorfismo é que este valor seja semelhante em todas as idades nas classes de sítio.

b) Verificação da existência de relação linear entre o índice de sítio e as alturas dominantes médias nas várias idades consideradas, expressando que o índice de sítio não depende da idade, mas sim da capacidade produtiva do local.

Este procedimento consiste em utilizar a equação 11 ou 12 apresentadas nos resultados e para cada idade obter os valores de índices de sítio. Estabelece-se então uma relação linear entre índice de sítio e altura dominante naquela idade em questão. A dispersão das observações individuais acerca da linha de regressão sugere uma relação linear com intercepto zero, como sendo uma suposição válida para a maioria dos casos. Este procedimento tem sido utilizado com sucesso por SCOLFORO & MACHADO (1988a, b), KIRBY (1975) e CAMPOS (1985).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados utilizados atendem ao requisito básico da regressão de que haja homogeneidade de variância.

Os coeficientes dos modelos testados assim como as medidas de precisão são apresentadas na TABELA 2.

Dentre os modelos testados, o de Bailey com quatro parâmetros, o de Richards, ambos com ajuste para gerar curvas anamórficas e o modelo de Clutter com ajuste para gerar curvas de sítio polimórficas, apresentam resultados muito semelhantes, tanto com relação às medidas de precisão como em relação às alturas limites obtidas para cada classe de sítio definida.

TABELA 2. Coeficientes e medidas de precisão para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* na região de Agudos, São Paulo.

Modelos	Coeficientes			R ² (%)	EPR (m)
	b ₀	b ₁	b ₂		
1	39,637046	-0,0153668		99,46	1,7186
2	0,100179	1,2180057		99,60	1,4866
3	0,065302	1,1194936		99,60	1,4896
4	3,454065	0,1624510	125,68307	99,62	1,4462
5	0,261797	0,0213771		99,60	1,4779
6	1,655966	-0,8137049	0,80832	99,69	0,0606

Obs: O EPR do modelo 6 está em logaritmo neperiano de metro e o R² e EPR do modelo 5 foram re-transformados.

Onde:

b_i : são coeficientes de regressão

R² : coeficiente de determinação em porcentagem

EPR : erro padrão residual em metro

Para as três equações mencionadas foram feitas estimativas do limite superior e inferior de cada classe de sítio, e através do teste de F verificou-se a inexistência de diferença entre estes valores ao nível de 99% de probabilidade.

Este fato é também comprovado visualmente através da superposição dos 3 gráficos gerados, um para cada equação, onde se nota claramente que há uma superposição de todas as curvas geradas em todas as fases de desenvolvimento do povoamento, à exceção das idades bem jovens, até 5 anos, quando se acredita que o povoamento ainda está em fase de estabelecimento e portanto maior variabilidade é esperada.

Este procedimento é um indicativo da existência de padrão anamórfico para a espécie considerada. A confirmação do anamorfismo para ***Pinus caribaea* var. *hondurensis*** na região de estudo foi constatada mediante:

a) Verificação do coeficiente de variação das alturas médias das árvores dominantes por classe de sítio e idade. Tal fato pode ser observado na TABELA 3, para a classe de sítio 11 em diferentes idades.

TABELA 3. Coeficiente de variação em porcentagem para a classe de sítio 11 em diferentes idades.

Classe de Sítio	Idade em Anos								
	4,7	7,2	10	14,1	17,4	18,7	20,5	24,4	25,9
11	4,1	4,4	4,8	4,6	4,4	3,7	3,5	4,0	4,1

b) Verificação da existência de relação linear entre os índices de sítio e as alturas dominantes médias nas várias idades consideradas. A seguir, apresentam-se as FIGURAS 1, 2, 3 e 4 que comprovam esta linearidade, sendo que nenhum dos modelos $S = a + b H_d$

apresentou coeficiente de correlação menor que 0,999. Conforme esperado, a interseção b_0 foi igual a zero e a inclinação (b_1) é menor que 1 nas menores idades, sendo tanto maior quanto mais jovem a idade considerada. Na idade de referência é igual a 1, expressando uma inclinação de 45°, sendo menor que 1 nas idades superiores à idade de referência sendo tanto menor quanto maior for a idade considerada. Este mesmo comportamento foi observado por SCOLFARO & MACHADO (1988a, 1988b) em plantios de **Pinus elliotii** e **Pinus taeda** no Estado do Paraná e Santa Catarina.

Por questão de simplicidade e a partir do coeficiente de determinação (R^2), do erro padrão residual (EPR) e principalmente da análise gráfica da distribuição dos resíduos foi escolhido o modelo de 4 parâmetros desenvolvido por Bailey em 1980, que é apresentado a seguir em duas formas:

Uma primeira que possibilita a partir do índice de Sítio (S) estimar a altura dominante média (H_d) das 100 árvores de maior diâmetro por hectare.

$$H_d = S \left[\frac{1 - \exp(-3.454065 \cdot I^{0.162451})}{1 - \exp(-3.454065 \cdot I_{ref}^{0.162451})} \right]^{125.683073} \quad (9)$$

ou

$$H_d = 1,5475704 S [1 - \exp(-3,454065 I^{0,16245})]^{125,6830} \quad (10)$$

Em uma Segunda que possibilita, a partir da altura dominante, se identificar o índice de sítio.

$$S = H_d \left[\frac{1 - \exp(-3.454065 \cdot I_{ref}^{0.162451})}{1 - \exp(-3.454065 \cdot I^{0.162451})} \right]^{125.683073} \quad (11)$$

ou

$$S = 0,646174 H_d / [1 - \exp(-3,454065 I^{0,16245})]^{125,6830} \quad (12)$$

Onde:

H_d = altura média das 100 árvores de maior diâmetro/ha

S = índice de sítio na idade de referência (I_{ref}) de 21 anos

I = idade de interesse

Exp = exponencial

A partir destas equações e da análise da dispersão dos dados reais foram estabelecidas, 3 classes de produtividade, que são expressas graficamente na FIGURA 5.

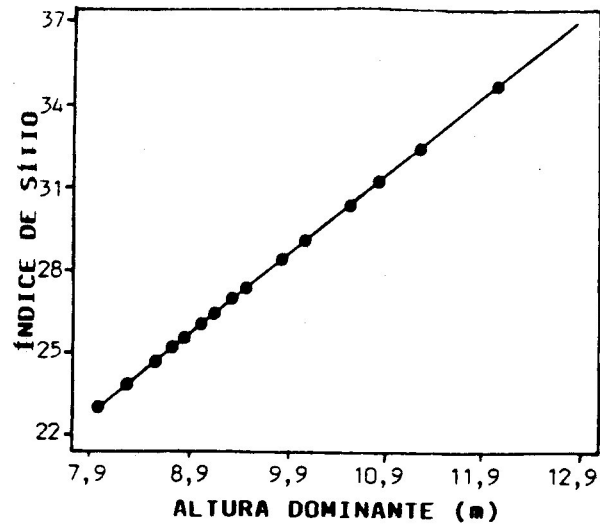


FIGURA 1 – Índice de sítio em relação a altura dominante na idade 4,7 anos para *Pinus caribaea var. hondurensis*.

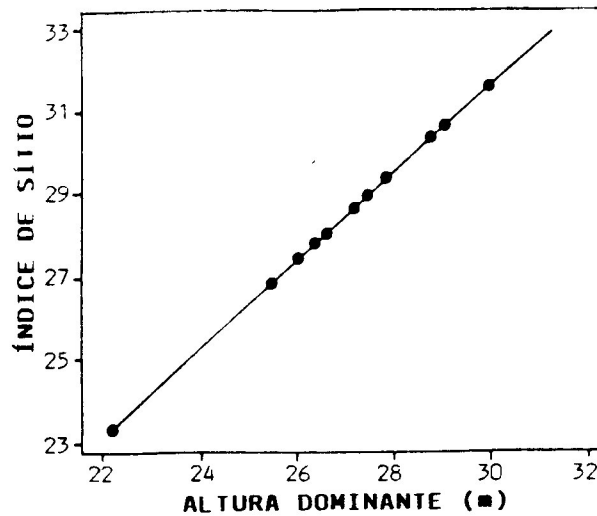


FIGURA 2 – Índice de sítio em relação a altura dominante na idade 18,8 anos para *Pinus caribaea var. hondurensis*.

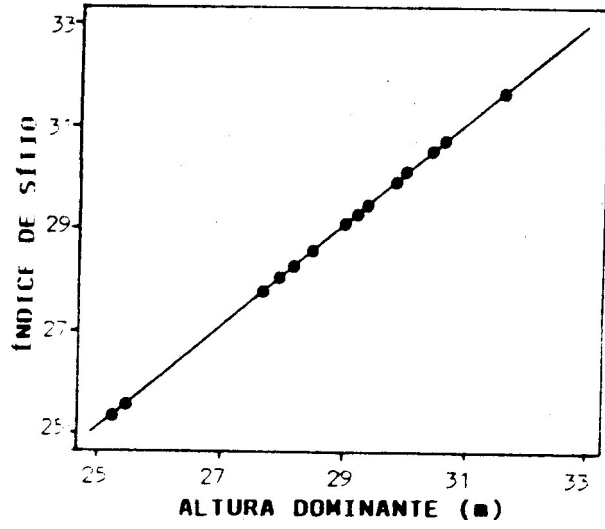


FIGURA 3 – Índice de sítio em relação a altura dominante na idade 21,0 anos para *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

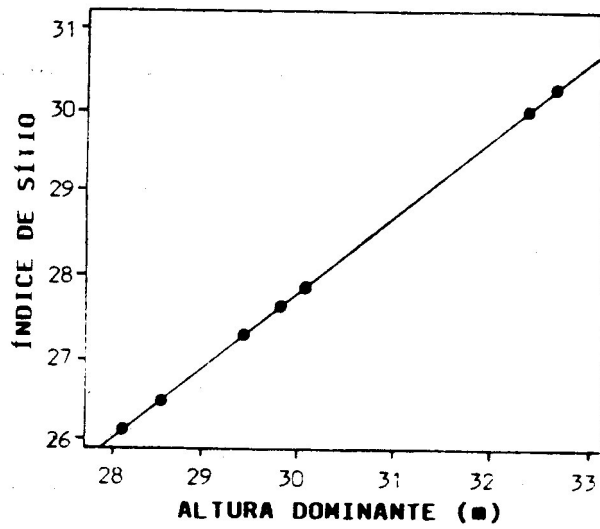


FIGURA 4 – Índice de sítio em relação a altura dominante na idade 25,9 anos para *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

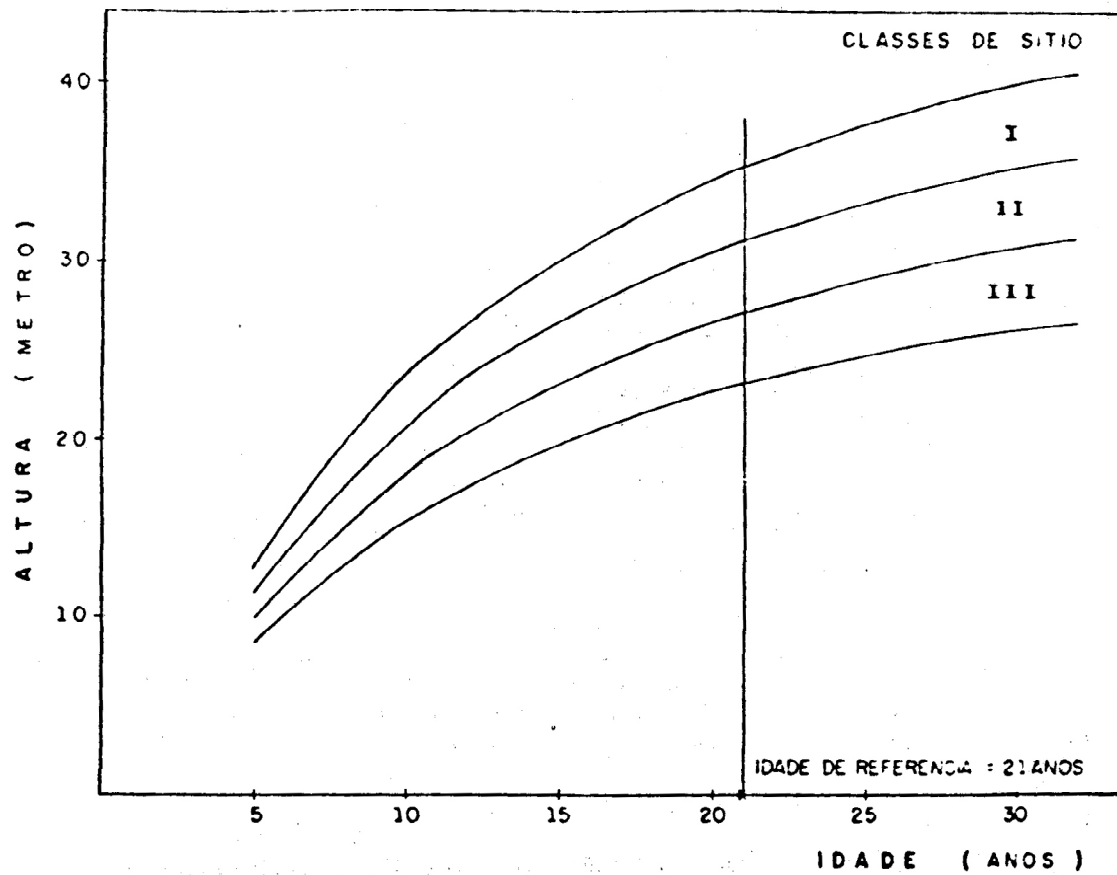


FIGURA 5 – Curvas que expressam as classes de sítio para *Pinus caribaea var. hondurensis* na região de Agudos, Estado de São Paulo.

Na TABELA 4 apresentam-se os limites das alturas dominantes médias, estimadas por idade e classes de sítio.

TABELA 4. Limites das alturas estimadas em metros, por idade e classes de sítio.

Idade em anos	Classes de sítio		
	III	II	I
4	6,69 - 7,85	7,85 - 9,01	9,01 - 10,18
5	8,57 - 10,06	10,06 - 11,55	11,55 - 13,04
6	10,27 - 12,05	12,05 - 13,84	13,84 - 15,63
7	11,79 - 13,84	13,84 - 15,89	15,89 - 17,94
8	13,15 - 15,44	15,44 - 17,73	17,73 - 20,01
9	14,38 - 16,88	16,88 - 19,38	19,38 - 21,88
10	15,49 - 18,18	18,18 - 20,88	20,88 - 23,57
11	16,49 - 19,36	19,36 - 22,23	22,23 - 25,10
12	17,41 - 20,44	20,44 - 23,46	23,46 - 26,49
13	18,25 - 21,42	21,42 - 24,59	24,59 - 27,77
14	19,01 - 22,32	22,32 - 25,63	25,63 - 28,93
15	19,72 - 23,15	23,15 - 26,58	26,58 - 30,01
16	20,37 - 23,91	23,91 - 27,46	27,46 - 31,00
17	20,97 - 24,62	24,62 - 28,27	28,27 - 31,92
18	21,54 - 25,28	25,28 - 29,03	29,03 - 32,77
19	22,06 - 25,89	25,89 - 29,73	29,73 - 33,57
20	22,54 - 26,47	26,47 - 30,39	30,39 - 34,41
21	23,00 - 27,00	27,00 - 31,00	31,00 - 35,00
22	23,43 - 27,50	27,50 - 31,58	31,58 - 35,65
23	23,83 - 27,97	27,97 - 32,12	32,12 - 36,26
24	24,21 - 28,42	28,42 - 32,62	32,62 - 36,83
25	24,56 - 28,83	28,83 - 33,10	33,10 - 37,38
26	24,90 - 29,23	29,23 - 33,56	33,56 - 37,89
27	25,21 - 29,60	29,60 - 33,98	33,98 - 38,37
28	25,52 - 29,95	29,95 - 34,39	34,39 - 38,83
29	25,80 - 30,29	30,29 - 34,78	34,78 - 39,26
30	26,07 - 30,61	30,61 - 35,14	35,14 - 39,67
31	26,33 - 30,91	30,91 - 35,49	35,49 - 40,07
32	26,57 - 31,20	31,20 - 35,82	35,82 - 40,44
33	26,81 - 31,47	31,47 - 36,13	36,13 - 40,80
34	27,03 - 31,73	31,73 - 36,43	36,43 - 41,13
35	27,24 - 31,98	31,98 - 36,72	36,72 - 41,46
36	27,45 - 32,22	32,22 - 37,00	37,00 - 41,77

Para comprovar a eficiência das curvas construídas adotou-se o critério de verificar a estabilidade das alturas das árvores ao longo das curvas que expressam as classes de sítio, conforme adotado em MACHADO (1980) e SCOLFORO & MACHADO (1988a, 1988b).

Para tal foram utilizadas todas as parcelas envolvidas no trabalho. Os resultados obtidos foram plenamente satisfatórios e vêm de encontro às afirmativas de CLUTTER et alii (1984) de que a essência na confecção das curvas de sítio é que a altura média das árvores dominantes da parcela permaneça na mesma classe de sítio durante toda sua vida, pois desta maneira esta classificação propiciará uma forte base para os estudos de crescimento e produção.

Para efeito de ilustração gráfica é apresentado na FIGURA 6 o comportamento da altura dominante média de 3 parcelas que apresentam uma idade inicial em torno de 8 anos e uma idade final em torno de 21 anos.

Embora as curvas de índice de sítio geradas tenham um padrão anamórfico, condicionado pelo padrão de desenvolvimento das alturas dominantes médias para **Pinus caribaea var hondurensis** na região de Agudos, SP, acredita-se que o método da diferença algébrica, em que pese a necessidade de manipulação algébrica das equações, é um caminho eficiente para o ajuste das equações de sítio, podendo representar um grande avanço na geração de curvas de índice de sítio polimórficas.

CONCLUSÕES

As curvas de índice de sítio para **Pinus caribaea var. hondurensis** na região de Agudos têm um padrão anamórfico.

O método da diferença algébrica é eficiente e promissor para gerar curvas polimórficas.

Os modelos na forma não linear são mais eficientes que quando linearizados (por ex: forma logarítmica) pois conseguem se ajustar melhor ao conjunto de dados, minimizando as subestimativas comuns no caso dos modelos logarítmicos.

A estabilidade do valor do índice de sítio atribuído a uma mesma parcela durante o período de uma rotação (25 anos) foi constatada na grande maioria das situações testadas. Este padrão confere grande confiabilidade às curvas de índice de sítio e aos modelos de crescimento e produção.

Árvores que se encontram próximas aos limites da classe de sítio podem flutuar de um sítio para outro na medida em que haja qualquer mudança climática ou de qualquer outro fator do meio que influencie seu desenvolvimento.

Classificação de sítio para a população considerada, com base na altura média de dominante, a partir do quinto ano de vida do povoamento, é mais consistente, já que o mesmo tem um padrão de desenvolvimento mais definido em altura.

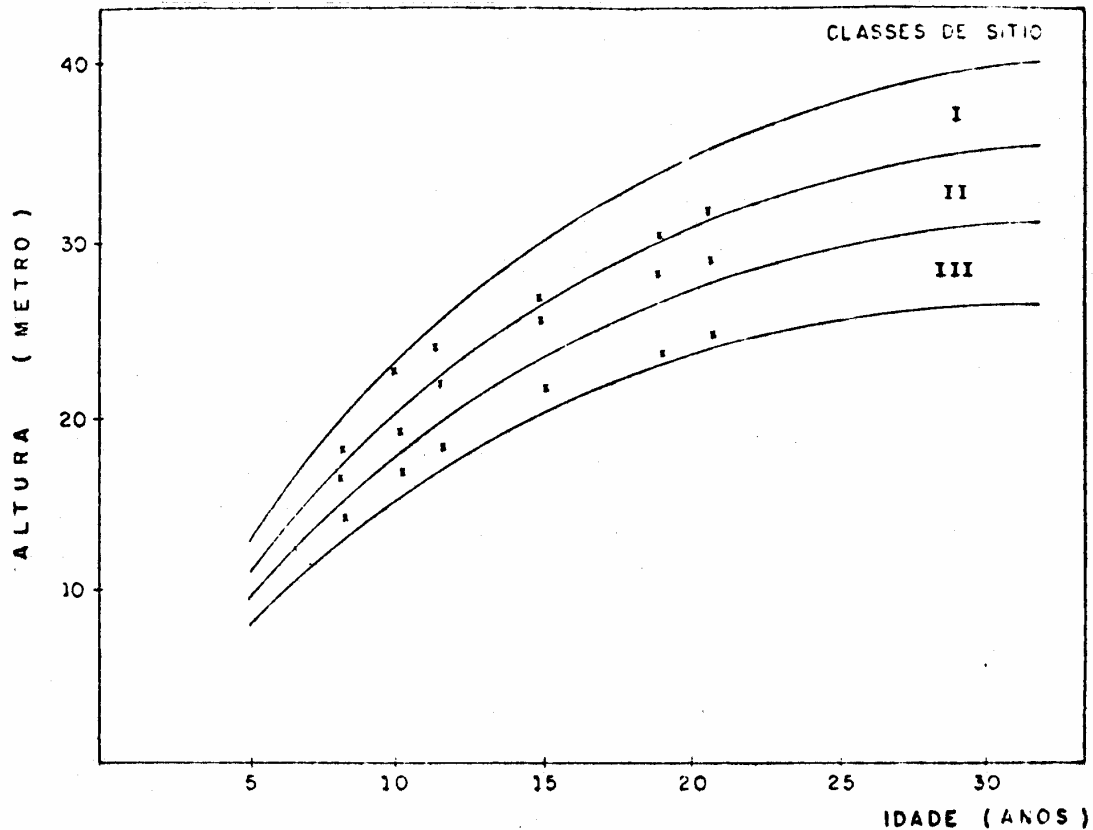


FIGURA 6: Altura real por idade, advindas de medições em parcelas permanentes, e traçadas graficamente entre os limites das classes de sítio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAILEY, RL & CLUTTER, J.L Base-age in variant polymorphic site curves. **Forest science**, Bethesda, 20(2): 155-9, 1974.
- BORDERS, B.E. et alii Slash pine site index from a polymorphic model by joining (splining) nonpolynomial segments with an algebraic difference method. **Forest science**, Bethesda, 30(2): 411-23, 1984.
- CAMPOS, J.C.C. Equações para calcular índice de local e incremento da altura em plantações puras de **Eucalyptus grandis**. **Revista árvore**, Viçosa, 9(1): 1-9, 1985.
- CLUTTER, J.L et alii. Stand structure and yields of site-prepared loblolly pine plantations in the lower coastal plain of the Carolinas, Georgia, and North Florida. **USDA. Forest Service. SE general technical report**, Asheville (27): 1-173, 1984.
- KIWAN, W. Site classification and mapping-principles and trends. In: SYMPOSIUM ON SITE PRODUCTIVITY OF FAST GROWING PLANTATIONS, Pretoria, 1984. Proceedings. Pretoria South African Forest Research Institute, 1984. v.1. p. 56-68.

KIRBY, C. L. Site Index equations for lodgepole pine and white pine in Alberta. **Information report NOR-X**. Edmonton (142); 1-12, 1975.

MACHADO, S.A. Curvas de índice de sítio para plantações de **Pinus taeda** na região central do Estado do Paraná. **Floresta**, Curitiba, 11(2): 4-18, 1980.

SCHONAU, A.P. Problems in using vegetation or soil classification in determining site quality. **South African forestry journal**, Pretoria (141): 13-8, 1987.

SCOLFORO, J.R.S. & MACHADO, S.A. Curvas de índice de sítio para plantações de **Pinus elliottii** nos Estados do Paraná e Santa Catarina. **Floresta**, Curitiba, 18(1/2): 140-58, 1988a.

SCOLFORO, J.R.S. & MACHADO, S.A. Curvas de índice de sítio para plantações de **Pinus taeda** nos Estados do Paraná e Santa Catarina. **Floresta**, Curitiba, 18(1/2): 159-73. 1988b.

A Klabin respeita as necessidades naturais deste país.



Celulose e Papel

IKPC nasceu há 54 anos para atender uma grande necessidade do Brasil: conquistar a auto-suficiência em matérias básicas como a celulose e papéis. E até hoje a Klabin continua contribuindo para isso.



Produção. Em conjunto, as empresas Klabin produziram em 1987 acima de 1.000.000 de toneladas de celulose, papel e produtos de papel. Cerca de 20% da produção nacional.



Divisas. A Klabin exporta seus produtos a muitos países. Traz divisas e destaque econômico ao Brasil: a Klabin é a maior produtora de papel e celulose da América Latina.



Indústrias Klabin de Papel e Celulose SA