CLASSIFICACÃO DE SÍTIO PARA *Pinus taeda* L., ATRAVÉS DA ALTURA DOMINANTE, PARA A REGIÃO DE CAMBARÁ DO SUL, RS, BRASIL

SITE CLASSIFICATION FOR *Pinus taeda* L., ACROSS OF THE DOMINAT HEIGHT, BY THE REGION OF CAMBARÁ DO SUL, RS, BRASIL

Gerson Luiz Selle[1] Paulo Renato Schneider[2] César Augusto Guimarães Finger[3]

R E S U M O

Os objetivos principais deste trabalho foram: estudar o crescimento da altura dominante em função da idade para ***Pinus taeda*** L. da região de Cambará do Sul, RS; bem como elaborar um conjunto de curvas de índice de sítio para a espécie e região. Para tanto, foi testado o modelo matemático de Richards, com dois e três coeficientes, tendo como pares de dados a idade e altura dominante, obtidas de 31 árvores oriundas de análise de tronco provenientes de três sítios naturais reflorestados com ***Pinus taeda*** L. de propriedade da empresa Celulose Cambará S.A. Como resultado um conjunto de nove curvas de índice de sítio de 8 a 32,tomados na idade de referência de 20 anos, com intervalo entre índices de 3 metros.

Palavras-chave: ***Pinus taeda***, sítio, funções de sítio.

---

1. Engenheiro Florestal, Esp., Mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 9719-900, Santa Maria (RS).
2. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Titular do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 9719-900, Santa Maria (RS).
3. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 9719-900, Santa Maria (RS).

SUMMARY

The main objectives of this work were to study the dominant height growth in relation to age for ***Pinus taeda*** L., in the region of Cambará do Sul, RS, as well as to obtain a set of site index curves for the specie and region. Richard´s mathematics model was tested, originated from data about age and dominant height of 31 trees obtained from trunk analysis proceeding from populations of ***Pinus taeda*** L., growing in the property of the Company Celulose Cambará S.A. As results, a set of the nine index curves of the site werw produced, respectively, for the site index from 8 to 32, with a reference age of 20 years with index between intervals of 3 metre.

Key words: ***Pinus taeda***, site, site of functions.

INTRODUÇÃO

A determinação da produtividade dos sítios florestais é fator básico, na condução de povoamentos e no planejamento da produção madeireira de uma empresa florestal.

Numa floresta ou bosque, uma árvore é influenciada pelos fatores genéticos integrados com o meio ambiente o qual compreende os fatores climáticos, solo, topográficos e a competição com outros vegetais e animais.

A interação de todos estes fatores sobre a planta expressa a qualidade do sítio sendo que se as condições de crescimento são boas o sítio é considerado

bom e vice-versa (HUSCH *et al.*, 1982). Entretanto, um sítio pode ser bom para uma determinada espécie e ser ruim para outra, sendo por isso, a qualidade do sítio, definida individualmente para cada espécie.

Dentro deste contexto, são vários os métodos utilizados para a classificação de sítio florestal, sendo que, aquele que emprega a altura das árvores dominantes é considerado o mais prático e usual.

Devido as árvores apresentarem taxas de crescimento diferenciada ao longo do tempo, variando de acordo com o ambiente e intervenções humanas, é possível construir os fundamentos matemáticos para estimar o crescimento das árvores em determinado

sítio. Esta descrição do crescimento pode ser feita, em geral, com uma função apropriada, empregando técnicas de regressão múltipla ou não linear.

No entanto, quando se expressa o crescimento, por meio de funções matemáticas, é de vital importância analisar como é a forma de crescimento de árvores de locais diferentes, ou seja, se elas crescem segundo o mesmo padrão ou não. A ocorrência de diferenciação no crescimento da altura em diferentes sítios, para uma mesma espécie, é denominada polimorfismo entre as formas de crescimento, mostrando a necessidade de ajustar funções individuais para estes locais obtendo, com isso, maior precisão na descrição dos sítios.

Quanto ao estudo dos sítios florestais pode-se dizer que, em nosso País, poucos são os estudos pertinentes a esta área e apenas algumas empresas possuem suas florestas mapeadas, em termos de capacidade de produção.

A determinação da produtividade florestal é um recurso básico quando o objetivo é dispor e aplicar um sistema integrado de manejo visando a racionalização e otimização do uso dos recursos florestais. Assim, a

classificação eficiente de sítio, é o fundamento para a determinação e planejamento da produção, pois as tabelas de produção e sortimento são construidas com base nos índices de sítio.

O presente trabalho, desenvolvido com a espécie ***Pinus taeda*** L., teve como objetivos principais estudar o crescimento da altura dominante em função da idade e elaborar um conjunto de curvas de índice de sítio para a espécie e região.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As diversas espécies de ***Pinus*** atualmente plantadas nas regiões sul e sudeste do Brasil são de introdução relativamente recente, por volta de 1954, e visam principalmente substituir a madeira da ***Araucaria angustifolia***, cujos povoamentos naturais achavam-se em rápido processo de exaustão. Os plantios de ***Pinus*** foram acelerados a partir de 1966/67, com a implantação da política de incentivos fiscais, sendo que somente em 1975 dos 459.000 hectares

implantados no Estado de São Paulo, cerca de 190.000 hectares eram do gênero ***Pinus*** (MONTAGNA & YAMAZOC, 1978).

No sul do Brasil, o ***Pinus taeda*** é uma das espécies mais plantadas, totalizando 1.500.000 hectares, e em termos de país, atualmente existem cerca de 2.000.000 de hectares plantados. A preferência pelo gênero se dá pelo crescimento rápido, alcançando grandes incrementos corrente anual em altura.

Segundo SPURR (1952), o sítio é definido como a soma das condições efetivas sobre as quais uma planta ou comunidade vive.

Um estudo pioneiro foi realizado pelo botânico, engenheiro florestal e político finlandês Cajander. No início deste século, ele criou a teoria dos tipos florestais, na qual bonificava um sítio a partir da percentagem existente de cada espécie na vegetação ao nível do solo (PARVIAINEN & NAUMANN, 1986).

CAMPBEL (1978), KREUTZER (1978), GREY (1983) e GASSANA & LOEWESTEIEN (1984) consideram na classificação de sítios dois métodos diferentes: o ambiental e o baseado em medições, no qual a classificação é feita avaliando a capacidade de produção de cada unidade expressa pela altura.

E, referindo-se aos métodos ambientais, são relacionados os trabalhos realizados por VEGA (1969), os desenvolvidos no Canadá, Estados Unidos, Colômbia e no Suriname, buscando a determinação de sítios para ***Virola surinamiensis***, onde utilizou fatores fisiográficos associados com fatores edáficos para a qualificação dos sítios.

Por outro lado, uma série de autores, entre eles, SPURR (1952), VIDAL (1969), SCHÖNAU (1969), BURKHART & TENNENT (1977), FISHWICK (1977), SCHNEIDER & SILVA (1980) e VAN LAAR (1981), afirmam que a altura das árvores dominates é a melhor variável para caracterizar o sítio, o qual é representado pela altura alcançada pelo povoamento nas diferentes idades de seu desenvolvimento. Por convenção, a altura alcançada em uma determinada idade, a qual é chamada de "idade chave" ou "idade índice, ou ainda "idade de referência", é chamada de índice de sítio.

Para o estabelecimento desta idade, os pesquisadores,

STRAND (1964), MOSER & HALL (1969), BURGER (1975), FERREIRA (1976) e FISHWICK (1977), entre outros, recomendam o uso da idade de rotação ou uma idade próxima a esta.

Os trabalhos realizados por SCHNEIDER, FINGER & HOPPE (1992), com ***Araucaria angustifolia***, usaram a idade de 40 anos, e o estudo feito por VIDAL (1969), com ***Pinus insigne***, no qual foi tomado como idade de referência 20 anos, são exemplos de estudos com o uso da idade chave próxima a idade de rotação da espécie.

A identificação da curva da altura sobre a idade, com relação a altura na idade índice, define os índices de sítio absolutos. Da mesma forma, a relação altura/idade poderia ser identificada por números romanos (I, II, III,IV, respectivamente indicando do melhor ao pior sítio), dando origem as classes de sítio (BURGER, 1975).

ALDER (1980) e CLUTTER *et al.* (1983) dizem que para se elaborar curvas anamórficas ajusta-se uma única função para todo conjunto de dados, obtendo-se uma curva guia. Após, é adicionado uma série de curvas paralelas, com intercepto variável, acima e abaixo deste, as quais tem a mesma forma, diferindo somente em amplitude por uma porcentagem fixa.

Já para curvas polimórficas, segundo CLUTTER *et al.* (1983), o processo de construção exige medições repetidas em intervalos de tempo sucessivos (parcelas permanentes), ou através de análise de tronco de espécies que apresentam anéis de crescimento visíveis. Com estes dados ajusta-se uma função para cada árvore, sítio natural ou parcela amostrada.

O ajuste dos dados de altura como função da idade tem sido obtido por uma grande variedade de modelos matemáticos, lineares e não lineares.

Os modelos matemáticos lineares ou passíveis de linearização podem ser ajustados pelo método dos mínimos quadrados, já os não lineares são ajustados por métodos de regressão não linear, como o método MARQUARDT, utilizado por BATISTA & DO COUTO (1986), em classificação de sítio para florestas implantadas de ***Eucalyptus saligna*** e ***Eucalyptus grandis*** no Estado de São Paulo.

Outros autores, como LUNDGREN & DULID (1970), RAWAT & FRANZ (1974), BATISTA & DO COUTO(1986) e FINGER (1991), em estudos mais recentes, empregaram funções de igual complexidade, como por exemplo a de RICHARDS (1959). Esta função é do tipo não linear, sendo expressa por:

$$h_{100}=A.(1-e^{-K.t})^{R} \qquad (1)$$

Onde: h_{100} = altura das árvores dominantes; A = valor assintótico (quando t tende ao infinito); e = base do logarítmo natural; K, R = parâmetros; t = idade.

Por outro lado, SCHNEIDER & SILVA (1980), estudando índices de sítio para ***Acacia mearnsii*** concluiram ser o modelo linear proposto por PRODAN (1968), o melhor. O mesmo modelo já tinha sido empregado por PITA & MADRIGAL (1974) para ***Pinus sylvestris***, DE HOOG *et al.*(1978), para ***Araucaria angustifolia***, bem como, MACHADO (1978 e 1980), BRASIL (1989) e MARCOLIN (1990) para ***Pinus taeda***. Este modelo é expresso por:

$$h_{100} = t^2/(b_o + b_1t + b_2t^2)$$

Onde: h_{100} = altura das árvores dominantes; t = idade; b_o, b_1 e b_2 = coeficientes.

Para a comparação e seleção dos modelos matemáticos são usados critérios estatísticos. De uma forma geral, a maioria dos autores, segundo FINGER (1992), citam o coeficiente de determinação (R^2) e o erro padrão da estimativa (Syx), usados em conjunto, como critérios de análise mais empregados.

MATERIAL E MÉTODO

Localização da área

A região selecionada para a realização deste trabalho, situa-se entre as coordenadas geográficas 28°30' e 29°30' de latitude sul e 50° à 51° de longitude oeste, fazendo parte do município de Cambará do Sul, o qual pertence a região fisiográfica denominada de Campos de Cima da Serra do Estado do Rio Grande do Sul (FORTES, 1956).

Climatologia e edafologia

O clima dominante na região, segundo o sistema KÖPPEN, é do tipo "Cfb1", temperado úmido (MORENO, 1961). A precipitação média anual é de 1.787 mm.

A temperatura mínima média anual é de 10°C e a máxima média anual fica em 21,3°C, sendo que a temperatura média anual é de 14,8°C e a umidade relativa do ar média de 80% (INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS, 1989). Os ventos dominantes nesta região são alísios, ou seja, sopram do mar para terra.

A formação de geadas na região de Cambará do Sul é freqüente, ocorrendo ocasionalmente precipitação de neve.

Segundo LEMOS *et al.* (1973), a unidade de mapeamento, onde estão localizados os povoamentos da empresa, denomina-se Silveiras. O material de origem dos solos são rochas basálticas, resultantes do derrame basáltico do Triássico Superior, predominando solos rasos com horizonte A de coloração negra, baixa saturação de bases e teores elevados de alumínio trocável.

Nas partes baixas do relevo observam-se solos hidromórficos negros, com horizonte histico, verdadeiras turfas de altitude. São freqüentes também, em toda região, o afloramento de rochas.

Caracterização do local de coleta dos dados

Os povoamentos utilizados para obtenção dos pares de dados são de propriedade da Empresa CELULOSE CAMBARÁ S.A., localizada a 18 km da sede do município de Cambará do Sul.

As florestas da empresa cobrem uma área de aproximadamente 18.470 hectares, sendo destes mais de 50% cobertas com o gênero Pinus, dos quais a quase totalidade com a espécie taeda.A produção total média dos povoamentos é de 759 m^3/ha.

A população alvo foi formada por povoamentos implantados de ***Pinus taeda*** L. distribuídos sobre idades que variam de 10 a 25 anos.

Método de amostragem

A amostragem da população foi realizada segundo uma estrutura aleatória definida para uma única ocasião.

A coleta dos dados foi realizada em parcelas temporárias, para a determinação da altura dominante na idade atual, e através de árvores amostras para análise de tronco, observando-se, respectivamente, as normas de coleta de informações dendrométricas descritas por SCHNEIDER, BRENA & FINGER (1988) e a metodologia para análise de tronco descrita por FINGER (1992).

Em cada árvore amostrada foram retiradas fatias com, aproximadamente, 5 cm de espessura nas seguintes alturas 0,0 m, 0,3 m, 1,30 m e a partir deste ponto, de 2 em 2 metros até atingir a altura total da árvore.

As unidades amostrais foram do tipo seis árvores, Método SEBAST, proposto por PRODAN e apresentado por KRAMER & AKÇA (1982).

Neste método, a área amostral é de valor variado, sendo definida pelo raio, entre o ponto central da unidade amostral e o centro da sexta árvore mais próxima do mesmo.

Para a determinação da árvore de altura dominante, foi utilizada a definição de Assmann, correspondente a altura média aritmética das 100 árvores mais grossas por hectare (FINGER, 1992).

Tamanho da amostragem

O tamanho da amostragem ficou situado, respeitando-se os critérios da aleatoriedade nos pontos de coleta, em um erro de 10% com uma probabilidade de confianca de 95%.

Para a realização deste trabalho foram coletados dados de 31 árvores dominantes de ***Pinus taeda***, através da técnica de análise de tronco definidas com o levantamento de 198 unidades de amostra temporárias.

Neste trabalho foi definido como idade de referência 20 anos, os intervalos entre como sendo de 3 metros de altura, nesta idade, e o

sistema de classificação de sítio proposto e usado foi o absoluto.

Os intervalos de índices de sítio foram definidos como sendo de 2 metros de altura, na idade de referência, estando o número de índices diretamente relacionado com a amplitude dos valores de altura observados a campo. O sistema de classificação de sítio proposto e usado foi o absoluto.

Modelo matemático

O modelo utilizado para ajustar os dados de altura e idade foi o de RICHARDS (1959), com dois e três coeficientes. Ambos foram ajustados de forma independente, para cada árvore amostra, sendo obtidas 62 regressões, 31 de cada modelo.

Sobre cada regressão foram analisados a significância dos coeficientes, o erro padrão da estimativa, o coeficiente de determinação do modelo, além da análise de variância para a verificação da existência de diferença significativa ou não entre os modelos de 2 e 3 coeficientes.

Os modelos são a seguir descritos.

$$h_{100} = A*(1 - e^{-K*t}) \quad (3)$$

$$h_{100} = A*(1 - e^{-K*t})^{R} \quad (1)$$

Onde: h_{100} = altura dominante; A, K, R = coeficientes; t = idade; e = logarítmo natural.

Procedimentos usados para a construção das curvas de sítio

Após a definição do modelo de regressão, para a construção das curvas de sítio foram feitos testes através de dois procedimentos para a definição dos coeficientes da função. No primeiro, buscou-se redefinir o coeficiente K e R através da altura das árvores alcançadas na idade índice e também descrever a associação existente entre K e R, com o uso do procedimento "stepweise" de regressão do pacote "SAS" (Series in Statistical Applications, 1986). Para isso, foram criadas variáveis quadráticas, inversas e recíprocas correspondentes a altura observada na idade de 20 anos. As regressões foram analisadas

segundo o coeficiente de determinação e o erro padrão da estimativa em percentagem. No segundo procedimento, as curvas foram geradas a partir dos coeficientes de regressão médios.

A partir da definição dos coeficientes K e R o valor do coeficiente A é conhecido pela transformação do modelo para uma altura desejada, na idade índice, ou seja, para o índice de sítio desejado conforme expresso a seguir:

$$A = IS/(1 - e^{-K*t})^{R} \qquad (4)$$

Onde: A = assíntota calculada para o índice de sítio (IS) na idade de referência (t); IS = índice de sítio; e = logarítmo natural; K e R = coeficientes.

A partir da definição dos valores de A, K e R, foram geradas, com a função de RICHARDS (1959), as curvas para os índices de sítio.

Para a definição da maior e menor curva índice de sítio foi feita uma "plotagem" dos valores das alturas das árvores dominantes e idades levantadas em 198 unidades temporárias sobre as curvas de índices de sítio calculadas.

Confiabilidade e estabilidade das curvas índice de sítio

Para comprovar a estabilidade e a confiabilidade das curvas índices de sítio foi realizada a verificação gráfica das alturas reais, de árvores oriundas dos povoamentos estudados, sobre as curvas de índices de sítio geradas pela função selecionada.

Para a aplicação deste teste, sugerido por MARCOLIN (1990), utilizou-se os dados de 5 árvores amostras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Definição do modelo matemático

O ajuste da função de Richards com 2 e 3 coeficientes aos pares de dados de altura e idade obtidos por análise de tronco de 31 árvores mostraram, tanto para o modelo com 2 como o de 3 coeficientes, altos coeficientes de determinação, explicando mais de

95% da variação total pela regressão. Entretanto o modelo de 3 coeficientes mostrou, segundo este critério, valores superiores a 99% para todas as regressões, o que não ocorreu com o modelo de 2 coeficientes.

Na análise do erro padrão da estimativa verifica-se, igualmente a superioridade do modelo com o terceiro coeficiente, a medida em que apresenta todos os valores do erro padrão da estimativa inferiores ao de 2 coeficientes.

Por comparação entre os dois modelos matemáticos foi realizada uma análise de variância entre as funções, onde ocorreu diferença significativa a 5% de probabilidade, conforme está demonstrado na Tabela 1. Com isso fica evidenciado a superioridade do modelo com 3 coeficientes para descrever a relação altura e idade, no presente estudo (modelo 1).

TABELA 5: Análise de variância das funções de Richards de 2 e 3 coeficientes, para um nível de 5% de probabilidade.

Fonte de Variação	SQ	GL	QM	Fc	Ft
2 coeficientes	17.485040	347	0,3385736	2,3806	1,00
3 coeficientes	31.647526	316	0,1001503	--	--
Diferença	85.837520	31	0,2384233	--	--

Obtenção dos coeficientes do modelo

Após a definição do modelo para descrição das curvas de índice de sítio procedeu-se a reestimativa dos coeficientes K e R através de funções auxiliares obtidas por regressão pelo método "stepwise", conforme apresentado por RAWAT & FRANZ (1974), STERBA (1974), STERBA & OBERKOFLER (1988), entre outros, com o objetivo de descrever a possível associação destes coeficientes com o índice de sítio.

Na tentativa de estimar o coeficiente K, foram utilizadas como variáveis independentes: a altura real aos 20 anos, o quadrado da altura real aos vinte anos e o inverso destas mesmas variáveis. Já para

o coeficiente R, além destas variáveis, foram empregados: o coeficiente K, o mesmo coeficiente ao quadrado e seu inverso, como variáveis independentes. Os resultados mostraram, no presente estudo, não haver correlação significativa entre as variáveis testadas, para ambos os coeficientes, utilizando-se, desta forma, para a construção das curvas de índice de sítio, a média dos coeficientes calculados nas 31 curvas ajustadas individualmente pela função de Richards. Os coeficientes médios obtidos são: K=0,107145161; R= 1, 620809677.

Confecção das curvas de sítio

A partir da definição dos coeficientes K e R do modelo foram geradas as curvas de índice de sítio do tipo anamórfico. Para tanto foram gerados os valores da assíntota A, cobrindo os índices de sítio de 8 a 32, com intervalo de 3 metros na idade de referência de 20 anos, através da transformacão da funcão de Richards de três coeficientes; modelo (4).

O número de curvas de índice de sítio necessárias para cobrir a variacão de sítios no local, definido pela "plotagem" dos pares de dados de altura dominante e idade de 198 unidades de amostras temporárias mostrou serem necessárias 9 curvas, respectivamente para os índices de sítio de 8 a 32, conforme demostrado na Figura 1.

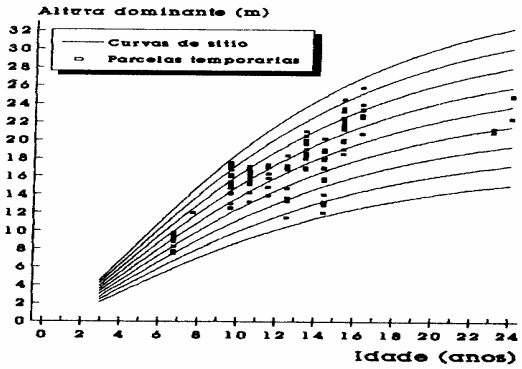

FIGURA 1: Distribuição das alturas dominantes observadas em amostras temporárias, "plotadas" sobre as curvas índice de sítio.

Testes de confiabilidade e estabilidade das curvas de índice de sítio

Para a realização do teste de verificação da estabilidade e confiabilidade, das curvas de índice de sítio traçadas, foram tomados dados reais, de altura e idade, de 5 árvores oriundas dos povoamentos estudados, e "plotados" sobre as curvas de índices, conforme mostra a Figura 2.

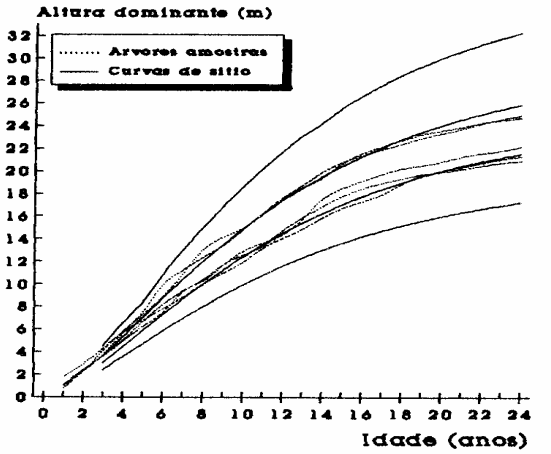

FIGURA 2: Curvas de índice de sítio e de crescimento da altura dominante de 5 árvores amostra.

Verifica-se que as curvas descrevem com muito boa precisão o crescimento das árvores até a idade final de 25 anos.

Observa-se também que, apesar do intervalo de 3 metros entre as curvas de sítio na idade índice, ocorre uma grande aproximação destas curvas em idades do terceiro ao quinto ano, o que pode trazer insegurança na classificação de sítios de povoamentos jovens.

Na Tabela 4 encontram-se os valores de altura dominante nas idades de 3 a 25 anos, e na Figura 3, a representação gráfica das curvas de sítio.

TABELA 4: Valores das curvas de índice de sítio entre as idades de 3 a 25 anos.

Idade	Índices de Sítio								
(anos)	3	11	14	17	20	23	26	29	32
3	1,21	1,66	2,11	2,57	3,02	3,47	3,92	4,38	4,83
4	1,77	2,44	3,10	3,77	4,44	5,10	5,77	6,43	7,10
5	2,35	3,34	4,11	5,00	5,88	6,76	7,64	8,53	9,41
6	2,92	4,02	5,11	6,21	7,31	8,40	9,50	10,59	1,69
7	3,47	4,78	6,08	7,38	8,69	9,99	11,29	12,59	13,90
8	4,00	5,50	7,00	8,50	10,00	11,50	13,00	14,50	16,00
9	4,50	6,18	7,87	9,56	11,24	12,93	14,62	16,30	17,99
10	4,96	6,82	8,68	10,55	12,41	14,27	16,13	17,99	19,85
11	5,39	7,42	9,44	11,47	13,49	15,51	17,54	19,56	21,58
12	5,80	7,97	10,14	12,32	14,49	16,66	18,84	21,01	23,18
13	6,16	8,48	10,79	13,10	15,41	17,73	20,04	22,35	24,66
14	6,50	8,94	11,38	13,82	16,26	18,70	21,14	23,58	26,02
15	6,81	9,37	11,93	14,48	17,04	19,59	22,15	24,70	27,26
16	7,10	9,76	12,42	15,08	17,75	20,41	23,07	25,73	28,39
17	7,36	10,12	12,87	15,63	18,39	21,15	23,91	26,67	29,43
18	7,59	10,44	13,29	16,13	18,98	21,83	24,67	27,52	30,37
19	7,81	10,73	13,66	16,59	19,51	22,44	25,37	28,30	31,22
20	8,00	11,00	14,00	17,00	20,00	23,00	26,00	29,00	32,00
21	8,17	11,24	14,31	17,37	20,44	23,50	26,57	29,64	32,70
22	8,33	11,46	14,59	17,71	20,84	23,96	27,09	30,21	33,34
23	8,48	11,66	14,84	18,02	21,20	24,38	27,56	30,74	33,92
24	8,61	11,84	15,07	18,29	21,52	24,75	27,98	31,21	34,44
25	8,73	12,00	15,27	18,54	21,82	25,09	28,36	31,63	34,91

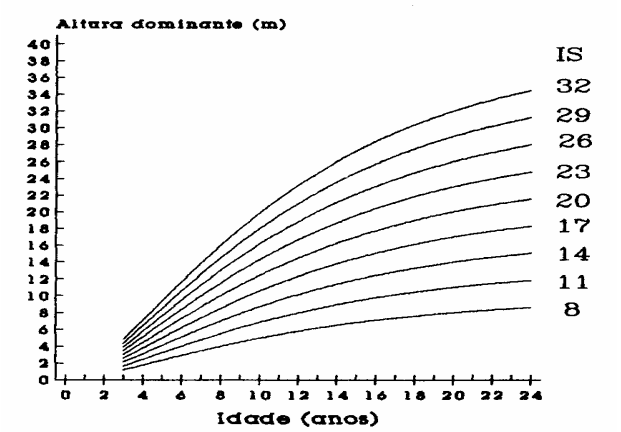

FIGURA 3: Curvas de índice de sítio para a espécie ***Pinus taeda*** L. da região de Cambará do Sul, RS.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo pode-se concluir que:

a) A função de Richards com 3 coeficientes proporcionou bom ajuste dos pares de dados de altura e idade de ***Pinus taeda*** L. sendo apropriada para descrever os índices de sítio desta espécie na região de Cambará do Sul, RS;

b) Os coeficientes K e R, não mostraram correlação significativa com o índice de sítio, não sendo possível estimá-los por regressão. Desta forma, os

valores médios K e R, foram usados como estimadores na construção das curvas de índice de sítio;

c) A estatística dos coeficientes K e R, como função de índice de sítio, não mostrou correlação significante. Desta forma, os valores médios de K e R, foram usados como estimadores na construção das curvas de índice de sítio.

d) Para descrever a variação do crescimento da altura dominante sobre a idade foram necessárias 9 curvas de índice de sítio do tipo anamórfico, respectivamente, de 8 a 32 metros, na idade índice de 20 anos, com intervalo de 3 metros entre os índices de sítio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDER, D. Forest volume estimation and yield prediction. **FAO Forestry Paper**, Rome, v.2, n.22, p.194, 1980.

BATISTA, J.L.F., DO 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. **Revista do IPEF**, São Paulo, v. 1, n. 32, p. 32-41, 1986.

BURKHART, H. E., TENNENT, R.B. Site index equations for radiata pine in New Zealand. **New Zealand J. For. Sci.,** New Zealand, v. 3, p. 408- 416, 1977.

BURGER, D. **Ordenamento florestal I**. Curitiba: Setor de Ciências Agrárias da UFPr. 1975.

CAMPBEL, R. G. The weyerhaeuser land classifications system. In: BALMER, W. E. Procedings soil moisture-site productivity symposium. 1978. Local: USDA, 1978. p. 74-82.

CLUTTER, J. L., FORSTON, J. C., PIENAR, L. V. *et al.* **Timber management**: a quantitative approach. New York: John Wiley & Sons, 1983. 333 p.

DE HOOG, R.J., DIETRICH, A.B. , AHRENS, S. Classificação de sítio, tabela de volume e de produção para povoamentos artificiais de ***Araucaria angustifolia***. **Revista Brasil_Florestal**, Brasília, n. 36, p. 58-82, 1978.

FERREIRA, C.A. **Estimativa do volume de madeira aproveitável para celulose em povoamentos de *Eucalyptus* spp**. Piracicaba, SP. Piracicaba: ESALQ1976.104p. Dissertação de Mestrado - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, 1976.

FINGER, C.A. **Ein Beitrag zur Ertragskunde von *Eucalyptus grandis* und *Eucalyptus saligna* in Suedbrasilien**. Wien, Austria: Universitaet fuer Bodenkultur, 1991. 136p. Tese (Doutorado) - Universitaet fuer Bodenkultur, 1991.

___. **Fundamentos de biometria florestal**. Santa Maria UFSM/CEPEF/FATEC, 1992. 269p.

FISHWICK, R. W. **Determinação de curvas de índice de sítio para *Pinus elliotti***, São Paulo: 1977. 10p (PRODEPEF, 6).

FORTES, A. B. **Aspectos fisiográficos, demográficos e econômicos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Globo, 1956.

GASSANA, J. K., LOEWESTEIN, H. Site classification for maiden´s Grm, ***Eucalyptus globulus*** subsp. ***maidenii*** in Rwanda. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 2, n. 8, p. 107-16, 1984.

GREY, D.C. The evaluation of site factor studies. **South African Forestry Journal**, Pretoria, n. 127. 1983. p. 14-19.

HUSCH, B., MILLER, I. C., BEERS, T. W. **Forest Mensuration**. New York: J. Wiley, 1982. 402 p.

INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. Seção de Ecologia Agrícola. **Atlas___agroclimático do Estado do Rio Grande do Sul** - Porto Alegre. Porto Alegre, 1989. 3v.

KRAMER, H., AKÇA, A. **Leifaden fuer dendrometrie und bestandesinventur**. Frankfurt: J. D. Sauerlaender`s Verlag, 1982. 251 p.

KREUTZER, K. How do physical classifications contrat with site type classifications? In: FORD, E.D., MALCOLM, D.C, ATTERSON, J. **The ecology of even-aged forest plantations**. Edimburg: p.39-56. IUFRO, 1978.

LEMOS, R. C., AZOLIN, M.A.D., ABRÃO, P. V. R., *et al.* Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. Recife... Ministério da Agricultura, Departamento de Pesquisas Agropecuárias, Divisão de Pesquisas Pedológicas, 1973. 431 p. (Boletim Técnico, 30).

LUNDGREN, A. L., DULID, W.A. Biological growth functions describe published site index curves for Lake States timber species. **North Cent.Forest Exp. Stn. Res. Pap.**, USDA, n. 36, p.1-9, 1970.

MACHADO, S. A. **Studies in growth and yield estimation for *Pinus taeda* L. plantations in the State of Paraná**. Seattle: University of Washington, 1978. 170 p. Tese (Doutorado) - University of Washington, 1978.

MARCOLIN, M. **Polimorfismo e tamanho de amostra para construção de curvas de índice de sítio para *Pinus taeda* L., no segundo Planalto Paranaense.** Curitiba: UFPr, 1990. 64 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, 1990.

MONTAGNA, R.G., YAMAZOC, G. Utilização da madeira de pequenas dimensões. **Silvicultura**, São Paulo, v. 2, n. 14, p. 178-179, 1978.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Oficinas Gráficas da Secretaria da Agricultura, 1961. 41 p.

MOSER, J. W., HALL, O. F. Deriving growth and yield

functions for uneven-aged forest stands. **For. Sci.,** USDA, v. 2, n. 15, p. 1983-1991, 1969.

PARVIAINEN, J., NAUMANN, N. A Finlândia e suas florestas. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 1/2, n. 16, p. 5-18, 1986.

PITA, A. P., MADRIGAL, A. Models mathematiques essayes pour le eparation des tabeles de production de ***Pinus sylvestris*** dans e Espagne In: GROWTH METHODS FOR TREE AND STAND SIMULATION, 30., 1974, Stockholm. **Anais ...** Stockholm: Inst. F. Skogsproduktion, 1974. p. 298-308.

PRODAN, M. **Forest biometrics**. Ney York: Pergamon Press, 1968. 447 p.

RAWAT, A. S., FRANZ, F. Detailed non-linear asymptotic regression studies on tree and stand growth with particular reference to forest yield research in Bavaria (Federal Republic of Germany) and India. FRIES J. ed.. **Growth models for tree and stand simulation**. Local: USDA, 1974. p. 180-221.

RICHARDS, F.J. A flexible growth function for empirical use. **J. Agr. Pres.,** USDA, v. 46, n. 7, p. 62-638, 1959.

SCHNEIDER, P.R., SILVA, J.A. Índice de sítio para acácia-negra, ***Acacia mearnsii*** de Wild. **Brasil Florestal**, Brasília, v. 1, n. 42, p. 53-58, 1980.

SCHNEIDER, P.R., BRENA, D.A., FINGER, C.A. **Manual para coleta de informações dendrométricas**. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1988 b. 28 p.

SCHNEIDER, P. R., FINGER, C. A., HOPPE, J.M. Produção da ***Araucaria angustifolia*** (Bert.) O. Ktze. na região do Planalto Médio do Estado do Rio Grande do Sul. **Rev. Ci. Flor.,** Santa Maria, v. 2, n. 1, p. 99-118, 1992.

SCHONAU, A. P. G. **A site evaluation study in black wattle (*Acacia mearnsii* de Wild)**. Local: **Univ. von Stellenbosch**, 1969. 214p.

SPURR, S. H. **Forest inventory**. New York: The Ronald Press, 1952. 476p.

STERBA, H. **Ertragskundliche Hypothesen über den Standort**. Wien: Univ. Bodenkultur, 1974. 132 p.

STERBA, H., OBERKOFLER, H. **Das Wachstum der Fichte im Pustertal Forstlichertragslehre an der Universität für Bodenkultur**. Wien, 1988. 55 p.

STRAND, L. Numerical constructions of site index curves. **For. Sci.,** v. 4, n. 10, p. 410-414. 1964.

VAN LAAR, A. Biomass parameters in studies of the effect of site and silviculture on production. In: IUFRO WORLD CONGRESS, 17., 1981, Kyto. **Anais ...** Kyto: IUFRO, 1981, p.120-124.

VEGA, L. Calidad de sitio para ***Virola surimamensis***. **Rev. Forestal Venezolana**, Merida, p. 53-66, 1969.

VIDAL, O. G. **Índice de sítio para *Pinus insigne* em Chile**. Santiago/Chile: Instituto Forestal, 1969. 32 p.