

COMPARAÇÃO GRÁFICA ENTRE CURVAS DE ÍNDICE DE SÍTIO PARA *Pinus elliottii* E *Pinus taeda* DESENVOLVIDAS NO SUL DO BRASIL

GRAPHICAL COMPARISON AMONG SITE INDEX CURVES FOR *Pinus elliottii* AND *Pinus taeda*,
BUILT AT SOUTH BRAZIL

Helio Tonini¹ César Augusto Guimarães Finger² Paulo Renato Schneider³ Peter Spathelf⁴

RESUMO

Este trabalho teve como objetivos estudar o crescimento em altura dominante para *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*, mediante comparações entre as curvas de índice de sítio construídas para algumas regiões do estado do Rio Grande do Sul e outros Estados da Federação. Essas comparações indicaram que as curvas feitas por Tonini (2000) para as regiões da Serra do Sudeste e Litoral no estado do Rio Grande do Sul, não apresentaram o mesmo desenvolvimento em relação às curvas feitas por Scolforo e Machado (1988), para os estados do Paraná e Santa Catarina; Brasil (1989a), para a região de Passo Fundo RS, Marcolin (1990), para o Segundo Planalto Paranaense e Selle (1993), para a região de Cambará do Sul. No entanto, o comportamento em relação às curvas de índice de sítio feitas por Brasil (1989b), para a região de São Francisco de Paula mostraram-se semelhantes, havendo somente uma diferença de nível entre estas.

Palavras-chave: *Pinus elliottii*, *Pinus taeda*, índice de sítio.

ABSTRACT

This research had as main objective to study the dominant height growth of *Pinus elliottii* and *Pinus taeda* through site index curves comparisons in some regions of Rio Grande do Sul State and other states of the country. These comparisons showed that the site index curves made by Tonini (2000), for the southeastern mountain and coast land in Rio Grande do Sul State did not show the same pattern of those by Scolforo e Machado (1988), for Paraná and Santa Catarina, Brazil (1989a) for Passo Fundo RS, Marcolin (1990), for the Parana's Second Upland and Selle (1993) for Cambará do Sul RS. However, the same growth pattern was observed for curves by Brasil (1989b) for São Francisco de Paula which only level differences were observed.

Key words: *Pinus elliottii*, *Pinus taeda*, site index.

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas funcionam como um complexo ciclo de energia, marcado por perdas e ganhos, envolvendo vegetação, atmosfera e solo. Nesse contexto, o cientista florestal dedica-se ao segmento floresta, que é apenas uma parte do ecossistema e tem como desafio integrar todos os fatores do sítio para produzir uma estimativa da qualidade do sítio florestal.

A estimativa da qualidade do sítio florestal pode ser feita seguindo dois caminhos; primeiro considerando uma área ou localidade que simplesmente suporta árvores em crescimento sem considerar diretamente as características do sítio (métodos diretos) e o segundo considerando a capacidade da área ou localidade em sustentar o crescimento, em que características do sítio como clima, solo e vegetação são consideradas (métodos indiretos).

1. Engenheiro Florestal, Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS).
2. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS).
3. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Titular do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS).
4. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Visitante no Programa CAPES/DAAD, Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS).

A classificação de uma floresta em relação à sua produtividade é de grande importância, pois a produtividade do sítio está relacionada com diferentes respostas de certas culturas, que influem diretamente sobre a viabilidade de empreendimentos florestais; com a pesquisa ecológica, visando a estudos de luminosidade, biomassa e exportação de nutrientes nas diversas fases de crescimento; com as dimensões dos produtos em diferentes idades; na adoção de técnicas de manejo e conservação do solo e no planejamento da produção, por meio da determinação da idade ótima e econômica de corte.

A capacidade produtiva de um sítio é melhor avaliada pelo volume total que o povoamento produz, no entanto, em casos nos quais a produção de desbastes intermediários não é conhecida, o volume total produzido no sítio não pode ser determinado, sendo que o procedimento utilizado para a solução desse problema é o estudo das relações entre altura dominante, idade e produção volumétrica.

O estudo das curvas de crescimento em altura para um determinado povoamento originam as curvas de índice de sítio cujos conceitos foram primeiramente desenvolvidos e utilizados na Alemanha, no século XIX, sendo definidas como “a altura média das árvores dominantes, ou a média das codominantes e dominantes a uma idade índice”(Schumacher *apud* Machado, 1980).

As curvas de índice de sítio constituem-se atualmente no método mais prático e difundido para classificar a produtividade florestal, uma vez que utiliza uma variável (altura dominante) que é a resposta aos fatores ambientais interrelacionados, sendo altamente correlacionada com a produção volumétrica, não sofrendo a influência dos tratamentos silviculturais e da competição.

Segundo Scolforo (1997), desde a implantação dos incentivos fiscais, houve um aumento considerável da base florestal na Região Sul. A taxa anual de reflorestamento foi maior na década de 70, alcançando 112 mil hectares. Atualmente, baseada especialmente em recursos privados chega a 33 mil hectares, o que fatalmente, segundo o autor, levará a uma escassez de madeira no início deste século. No estado do Rio Grande do Sul, o gênero *Pinus*, segundo a AGEFLOR (1991), cobre uma área de cerca de 180.000 hectares, distribuídos notadamente nas regiões da Serra Nordeste, Depressão Central, Serra do Sudeste e Litoral.

Uma vez que estudos sobre a caracterização dos sítios florestais, mediante o crescimento em altura dominante, já haviam sido realizados para tais regiões, a comparação dessas tendências de crescimento em altura se mostra necessária, pois pode servir como ferramenta auxiliar na escolha de áreas para novos plantios e comprovar a necessidade de se fazer e utilizar diferentes tabelas de produção nesses locais, auxiliando os técnicos florestais a prognosticar a produção de forma mais precisa.

Este trabalho, portanto, teve como principal objetivo comparar a tendência no crescimento em altura dominante em função da idade para povoamentos de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*, localizados na Serra do Sudeste e litoral do Rio Grande do Sul, com outros povoamentos localizados em diferentes regiões no Estado e outros estados no sul do Brasil.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Vários são os fatores que podem ser utilizados como índices de crescimento das árvores, tanto individualmente, como em combinações.

Para Cherton *apud* Gerding e Schlatter (1995), a produtividade do sítio pode ser expressa através do seguinte modelo geral:

$$P = f (C,R,S,Q,V,A,M,T)$$

Onde: P = produtividade do sítio; C = clima; R = relevo; S = características estáveis e dinâmicas do solo incluindo o regime de água, Q = qualidade genética do povoamento; V = estrutura da comunidade vegetal; A = animais; M = influência do homem; T = tempo.

Os autores afirmaram que para determinar os principais fatores que explicam as variações na produtividade, os pesquisadores florestais simplificam este modelo, considerando alguns fatores constantes ou considerando inter-relações entre estes, como, por exemplo, considerando que o relevo está expresso no clima e no solo.

Para Schneider (1993), os principais objetivos da avaliação da qualidade dos sítios são: a) estimativa do rendimento global dos povoamentos; b) planejamento e execução de trabalhos de pesquisa (ex: desbastes); c) programação e execução dos trabalhos de manutenção (limpezas) das plantações existentes; d) extensão da classificação da qualidade do sítio em áreas a serem plantadas, para a seleção adequada de espécies.

Segundo o autor, a avaliação da qualidade do sítio pode ser feita com base em fatores do meio e com base em certos parâmetros da vegetação, sendo que, ainda, existe uma controvérsia a respeito de qual método é o melhor.

Para Killiam citado por Scolforo (1992), tais conceitos são complementares, e uma classificação ecológica pode e deve preceder à determinação da capacidade produtiva com base no método de índice de sítio. No entanto, diversos trabalhos como os de Buford e Mckee (1988) ao relacionarem o índice de sítio para florestas de *Pinus taeda* com determinados fatores ambientais, concluíram que a habilidade dessas funções em predizer o crescimento foi bastante pobre e afirmaram que o crescimento em altura das árvores é um processo dinâmico, em que mudanças no solo ou outras condições ambientais acarretam variações no crescimento em altura durante a vida das árvores, sendo o índice de sítio uma medição do resultado cumulativo dessas condições de crescimento em uma idade índice.

Sob esse ponto de vista não é surpresa que os parâmetros ambientais em um dado ponto no tempo, não sejam capazes de fazer previsões aceitáveis, sendo necessário incluir medições dinâmicas nos modelos.

Segundo Sanquetta (1996), “um modelo é a representação física ou abstrata da forma ou função de entidades ou objetos reais”. No entanto, os modelos apresentam limitações por não serem o próprio objeto ou a entidade, mas uma simplificação ou representação, não sendo, portanto, perfeitos, podendo ser apenas uma representação bem-feita ou não da realidade.

Para Zeide (1993), o conflito entre a tendência inata de um organismo à reprodução multiplicativa e o limite imposto pelo espaço físico, é a principal fonte de mudanças nos organismos, sendo responsável pela força da evolução e fundamental para o entendimento dos fenômenos biológicos e sociais, sendo que as funções de crescimento expressam de forma sucinta, esses conflitos e resultados.

O ajuste da altura, em função da idade, pode ser feito por uma grande variedade de modelos lineares e não-lineares. Emerenciano (1981) citou que um dos primeiros modelos, utilizados para o estudo das curvas de índice de sítio, foi o de Schumacher (1939) que é expresso por:

$$\log h_{dm} = A + \frac{B}{t} \quad (1)$$

Em que: h_{dm} = altura dominante; t = idade; A, B = coeficientes;

Esse modelo foi utilizado por Campos (1970) e Couto e Bastos (1986) na construção de curvas de índice de sítio monomórficas para *Pinus elliottii* e *Eucalyptus saligna* no estado de São Paulo, e por Carlos (1996) e Mario (1997) em curvas de índice de sítio para *Pinus patula* e *Pinus douglasiana* no México.

O modelo de Prodan (1968) tem sido bastante utilizado por pesquisadores florestais em várias partes do mundo. A escolha desse modelo é o resultado da ponderação de dois fatores: A simplicidade de obtenção dos coeficientes e uso destes para as estimativas das alturas, e a precisão e confiabilidade que o modelo oferece (Marcolin, 1990). Esse autor utilizou tal modelo na construção de curvas de índice de sítio para *Pinus taeda*, no Segundo Planalto Paranaense, utilizando uma idade índice de 15 anos.

O modelo de Prodan é expresso por:

$$h_{dom} = \frac{t^2}{b_0 + b_1 t + b_2 t^2} \quad (2)$$

Em que: h_{dom} = altura dominante; t = idade; b_0, b_1 e b_2 = coeficientes.

Oliveira e Ahrens (1987) utilizaram o modelo de Prodan para a determinação da qualidade do sítio para *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* para o Sul e Sudeste do Brasil. O mesmo modelo foi utilizado por Menegol (1991), na construção de curvas de índice de sítio para *Pinus elliottii*.

Brasil (1989a) também utilizou esse modelo para *Pinus elliottii* no plano de manejo para a Floresta Nacional de São Francisco de Paula RS, utilizando uma idade índice de 30 anos.

Outro modelo bastante utilizado é o modelo de Richards que tem, segundo Finger (1992), como marca registrada, a flexibilidade. Segundo esse autor tal função apresenta como vantagens a possibilidade de se obter uma interpretação lógica, adaptando-se bem ao desenvolvimento de diferentes variáveis dendrométricas.

O modelo de Richards é expresso por :

$$Y = A \times \left(1 - e^{-K \times t}\right)^{1/(1-M)} \quad (3)$$

Em que: Y = variável dependente; t = idade; A, K, M = coeficientes;

Zarnoch e Feduccia (1984) e Lenhart *et al.* (1986) utilizaram esse modelo em curvas de índice de sítio para povoamentos de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*, no chamado Golfo Oeste e no oeste do estado do Texas nos Estados Unidos.

O modelo também foi utilizado por Scolforo e Machado (1988) que construíram curvas de índice de sítio para plantações de *Pinus elliottii*, para os estados do Paraná e Santa Catarina, utilizando uma idade índice de 25 anos.

Selle (1993) utilizou a função de Richards ao confeccionar curvas de índice de sítio monomórficas para *Pinus taeda*, na região de Cambará do Sul, no Rio Grande do Sul, utilizando uma idade índice de 20 anos.

A função desenvolvida por Korsun (4), segundo Brasil (1989a), foi apresentada por Thomasius em 1965, como muito utilizada em estudos de prognose em altura. Posteriormente, Bitterlich *et al.* apresentaram a função de crescimento de Korsun com a fixação da assíntota no modelo partindo da origem.

$$h_{dom} = A \times e^{b_1 \times \ln t + b_2 \times \ln^2 t} \quad (4)$$

Em que: h_{dom} = altura dominante; t = idade; e = base do logaritmo neperiano; b_1 , b_2 = coeficientes da função.

Esse modelo foi utilizado por Brasil (1989b), ao construir curvas de índice de sítio monomórficas para *Pinus elliottii*, utilizando uma idade índice de 30 anos.

Para a comparação e seleção dos modelos matemáticos, são utilizados critérios estatísticos, sendo que necessitamos de uma equação que seja esperadamente correta, passe sobre todos os pontos, exponha a tendência de crescimento na nuvem de pontos e separe o essencial do acidental (Zeide, 1993).

Para Neto *et al.* (1996), mais importante que as estatísticas de regressão, particularmente para a elaboração de curvas de índice de sítio, a análise gráfica dos resíduos reveste-se de grande importância, pois possibilita identificar se a curva da altura média das árvores dominantes é de fato uma curva média, ou apresenta tendenciosidade, ressaltando que as curvas monomórficas são todas elaboradas com base na curva média e qualquer tendenciosidade implica em distorção nas curvas limítrofes das classes de sítio a serem estabelecidas.

MATERIAL E MÉTODO

As comparações entre as curvas de índice de sítio construídas por Tonini (2000), com as construídas por Scolforo e Machado (1988), Brasil (1989a e 1989b), Marcolim (1990) e Selle (1993) foram feitas recalculando-se estas para uma idade índice de 18 anos, com um intervalo de 3 metros entre curvas, dentro da amplitude de alturas observadas em cada estudo. Os modelos e coeficientes utilizados são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1: Modelos estatísticos, idade índice(t) e coeficientes empregados na construção de curvas de índice de sítio, nos estudos utilizados para comparação.

Autor (es)	Modelo	t (anos)	Coeficientes
Tonini (2000)	Richards	18	k = 0,0706713 m= 0,301818
Scoforo e Machado (1988)	Richards	25	k = 0,0732239 m = 0,225494
Brasil (1989a)	Prodan	30	b ₀ = 1,82 b ₁ = 0,998 b ₂ = 0,225
Brasil (1989b)	Korsun	30	b ₀ = -4,2661 b ₁ = 2,0766 b ₂ = -0,2627
Marcolin (1990)	Prodan	15	b ₀ = 1,596732 b ₁ = 0,152261 b ₂ = 0,041279
Selle (1993)	Richards	20	k = 0,1071452 m = 1,620809

Para os estudos que utilizaram a função de Richards, as curvas de índice de sítio foram recalculadas, utilizando-se os coeficientes (k e m) obtidos pelos respectivos autores, sendo o coeficiente A calculado mediante uma transformação do modelo matemático para uma altura desejada na idade índice. Desta forma:

$$A = \frac{IS}{\left(1 - e^{-k \times t}\right)^{\left(1 / (1 - M)\right)}}$$

Em que: A = assíntota calculada; IS = índice de sítio; k, m = coeficientes; t = idade índice (18 anos); e = base do logaritmo natural.

Para os estudos que utilizaram as funções de Prodan e Korsun, as curvas de índice de sítio foram recalculadas pelo método da curva mestre, em que o modelo e os coeficientes originais (obtidos em cada estudo) foram utilizados para gerar a curva média de regressão até a idade de 20 anos. A extrapolação das curvas de índice de sítio foi feita por meio da diferença percentual em relação à curva mestre.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparação com curvas de índice de sítio de outros estados e regiões

A comparação entre as curvas construídas por Tonini (2000), para as regiões da Serra do Sudeste e Litoral no Rio Grande do Sul, com as curvas construídas para os estados do Paraná e Santa Catarina, São Francisco de Paula (RS), Passo Fundo (RS), Segundo Planalto Paranaense e Cambará do Sul (RS) podem ser observadas nas Figuras 1, 2, 3, 4 e 5.

A análise da Figura 1 mostra que, embora tenha sido utilizada a mesma idade índice, a comparação entre os sistemas feitos para a Serra do Sudeste e o Litoral (RS) e para os estados do Paraná e Santa Catarina, não apresentou o mesmo desenvolvimento. Nessa figura, pode-se perceber cruzamentos que ocorrem em idades mais jovens nos piores sítios e em idades um pouco mais avançadas nos melhores, sendo que as curvas feitas por Scoforo e Machado (1988), apresentam um crescimento inicial superior, por ém, com tendência a serem mais achatadas à medida que a idade avança.

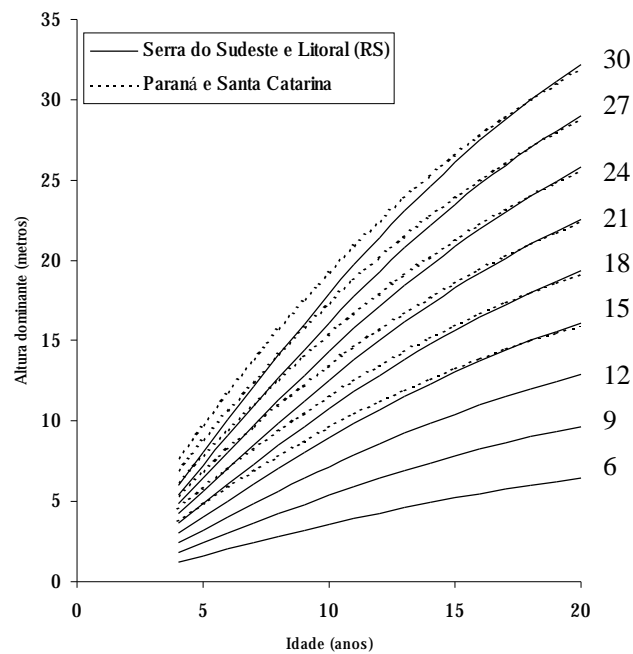


FIGURA 1: Curvas de índice de sítio para *Pinus elliottii*, elaboradas por Scolforo e Machado (1988), recalculadas para a idade índice de 18 anos, sobrepostas as curvas construídas para a região da Serra do Sudeste e o Litoral no Rio Grande do Sul (Tonini, 2000).

A Figura 2 mostra que o sistema feito para a Serra do Sudeste e o Litoral (RS) apresenta, de forma geral, a mesma tendência de crescimento que o sistema feito por Brasil (1989a), para a região de São Francisco de Paula, existindo apenas uma pequena diferença quanto ao nível de crescimento nas menores idades, sendo o crescimento inicial levemente superior em São Francisco de Paula.

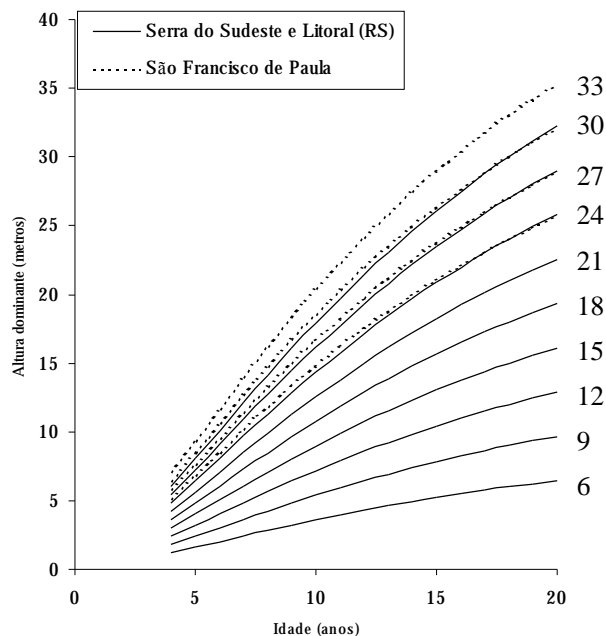


FIGURA 2: Curvas de índice de sítio para *Pinus elliottii*, elaboradas por Brasil (1989a), para a região de São Francisco de Paula (RS), recalculadas para a idade índice de 18 anos sobrepostas as curvas construídas para a região da Serra do Sudeste e o Litoral (Tonini, 2000).

A análise das Figuras 3, 4 e 5 mostra que as curvas de índice de sítio feitas para a Serra do Sudeste e o Litoral, não apresentaram o mesmo desenvolvimento em altura, quando comparadas com as curvas feitas para Passo Fundo (RS), Segundo Planalto Paranaense e Cambará do Sul (RS).

Na comparação com as curvas feitas para a região de Passo Fundo (RS), na Figura 3, percebe-se que estas apresentam um crescimento inicial em altura dominante superior, e que essa superioridade tende a aumentar à medida que melhora a qualidade do sítio, e a diminuir à medida que a idade avança, sendo as curvas construídas por Brasil (1989b) mais achatadas.

Em comparação com as curvas de índice de sítio feitas por Marcolin (1990), para o Segundo Planalto Paranaense, as diferenças no crescimento em altura dominante em função da idade são bastante acentuadas, existindo vários cruzamentos. Nota-se que o crescimento em altura para *Pinus taeda* no Segundo Planalto Paranaense é superior, sendo, no entanto, essas curvas bem mais achatadas, quando comparadas com as árvores da Serra do Sudeste e o Litoral gaúcho o que, de certa forma, já era esperado por tratarem-se de espécies diferentes.

Quanto a esse tipo de comparação, Berenhauser (1972) afirmou que a superioridade no crescimento inicial, para os povoamentos de *Pinus taeda*, ocorre porque suas árvores produzem copas mais compactas que dominam rapidamente a vegetação concorrente e deixam passar pouca luz para as outras plantas poderem-se desenvolver. O autor referindo-se a dados de quinze plantios de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* comparados em diferentes regiões nos estados norte-americanos da Georgia e Carolina do Sul, afirmou que para solos em condições normais de umidade, as árvores de *Pinus taeda* alcançaram uma superioridade de 20% em altura, 48% em área basal e 50% em volume produzido. Em relação às curvas de crescimento em altura, Scolforo e Machado (1988), constataram que apesar de apresentarem a mesma inclinação, o ponto de inflexão ocorre mais tarde para *Pinus elliottii* em comparação com *Pinus taeda* o que confere a essa espécie curvas mais achatadas.

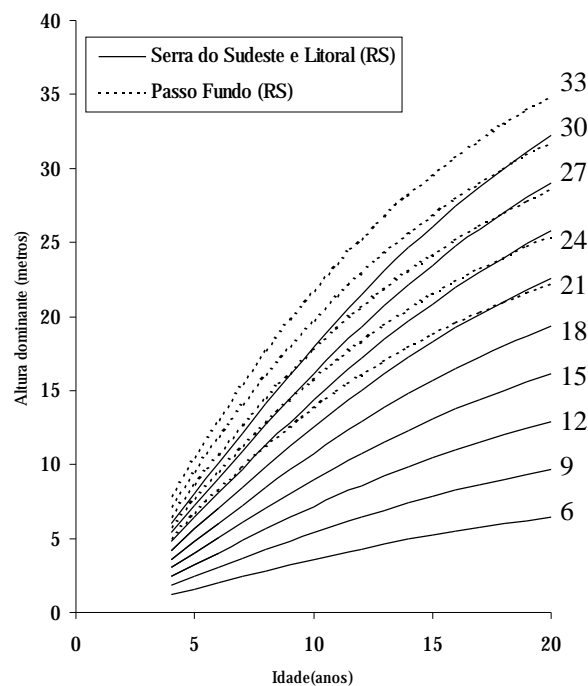


FIGURA 3: Curvas de índice de sítio para *Pinus elliottii*, elaboradas por Brasil (1989b), para a região de Passo Fundo (RS), recalculadas para a idade índice de 18 anos sobrepostas as curvas construídas para a região da Serra do Sudeste e o Litoral (Tonini, 2000).

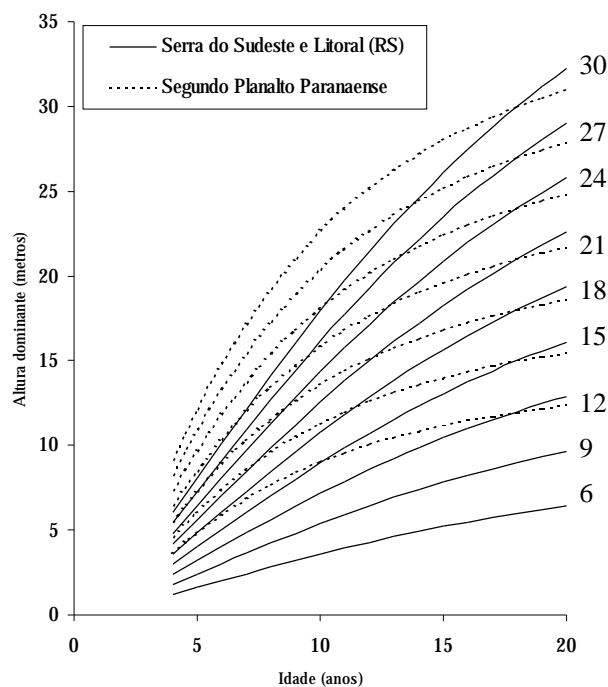


FIGURA 4: Curvas de índice de sítio para *Pinus taeda* elaboradas por Marcolin (1990), para a região do Segundo Planalto Paranaense, recalculadas para a idade índice de 18 anos, sobrepostas as curvas construídas para a região da Serra do Sudeste e o Litoral (Tonini, 2000).

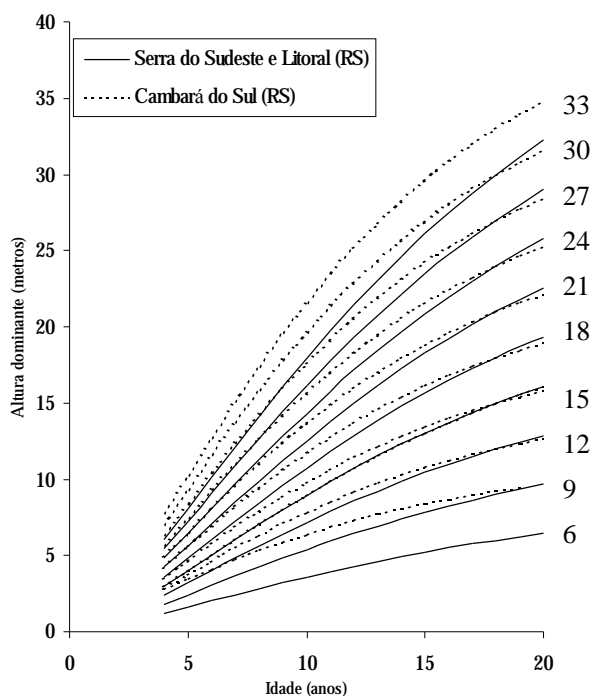


FIGURA 5: Curvas de índice de sítio para *Pinus taeda* elaboradas por Selle (1993), para a região de Cambará do Sul, recalculadas para a idade índice de 18 anos, sobrepostas as curvas construídas para a região da Serra do Sudeste e o Litoral (Tonini, 2000).

Para as curvas construídas por Selle (1993), a comparação mostra que o crescimento em altura para *Pinus taeda* na região de Cambará do Sul também é bastante superior. Essa superioridade tende a aumentar para os melhores sítios e diminuir nas maiores idades, sendo as curvas construídas para a região de Cambará do Sul (RS), mais achatadas do que as curvas construídas para a Serra do Sudeste e o Litoral gaúcho.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, pode-se concluir que:

A comparação do sistema de curvas de índice de sítio elaboradas por Tonini (2000), com as curvas feitas por Brasil (1989), para a Floresta Nacional de São Francisco de Paula, indicou que as mesmas apresentaram desenvolvimento em altura dominante muito semelhante, o que possibilita a utilização das tabelas de produção confeccionadas para esta região na prognose do crescimento nas regiões da Serra do Sudeste e o Litoral.

A comparação do sistema de curvas de índice de sítio elaboradas para a Serra do Sudeste e o Litoral gaúchos, com as curvas construídas por Scolforo e Machado (1988), para os estados do Paraná e Santa Catarina, Brasil (1989b), para Passo Fundo (RS) Marcolin (1990), para o Segundo Planalto Paranaense e Selle (1993), para Cambará do Sul (RS) não apresentaram o mesmo desenvolvimento. Todos os sistemas analisados apresentaram maior crescimento em altura nos primeiros anos e curvas mais achatadas na comparação com a Serra do Sudeste e o Litoral do Rio Grande do Sul

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO GAÚCHA DE EMPRESAS FLORESTAIS-AGEFLOR. Florestas plantadas privadas. In: SEMINÁRIO SOBRE A SITUAÇÃO FLORESTAL DO RIO GRANDE DO SUL, 1., 1991, Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria: UFSM, 1991. 179 p.16-20.

BERENHAUSER, H. *Pinus elliottii* contra *Pinus taeda*. **Revista Floresta**, Curitiba, v.3, n. 1, p.7-8, 1972.

BRASIL. **Plano de manejo para a Floresta Nacional de Passo Fundo-RS**. Santa Maria, 1989a.

_____. **Plano de manejo para a Floresta Nacional de São Francisco de Paula**. Santa Maria, 1989b.

BUFORD, M. A.; MCKEE, W. H. Relating site index of natural Loblolly Pine on the Lower Coastal Plain to some environmental factors. In: BIENNIAL SOUTHERN SILVICULTURAL RESEARCH CONFERENCE, 6., 1988, Memphis. **PROCEEDINGS ...** Memphis, Tennessee, 1988. v.1, p.495-498.

CAMPOS, J. C. C. **Estudo sobre índice de sítio e tabelas de volume e produção para *Pinus elliottii* Engelm., no Estado de São Paulo, Brasil**. 1970. 82 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, Turrialba.

CARLOS, R. M. R. Índice de sítio para *Pinus patula* Schl. Et Cham, en la region de Huayacocotla, Estado de Veracruz. **Revista Forestal en México**, v.21, n. 80, p.58-75, 1996.

COUTO, H. T. Z; BASTOS, N. L. M. Curvas de crescimento em volume para *Eucalyptus sp*, em segunda rotação no Estado de São Paulo. **Revista do IPEF**, Piracicaba, v. 34, p.15-18, 1986.

EMERENCIANO, D. B. **Avaliação de métodos de prognose da altura aplicados em *Pinus elliottii* da Floresta Nacional de Capão Bonito – SP**. 1981. 70 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

FINGER, C.A.G. **Ein Beitrag zur ertragskunde von *Eucalyptus grandis* und *Eucalyptus saligna* in südbrasilien**. 1991. 136p. Tese (Doutorado) – Universität für Bodenkultur, Wien, Atria.

_____. **Fundamentos de biometria florestal**. Santa Maria: UFSM, 1992. 269p.

GERDING, V.; SCHLATTER, J. E. Variables Y factores del sitio de importancia para la productividad de *Pinus radiata* D.Don en Chile. **Bosque**, v.16, n.2, p.39-56, 1995.

LENHART, J. D.; HUNT, E. V.; BLACKARD, J. A. Site index equations for Loblolly and Slash Pine plantations on non old fields in east Texas. Washington: **Southern Journal of Applied Forestry**, v.10, n. 2, p.109-112, 1986.

MACHADO, S. A. Curvas de índice de sítio para plantações de *Pinus taeda* L. na região central do Estado do Paraná. **Revista Floresta**, Curitiba, 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. 57 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MARIO, A. R. Estudio del crecimiento de *Pinus douglasiana* Martines Y *Pinus lawsonii* Roehl em la región central de Michoacán. **Revista Ciência Florestal em México**, v. 22, n. 81, p.42-70,1997.

MENEGOL, O. **Índice de sítio e relação entre altura dominante e teores nutricionais das acículas em povoamentos de *Pinus elliottii* var. *elliottii* no Segundo Planalto Paranaense** 1991, 74 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

NETO, F. R. C.; SCOLFORO, J. R. S, OLIVEIRA, A. D. *et al.* Uso da diferença algébrica para construção de curva de índice de sítio para *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*, na região de Luiz Antonio - SP. **Cerne**, Lavras , v.2, n.2, p.119-141,1996.

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).

SANQUETTA, C. R. **Fundamentos biométricos dos modelos de simulação florestal**. Curitiba: UFPR, 1996. 49 p.

SCHNEIDER, P. R. **Introdução ao manejo florestal**. Santa Maria: UFSM, 1993. 348 p.

SCOLFORO, J. R. S.; MACHADO, S. A. Curvas de índice de sítio para plantações de *Pinus elliottii* nos Estados do Paraná e Santa Catarina. **Revista Floresta**, Curitiba, v.17, p.140-158, 1988 a.

SCOLFORO, J. R. S. Curvas de índice de sítio para *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **Revista do IPEF**, Piracicaba, v.45, p.40-47, 1992.

____. **Manejo florestal**. Lavras: UFLA, 1997. 436 p.

SELLE, G. L. **Influência dos fatores ambientais na classificação de sítio para *Pinus taeda* L, na região de Cambará do Sul, RS, Brasil**. 1993. 85p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

TONINI, H. **Crescimento em altura dominante de *Pinus elliottii* ENGELM, em três unidades de mapeamento de solo, nas regiões da Serra do Sudeste e Litoral, no Estado do Rio Grande do Sul**. 2000. 112 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

ZARNOCH, S. Z.; FEDUCCIA, D. P. Slash Pine plantation site index curves for The West Gulf. Washington: **Southern Journal of Applied Forestry**, v. 8, n. 4, p. 223-225, 1984.

ZEIDE, B. Analysis of growth equations. **Forest Science**, v. 39, n.3, p. 594-616, 1993.