

Crescimento de um povoamento de *Cryptomeria japonica* no Sul do BrasilGrowth of a *Cryptomeria japonica* stand in Southern BrazilMário Dobner Junior¹, Paulo A. Trazzi¹, Antonio R. Higa² e Julio E. Arce²**Resumo**

Cryptomeria japonica (L. F.) Don. é originária do Japão, onde ocupa, aproximadamente, 45% das plantações florestais. Embora haja consenso sobre o potencial de cultivo dessa espécie no Sul do Brasil, há pouca informação disponível sobre a sua produtividade. O presente estudo visou avaliar o crescimento de um povoamento de *C. japonica* com 25 anos de idade. Foram ajustados modelos volumétricos e de afilamento a partir da cubagem rigorosa e da análise de tronco, realizadas em 30 indivíduos. Verificou-se que o estoque volumétrico em pé totalizava 1.075 m³ ha⁻¹ aos 25 anos, o que representa um IMA de 43,0 m³ ha⁻¹ ano⁻¹. Os modelos que apresentaram os melhores ajustes para o conjunto de dados analisados foram o de Schumacher-Hall para volume e o de Hradetzky para afilamento. O incremento corrente anual (ICA) diamétrico, avaliado na base do fuste, culminou aos nove anos de idade, atingindo um valor de 27 mm. O presente estudo confirmou o grande potencial de crescimento para *C. japonica*, similar ao de *Pinus taeda*, principal espécie florestal da região Sul do Brasil.

Palavras-chave: Cedro-japonês; produtividade; equações de volume, afilamento.

Abstract

Cryptomeria japonica (L. F.) Don. is an indigenous species from the temperate region of Japan, where it occupies 45 % of the planted forest area. In spite of its high growth potential in the Southern highlands of Brazil, information about the productivity and growth characteristics of this species are scarce. The aim of this study was to analyze the growth of a 25-years-old *C. japonica* stand. Individual volume and taper functions were fitted by means of rigorous scaling of 30 trees. It was found that the total standing volume reached 1.075 m³ha⁻¹ at age 25 years, which is a MAI of 43 m³ ha⁻¹ year⁻¹. The best equation of adjustments for the analyzed data was the Schumacher-Hall for the individual volume and Hradetzky for taper. The current annual increment (CAI) in diameter, measured at the stem basis, culminated at the age nine years, reaching the value of 27 mm. The present study confirmed the great growth potential of *C. japonica*, which could be compared to *Pinus taeda*, the most important cultivated forest species in southern Brazil.

Keywords: Japanese-cedar; productivity; volume equations, taper equations.

INTRODUÇÃO

Cryptomeria japonica é originária da região temperada do Japão onde é conhecida como 'sugi' (EMBRAPA, 1988), e é amplamente plantada (YAMASHITA *et al.*, 2004; ZHU *et al.*, 2005), principalmente em regiões montanhosas (TAKATA; TERAOKA, 2002), ocupando, aproximadamente, 45% das plantações florestais naquele país, de um total de 10 milhões de hectares (OHBA, 1993). É uma das coníferas comerciais mais importantes na Ásia (SHYUR *et al.*, 2008; TAKATA; TERAOKA, 2002).

Esta espécie foi introduzida no Brasil pela Companhia Melhoramentos, tendo sido planta-

da, principalmente, nos municípios de Caieiras, SP (750 a 1.000 msnm), e Camanducaia (1.500 msnm), MG (EMBRAPA, 1988).

No Brasil, esta espécie possui crescimento ótimo em locais de temperatura entre 12 e 14 °C, com pluviosidade média anual acima de 2.000 mm (ALVES *et al.*, 1984). A árvore atinge até 30 metros de altura, com copa cônica, tronco reto, envolvido por uma casca acastanhada e fibrosa (FABIÃO, 1987).

Para Carvalho (2001), *C. japonica* é umas das espécies arbóreas alternativas para plantios florestais no Brasil. Santos *et al.* (2000) comentam que a espécie possui grande potencial para plantios nas regiões altas e frias do Brasil, destacando-se pelo

¹Engenheiro Florestal, Doutorando em Engenharia Florestal. UFPR - Universidade Federal do Paraná, Av. Pref. Lothário Meissner, 900, Jardim Botânico, Campus III, 80.210-170, Curitiba, PR. E-mail: dobnerjr@gmail.com; patrazzi@hotmail.com

²Engenheiro Florestal, Doutor, Professor do Departamento de Ciências Florestais. UFPR - Universidade Federal do Paraná, Av. Pref. Lothário Meissner, 900, Jardim Botânico, Campus III, 80.210-170, Curitiba, PR. E-mail: antonio.higa@gmail.com; jarce@ufpr.br

seu rápido crescimento, boa qualidade da madeira e boa adaptação ao clima e solo do Sul do país.

EMBRAPA (1988) recomenda plantios comerciais em locais acima de 600 m, em solos profundos e férteis, com bom suprimento de água durante todo o ano. Segundo a mesma fonte, as exigências edáficas de *C. japonica* são equivalentes ou superiores às do pinheiro-do-paraná. Shimizu e Maiochi (2007) confirmam a sensibilidade desta espécie à qualidade do sítio, fato este também relatado em seu local de origem (YAMASHITA *et al.*, 2004), onde é plantada apenas nos sítios mais férteis.

A madeira é amplamente utilizada no Japão (ZHU *et al.*, 2005), com massa específica aparente entre 0,25 e 0,35 g cm⁻³, sem grandes problemas de contração. É considerada uma madeira de alta durabilidade e fácil de ser trabalhada (CARVALHO, 2001; GURGEL FILHO, 1964), podendo ser utilizada para serrados em geral e painéis compensados (GÉRARD *et al.*, 2003; SANTOS *et al.*, 2000). Além disso, é uma madeira estável, qualidade importante para processamento mecânico e para aplicações mais nobres, como movelaria (PEREIRA *et al.*, 2003).

Carneiro *et al.* (2009) analisaram a qualidade da madeira de *C. japonica* proveniente de um povoamento localizado próximo à cidade de Lages, SC, com 14 anos de idade. Esses autores relataram que, em termos gerais, a madeira de *C. japonica* foi menos densa (0,255 g cm⁻³) e apresentou maior anisotropia de contração em comparação com o lenho de árvores do gênero *Pinus* com idades semelhantes. As propriedades mecânicas encontradas indicaram ainda que a madeira não seria adequada para fins estruturais ou usos que requeiram dureza superficial.

Embora haja um consenso no meio científico sobre o grande potencial de crescimento e a boa qualidade da madeira dessa espécie, há pouca informação disponível sobre a sua produtividade em plantios homogêneos no Sul do Brasil. Assim, com o objetivo de acrescentar informações quantitativas e qualitativas da produtividade de *C. japonica*, o presente estudo visou o ajuste de modelos volumétricos e de afiletamento, e a avaliação da produção e do crescimento de um povoamento com 25 anos de idade localizado no Sul do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

O povoamento de *C. japonica* objeto deste estudo, com área de 2.000 m² e cerca de 350 indivíduos, estava localizado no município de

Campo Belo do Sul, Santa Catarina, em área pertencente à empresa Florestal Gateados Ltda. A área está compreendida dentro da Região Bioclimática 1 do Estado de Santa Catarina, com elevação de 970 msnm (EMBRAPA, 1988), coordenadas 28°00'10" Sul e 50°48'57" Oeste, distante cerca de 50 km da cidade de Lages, em linha reta, sentido sudoeste.

De acordo com a classificação de Köppen, na área de estudo predomina o clima do tipo Cfb, mesotérmico, subtropical úmido, com verões frescos, sem estações secas definidas, com a ocorrência de geadas severas. Dados meteorológicos durante o período de crescimento do povoamento (1986 a 2011), fornecidos por EPA-GRI/CIRAM, município de Lages, indicam temperatura média anual de 16 °C, média mínima de 4,8 °C, média máxima de 28,4 °C, mínima absoluta de -6 °C e precipitação anual média de 1.787 mm, variando entre 1.209 e 2.255 mm.

O povoamento de *C. japonica* foi plantado no ano de 1986, em terreno suave ondulado, utilizado como pastagem natural com queimas anuais até o momento do plantio. O espaçamento utilizado foi de 2,5 m x 1,6 m. Em 1990, registros demonstram uma sobrevivência de 74% das mudas. Nenhum desbaste foi realizado.

No período de 1991 a 2005, com exceção do ano de 2002, foram realizados inventários anuais. No inverno de 2011, quando o povoamento completou 25 anos de idade, realizou-se um último inventário florestal, seguido de desbaste, no qual 30 árvores foram rigorosamente cubadas, iniciando a medição a 0,2 ou 0,4 m acima do nível do solo, repetindo a 0,5; 1,0; 1,3; 1,5 m e, a partir de então, a cada 2 metros. A variação na medição na base da árvore teve como objetivo evitar deformações, também conhecidas como "saia". O volume real das árvores cubadas foi calculado com a fórmula de Smalian (MACHADO; FIGUEIREDO FILHO, 2003). As medições foram realizadas em parcela única, com área de 414,3 m², localizada no centro do povoamento de forma a evitar efeitos de bordadura.

A amostragem das árvores para a cubagem foi determinada a partir da distribuição diamétrica do povoamento no momento da coleta final de dados, com 15 classes de dois centímetros de amplitude, selecionando dois indivíduos representativos em cada uma delas.

Foram testados três diferentes modelos para estimar o volume total das árvores, apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Modelos testados para estimar volume individual.

Table 1. Tested models for individual volume.

Husch (1963)	$\ln(v_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(d_i) + \varepsilon_i$
Spurr (1952)	$v_i = \beta_0 + \beta_1 (d_i^2 h_i) + \varepsilon_i$
Schumacher-Hall (1933)	$\ln(v_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(d_i) + \beta_2 \ln(h_i) + \varepsilon_i$

Em que: v_i = volume individual da árvore 'i' (m^3); d_i = diâmetro da árvore 'i' a 1,30 m de altura (cm); h_i = altura total da árvore 'i' (m); β_s = parâmetros dos modelos a serem estimados; \ln = logaritmo neperiano; ε_i = erro.

Os modelos não lineares foram transformados e tiveram seu ajuste na forma logaritimizada.

A partir de 453 pares de dados de diâmetros a diferentes alturas (d_i/h_i), foram ajustados dois modelos de aflamento, apresentados na Tabela 2.

Para o ajuste da função de Hradetzky (CLUTTER *et al.*, 1983) foram testadas 43 diferentes potências, sendo selecionadas as cinco melhores pelo método *stepwise forward*, tendo como critério de inclusão a probabilidade de 'F', igual ou inferior a 0,05. Foi utilizado o software IBM SPSS 19®.

O critério de seleção dos modelos baseou-se no coeficiente de determinação (R^2), no erro padrão da estimativa (S_{yx}), e na análise gráfica de resíduos, que permite a verificação de tendência na estimativa da variável dependente. O coeficiente de determinação e o erro padrão da estimativa tiveram seus valores corrigidos para os modelos logarítmicos de forma a compará-los aos modelos não logarítmicos.

Nas mesmas 30 árvores foram coletados 224 discos transversais, compreendendo toda a amplitude de variação diamétrica do povoamento. A altura de coleta dos discos oscilou entre 0,2 e 0,4 m acima do nível do solo, pelo mesmo motivo da cubagem e, a partir de então, a cada 3 metros, permitindo assim o aproveitamento comercial das toras.

Após secos em estufa, os discos foram lixados com o objetivo de tornar os anéis de crescimento mais evidentes. Para obter as sequências de crescimento, 4 raios foram marcados em cada disco, conectando a medula à casca. Os raios foram traçados com um ângulo de 90° entre si, começando a 45° do maior raio, o qual não foi medido.

Tabela 2. Funções de aflamento testadas.

Table 2. Tested taper functions.

Prodan (1965)	$\frac{d_i}{DAP} = \beta_0 + \beta_1 \left(\frac{h_i}{H}\right) + \beta_2 \left(\frac{h_i}{H}\right)^2 + \beta_3 \left(\frac{h_i}{H}\right)^3 + \beta_4 \left(\frac{h_i}{H}\right)^4 + \beta_5 \left(\frac{h_i}{H}\right)^5 + \varepsilon_i$
Hradetzky (1976)	$\frac{d_i}{DAP} = \beta_0 + \beta_1 \left(\frac{h_i}{H}\right)^{p1} + \beta_2 \left(\frac{h_i}{H}\right)^{p2} + \dots + \beta_n \left(\frac{h_i}{H}\right)^{pn} + \varepsilon_i$

Em que: d_i = diâmetro do fuste medido a uma altura h_i (cm); DAP = diâmetro a 1,30 m de altura (cm); h_i altura medida ao longo do fuste (m); H = altura total (m); β_s = parâmetros dos modelos a serem estimados; p_s = potências do polinômio de Hradetzky a serem selecionadas; ε_i = erro.

Os discos foram então digitalizados e a espessura dos anéis foi medida com uma acurácia de 1/10 mm, utilizando o software 'Image Pro Plus'®, versão 4.5 para a plataforma Windows®.

O volume comercial das toras por sortimento foi quantificado a partir do modelo de aflamento ajustado. Foram considerados os seguintes sortimentos em centímetro '14-19,9', '20-29,9', '30-39,9', sendo que os dois últimos foram ainda separados entre toras podadas e não podadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O povoamento objeto de análise, com 25 anos de idade, apresentou um diâmetro à altura do peito (DAP) médio de 27,2 cm, variando entre 14,0 e 39,1 cm, e altura média de 24,2 m, variando entre 16,6 e 28,7 m. A área basal (G) do povoamento foi de 100,7 $m^2 ha^{-1}$, com 1.666 árvores por ha. Verificou-se que *C. japonica* apresentou um grande potencial de ocupação do espaço produtivo. O povoamento estudado atingiu valores de área basal superiores a 80 $m^2 ha^{-1}$ já a partir dos 17 anos. Deve-se ressaltar que tal potencial é fortemente dependente da qualidade do sítio (EMBRAPA, 1988; SHIMIZU; MAIOCHI, 2007; YAMASHITA *et al.*, 2004).

Embora sejam escassos os relatos sobre a área basal de povoamentos totalmente estocados e em idades superiores a 20 anos no sul do Brasil, alguns estudos sobre plantios de *Pinus* spp. indicam áreas basais máximas variando de 53,1 $m^2 ha^{-1}$ (DACOSTA, 2008) a 58,2 $m^2 ha^{-1}$ (MUNHOZ, 2011).

A empresa Florestal Gateados possui áreas experimentais, algumas com mais de 30 anos de idade, em que povoamentos de *P. taeda* foram submetidos a diferentes regimes de desbaste. Mesmo em parcelas onde nenhum desbaste foi realizado, a área basal máxima observada aos 27 anos de idade é de, aproximadamente, 80 $m^2 ha^{-1}$ (Informações pessoais).

A distribuição diamétrica ao longo do tempo é a forma mais simples e eficiente de se avaliar a estrutura de um povoamento (CLUTTER *et al.*, 1983). A evolução da frequência absoluta por

classe diamétrica em diferentes anos é apresentada na Figura 1. As classes diamétricas, com amplitude de dois centímetros, foram representadas pelo seu valor central.

Constatou-se que a frequência dos indivíduos nas diferentes classes diamétricas assemelhou-se à distribuição normal para todas as idades. A densidade de árvores por ha. foi de 1.786; 1.762; 1.762 e 1.666 aos dez, quinze, dezenove e vinte e cinco anos, respectivamente. Em termos relativos, verificou-se que a maior mortalidade (5,5 %) ocorreu no período de 19 a 25 anos.

O deslocamento da curva de distribuição para a direita e seu alargamento indicaram o aumento dos diâmetros com a idade. Estes comportamentos eram esperados e foram observados em outros estudos, juntamente com o achatamento da distribuição com o aumento da idade, (MACHADO *et al.*, 2008; TÊO *et al.*, 2011). O conhecimento das inter-relações entre a densidade de árvores por ha. e o desenvolvimento do diâmetro com a idade é fundamental para o manejo de povoamentos florestais equiâneos (SCHNEIDER *et al.*, 2008).

A cubagem rigorosa de 30 indivíduos permitiu o ajuste de modelos volumétricos e de afilamento para a espécie aos 25 anos de idade. Os coeficientes e estatísticas dos modelos volumétricos individuais são apresentados na Tabela 3.

Avaliando-se os índices estatísticos verificou-se que o modelo de Schumacher-Hall foi o que apresentou o melhor ajuste por apresentar o maior coeficiente de determinação ajustado, com erro padrão da estimativa muito próximo ao menor valor encontrado (modelo de Spurr). A análise do gráfico de resíduos da equação de Schumacher-Hall corroborou tal conclusão, não havendo tendenciosidade na estimativa do volume para todas as dimensões de árvores analisadas.

Utilizando-se a equação de Schumacher-Hall ajustada, constatou-se que, aos 25 anos de idade, o estoque volumétrico do povoamento totalizou 1.075 m³ ha⁻¹, o que significa um incremento médio anual (IMA) de 43,0 m³ ha⁻¹ ano⁻¹. Resultados coerentes com o relatado por Carvalho (2001) que relata valores de IMA entre 14 e 45 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ para a espécie em estudo.

Tabela 3. Coeficientes e estatísticas das equações volumétricas ajustadas.
Table 3. Coefficients and statistics of fitted volumetric equations.

Modelo	b ₀	b ₁	b ₂	R ² _(aj)	S _{yx} %
Hush	-8,557	2,427		0,966	12,1
Spurr	0,010	0,00003		0,986	7,0
Schumacher-Hall	-10,224	1,867	1,114	0,993	7,1

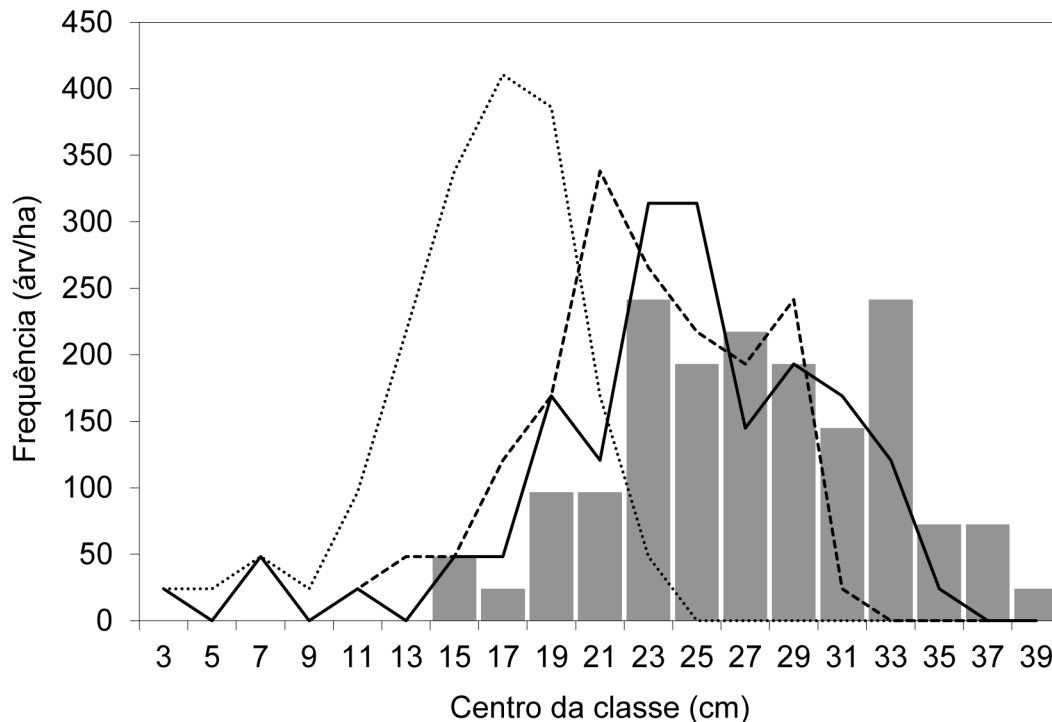


Figura 1. Evolução da frequência absoluta (árvore/hectare) por classe diamétrica aos 10 (linha pontilhada), 15 (linha tracejada), 19 (linha cheia) e 25 (colunas) anos de idade.

Figure 1. Absolute frequency development (trees/hectare) per diametric class at 10 (dotted line), 15 (dashed line), 19 (full line) and 25 (columns) years old.

Constata-se que a produtividade em volume de povoamentos de *C. japonica* pode ser comparada à de espécies do gênero *Pinus* na região. Trabalhos com *Pinus* realizados no Sul do Brasil indicam incrementos volumétricos médios anuais inferiores e superiores ao verificado neste estudo: 11 a 27 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ (BIZON, 2005); 26,4 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ (BOGNOLA *et al.*, 2008); 30,2 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ (MAINARDI *et al.*, 1996); 18,3 a 50,1 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ (GOMES *et al.*, 2002).

Os resultados encontrados confirmam o grande potencial produtivo da espécie (ALVES *et al.*, 1984; CARVALHO, 2001; SANTOS *et al.*, 2000), superando, em alguns casos, a produtividade de povoamentos da cultura florestal mais amplamente difundida na região sul, *P. taeda*. Considerando, ainda, que a madeira de *C. japonica* possui qualidades complementares às da madeira de espécies do gênero *Pinus*, com capacidade de atender nichos específicos de mercado e, possivelmente, mais valorizados economicamente. Assim, conclui-se que seu cultivo pode vir a ser uma alternativa economicamente viável aos produtores de toras da região.

Coefficientes e estatísticas das equações de afilamento ajustadas são apresentados na Tabela 4.

Verifica-se, na Tabela 4, que o modelo de Hradetzky possui o melhor ajuste resultando em uma equação com maior coeficiente de determinação e menor erro padrão da estimativa em porcentagem. A análise gráfica dos resíduos indicou ainda estimativas com amplitudes de erro inferiores e mais uniformemente distribuídas quando comparadas às dos outros modelos, confirmando a superioridade do ajuste para o modelo de Hradetzky.

Utilizando-se a equação de afilamento de Hradetzky ajustada foi possível quantificar a produção volumétrica por classe de diâmetro, com 10 cm de amplitude na ponta fina. Foram consideradas toras com três metros de comprimento (Tabela 5). Como as árvores foram podadas até a altura de seis metros, a produção destes sortimentos foi quantificada separadamente.

Constatou-se que o volume comercial, acima de 14 cm, foi equivalente a 92,5 % do estoque total em pé, estando distribuído em quantidades semelhantes entre os sortimentos podados e não podados, 51 e 49 %, respectivamente. Fo-

ram encontrados 48 indivíduos por hectare com DAP abaixo de 16 cm, que não tiveram volume comercial pois o diâmetro na ponta fina da primeira tora foi inferior a 14 cm.

A análise de tronco completa das 30 árvores

Tabela 5. Volume comercial por classe de diâmetro aos 25 anos de idade.

Table 5. Commercial volume per diametric class at 25 years old.

Classe de diâmetro (cm)	Volume (m ³ ha ⁻¹)	(%)
Podado		
20 - 29,9	371,8	37,4
30 - 39,9	135,4	13,6
Não podado		
14 - 19,9	289,9	29,2
20 - 29,9	196,8	19,8

uniformemente distribuídas em toda a amplitude diamétrica permitiu analisar os incrementos correntes, médios e acumulados sem casca, em diferentes alturas (Figura 2).

Verifica-se na Figura 2 que, na base da árvore, o Incremento Corrente Anual (ICA) diamétrico culminou aos 9 anos atingindo o valor de 27 mm. O IMA diamétrico foi máximo aos 14 anos, com 15 mm. O cruzamento das curvas de ICA com IMA ocorreu no ano de máximo IMA, aos 14 anos de idade. Esta constatação indicaria a idade técnica de corte em programas de manejo cujo objetivo fosse a máxima produção volumétrica no menor espaço de tempo.

Ainda com relação à Figura 2, observou-se que os valores máximos em ICA para as alturas 6,20 e 12,2 m não são muito diferentes dos verificados na base da árvore, tendo culminado com 23 e 24 mm, respectivamente. Já o IMA máximo diminuiu drasticamente em valor com o aumento da altura na árvore (9,0 e 6,3 mm), tendo ainda seu ápice ocorrendo em idades muito superiores às da base, 17 e 22 anos para as alturas 6,20 e 12,20, respectivamente.

A descrição quantitativa do crescimento em diferentes alturas pode vir a ser uma ferramenta para o silvicultor. Como exemplo, aplicando-se o conceito de idade técnica de corte, no qual objetiva-se a maximização da produção volumétrica por unidade de área verificou-se que a mesma encontra-se por volta dos quinze anos de idade.

Tabela 4. Coeficientes e estatísticas das equações de afilamento ajustadas.

Table 4. Coefficients and statistics of fitted taper equations.

Modelo	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	R ²	S _{yx} %
Prodan	1,201	-4,011	17,037	-37,999	38,293	-14,541	0,976	6,6
Hradetzky	17,717	-1,866	-0,285	-18,536	2,903	0,121	0,983	5,5
Potências		0,90	10,00	0,02	0,40	35,00		

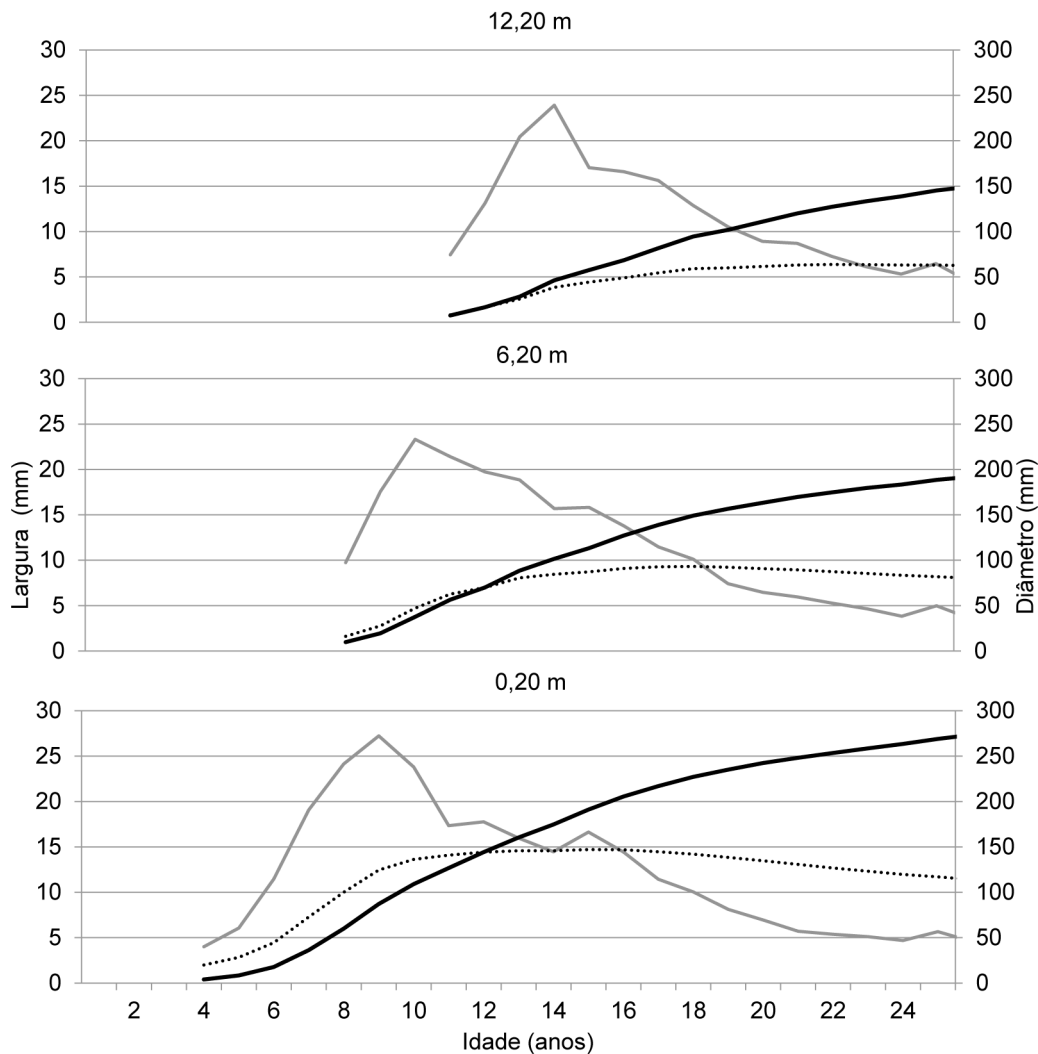


Figura 2. Incremento diamétrico corrente anual (linha cinza); incremento diamétrico médio anual (linha pontilhada) e crescimento diamétrico acumulado (linha preta) em diferentes alturas durante 25 anos.
Figure 2. Current annual diameter increment (grey line); Mean annual diameter increment (dotted line) and accumulated diametric growth (black line) at different heights during 25 years.

Por outro lado, considerando que os objetivos silviculturais do cultivo de *C. japonica* seriam, provavelmente, a obtenção de toras de maiores dimensões, para mercados de maior valor agregado, por meio da realização de desbastes que evitariam a redução precoce do ICA nas árvores remanescentes, constatou-se (Figura 2) que, nas condições estudadas, um primeiro desbaste deveria ter sido realizado por volta dos dez anos de idade do povoamento, quando a área basal era de 38 m² ha⁻¹. Após essa idade verifica-se forte queda do ICA na base da árvore.

Os resultados confirmaram o grande potencial da espécie *C. japonica* para uso em plantios monoespecíficos e equiâneos na região Sul do Brasil. No entanto, estudos silviculturais com povoamentos maiores em extensão, com desbastes e em diferentes classes de sítio, são ainda necessários para um maior entendimento do comportamento da espécie.

CONCLUSÕES

- 1) Os modelos que apresentam os melhores ajustes para o conjunto de dados analisados foram a de Schumacher para volume e a de Hradetzky para afilamento.
- 2) Na base da árvore, o incremento corrente anual (ICA) diamétrico culminou aos nove anos de idade. O incremento médio anual (IMA) máximo observado foi alcançado aos 14 anos de idade.
- 3) O grande potencial de crescimento de *C. japonica* foi confirmado, podendo ser comparado ao de *P. taeda*, principal espécie florestal cultivada na região Sul do Brasil.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos à Empresa Florestal Gateados Ltda. e ao Prof. Dr. Rudi Arno Seitz

(*in memoriam*) pela implantação, manutenção e guarda da área experimental durante o período do experimento. À CAPES pela concessão de bolsas de doutorado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, S.T.; SHIMIZU, J.Y.; HIGA, A.R.; HIGA, R.C.V. **Teste de procedência de *Cryptomeria japonica* em três regiões do Estado do Paraná.** Curitiba: Embrapa CNPE, 1984. 3p.

BIZON, J.M.C. **Avaliação da sustentabilidade nutricional de plantios de *Pinus taeda* L. usando um balanço de entrada-saída de nutrientes.** 2005. 192p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

BOGNOLA, I.A.; RIBEIRO JUNIOR, P.J.; SILVA, E.A.A.; LINGNAU, C.; HIGA, A.R. Modelagem uni e bivariada da variabilidade espacial de rendimento de *Pinus taeda* L. **Floresta**, Curitiba, v.38, n.2, p.373-385, 2008.

CARNEIRO, M.E.; BITTENCOURT, E.; MUNIZ, G.I.B. Qualidade da madeira de *Cryptomeria japonica* D. Don. **Floresta**, Curitiba, v.39, n.4, p.913-920, 2009.

CARVALHO, P.E.R. Novas alternativas para reflorestamento. **Revista da Madeira**, Curitiba, v.11, n.60, p.66-67, 2001.

CLUTTER, J.L.; FORSTON, J.C.; PIENNAR, L.V.; BRISTER, G.H.; BAILEY, R.L. **Timber Management: a quantitative approach.** Nova York: John Wiley & Sons, 1983, 333p.

DACOSTA, L.P.E. **Relações biométricas em povoamentos jovens de *Pinus taeda* L. na província de Corrientes, República Argentina.** 2008. 128p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Centro Nacional de Pesquisas Florestais. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no estado de Santa Catarina.** Curitiba: Embrapa, 1988. 113p.

FABIÃO, A.M.D. **Árvores e florestas.** Lisboa: Publicações Europa - América, 1987. 228p.

GÉRARD, J.; BEAUCHÊNE, J.; FOUQUET, D.; GUIBAL, D.; LANGBOUR, P.; THEVENON, M.F.; THIBAUT, A.; VERNAY, M. **TROPIX 5.0: Caractéristiques technologiques de 215 essences tropicales.** Montpellier: CIRAD-Forêt, 2003. Disponível em: <<http://www.cirad.fr/activities/bois/ew/syst/asia/sugi.pdf>> Acesso em: 28 mar. 2011.

GOMES, F.S.; SANQUETTA, C.R.; SCOLFORO, J.R.; GRAÇA, L.R.; MAESTRI, R. Efeito do sítio e de cenários de custo em preços na análise de regimes de manejo com e sem desbaste em *Pinus taeda* L. **Cerne**, Lavras, v.8, n.1, p.13-31, 2002.

GURGEL FILHO, O.A. O comportamento florestal das coníferas exóticas. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v.3, n.3, p.129-188, 1964.

MACHADO, S.A.; BARTOSZECK, A.C.P.S.; FIGUEIREDO FILHO, A.; OLIVEIRA, E.B. Efeito da densidade e do sítio sobre as curvas de distribuição diamétrica em bracingais nativos (*Mimosa scabrella* Beth.) da região metropolitana de Curitiba. **Ambiência**, Guarapuava, v.14, n.1, p.37-50, 2008.

MACHADO, S.A.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria.** Curitiba: UFPR, 2003. 309p.

MAINARDI, G.L.; SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G. Produção de *Pinus taeda* L. na região de Cambará do Sul, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.6, n.1, p.39-52, 1996.

MUNHOZ, J.S.B. **Caracterização da produtividade florestal e dos padrões de crescimento de *Pinus taeda* L. no Sul do Brasil através da análise de tronco.** 2011. 117p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

OHBA, K. Genetic structure of geographical marginal populations of *Cryptomeria japonica*. **Canadian Journal of Forest Research**, v.23, n.5, p.859-863, 1993.

PEREIRA, J.C.D.; HIGA, R.C.V.; SHIMIZU, J.Y. **Propriedades da madeira do cedrinho japonês.** Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 4p. (Comunicado técnico, n. 88).

SANTOS, C.B.; LONGHI, S.J.; HOPPE, J.M.; MOSCOVICH, S.A. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F.) D. Don. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.10, n.2, p.1-15, 2000.

- SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G.; BERNETT, L.G.; SCHNEIDER, P.S.P.; FLEIG, F.D. Estimativa dos parâmetros da função de densidade probabilística de Weibull por regressão aninhada em povoamento desbastado de *Pinus taeda* L. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.18, n.13, p.381-392, 2008.
- SHIMIZU, J.Y.; MAIOCHI, R.A. Criptoméria como espécie alternativa para produção de madeira no Paraná. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n.54, p.63-70, 2007.
- SHYUR, L.F.; HUANG, C.C.; LO, C.P.; CHIU, C.Y.; CHEN, Y.P.; WANG, S.Y.; CHANG, S.T. Hepatoprotective phytochemicals from *Cryptomeria japonica* are potent modulators of inflammatory mediators. **Phytochemistry**, v.69, n.6, p.1348 - 1358, 2008.
- TAKATA, K.; TERAOKA, Y. Genotypic effects on the variation of wood quality and growth traits in plantation forest made by cutting cultivars of Japanese Cedar. **Journal of Wood Science**, v.48, n.2, p.106-113, 2002.
- TÉO, S.J.; ROCHA, S.P.; BORTONCELLO, A.C.; PAZ, R.A.; COSTA, R.H. Dinâmica da distribuição diamétrica de povoamentos de *Pinus taeda* na região de Caçador, SC. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.31, n.67, p.183-192, 2011.
- YAMASHITA, T.; KASUYA, N.; NISHIMURA, S.; TAKEDA, H. Comparison of two coniferous plantation in central Japan with respect to forest productivity, growth phenology and soil nitrogen dynamics. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.200, n.1-3, p.215-226, 2004.
- ZHU, J.; TADOOKA, N.; TAKATA, K.; KOIZUMI, A. Growth and wood quality of Sugi (*Cryptomeria japonica*) planted in Akita prefecture (II). Juvenile/mature wood determination of aged trees. **Journal of Wood Science**, v.51, n.2, p.95-101, 2005.

Recebido em 04/07/2012
Aceito para publicação em 23/11/2012