

Produção de Madeira Roliça para Serraria de *Pinus taeda* no Sul do Brasil: Abordagem Experimental

Carlos R. Sanquetta*, Alba V. Rezende, Débora Gaiad***, Luciano B. Schaaf*** e Ana C. Zampier*****

*Professor

*** Mestrandos

Universidade Federal do Paraná. Departamento de Ciências Florestais, Curitiba,
BRASIL

** Professora

Universidade de Brasília. Departamento de Engenharia Florestal, Brasília, BRASIL.

Sumário. Avaliou-se o efeito da densidade inicial de plantio na produção de madeira para serraria em povoamentos de *Pinus taeda* no sul do Brasil. Cinco espaçamentos foram comparados: (1) 2,5 m x 1,2 m; (2) 2,5 m x 2,0 m; (3) 2,5 m x 2,8 m; (4) 2,5 m x 3,6 m; e (5) 2,5 m x 4,4 m. Os dados foram obtidos de um experimento em blocos casualizados em propriedades de uma empresa florestal brasileira. O experimento foi analisado biometricamente via ANOVA e teste de Tukey. Análise gráfica foi empregada para avaliar o impacto de cinco regimes de desbaste: (1) corte final aos 15 anos, sem desbaste; (2) corte final aos 20 anos, sem desbaste; (3) desbaste sistemático aos 9 anos e corte final aos 20; (4) desbastes selectivos aos 9 e 15 anos e corte final aos 20 anos; e (5) desbaste sistemático combinado com selectivo aos 9 anos, selectivo aos 15 e corte final aos 20. Os resultados indicaram diferenças significativas a 1% entre os espaçamentos. A produção volumétrica para serraria aumentou gradativamente com o aumento do espaçamento, com marcantes diferenças entre as densidades extremas. Na idade de 9 anos, os espaçamentos 2,5 m x 4,4 m e 2,5 m x 4,4 m, não diferentes entre si, foram os de melhor performance. As análises via simulação, entretanto, apontaram que o efeito da densidade inicial pode ser anulado em um período mais longo de tempo, sobretudo pelo efeito de diferentes regimes de desbaste.

Palavras-chaves: desbaste; espaçamento; manejo florestal; simulação; sítio

Abstract. This paper evaluates the effects of initial plant spacing on the round-wood yield for saw timber in loblolly pine plantations in Southern Brazil. Five initial densities were compared: (1) 2.5 m x 1.2 m; (2) 2.5 m x 2.0 m; (3) 2.5 m x 2.8 m; (4) 2.5 m x 3.6 m; and (5) 2.5 m x 4.4 m. Data came from a randomized blocks experiment established in a Brazilian forestry company. The experiment was analyzed through ANOVA and Tukey's test. Graphical analysis was also performed to evaluate the impact of five thinning regimes: (1): a single final cut at age 15 without thinning; (2) a single final cut age 20 without thinning; (3) systematic thinning at age 9 and final cut at age 20; (4) selective thinning at ages 9 and 15 and final cut at age 20; and (5) systematic cut combined with selective thinning at age 9, selective thinning at age 15 and final cut at age 20. The results revealed differences ($p < 0.01$) among plant densities. Saw timber yield gradually increased with decreasing plant density, but remarkable differences were noticed for

the two extreme treatments. The densities 2.5 m x 4.4 m and 2.5 m x 3.6 m, non-significantly different one another, were those of better performance. Simulation analysis, however, indicated that density effect may be minimized for a longer period of time, mainly because of the effect of thinning regimes.

Key words: thinning; spacing; forest management; simulation; site

Résumé. Les effets de différentes densités de plantation sur la production de bois destinés à la scierie ont été évalués sur des peuplements de *Pinus taeda* dans la Région Sud du Brésil. Cinq espacements ont été comparés: (1) 2.5 m x 1.2 m; (2) 2.5 m x 2.0 m; (3) 2.5 m x 2.8 m; (4) 2.5 m x 3.6 m; et (5) 2.5 m x 4.4 m. L'expérience a été analysée à travers ANOVA et l'épreuve de Tukey. L'analyse graphique a aussi été exécutée pour évaluer l'impact des cinq densités de plantation: (1) coupe rase à la 15^{ème} année, sans éclaircie; (2) coupe rase à la 20^{ème} année, sans éclaircie; (3) éclaircie systématique à la 9^{ème} année et coupe rase à la 20^{ème} année; (4) éclaircies sélectives à la 9^{ème} et à la 15^{ème} années et coupe rase à la 20^{ème} année et (5) éclaircie combinée systématique-sélective à la 9^{ème} année, sélective à la 15^{ème} année et coupe rase à la 20^{ème} année. Les résultats ont révélé des différences ($p < 0,01$) parmi les espacements. La production de bois destinée à la scierie croît progressivement avec la décroissance de la densité du peuplement, mais les différences principales ont été remarquées pour les deux derniers traitements. Les espacements 2.5 m x 4.4 m et 2.5 m x 3.6 m, non-considérablement différents l'un de l'autre, ont une meilleure performance. Cependant, l'analyse de la simulation a indiqué que cet effet de la densité peut être minimisé sur une plus longue période de temps, principalement à cause de l'effet des éclaircies.

Mots clés: éclaircie; espacement; gestion forestière; simulation; site

Introdução

No planejamento da produção de uma empresa florestal, para qualquer finalidade industrial, devem ser avaliados vários aspectos que exercem influência direta ou indireta no custo final de produção. Qualidade do solo, espécie, densidade e idade do plantio e tratamentos silviculturais são fatores importantes na determinação da produtividade de um sítio e devem ser considerados na definição de regimes de manejo. A seleção de regimes de manejo, contemplando a escolha do espaçamento inicial, tipo de desbaste e idade de corte, depende muito do uso final da madeira proveniente dos cortes. Do ponto de vista silvicultural, para uma mesma espécie e um mesmo sítio, a escolha do espaçamento inicial de plantio influenciará no número de tratos silviculturais a serem efetuados, na taxa de crescimento,

no volume de madeira produzido, no sortimento, na taxa de mortalidade e dominância, no manejo e na colheita, nos custos de produção, dentre outros (SANQUETTA *et al.*, no prelo).

Particularmente para o gênero *Pinus*, muito cultivado no sul do Brasil, os desbastes têm sido uma das mais importantes alternativas silviculturais, influenciando no crescimento e produção das árvores, nas suas dimensões, vigor e qualidade e na regulação da densidade do povoamento (SCOLFORO e MACHADO, 1996). O regime de desbaste e a idade de corte final devem ser definidos de acordo com o objetivo da produção madeireira e a densidade de plantio deve estar intimamente relacionada com o regime de desbaste a ser utilizado (GOMES *et al.*, 1998).

SCOLFORO e MACHADO (1996), estudando um sistema de crescimento e produção com simulador de desbaste

para *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, observaram que os desbastes precoces proporcionam maiores produções, principalmente dos volumes para laminado e serraria, enquanto, os regimes de manejo que envolvem menor número de desbastes propiciam, além de uma maior produção volumétrica total, um volume comercial limitado por um pequeno diâmetro mínimo, como no caso da madeira utilizada para produção de aglomerado. Aqueles autores notaram que quando se consideram diferentes épocas de desbastes, mesma intensidade e número, ocorre uma maior produção de volume total, volume total para aglomerado, volume total para serraria e volume total para laminado, naquele regime de desbaste implementado mais cedo.

Um modelo de prognose e crescimento da produção de povoamentos de *Pinus*, que possibilite a simulação de desbastes e a separação das estimativas de volume total de madeira em volumes parciais para cada finalidade industrial, é fundamental no planejamento da produção de uma empresa (OLIVEIRA *et al.*, 1998). As ferramentas existentes para a simulação de crescimento e produção podem ser utilizadas no planejamento florestal para verificação da produção esperada em idades futuras, em diferentes condições de sítio e densidade (GOMES *et al.*, 1997).

Vários autores abordaram com bastante propriedade a questão da seleção de regimes de manejo para povoamentos de *Pinus*. AHRENS (1992) empregou Programação Dinâmica, VOLPI (1997) baseou-se em Programação Linear, enquanto GOMES (1999) e ACERBI Jr. (1998) utilizaram Técnicas de Simulação na definição do melhor regime de manejo. Esses autores fundamentalmente

basearam suas escolhas no maior valor médio, ignorando as possíveis diferenças ou igualdades estatísticas entre os regimes comparados.

O objectivo do presente trabalho é avaliar biometricamente o efeito de cinco diferentes densidades de plantio na produção em volume de madeira para serraria em povoamentos de *Pinus taeda* aos 9 anos de idades, convencionalmente época de realização do primeiro desbaste no sul do Brasil. Esta pesquisa também visou analisar tentativamente o efeito de cinco diferentes regimes de desbaste na produção total de madeira para serraria ao longo de uma rotação completa, empregando resultados de simulações.

Material e métodos

Os dados utilizados para este estudo são provenientes de um experimento de *Pinus taeda*, localizado no Projeto 26, talhão 11, Fazenda Lageado, município de Jaguariaíva-PR, de propriedade da empresa PISA Florestal.

O experimento foi implantado no período de 28 de Outubro a 09 de Novembro de 1987, segundo um delineamento em blocos casualizados com seis repetições, instaladas de forma contínua, em um total de 29.692 m², incluindo a bordadura. A área ocupada pelos seis blocos é de 25.920 m², ou seja, 4.320 m²/bloco. Cada bloco corresponde a um sítio diferente, sendo o bloco 1 o de menor valor médio de índice de sítio e o bloco 6 o de maior valor.

As colectas de dados foram feitas em seis diferentes idades: 3,5 anos (Maio/91), 4,5 anos (Maio/92), 5,92 anos (Outubro/93), 6,92 anos (Outubro/94), 7,67 anos (Julho/95) e 8,75 anos (Agosto/96). Nas primeiras colectas foram medidas apenas as alturas totais

das árvores da parcela. Quando as árvores atingiram 1,30 m, passou-se a medir também, a CAP (circunferência à altura do peito). No presente trabalho são considerados apenas os dados referentes ao ano de 1996.

Em cada bloco foram testados cinco diferentes espaçamentos (Quadro 1). Em cada parcela de cada bloco, foram mensuradas apenas as árvores presentes na sua área útil.

Para cada árvore contida na parcela foi efectuado o cálculo de volume de madeira para serraria, que corresponde àquele compreendido entre a base da árvore (admitindo-se um toco no momento do corte de 30 cm) e o diâmetro mínimo na ponta fina de 18 cm com casca. Para cálculo do volume de madeira para serraria admitiu-se toras de comprimento igual a 3,1 m, que é um padrão adoptado na região.

Para o cálculo do volume de madeira para serraria empregou-se a seguinte formulação:

$$v_s = \frac{\pi}{40.000} \int_{10\text{cm}}^{hs} y^2 dy$$

onde:

$$y = 1,273959 - 4,605566x + 21,24847x^2 - 47,8717x^3 + 46,99542x^4 - 17,0559x^5$$

$$x = hs/ht;$$

hs = altura da tora correspondente ao diâmetro de 18 cm com casca, empregada para serraria, considerando comprimentos de tora múltiplos de 3,1 m (metros);

ht = altura total da árvore (metros);

10 cm = altura na árvore correspondente ao toco deixado após o corte.

Após os cálculos de volumes individuais, os mesmos foram totalizados por unidade experimental (bloco) e convertidas para o hectare. Estes volumes de

serraria por hectare em cada bloco foram utilizados para a análise estatística através de Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey, quando as médias dos efeitos que apresentaram diferença significativa a 5% pelo teste F. Antes de realizar as análises estatísticas, o teste de Bartlett foi utilizado para testar a homogeneidade de variâncias dos dados a um nível de significância de 5% (DRAPPER e SMITH, 1980; SOKAL e ROHLF, 1981).

Adicionalmente, para avaliar tentativamente a produção de madeira para serraria no futuro, foram efectuadas simulações empregando o sistema denominado SISPINUS (OLIVEIRA, 1995), de amplo uso no sul do Brasil para predição da produção de plantações de *Pinus taeda*. No uso do programa, foram admitidos cinco diferentes regimes de desbaste, através de simulações, com o objectivo de apontar o mais indicado dentro de cada espaçamento. Os regimes de desbaste simulados variaram em função do método de desbaste (selectivo, sistemático ou livre), da redução na densidade e idade de corte raso. Foram avaliados regimes de desbaste comumente empregados no Brasil; quais sejam:

Corte final aos 15 anos, sem desbaste (CF 15 s/desb);

Corte final aos 20 anos, sem desbaste (CF 20 s/desb);

Desbaste sistemático na 6ª linha aos 9 anos e corte final aos 20 anos (Sist 9 + CF 20);

Desbastes selectivos por baixo, com redução de 50% do número de árvores aos 9 e 15 anos e corte final aos 20 anos (Sel 9, Sel 15 + CF 20);

Desbaste sistemático na 6ª linha combinado com selectivo de 50% aos 9

anos, selectivo de 50% aos 15 anos e corte final aos 20 anos (Sist+Sel 9, Sel 15 +CF 20).

As simulações foram realizadas mediante a utilização do programa SISPINUS (OLIVEIRA, 1995), que utiliza como variáveis de entrada o número de árvores por hectare (N/ha) e a área basal em m²/ha (G/ha) de cada tratamento e o índice de sítio (IS) de cada bloco. A prognose de produção foi realizada a partir de dados obtidos na idade de 9 anos, em condições distintas de sítio. Os dados utilizados para iniciar a simulação são apresentados no Quadro 2.

As equações de volume e de índice sítio utilizadas neste estudo foram

aquelas já ajustadas para *Pinus taeda* do próprio SISPINUS, conforme citado em OLIVEIRA (1995).

Os resultados da distribuição diamétrica prognosticados (valor central de cada classe de DAP, altura média correspondente e número de árvores por hectare estimado para cada classe), foram utilizados para estimar o volume total de madeira com casca para serraria por hectare na idade futura. O volume total de madeira para serraria, para cada regime de desbaste e em cada espaçamento, foi obtido pelo somatório dos volumes dos desbastes e o volume resultante do corte final.

Quadro 1 - Tratamentos analisados em um experimento de manejo de *Pinus taeda*

Espaçamento (m)	Árvores/ha	Área da Parcela (m ²)		Plantas Úteis
		Total	Útil	
1 - 2,5 x 1,2	3333	630	234	78
2 - 2,5 x 2,0	2000	630	210	42
3 - 2,5 x 2,8	1428	810	315	45
4 - 2,5 x 3,6	1111	990	378	42
5 - 2,5 x 4,4	909	1260	440	40

Quadro 2 - Dados básicos de um plantio experimental de *Pinus taeda* usados para iniciar a simulação no programa SISPINUS

Espaçamento (m)	Bloco 1 IS = 16,6		Bloco 2 IS = 17,4		Bloco 3 IS = 18,4		Bloco 4 IS = 18,1		Bloco 5 IS = 18,7		Bloco 6 IS = 18,7	
	G/ha	N/ha	G/ha	N/ha	G/ha	N/ha	G/ha	N/ha	G/ha	N/ha	G/ha	N/ha
1 - 2,5 x 1,2	44,8	3333	47,3	3419	48,5	3205	47,0	3248	52,6	3248	50,0	3291
2 - 2,5 x 2,0	38,2	2000	41,1	2095	42,1	1952	40,4	2000	48,7	2048	49,2	2190
3 - 2,5 x 2,8	34,0	1492	35,9	1429	38,6	1429	39,1	1429	39,1	1429	36,9	1333
4 - 2,5 x 3,6	31,0	1111	28,7	1164	33,2	1111	35,3	1138	35,9	1138	38,0	1217
5 - 2,5 x 4,4	28,8	909	29,0	932	30,4	932	31,5	909	31,5	955	31,2	955

IS: Índice de Sítio médio, correspondente à altura média das árvores dominantes (m) aos 9 anos de idade.

G/ha: Área basal (m²/ha) aos 9 anos de idade.

N/ha: Número de árvores/ha aos 9 anos de idade.

Resultados

A partir do teste de Bartlett, verificou-se que os dados de volume de madeira para serraria na idade de 9 anos apresentavam variâncias homogêneas. Assim, as análises estatísticas foram realizadas sem restrições relativas a esta condicionante.

O Quadro 3 mostra os resultados da análise de variância dos tratamentos de espaçamento tomando-se em consideração a variável volume para serraria aos 9 anos de idade. Os resultados da análise de variância mostraram diferenças significativas entre espaçamentos considerados, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Em virtude de ter havido diferenças significativas entre as médias dos tratamentos, procedeu-se ao teste de Tukey, para discriminá-las. Conforme se

pode ver no Quadro 4, as médias de volume de madeira utilizável para serraria crescem à medida que a densidade diminui, isto é, com a ampliação do espaçamento. Isto demonstra claramente o efeito da densidade de plantio inicial na produção de madeira para serraria.

Observa-se também pelo Quadro 4 que os espaçamentos extremos (1 e 5) apresentam diferenças muito marcantes entre si. Entretanto, nota-se também que existe pouca discriminação estatística pelo teste de Tukey nos espaçamentos intermediários, com os tratamentos podendo ser considerados estatisticamente iguais nos seguintes casos: 1 e 2, 2 e 3, 3 e 4, e 4 e 5. Este resultado indica que os tratamentos próximos não apresentam diferenças marcantes, mas à medida que as diferenças de espaçamento se acentuam, é notório o efeito sobre a produção.

Quadro 3 - Análise de variância do volume de madeira com casca para serraria em um plantio experimental de *Pinus taeda* aos 9 anos de idade

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios
Blocos	5	2.231,50**
Tratamentos (Espaçamentos)	4	16.894,29**
Resíduo	20	434,0954

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

Quadro 4 - Teste de Tukey do volume de madeira com casca para serraria em um plantio experimental de *Pinus taeda* aos 9 anos de idade

Espaçamento	Média (m ³ /ha)	Comparação*
1 - 2,5 m x 1,2 m	3,0498	A
2 - 2,5 m x 2,0 m	18,9458	AB
3 - 2,5 m x 2,8 m	52,4362	BC
4 - 2,5 m x 3,6 m	96,2120	CD
5 - 2,5 m x 4,4 m	130,4685	D

* Tratamentos com letras diferentes diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade

A idade de 9 anos é muito usada no Brasil como indicada para se promover um desbaste em povoamentos de *Pinus taeda* plantados para múltiplos usos da madeira, como serraria, polpa celulósica e energia. Em geral, o preço de mercado de madeira para serraria é muito superior aos demais, motivando o produtor florestal a maximizar este sortimento volumétrico. Desta forma, a partir dos resultados da análise experimental deste estudo, pode ser constatado que o espaçamento 5 (2,5 m x 4,4 m) pode ser considerado o mais indicado. Contudo, há que se ressaltar que a diferença em relação ao 4 (2,5 m x 3,6 m) não é significativa do ponto de vista estatístico, podendo ser também aconselhado para uma maior produção volumétrica para serraria.

GOMES *et al.* (1997) analisaram os dados deste experimento considerando a variável volume total do fuste, evidenciando um comportamento exactamente oposto aos resultados aqui exibidos. Isto significa que existe uma produção maior de madeira nos espaçamentos mais densos, mas neste caso a produção está diluída em indivíduos menores, que não são empregados em serrarias, o que não

é interessante. Embora a produção total seja menor nos espaçamentos mais amplos, neste caso, já no primeiro desbaste, obtém-se uma expressiva quantidade de madeira utilizável em serrarias.

A questão que se apresenta é se no futuro esta situação se manterá ou se alterará com a idade e com o regime de manejo. Visando dar informações indicativas sobre esta tendência futura foram empregados os resultados de simulações obtidas a partir do programa SISPINUS, conforme já mencionado anteriormente. Os resultados destas simulações são apresentados na Figura 1, considerando a produção total até o momento do corte final.

As simulações indicaram que no tocante ao regime de desbaste 1 (CF15 s/desb) a produção de madeira para serraria seria muito inferior no espaçamento mais denso e que não haveria praticamente diferença entre os espaçamentos 2,5 m x 2,0 m; 2,5 x 3,6 m e 2,5 x 4,4 m. Isto indica que, do ponto de vista da produção de madeira, qualquer um deles poderia ser empregado, ficando a decisão dependente de outros factores de ordem económica e operacional.

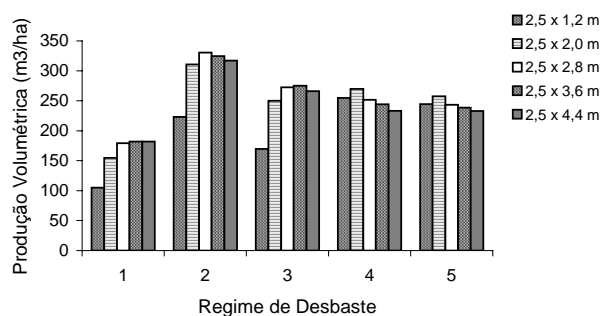


Figura 1 - Produção média simulada do volume de madeira de *Pinus taeda* com casca para serraria em cinco diferentes espaçamentos dentro dos cinco regimes de desbaste

Esta situação se altera um tanto quando o regime de desbaste 2 (CF 20 s/desb) é simulado. Neste caso, apenas o espaçamento mais denso seria nitidamente inferior em termos de produção de madeira para serraria, sendo os demais praticamente equivalentes. Tendência semelhante é observada quando se simula a produção empregando o regime de desbaste 3 (Sist 9 + CF 20).

Os resultados de simulação apontam para uma equivalência geral em termos de produção de madeira para serraria em todos os espaçamentos quando se considera os regimes de desbaste 4 (Sel 9, Sel 15 + CF 20) e 5 (Sist+Sel 9, Sel 15 + CF 20), com uma leve superioridade para o espaçamento 2,5 m x 2,0 m.

Outra tendência apontada pela simulação é a maior produção de madeira para serraria resultante no regime de desbaste 3, ou seja, no caso de corte raso aos 20 anos sem desbastes, em relação aos regimes com desbastes.

Embora os resultados acima descritos sejam apenas tendências obtidas a partir de simulações, é oportuno que a seleção de regimes de manejo de *Pinus taeda* no Brasil seja novamente discutida. Espaçamentos amplos têm sido defendidos de forma indiscriminada para produção de madeira serrada. Também, regimes com desbaste têm sido empregados de forma dogmática no país. É imprescindível que estas definições sejam baseadas em estudos experimentais, à luz de resultados como os aqui apresentados, e não apenas em paradigmas. O presente estudo oferece uma oportunidade adicional para que o assunto volte novamente à tona.

Conclusões

Após as constatações desta pesquisa, concluiu-se que, para a produção de madeira de *Pinus taeda* para serraria na idade de 9 anos é significativamente afetada pela densidade inicial de plantio. Espaçamentos mais amplos (2,5 m x 4,4 m e 2,5 m x 3,6 m) determinam maior produção na idade do primeiro desbaste (9 anos).

Indicativos de produção futura, obtidos por simulação, apontam que este efeito do espaçamento teria pouco impacto nos volumes produzidos ao longo de toda a rotação, possivelmente sendo apenas relevante antes da ocasião do primeiro desbaste.

As simulações apontaram também para um maior efeito do regime de desbaste na produção de madeira para serraria do que o efeito da densidade inicial de plantio. Regimes sem desbaste podem promover produções de madeira para serraria, equiparáveis aos regimes com desbastes, implicando provavelmente em menores custos de manejo dos povoamentos.

A seleção de regimes de manejo de *Pinus taeda* no Brasil precisa ser fundamentada em resultados experimentais. Este estudo apresentou resultados concretos até o momento do primeiro corte. Modelos de Simulação oferecem informações relevantes na escolha do melhor regime de manejo, como aqui demonstrado. Porém, é fundamental que o experimento em apreço possa ser reavaliado por um tempo mais longo, para que conclusões decisivas acerca da melhor opção de manejo possam tiradas.

Bibliografia

- ACERBI Jr., F., 1998. *Definição de regimes de desbaste e poda economicamente ótimos para Pinus taeda L.*. Lavras. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras. 135 pp.
- AHRENS, S., 1992. *A seleção simultânea do ótimo regime de desbastes e da idade de rotação, para povoamentos de Pinus taeda L., através de um modelo de programação dinâmica.* Curitiba. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná. 189 pp.
- DRAPPER, N.R., SMITH, H., 1980. *Applied Regression Analysis.* 2^{ed}, John Wiley & Sons, New York, 709 pp.
- GOMES, F.S., MAESTRI, R., SANQUETTA, C.R., 1997. Avaliação da produção em volume total e sortimento em povoamentos de *Pinus taeda* L. submetidos a diferentes condições de espaçamento inicial e sítio. *Ciência Florestal* 7(1) : 101-126.
- GOMES, F.S., MAESTRI, R., SANQUETTA, C.R., 1998. Análise financeira de regimes de manejo em povoamentos de *Pinus taeda* L., visando à produção de madeira para a indústria de papel e celulose. *Revista Árvore* 22(2) : 227-243.
- GOMES, F.S., 1999. *A seleção de regimes de manejo mais rentáveis em Pinus taeda na produção de madeira para papel e celulose.* Curitiba. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. 137 pp.
- OLIVEIRA, E.B., 1995. *Um sistema computado-rizado para prognose do crescimento e produção de Pinus taeda L., com critérios quantitativos para avaliação técnica e econômica de regimes de manejo.* Curitiba. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná. 134 pp.
- OLIVEIRA, E.B., MACHADO, S.A., FILHO, A.F., 1998. Sistema para simulação do crescimento e da produção de *Pinus taeda* L. e a avaliação econômica de regimes de manejo. *Revista Árvore* 22(1) : 99-111.
- SANQUETTA, C.R., MORA, A.L., BORSATO, R., VIDAL, M.A.S., PEIXOTO, A.M.M., CHIARANDA, R. (in press). Efeito do espaçamento de plantio em reflorestamentos. II *Pinus taeda* L. em Jaguariaíva - PR. *Revista Acadêmica*
- SCOLFORO, J.R.S., MACHADO, S.A., 1996. Um sistema de crescimento e produção com simulador de desbaste. *Scientia Forestalis* 50 : 51-64.
- SOKAL, R.R., ROHLF, F.J., 1981. *Biometry: The principles and practice of statistics in biological research.* New York, Freeman, 859 pp.
- VOLPI, N.M.P., 1997. *O impacto de perturbações estocásticas em um modelo de planejamento florestal.* Curitiba. Tese de doutorado. Universidade Federal do Paraná. 268 pp.

*Submetido para publicação em Maio de 2000
Aceite para publicação em Setembro de 2001*