

Produção de madeira para laminação em povoamentos de *Pinus taeda* submetidos a diferentes densidades e regimes de desbaste: uma abordagem experimental

CARLOS R. SANQUETTA¹

ALBA V. REZENDE²

DÉBORA GAIAD³

LUCIANO B. SCHAAF³

ANA C. ZAMPIER³

RESUMO

Este artigo visou avaliar estatisticamente o efeito de diferentes regimes de desbaste e densidades de plantio na produção volumétrica de madeira para laminação em povoamentos de *Pinus taeda*. Os dados utilizados para este estudo foram provenientes de um plantio experimental, localizado no município de Jaguariaíva, Paraná, de propriedade da empresa PISA Florestal. Cinco espaçamentos de plantio foram comparados: 2,5 x 1,2 m; 2,5 x 2,0 m; 2,5 x 2,8 m; 2,5 x 3,6 m e 2,5 x 4,4 m. Cinco regimes de manejo foram confrontados: corte final aos 15 anos, sem desbaste; corte final aos 20 anos, sem desbaste; desbaste sistemático na 6ª linha aos 9 anos e corte final aos 20 anos; desbastes seletivos por baixo, com redução de 50% do número de árvores aos 9 e 15 anos e corte final aos 20 anos; e desbaste sistemático na 6ª linha combinado com seletivo de 50% aos 9 anos, seletivo de 50% aos 15 anos e corte final aos 20 anos. O experimento fatorial foi analisado através de ANOVA e pelo teste de Tukey. Os resultados demonstraram haver diferenças significativas a 1% entre os espaçamentos e entre os regimes de desbaste, sendo a interação entre ambos também significativa. Para os regimes sem desbastes, detectou-se diferenças expressivas entre os espaçamentos iniciais, havendo maior produção nos povoamentos menos densos. Por outro lado, para os regimes com desbastes, o

¹ Engº Florestal, M. Sc., Dr., Professor do Departamento de Ciências Florestais e do Curso de Engenharia Florestal da UFPR, Bolsista do CNPq.

² Engª Florestal, M.Sc., Prof. do Depto. de Eng. Florestal da UnB, Doutoranda do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR

³ Mestranda(o) do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR.

efeito dos espaçamentos foi praticamente inexistente, com exceção apenas do espaçamento 2,5 x 1,2 m. Nos espaçamentos mais amplos, a diferença entre os regimes de desbaste foi sutil, ao passo que nos mais densos o efeito dos desbastes se mostrou bastante pronunciado. Concluiu-se que a análise estatística permite diagnosticar a combinação ideal de espaçamento com desbaste. No presente caso, qualquer combinação dos espaçamentos 2,5 x 2,8 m; 2,5 x 3,6 m ou 2,5 x 4,4 m, com qualquer regime de desbaste, determina, na prática, os mesmos resultados. Por conseguinte, o regime sem desbaste, apenas com o corte final aos 20 anos, surpreendentemente proporcionou a mesma produção volumétrica para laminação que os com desbastes, podendo ser, assim, considerado interessante, uma vez que é menos oneroso.

Palavras-chave: desbaste, espaçamento, simulação, sítio

ABSTRACT

Yield of round-wood for veneer in stands of *Pinus taeda* growing under different densities and management regimes: an experimental approach. This paper evaluates the statistical effects of five different thinning regimes in combination with five initial plant spacing in loblolly pine plantations on the yield of round-wood for veneer. The data came from an experimental plantation located at Fazenda Lageado, Jaguariaíva, Paraná State, in southern Brazil, owned by PISA Pulp and Paper Co.. The plant spacing evaluated were: 2.5 x 1.2 m; 2.5 x 2.0 m; 2.5 x 2.8 m; 2.5 x 3.6 m e 2.5 x 4.4 m. The thinning regimes compared were: a single final cut at age 15 without thinning; a single final cut age 20 without thinning; systematic thinning along the 6th planting line at age 9 and final cut at age 20; selective thinning for below of 50% of the trees in the stand at ages 9 and 15 and final cut at age 20; and systematic cut along the 6th planting line combined with selective thinning at age 9 for below of 50% of the trees in the stand, selective thinning for below of 50% of the trees in the stand at age 15 and final cut at age 20. The factorial experiment was analyzed by means of ANOVA and the test of Tukey. The results revealed significant differences ($p < 0,01$) among the initial plant spacings and the management regimes. The interaction between them was also statistically significant. Regarding only the thinning regimes without thinning, it was noticed remarkable differences among the initial spacings, resulting greater yield figures for the less dense stands. On the other hand, in relation to the regimes with thinning, the effect of initial spacing was very slight, except for the spacing 2.5 x 1.2 m. For the open stands, the difference among thinning regimes was almost negligible, whereas for the dense stands the thinning effect proved remarkable. >From the statistical analysis it was concluded that any combination of the initial larger spacings (2.5 x 2.8 m; 2.5 x 3.6 m; or 2.5 x 4.4

m), with any thinning regime, determines in practice the same round-wood volume yield for veneer purposes. Consequently, the regimes without thinning, with a single final cut at age 20, resulted the same yield as compared to the regimes with one or two thinnings. Therefore, this regime revealed to be interesting once it is generally the least costly among the others evaluated.

Key-words: thinning, spacing, 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*, 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 manejo 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. Este modelo deve estar baseado em funções de densidade de probabilidades que permitam descrever as distribuições de diâmetro e de altura das árvores do povoamento, em diversas condições de sítio, idade e número de árvores (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).

Este estudo contempla a análise experimental de diferentes regimes de manejo e diferentes espaçamentos, na simulação de crescimento e produção de *Pinus taeda*, a partir da utilização do simulador SISPINUS - Versão 2.0, elaborado a partir da primeira versão do "UCSU Simulador - SISPINUS", desenvolvido por OLIVEIRA (1995), o qual permite além da simulação de desbastes e do crescimento e produção anual do povoamento, o sortimento de madeira por classe diamétrica.

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 objetivo do presente trabalho é avaliar biometricamente o efeito de cinco diferentes regimes de desbaste e cinco diferentes densidades de plantio na produção em volume de madeira para laminação em povoamentos de *Pinus taeda*. A contribuição científica mais relevante deste estudo é a comparação estatística entre regimes de desbaste e espaçamentos iniciais de plantio, que numericamente podem ser diferentes, mas que de fato podem não diferir significativamente entre si.

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 coletas 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 coletas 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).

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

Tabela 1 - Tratamentos analisados em um experimento de manejo de *Pinus taeda*
Table 1 - Treatments analyzed in a management experiment of loblolly pine

Espaçamento (m) <i>Spacing (m)</i>	Árvores/ha <i>Trees/ha</i>	Área da Parcela (m ²)		Plantas Úteis <i>Number of plants</i>
		<i>Plot area (m²)</i>		
		Total	Útil	
		Total	Useful	
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

A partir dos dados coletados foram analisados também cinco diferentes regimes de desbaste, através de simulações, com o objetivo de definir o manejo ideal dentro de cada espaçamento. Os regimes de manejo variaram em função do método de desbaste (seletivo, sistemático ou livre), da redução na densidade e idade de corte raso. Foram avaliados os seguintes regimes de desbaste:

- 1- Corte final aos 15 anos, sem desbaste (CF 15 s/desb);
- 2- Corte final aos 20 anos, sem desbaste (CF 20 s/desb);
- 3- Desbaste sistemático na 6^a linha aos 9 anos e corte final aos 20 anos (Sist 9 + CF 20);
- 4- Desbastes seletivos 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);

5- Desbaste sistemático na 6ª linha combinado com seletivo de 50% aos 9 anos, seletivo 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 a inicialização da simulação são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Dados básicos de um plantio experimentas de *Pinus taeda* usados para inicialização da simulação no programa SISPINUS

Table 2 - Basic data of an experimental stand of loblolly pine utilized to start the simulation on the SISPINUS software

Espaçamento Spacing (m)	Bloco/ Block 1		Bloco/ Block 2		Bloco/ Block 3		Bloco/ Block 4		Bloco/ Block 5		Bloco/ Block 6	
	IS/Site = 16,6		IS/Site = 17,4		IS/site = 18,4		IS/Site = 18,1		IS/Site = 18,7		IS/Site = 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 / Site index at age 9 yrs.

G/ha: Área basal (m²/ha) aos 9 anos de idade / Basal area at age 9 yrs

N/ha: Número de árvores/ha aos 9 anos de idade / Number of trees per hectare at age 9 yrs.

Através do programa SISPINUS foram gerados os sortimentos em volume de madeira para laminação com casca, ou seja, o programa classificou os sortimentos para uma mesma árvore utilizando comprimento de toras de 3,1 m e 2,7 m e diâmetros mínimos de 18 cm e 25 cm para laminação. Desta forma o programa maximizou a utilização da árvore. As equações de volume e de índice sítio utilizadas neste estudo foram as equações 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 laminação por hectare na idade desejada. A mesma equação de volume utilizada até a idade atual dos povoamentos foi usada para

estimar o volume total individual nas idades futuras (para o valor central de cada classe de DAP, fornecido pelo SISPINUS). Multiplicando-se este volume pelo número de árvores de cada classe (prognosticado pelo SISPINUS), obteve-se o volume total de madeira com casca para laminação/ha por classe de DAP. A soma dos volumes por hectare em todas as classes, forneceu a variável necessária para este estudo, ou seja, volume de madeira com casca para laminação.

O volume total de madeira para laminação, para cada regime de desbaste e em cada espaçamento, foi obtido pelo somatório dos volumes dos desbastes e o volume resultante do corte final. Após a obtenção deste volume, procedeu-se uma análise de variância preliminar com os 6 blocos e os 25 tratamentos (espaçamentos, regimes de manejo e suas interações), considerando um nível de significância de 1%, com o objetivo de verificar se os tratamentos apresentavam efeitos diferentes sobre estes volumes.

Baseado na significância dos tratamentos, realizou-se o desdobramento dos mesmos com o objetivo de avaliar o efeito dos regimes de manejo, dos espaçamentos e da interação destes dois fatores, na produção volumétrica para laminação.

O teste de Tukey foi aplicado para comparar 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). Quando esta condição não foi encontrada, a transformação logarítmica na base dez, da variável considerada, foi aplicada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do teste de Bartlett, verificou-se que os dados de volume de madeira para laminação apresentavam variâncias heterogêneas. Assim, aos dados foram logaritmizados para proceder as análises estatísticas.

A Tabela 3 mostra os resultados da análise de variância dos volumes de madeira com casca para laminação.

Os resultados das análises de variância mostram diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F, para espaçamento e regime de desbaste, indicando que estes fatores apresentam efeitos relevantes sobre a produção volumétrica considerada. Observa-se ainda que o efeito da interação espaçamento x manejo também foi significativo, indicando a princípio, que as produções volumétricas de cada espaçamento diferem de acordo com o regime de desbaste adotado e vice-versa. Deve-se observar que o

valor do CV (Coeficiente de Variação) está dentro da faixa normalmente observada para plantios homogêneos.

As médias dos volumes com casca para laminação, entre os diferentes espaçamentos e os diferentes regimes de desbaste foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Os resultados desta análise estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 3 - Análise de variância do volume de madeira com casca para laminação em um plantio experimental de *Pinus taeda*

Table 3 - Analysis of variance of inbark round-wood for veneer in an experimental stand of loblolly pine

Fonte de Variação <i>Source of variation</i>	Graus de Liberdade <i>df</i>	Quadrados Médios do Volume para Laminação (log m ³ /ha) <i>Mean squared</i>
Bloco	5	0,77**
Tratamentos	24	1,77**
- Espaçamento	4	5,43**
- Manejo	4	3,52**
- Espaçamento x Manejo	16	0,43**
Resíduo	120	0,02

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0.01$)

CV% = 8,17 (*coefficient of variation*)

Média = 1,73 [log m³/ha] (*mean*)

Observa-se na Tabela 4 que, para a produção de madeira para laminação, os espaçamentos 5 (2,5 x 4,4 m) e 4 (2,5 x 3,6 m) apresentaram as maiores médias, não diferindo significativamente um do outro. Estas médias volumétricas correspondem a aproximadamente 23 a 30% dos volumes médios totais encontrados respectivamente para os espaçamentos 5 (2,5 x 4,4 m) e 4 (2,5 x 3,6 m), ou seja 376 m³/ha e 407 m³/ha. O espaçamento 1, o mais denso, apresentou a menor produção volumétrica média, que corresponde a 1,8% da produção volumétrica média total encontrada para este espaçamento, ou seja 569,52m³/ha.

Quando se considerou as modalidades de manejo, pôde-se observar que os regimes 4 (Sel 9, Sel 15+CF 20) e 5 (Sist+Sel 9, Sel 15+CF 20) apresentaram as maiores médias e foram considerados estatisticamente iguais pelo teste de Tukey. Tais médias correspondem a aproximadamente 23% dos volumes médios totais encontrados para os regimes de desbaste ou seja 459 m³/ha e 447 m³/ha respectivamente. O regime de desbaste 1 foi o que apresentou a menor média, correspondente a 3,6% da produção volumétrica média total encontrada para este regime de desbaste, ou seja 408 m³/ha.

Como a interação espaçamento x desbaste foi significativa, as conclusões preliminares independentes, obtidas para os efeitos espaçamento e

desbaste, com relação às produções volumétricas, ficam prejudicadas, pois os efeitos dos espaçamentos dependem do regime de desbaste aplicado, assim como os efeitos dos regimes de manejo dependem dos espaçamentos iniciais de plantio. Tais considerações são de fundamental importância para empreendimentos que visam o uso múltiplo do recurso florestal.

Assim sendo, foi realizado o desdobramento da interação para volume de madeira para laminação, com o objetivo de estudar o comportamento dos espaçamentos dentro de cada regime de desbaste e vice-versa.

Tabela 4 - Médias do volume de madeira com casca de *Pinus taeda*, para laminação obtidas para cinco diferentes tipos de espaçamento e cinco regimes de desbaste
Table 4 - Mean inbark volume of round-wood for veneer of loblolly pine stands growing under five initial plant spacings and five thinning regimes

		(m ³ /ha)	
Espaçamento		Regime de Desbaste	
<i>Spacing</i>		<i>Thinning regime</i>	
(5 - 2,5 x 4,4 m)	112,20 a	(4 - Sel 9, Sel 15 + CF 20)	104,71 a
(4 - 2,5 x 3,6 m)	97,72 a	(5 - Sist+Sel 9, Sel 15 +CF 20)	100,00 a
(3 - 2,5 x 2,8 m)	79,43 b	(2 - CF 20 s/desb)	58,88 b
(2 - 2,5 x 2,0 m)	48,98 b	(3 - Sist 9 + CF 20)	47,86 b
(1 - 2,5 x 1,2 m)	10,23 c	(1 - CF 15 s/desb)	15,13 c

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

a) Comportamento dos espaçamentos dentro de cada regime de desbaste

A Tabela 5 mostra os resultados dos desdobramentos. Observa-se que os cinco espaçamentos têm efeitos diferentes ($p < 0,01$) sobre todos os regimes de desbaste.

Tabela 5 - Desdobramento da interação espaçamento x manejo para avaliar o comportamento dos espaçamentos dentro de cada regime de desbaste, para a variável volume de madeira com casca de *Pinus taeda* para laminação

Table 5 - Analysis of the interaction spacing x thinning regime for inbark round-wood yield of an experimental loblolly pine stand

Fonte de Variação <i>Source of variation</i>	Graus de Liberdade <i>df</i>	Quadrados Médios do volume para Laminação (log m ³ /ha) <i>Mean squared</i>
Espaçamentos dentro de CF 15 s/desb	1	12,89**
Espaçamentos dentro de CF 20 s/desb	1	6,27**
Espaçamentos dentro de Sist 9+CF 20	1	7,89**
Espaçamentos dentro de Sel 9, Sel 15+CF 20	1	0,62**
Espaçamentos dentro de Sist+Sel 9, Sel 15+CF 20	1	0,66**
Resíduo	120	0,02

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

As médias dos espaçamentos foram então comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada regime de desbaste (Tabela 6).

Observa-se que em todos os regimes de desbaste, os espaçamentos mais amplos (2,5 x 4,4 m e 2,5 x 3,6 m) foram os que proporcionaram maior produção volumétrica, seguidos do espaçamento 2,5 x 2,8 m, o qual na maioria dos regimes, não diferiu significativamente dos espaçamentos anteriores. Os regimes de desbaste 4 (Sel 9, Sel 15 + CF 20) e 5 (Sist+Sel 9, Sel 15 +CF 20) foram os que apresentaram as maiores produções volumétricas em todas as densidades de plantio. Entretanto, a influência destes regimes é maior na medida em que diminuem os espaçamentos de plantio. Quando se compara por exemplo, a produção volumétrica obtida pelos regimes de desbaste 2 (CF 20 s/desb), 4 (Sel 9, Sel 15 + CF 20) e 5 (Sist+Sel 9, Sel 15 +CF 20), no espaçamento 2,5 x 4,4 m (menor densidade), verifica-se que a produção volumétrica no regime 4 é apenas 3% superior a encontrada tanto no regime 2 quanto no regime 5. O mesmo não se verifica nos espaçamentos mais densos (2,5 x 1,2 m e 2,5 x 2,0 m), cuja produção volumétrica aumentou em média, respectivamente 40% e 86% quando se adotou os regimes 4 e 5 ao invés do 2. Isto se deve ao fato de tais regimes de desbaste envolverem uma maior intensidade de corte, proporcionando assim um maior crescimento em diâmetro das árvores.

Segundo SCOLFORO e MACHADO (1996), nos desbastes seletivos, as piores árvores são retiradas (prioritariamente as menores) e, à medida que

novos desbastes vão sendo realizados, haverá um deslocamento das árvores para as maiores classes de diâmetro, proporcionando uma maior produção de madeira para laminação.

Portanto, de acordo com os resultados apresentados, para plantios densos (espaçamentos 2,5 x 1,2 m e 2,5 x 2,0 m), objetivando produção de madeira para laminação, o ideal é utilizar regimes de manejo com maior intensidade de desbaste.

Tabela 6 - Médias do volume de madeira com casca de *Pinus taeda*, para laminação nos cinco diferentes espaçamentos dentro de cada regime de desbaste

Table 6 - Mean inbark volume of round-wood for veneer of an experimental loblolly pine stands growing under thinning regimes

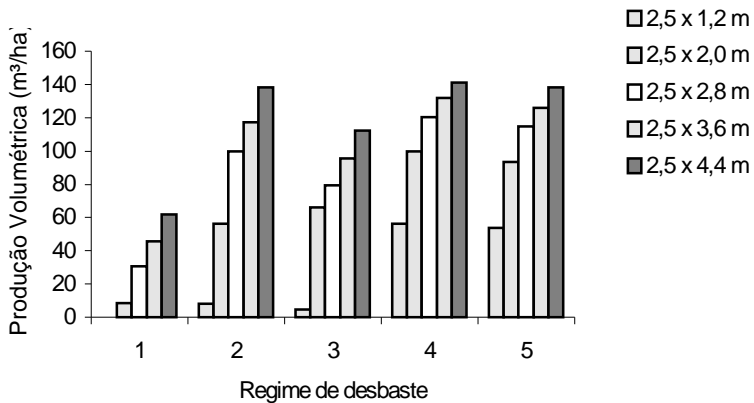
Regime de Desbaste <i>Thinning Regime</i>	Volume de Madeira para Laminação (m ³ /ha) <i>Round-wood Volume for Veneer</i>
(1) CF 15 s/desb	(5 - 2,5 x 4,4 m) 61,66 a
	(4 - 2,5 x 3,6 m) 45,71 ab
	(3 - 2,5 x 2,8 m) 30,90 b
	(2 - 2,5 x 2,0 m) 8,71 c
	(1 - 2,5 x 1,2 m) 0,00 d
(2) CF 20 s/desb	(5 - 2,5 x 4,4 m) 138,04 a
	(4 - 2,5 x 3,6 m) 117,49 a
	(3 - 2,5 x 2,8 m) 100,00 ab
	(2 - 2,5 x 2,0 m) 56,23 b
	(1 - 2,5 x 1,2 m) 7,94 c
(3) Sist 9 + CF 20	(5 - 2,5 x 4,4 m) 112,20 a
	(4 - 2,5 x 3,6 m) 95,50 a
	(3 - 2,5 x 2,8 m) 79,43 a
	(2 - 2,5 x 2,0 m) 66,07 a
	(1 - 2,5 x 1,2 m) 4,67 b
(4) Sel 9, Sel 15 + CF 20	(5 - 2,5 x 4,4 m) 141,25 a
	(4 - 2,5 x 3,6 m) 131,82 a
	(3 - 2,5 x 2,8 m) 120,22 a
	(2 - 2,5 x 2,0 m) 100,00 ab
	(1 - 2,5 x 1,2 m) 56,23 b
(5) Sist+Sel 9, Sel 15 +CF 20	(5 - 2,5 x 4,4 m) 138,04 a
	(4 - 2,5 x 3,6 m) 125,89 a
	(3 - 2,5 x 2,8 m) 114,81 a
	(2 - 2,5 x 2,0 m) 93,32 ab
	(1 - 2,5 x 1,2 m) 53,70 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

b) Comportamento dos regimes de desbaste dentro de cada espaçamento

A representação gráfica da produção volumétrica de laminação dos cinco diferentes espaçamentos para cada regime de desbaste é apresentada na Figura 1.

Figura 1 - Produção média de volume de madeira de *Pinus taeda* com casca para laminação em cinco diferentes espaçamentos dentro cinco regimes de desbaste
 Figure 1 - Mean inbark volume of round-wood for veneer of an experimental loblolly pine stand growing under different initial spacings and management regimes



A Tabela 7 mostra os resultados dos desdobramentos. Observa-se que os cinco regimes de desbaste têm efeitos diferentes ($P < 0,01$) sobre todos os espaçamentos.

Tabela 7 - Desdobramento da interação espaçamento x desbaste para avaliar o comportamento dos regimes de desbaste dentro de cada espaçamento, para volume de madeira com casca de *Pinus taeda* para laminação

Table 7 - Analysis of the interaction thinning regime x spacing for inbark round-wood yield of an experimental loblolly pine stand

Fonte de Variação <i>Source of variation</i>	Graus de Liberdade <i>df</i>	Quadrados Médios do volume para Laminação (log m ³ /ha) <i>Mean squared</i>
Desbastes dentro do Espaçamento 2,5 x 1,2 m	1	13,29**
Desbastes dentro do Espaçamento 2,5 x 2,0 m	1	4,57**
Desbastes dentro do Espaçamento 2,5 x 2,8 m	1	1,39**
Desbastes dentro do Espaçamento 2,5 x 3,6 m	1	0,87**
Desbastes dentro do Espaçamento 2,5 x 4,4 m	1	0,58**
Resíduo	120	0,02

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade

As médias dos espaçamentos foram então comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada tipo de desbaste (Tabela 8).

Conforme pode ser observado na Tabela 8, para o volume de madeira para laminação, verifica-se novamente, que as maiores produções volumétricas foram obtidas para os espaçamentos mais amplos. Desta forma, como para estes espaçamentos os regimes de desbaste 2 (CF 20 s/desb), 3 (Sist 9 + CF 20), 4 (Sel 9, Sel 15 + CF 20) e 5 (Sist + Sel 9, Sel 15 +CF 20), não diferiram significativamente entre si, seria mais interessante optar pelo corte final aos 20 anos, uma vez que tal regime proporciona uma produção volumétrica semelhante aos regimes com mais desbastes, envolvendo entretanto menores custos.

Os resultados mostram adicionalmente que a produção volumétrica, apenas com o corte final aos 20 anos (regime de desbaste 3), chega a ser praticamente equivalente àquela obtida aplicando-se dois desbastes (sistemático e seletivo aos 9 anos e seletivo aos 15, com corte final aos 20 anos) nos povoamentos plantados num espaçamento convencionalmente adotada nas empresas do sul do Brasil, como é o caso do 2 (2,5 x 2,0 m).

Os resultados desta pesquisa sugerem que a combinação ideal de espaçamento de plantio e regime de desbaste, para produção de madeira para laminação num horizonte de 20 anos, estaria nos espaçamentos 2,5 x 2,8 m a 2,5 x 4,4 m, sem adoção de qualquer desbaste. Embora as produções volumétricas em outras combinações possam ter sido um tanto maiores, as

diferenças entre as médias foram inexpressivas, fato comprovado pela análise estatística

Tabela 8 - Médias do volume de madeira com casca de *Pinus taeda*, para laminação, nos cinco diferentes regimes de desbaste dentro de cada espaçamento

Table 8 - Mean inbark volume of round-wood for veneer of an experimental loblolly pine stands growing under different initial spacing

Espaçamento <i>Spacing</i>	Volume de Madeira para Laminação (m ³ /ha) <i>Round-wood Volume for Veneer</i>
(1) 2,5 x 1,2 m	(4 - Sel 9, Sel 15 + CF 20) 56,23 a
	(5 - Sist+Sel 9, Sel 15 + CF 20) 53,70 a
	(2 - CF 20 s/desb) 7,94 b
	(3 - Sist 9 + CF 20) 4,68 b
	(1 - CF 15 s/desb) 0,00 c
(2) 2,5 x 2,0 m	(4 - Sel 9, Sel 15 + CF 20) 100,00 a
	(5 - Sist+Sel 9, Sel 15 + CF 20) 93,32 ab
	(3 - Sist 9 + CF 20) 66,07 ab
	(2 - CF 20 s/desb) 56,23 b
	(1 - CF 15 s/desb) 8,71 c
(3) 2,5 x 2,8 m	(4 - Sel 9, Sel 15 + CF 20) 120,22 a
	(5 - Sist+Sel 9, Sel 15 + CF 20) 114,81 a
	(2 - CF 20 s/desb) 100,00 a
	(3 - Sist 9 + CF 20) 79,43 a
	(1 - CF 15 s/desb) 30,90 b
(4) 2,5 x 3,6 m	(4 - Sel 9, Sel 15 + CF 20) 131,82 a
	(5 - Sist+Sel 9, Sel 15 + CF 20) 125,89 a
	(2 - CF 20 s/desb) 117,49 a
	(3 - Sist 9 + CF 20) 95,50 a
	(1 - CF 15 s/desb) 45,71 b
(5) 2,5 x 4,4 m	(4 - Sel 9, Sel 15 + CF 20) 141,25 a
	(5 - Sist+Sel 9, Sel 15 + CF 20) 138,04 a
	(2 - CF 20 s/desb) 138,04 a
	(3 - Sist 9 + CF 20) 112,20 a
	(1 - CF 15 s/desb) 61,66 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

Após as constatações desta pesquisa, concluiu-se que, para a produção de madeira para laminados, a realização de plantios com menor densidade inicial (espaçamentos 2,5 x 2,8 m a 2,5 x 4,4 m) é recomendável. Talvez possa se optar pelo espaçamento mais amplo, que requer menores custos com plantio, porém pode levar a uma sub-utilização do sítio no caso de mortalidade acentuada e a provável maior produção de galhos e nós, indesejada para a produção de laminados. Como a desrama natural é um fator importante neste contexto e não pode ser contemplada aqui, sua influência será abordada profundamente em outro artigo. Além disso, os resultados desta pesquisa permitiram concluir que pode-se obter produção volumétrica para laminação semelhante à obtida com a prática convencional de desbastes, apenas com o corte final aos 20 anos. Assim, a prática de desbastes pode ser considerada contestável, principalmente porque envolve maiores custos. Apenas convém salientar que a vantagem principal do emprego de desbastes estaria na antecipação de rendas e aumento de preços dentro do sortimento laminação. Estudos complementares são necessários para elucidar esse diferencial.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ACERBI Jr., F. W. **Definição de regimes de desbaste e poda economicamente ótimos em *Pinus taeda***. Lavras, 1998. 135 p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras.
- AHRENS, S. **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, 1992. 189 p. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná.
- DRAPPER, N. R.; Smith, H. **Applied regression analysis**. 2 ed, John Wiley & Sons, New York, 709 p., 1980.
- GOMES, F. S; MAESTRI, R.; SANQUETTA, C. R. Avaliação da produção em volume total e sortimento em povoamentos de *Pinus taeda* L. submetidos à diferentes condições de espaçamento inicial e sítio. **Ciência Florestal**, v.7, n.1, p.101-126, 1997.
- GOMES, F. S; MAESTRI, R.; SANQUETTA, C. R. Análise financeira de regimes de manejo em povoamentos de *Pinus taeda* L., visando a produção de madeira para a indústria de papel e celulose. **Revista Árvore**, v. 22, n.2, p. 227-243, 1998.
- GOMES, F. S. **A seleção de regimes de manejo mais rentáveis em *Pinus taeda* L. na produção de madeira para papel e celulose**. Curitiba, 1999. 140 p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná.
- OLIVEIRA, E. B. **Um sistema computadorizado para prognose do crescimento e produção de *Pinus taeda* L., com critérios quantitativos para avaliação técnica e econômica de regimes de manejo**. Curitiba, 1995. 134 p. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná.
- OLIVEIRA, E. B.; MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A. Sistema para simulação do crescimento e da produção de *Pinus taeda* L. e a avaliação econômica de regimes de manejo. **Revista Árvore**, v. 22, n.1, p. 99-111, 1998.
- SANQUETTA, C. R.; MORA, A. L.; BORSATO, R.; VIDAL, M. A. S.; PEIXOTO, A. M. M.; Chiaranda, R. Efeito do espaçamento de plantio em reflorestamentos: II. *Pinus taeda* L. em Jaguariáva - PR. **Revista Acadêmica** (no prelo).
- SCOLFORO, J. R. S.; MACHADO, S. A. Um sistema de crescimento e produção com simulador de desbaste. **Scientia Forestalis**, n.50, p. 51-64, 1996.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. **Biometry: The principles and practice of statistics in biological research**. New York, Freeman, 859p., 1981.

VOLPI, N. M. P. **O impacto de perturbações estocásticas em um modelo de planejamento florestal**. Curitiba, 1997. 268 p. Tese de doutorado. Universidade Federal do Paraná.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à PISA Florestal pela cessão dos dados utilizados neste trabalho, em especial, ao gerente técnico da empresa Eng. Romualdo Maestri. Aos demais colaboradores neste trabalho, que anonimamente contribuíram, direta ou indiretamente, para sua realização, vão especiais agradecimentos.