

# A Influência do Desbaste na Qualidade da Madeira de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii*

---

*José Carlos Duarte Pereira*<sup>1</sup>

*Ivan Tomaselli*<sup>2</sup>

## RESUMO

Como subsídio para o aprimoramento da qualidade da madeira de *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii*, plantado no sul do Brasil, foram estudados os efeitos de diferentes intensidades de desbaste em algumas de suas principais propriedades. Em função do aumento da intensidade de desbaste, observaram-se tendências de aumento da densidade básica, teor de lenho tardio, espessura dos anéis de crescimento, ângulo de inclinação das fibras e diâmetros externo e interno (lúmen) dos traqueóides. O comprimento dos traqueóides e os coeficientes de retratibilidade revelaram tendências inversas. Os teores de pentosana, lignina e celulose não foram significativamente influenciados pelo desbaste. A resistência à flexão estática apresentou seus maiores valores na madeira produzida nas parcelas submetidas a desbaste moderado, nas quais 25% da área basal foi removida.

**Palavras-chave:** *Pinus elliottii* var. *elliottii*; intensidade de desbaste; propriedades da madeira.

---

<sup>1</sup> Engenheiro-Agrônomo, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*. jcarlos@cnpf.embrapa.br

<sup>2</sup> Engenheiro Florestal, Ph.D., Professor da Universidade Federal do Paraná - UFPR.

# Thinning Effects on Wood Quality of Slash Pine

## ABSTRACT

This paper deals with the effect of thinning intensities on the wood quality of *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii* produced in plantations located in Southern Brazil. The following properties were analyzed: growth ring width, basic density, late wood percentage, fiber angle, chemical composition, fiber dimensions, shrinkage and static bending strength. The results pointed out that a higher thinning intensity increases basic density, late wood percent, growth ring width, grain angle, as well as tracheid and lumen diameter. Tracheid length and shrinkage decreased with increasing thinning intensity. Chemical composition and cell wall thicknesses were not affected. Wood produced in plots where 25% of its basal area was thinned had the higher static bending strength.

**Keywords:** *Pinus elliottii* var. *elliottii*; slash pine; thinning intensity; wood properties.

## 1. INTRODUÇÃO

A utilização de espécies do gênero *Pinus*, para suprir a falta das madeiras nativas tradicionalmente empregadas pelos setores moveleiro e da construção civil, tem sido bastante intensa na região Sul, onde destacam-se *Pinus elliottii* var. *elliottii* e *Pinus taeda*. Segundo estudo setorial desenvolvido pela ABIMCI – Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente, cerca de 60% do compensado e 35% da madeira serrada produzidos no Brasil são oriundos de *Pinus* spp. Segundo a mesma fonte, 90% dos móveis exportados também o são. Assim, o aprimoramento da qualidade dessas madeiras afigura-se imprescindível para que os produtos delas oriundos possam ganhar mercado e estabelecer um conceito cada vez mais favorável entre os consumidores.

Além do material genético, são vários os fatores que afetam as propriedades dessas madeiras. Citam-se as condições do sítio (COWN, 1974b; SIJDE, 1976; BURDON & HARRIS, 1973), a idade (CLARK III et al., 1996), o espaçamento (FIELDING, 1967), a adubação (BRITO et al., 1986; KLEM, 1968), as práticas silviculturais, como a desrama (MONTAGNA et al., 1990) e o desbaste (MUNER, 1983). É necessário o conhecimento das inter-relações desses fatores para que esta matéria-prima possa ser aprimorada.

Segundo Larson (1963), a copa é o centro regulador para a formação de madeira, onde os efeitos do meio podem ser interpretados. A formação de madeira é o processo e a qualidade é o resultado. Os fatores externos, climáticos e ambientais, não influenciam diretamente na qualidade da madeira, mas indiretamente, ativando processos biológicos freqüentemente distantes do local onde a madeira está sendo formada. Entre esses processos, destacam-se a produção de auxinas pelas gemas apicais ativas e a fotossíntese, ambos desenvolvidos na copa viva. As auxinas favorecem a divisão celular, especialmente na estação de crescimento, e a fotossíntese favorece o espessamento das paredes celulares através da disponibilização de carboidratos. A produção de traqueóides típicos de lenho inicial ou tardio em determinada região do tronco depende, portanto, do balanço com que esses fatores são oferecidos e, em última análise, da distância, do vigor e da eficiência da copa viva. A proximidade da copa favorece a formação de lenho inicial. Ao longo do tronco, na medida que aumenta a distância da copa em direção à base, aumenta a proporção de lenho tardio dentro do anel de crescimento.

Ainda segundo Larson (1963), árvores isoladas, nas quais a maioria dos ramos permanecem ativos, produzem maior porcentagem de lenho inicial do que aquelas que crescem dentro dos talhões. Em um talhão fechado, a redução da copa viva promovida pela desrama natural tende a concentrar o crescimento na região superior do tronco e reduzir a produção de lenho inicial ao longo do mesmo. Nos talhões, a porcentagem de lenho tardio varia de acordo com a classe de árvore e com o desenvolvimento da copa. Uma árvore dominante, com copa vigorosa, irá produzir faixas relativamente largas de lenho inicial. Por outro lado, uma árvore dominante deverá produzir faixas largas também de lenho tardio se, além de copa vigorosa, apresentar uma porção do tronco isenta de galhos relativamente longa. As árvores dominadas, com o tempo, vão sendo sombreadas e podem ser cobertas pelas copas de suas vizinhas; nelas, o

aumento progressivo da competição provoca uma redução no tamanho da copa e na eficiência dos ramos remanescentes. Dessas alterações, resultam declínios na produção de madeira, assim como mudanças na distribuição do crescimento ao longo do fuste e nos teores de lenho tardio dentro dos anéis. BURDON & HARRIS (1973) constataram que a densidade da madeira de *Pinus radiata* está associada à rapidez de crescimento, através de regressões parciais positiva com a altura e negativa com o diâmetro. Essa mesma relação foi constatada, posteriormente, para *Pinus elliottii* var. *elliottii* por Pereira (1982). Assim, as árvores mais altas e mais finas de um talhão tendem a produzir madeira mais densa.

O tamanho e a distribuição das copas podem ser alterados pelas práticas silviculturais (LARSON, 1963). Desbastar um talhão é, em último caso, produzir novas dominantes. O aumento das copas dessas dominantes é geralmente acompanhado pelo aumento da porcentagem de lenho inicial e pelo decréscimo da qualidade, especialmente em árvores jovens. Em talhões mais velhos, tanto o lenho inicial como o lenho tardio podem aumentar simultânea e uniformemente, produzindo madeira com anéis largos, sem alteração na qualidade.

Dentre as práticas silviculturais, o espaçamento e o desbaste exercem efeitos mais importantes na qualidade da madeira. O espaço disponível para as árvores crescerem pode ter profundos efeitos nas propriedades da madeira através da influência no desenvolvimento da copa e do fuste. Assim, espaçamentos iniciais reduzidos tendem a reduzir a quantidade de madeira juvenil, o desenvolvimento dos ramos e a conicidade do tronco. Em um talhão em desenvolvimento, as copas das árvores elevam-se com a idade; a competição, assim como a rapidez e a altura com que a copa viva se afasta da base é fator determinante no tipo de madeira formada no fuste. O silvicultor pode controlar o estoque inicial através do plantio e, posteriormente, através dos desbastes. O objetivo do desbaste é proporcionar um espaçamento mais amplo para o crescimento das raízes e das copas (LARSON, 1969). Em termos fisiológicos, um desbaste eficaz é aquele que aumenta a eficiência dos processos que controlam o crescimento. O desbaste disponibiliza quantidades superiores de água, nutrientes e luz para a fotossíntese, concentrando a produção de madeira em um número menor de árvores remanescente e selecionadas (MATTHEWS, 1963). Após o mesmo, a elevação da copa viva diminui, os ramos crescem, a copa se alarga e sua eficiência aumenta como um todo. Esses efeitos na copa

resultam em maior produção de madeira; todavia, em consequência de uma promoção do crescimento relativamente superior nas regiões inferiores do tronco, a conicidade pode aumentar. Alterações na qualidade da madeira também podem ocorrer, como o aumento da proporção de madeira juvenil dentro da copa, uma transição mais gradual do lenho tardio ao longo do fuste e um decréscimo do teor de lenho tardio na base da árvore. A intensidade do desbaste determina o grau da resposta. Considerando que as árvores em talhões de pinus desbastados não recuperam seus ramos inferiores perdidos, jamais irão retomar a forma de crescimento livre. Conseqüentemente, uma árvore com a copa viva bem elevada, ou uma árvore madura, irá continuar produzindo madeira de alta qualidade a despeito do aumento relativo na proporção de lenho inicial após o desbaste. A resposta ao desbaste depende do fator limitante que está sendo disponibilizado pela operação. Depende também da idade do talhão; desbastes precoces em talhões jovens deverão proporcionar padrões de qualidade de madeira muito diferentes do que os desbastes tardios em talhões mais velhos. Assim, os efeitos de cada desbaste devem ser considerados individualmente e toda regra geral traz consigo um conjunto de exceções que devem ser interpretadas com prudência (LARSON, 1969).

O objetivo deste trabalho foi estudar a influência de diferentes intensidades de desbaste em algumas características da madeira de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii*, como subsídio para a melhora da qualidade de sua madeira. Essas informações revestem-se da maior relevância quando se considera o término da primeira rotação de grande parte dos plantios pioneiros com espécies do gênero e a necessidade de novos conhecimentos para a renovação dos mesmos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido a partir de um experimento estabelecido em um plantio de *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii* localizado em Capão Bonito, SP, sob o espaçamento de 2,0 m por 2,0 m (2500 árvores/ha). O experimento foi implantado quando o povoamento tinha a idade de 9 anos, com duas repetições e parcelas de 20 m por 40 m. Foram aplicados os seguintes tratamentos:

T-o - -testemunha, sem desbaste;

T----<sub>1</sub> - área basal mantida a 75% da área basal da testemunha através de desbastes anuais;

T<sub>2</sub> - área basal mantida a 50% da área basal da testemunha através de desbastes anuais;

T<sub>3</sub> - área basal mantida a 25% da área basal da testemunha através de desbastes anuais.

Uma descrição completa sobre esses tratamentos é apresentada por Fishwick (1974), autor que concebeu e implantou o experimento em sua fase de campo. Características básicas das parcelas na época da coleta de amostras de madeira, quando o povoamento tinha 15 anos de idade, encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características das parcelas de *Pinus elliottii*, na época de coleta das amostras de madeira.

| Características                       | Repetição 1    |                |                |                | Repetição 2    |                |                |                |
|---------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                                       | T <sub>0</sub> | T <sub>1</sub> | T <sub>2</sub> | T <sub>3</sub> | T <sub>0</sub> | T <sub>1</sub> | T <sub>2</sub> | T <sub>3</sub> |
| Área basal (m <sup>2</sup> /ha)       | 55,0           | 41,7           | 28,0           | 13,7           | 57,5           | 43,5           | 29,0           | 14,5           |
| DAP médio (cm)                        | 18,9           | 21,8           | 25,2           | 29,5           | 18,7           | 22,7           | 25,3           | 29,5           |
| DAP das árvores dominantes (cm)       | 26,7           | 26,8           | 29,9           | 31,3           | 28,1           | 28,0           | 28,8           | 30,9           |
| Altura dominante (m)                  | 18,0           | 18,3           | 19,1           | 18,6           | 18,1           | 18,9           | 18,5           | 19,3           |
| Número de árvores remanescentes       | 157            | 89             | 45             | 16             | 167            | 86             | 46             | 17             |
| Número de árvores equivalentes por ha | 1962           | 1112           | 562            | 200            | 2087           | 1075           | 575            | 212            |

Considerando-se que os desbastes foram seletivos, admitiu-se que, entre as árvores do tratamento  $T_3$ , encontravam-se aquelas pertencentes ao estrato superior do povoamento. Dessa forma, numa primeira seleção, foram identificados os 15 indivíduos superiores de cada parcela, para que fossem comparados somente aqueles pertencentes a um mesmo estrato social. Estes, num total de 120, foram escolhidos aleatoriamente e derrubados.

Após a derrubada, na posição correspondente ao DAP, foi coletado um disco de cada árvore para as análises químicas, para as determinações de densidade básica, das porcentagens de lenho inicial e tardio e para as medições dos traqueóides.

As porcentagens de lenhos iniciais e tardios foram determinadas conforme Barrichelo (1979). A densidade básica, pelo método da balança hidrostática, norma ABCP M 14/70. Os teores de lignina foram determinados pela norma ABCP M 10/71, os de celulose, pela norma ABCP M9/71 e os de pentosanas, pela norma ABCP C8/70 (ASSOCIAÇÃO..., 1968).

A caracterização morfológica dos traqueóides foi feita nos anéis 9, 10, 11, 12, 13 e 14, no sentido da medula para a casca, formados após o desbaste. Após a separação dos anéis de crescimento, as fibras foram individualizadas pelo processo nítrico-acético, conforme procedimentos descritos por Barrichelo & Foelkel (1983), e medidas em microscópio óptico com ocular graduada. Em cada anel, de cada árvore, foram medidos os comprimentos, as larguras e os diâmetros dos lumens de 10 fibras. Foram, assim, medidas 300 fibras por anel, por tratamento.

Para as análises físico-mecânicas da madeira, utilizaram-se cinco árvores por tratamento e por repetição, num total de 40, das quais foram obtidas duas toras de 1,0 m de comprimento, a primeira extraída abaixo da posição correspondente ao DAP e a segunda, na metade da altura comercial, correspondente ao diâmetro de 20,0 cm com casca. Os corpos de prova para as análises físico-mecânicas da madeira foram obtidos em conformidade com COPANT (1972a). Em cada tora foi feita uma estratificação para separar as madeiras formadas antes e após o desbaste; apenas aquelas formadas após o desbaste foram analisadas. A retratibilidade foi determinada segundo COPANT (1972b) e os ensaios de flexão estática, de acordo com COPANT (1973), com duas repetições por tora e por posição. O ângulo de inclinação das fibras foi

determinado nas toras da base, após o descascamento. Nessa determinação, considerou-se o ângulo médio de orientação em relação ao eixo da árvore. A medição foi feita utilizando instrumento de medição com precisão em graus.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **Largura dos anéis de crescimento**

À exceção do 9º anel, foram observadas tendências de acréscimo das larguras de todos os demais em função do aumento da intensidade de desbaste. Tendências semelhantes foram observadas quanto à uniformidade dos anéis - expressa por coeficientes de variação tanto menores quanto mais uniformes - tanto no sentido da medula para a casca, como em anéis formados no mesmo ano (Tabela 2). Essas tendências podem ser visualizadas também na Figura 1; quando se analisam as equações de regressão linear, relacionando as larguras médias dos anéis de crescimento ( $y$ ) em função da idade ( $x$ ), entre o 9º e o 14º anéis, observa-se um decréscimo dos coeficientes angulares na medida que aumenta a intensidade de desbaste. Coeficientes angulares de menor grandeza indicam retas de menor inclinação e, portanto, anéis mais homogêneos dentro desse intervalo.



**Tabela 2.** Largura média dos anéis de crescimento (mm) e respectivos coeficientes de variação (entre parênteses, em %), em função da intensidade de desbaste.

| Tratamentos    | Anel de crescimento |          |          |          | Coeficiente <sup>1</sup> de variação |          |
|----------------|---------------------|----------|----------|----------|--------------------------------------|----------|
|                | 9°                  | 10°      | 11°      | 12°      | 13°                                  | 14°      |
| T0             | 5,8 (59)            | 3,9 (68) | 4,0 (50) | 4,3 (40) | 3,3 (57)                             | 2,7 (71) |
| T1             | 5,4 (33)            | 4,3 (31) | 4,5 (36) | 4,8 (38) | 3,4 (46)                             | 2,6 (44) |
| T2             | 5,8 (33)            | 5,3 (39) | 5,4 (24) | 5,3 (33) | 4,2 (52)                             | 4,0 (40) |
| T3             | 6,0 (37)            | 7,3 (22) | 7,6 (21) | 7,6 (28) | 5,9 (34)                             | 6,4 (31) |
| F              | 0,3979 ns           | 46,61 ** | 73,27 ** | 42,72 ** | 28,88 **                             | 69,10 ** |
| b <sub>0</sub> | -                   | 0,3499   | 0,3574   | 0,3943   | 0,2889                               | 0,2041   |
| b <sub>1</sub> | -                   | 0,0045   | 0,0048   | 0,0042   | 0,0035                               | 0,0050   |
| R <sup>2</sup> | 0,35                | 29,02    | 39,12    | 27,26    | 20,21                                | 37,74    |

<sup>1</sup>- coeficientes de variação entre as larguras médias do 9° ao 14° anel de crescimento;  
ns - não significativo;  
\*\* - significativo ao nível de 1%;  
R<sup>2</sup> - coeficiente de determinação.

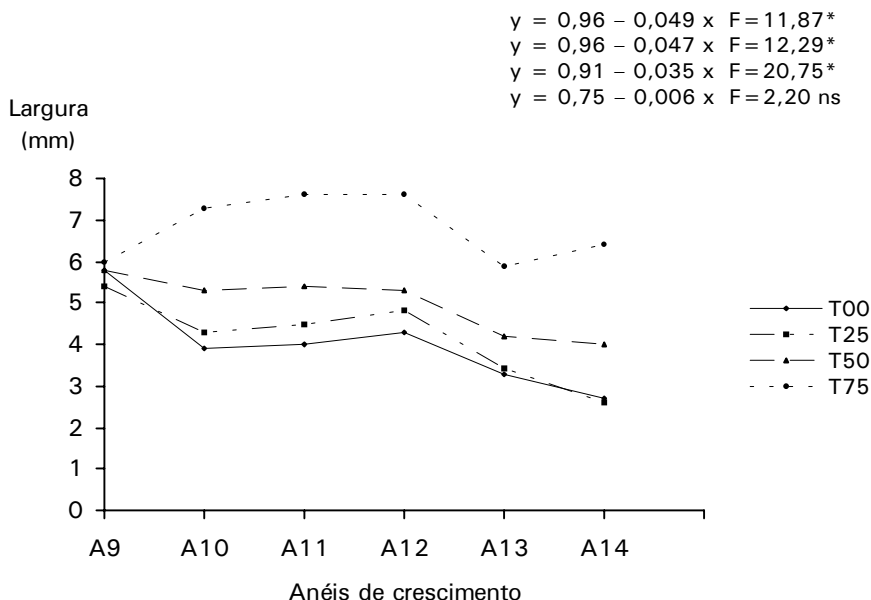


Figura 1. Largura dos anéis de crescimento em função da intensidade de desbaste.

## Dimensões dos traqueóides

A influência da intensidade de desbaste nas dimensões dos traqueóides manifestou-se apenas 4 a 5 anos após a aplicação do tratamento. Para a variável comprimento, constataram-se tendências de redução com o aumento da intensidade, também relatadas por Cown (1973) e Muner (1983). Essas tendências foram significativas do décimo segundo ao décimo quarto anéis (Tabela 3). Na verdade, como ressalta Cown (1973) para *Pinus radiata*, não há uma redução no comprimento dos traqueóides; estes, como se observa na Tabela 3, continuam aumentando, anel por anel, desde a medula até a casca. O efeito do desbaste, ao DAP, foi diminuir a taxa de acréscimo do comprimento dos traqueóides em relação à testemunha e esse efeito foi diretamente proporcional à intensidade de desbaste. Também Muner (1983), trabalhando com *Pinus taeda*, observou que não houve uma redução no comprimento dos traqueóides, mas uma estabilização dessa dimensão, no sentido medula-casca, para indivíduos crescendo com baixos níveis de competição.

**Tabela 3.** Comprimento médio dos traqueóides, por anel de crescimento, em função da intensidade de desbaste, em mm.

| Tratamentos    | Anel de crescimento |         |         |        |         |        |
|----------------|---------------------|---------|---------|--------|---------|--------|
|                | 9°                  | 10°     | 11°     | 12°    | 13°     | 14°    |
| T0             | 2,28                | 2,35    | 2,36    | 2,49   | 2,53    | 2,64   |
| T1             | 2,26                | 2,32    | 2,36    | 2,51   | 2,46    | 2,58   |
| T2             | 2,19                | 2,32    | 2,29    | 2,34   | 2,37    | 2,49   |
| T3             | 2,21                | 2,22    | 2,33    | 2,37   | 2,40    | 2,47   |
| F              | 1,52 ns             | 1,95 ns | 0,54 ns | 6,95** | 3,82*   | 6,40*  |
| b <sub>0</sub> | -                   | -       | -       | 2,51   | 2,51    | 2,64   |
| b <sub>1</sub> | -                   | -       | -       | -0,002 | - 0,002 | -0,002 |
| R <sup>2</sup> | 0,0127              | 0,0163  | 0,0046  | 0,0556 | 0,0314  | 0,0515 |

ns - não significativo;

\* e \*\* - significativo a 5% e 1%, respectivamente;

R<sup>2</sup> - coeficiente de determinação.

Nos dois últimos anéis de crescimento, observaram-se tendências significativas de aumento dos diâmetros externos (Tabela 4) e internos (lúmen) (Tabela 5) dos traqueóides com o aumento da intensidade de desbaste. A espessura das paredes, contudo, não foi afetada (Tabela 6). Resultados semelhantes foram relatados para *Pinus taeda* (MUNER, 1983), para todas as dimensões aqui estudadas.

**Tabela 4.** Diâmetros médios dos traqueóides, por anel de crescimento, em função da intensidade de desbaste, em  $\mu\text{m}$ .

| Tratamentos    | Anel de crescimento |         |         |         |         |          |
|----------------|---------------------|---------|---------|---------|---------|----------|
|                | 9°                  | 10°     | 11°     | 12°     | 13°     | 14°      |
| T0             | 46,7                | 46,9    | 45,7    | 47,6    | 45,3    | 44,9     |
| T1             | 44,1                | 45,5    | 45,6    | 47,1    | 45,9    | 46,4     |
| T2             | 46,0                | 46,7    | 46,5    | 46,9    | 46,4    | 46,8     |
| T3             | 46,5                | 46,4    | 46,8    | 49,0    | 47,9    | 48,4     |
| F              | 0,11 ns             | 0,02 ns | 1,33 ns | 1,24 ns | 7,48 ** | 10,73 ** |
| b <sub>0</sub> | -                   | -       | -       | -       | 45,11   | 44,98    |
| b <sub>1</sub> | -                   | -       | -       | -       | 0,034   | 0,044    |
| R <sup>2</sup> | 0,0009              | 0,0002  | 0,0112  | 0,0104  | 0,0596  | 0,0833   |

ns - não significativo;

\*\* - significativo ao nível de 1%;

R<sup>2</sup> - coeficiente de determinação.

**Tabela 5.** Diâmetro do lúmen dos traqueóides, por anel de crescimento, em função da intensidade de desbaste, em  $\mu\text{m}$ .

| Tratamentos    | Anel de crescimento |         |         |         |         |        |
|----------------|---------------------|---------|---------|---------|---------|--------|
|                | 9°                  | 10°     | 11°     | 12°     | 13°     | 14°    |
| T0             | 27,2                | 27,3    | 27,2    | 25,8    | 23,9    | 23,3   |
| T1             | 25,5                | 26,5    | 25,9    | 27,4    | 25,8    | 26,9   |
| T2             | 27,3                | 27,2    | 25,9    | 25,7    | 25,9    | 24,7   |
| T3             | 26,9                | 24,9    | 26,8    | 26,5    | 28,2    | 27,7   |
| F              | 0,04 ns             | 1,51 ns | 0,05 ns | 0,01 ns | 6,93 ** | 4,90 * |
| b <sub>0</sub> | -                   | -       | -       | -       | 24,03   | 23,96  |
| b <sub>1</sub> | -                   | -       | -       | -       | 0,051   | 0,044  |
| R <sup>2</sup> | 0,0004              | 0,0126  | 0,0004  | 0,0001  | 0,0555  | 0,0399 |

ns - não significativo;

\* e \*\* - significativo a 5% e 1%, respectivamente;

R<sup>2</sup> - coeficiente de determinação.

**Tabela 6.** Espessura média das paredes dos traqueóides, por anel de crescimento, em função da intensidade de desbaste, em  $\mu\text{m}$ .

| Tratamentos    | Anel de crescimento |         |         |         |         |         |
|----------------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                | 9°                  | 10°     | 11°     | 12°     | 13°     | 14°     |
| T0             | 9,8                 | 9,8     | 9,3     | 10,9    | 10,7    | 10,8    |
| T1             | 9,3                 | 9,5     | 9,9     | 9,9     | 10,0    | 9,8     |
| T2             | 9,4                 | 9,7     | 10,3    | 10,6    | 10,3    | 11,1    |
| T3             | 9,8                 | 10,7    | 10,0    | 11,3    | 9,9     | 10,4    |
| F              | 0,01 ns             | 2,04 ns | 0,99 ns | 0,60 ns | 0,96 ns | 0,01 ns |
| R <sup>2</sup> | 0,0001              | 0,0170  | 0,0083  | 0,0051  | 0,0081  | 0,0001  |

ns - não significativo.

### Ângulo de inclinação da grã

O ângulo de inclinação da grã mostrou-se diretamente relacionado com a intensidade de desbaste (Tabela 7). Esse foi um dos efeitos indesejáveis constatados, uma vez que essa característica está associada a defeitos de secagem e de usinagem, além de diminuir a resistência da madeira (SLOPING..., 1952; GROSSER, 1980). Segundo Bannan (1966) e Hejnowicz (1961, 1967), citados por BRAZIER (1977), altas taxas de divisão celular contribuem para a espiralidade. Não obstante, segundo o autor, há muita controvérsia com relação ao efeito da taxa de crescimento na inclinação da grã e esses resultados conflitantes podem ser atribuídos aos diferentes métodos de medição utilizados, a falhas no reconhecimento dos padrões de mudança da grã e mesmo a diferenças nas causas do espiralamento em diferentes grupos de madeiras, entre outros.

### Densidade básica e teor de lenho tardio

Ambas as variáveis, nas amostras coletadas à altura do peito, apresentaram tendências de acréscimo com o aumento da intensidade de desbaste (Tabela 7). Tais observações são contrárias àquelas comumente relatadas por outros autores (COWN, 1973; COWN, 1974a; FIELDING, 1967), que atribuem ao desbaste uma redução na densidade da madeira. Fielding (1967) considera os

resultados dos estudos de desbaste um tanto confusos, provavelmente como decorrência do desenvolvimento de madeira de reação, após o mesmo.

Os resultados encontrados neste trabalho podem ser explicados pela variação radial da densidade da madeira em função da idade, com tendência de acréscimo no sentido da medula para a casca (FOELKEL et al., 1975; PEREIRA, 1982). Nessas condições, embora a competição entre indivíduos possa provocar um acréscimo na densidade dos anéis de crescimento, também determina uma progressiva redução da largura dos mesmos. Têm-se, então, dois fatores agindo sobre a densidade da madeira: a competição e a idade, ambos contribuindo diretamente para o aumento dessa variável. O desbaste favorece a formação de anéis mais largos e mais densos que os anteriores, em função da idade, todavia menos densos que os anéis correspondentes das testemunhas não desbastadas, em função da competição. O efeito final, ao nível do disco, é consequência da interação entre esses fatores. Essas observações estão em conformidade com Cown (1973), segundo o qual a proporção de madeira juvenil para madeira adulta é, de longe, o fator mais importante no controle da densidade da madeira de *Pinus radiata*. Também para Harris et al. (1976), as diferenças mais importantes nas propriedades da madeira devem-se às proporções relativas de madeira juvenil e adulta formadas sob regimes diferentes.

Muner (1983) observou, em *Pinus taeda*, reduções nas amplitudes de variação da densidade básica, tanto no sentido longitudinal como radial, em função dos desbastes. Suas observações sugerem que essa prática pode gerar madeira mais homogênea quanto à densidade, assim como com relação a outras propriedades que a ela se associam.

## Composição química

Ainda que não significativas, a Tabela 7 mostra tendências de decréscimo dos teores de lignina e de celulose em função do aumento da intensidade de desbaste. Tendência semelhante foi constatada por Muner (1983) para o teor de holocelulose de *Pinus taeda*, embora o autor não tenha detectado diferenças para lignina e pentosanas.

**Tabela 7.** Ângulo de inclinação das fibras, densidade básica, porcentagem de lenho tardio e composição química da madeira em função da intensidade de desbaste.

| Intensidade de desbaste | Inclinação de fibras | Dbásica (g/cm <sup>3</sup> ) | Ltardio (%) | Composição química (%) |            |          |
|-------------------------|----------------------|------------------------------|-------------|------------------------|------------|----------|
|                         |                      |                              |             | Lignina                | Pentosanas | Celulose |
| T <sub>0</sub>          | 5,7                  | 0,508                        | 47,97       | 34,70                  | 7,27       | 55,13    |
| T <sub>1</sub>          | 5,9                  | 0,490                        | 47,44       | 28,15                  | 7,23       | 54,91    |
| T <sub>2</sub>          | 7,1                  | 0,511                        | 49,88       | 29,09                  | 7,97       | 53,36    |
| T <sub>3</sub>          | 8,0                  | 0,533                        | 53,14       | 27,09                  | 6,95       | 53,53    |
| F                       | 5,60 *               | 8,11 **                      | 8,83 **     | 2,70 ns                | 2,27 ns    | 3,03 ns  |
| b <sub>0</sub>          | 5,4544               | 0,4964                       | 46,9191     | -                      | -          | -        |
| b <sub>1</sub>          | 0,0320               | 0,0004                       | 0,0717      | -                      | -          | -        |
| R <sup>2</sup>          | 0,0546               | 0,0643                       | 0,0696      | 0,1307                 | 0,2112     | 0,1442   |

Dbásica - densidade básica;

Ltardio - porcentagem de lenho tardio;

ns - não significativo;

\* e \*\* - significativo a 5% e 1%, respectivamente;

R<sup>2</sup> - coeficiente de determinação.

## Flexão estática

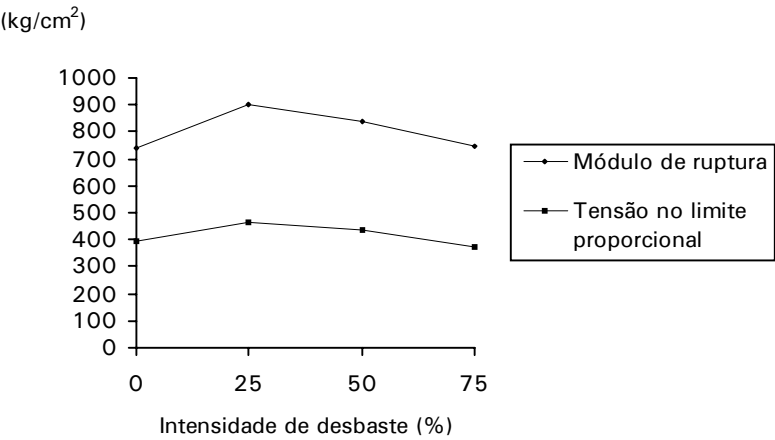
Os efeitos da intensidade de desbaste na resistência à flexão estática foram observados apenas na posição basal, tendo o modelo quadrático sido significativo para tensão no limite proporcional e para o módulo de ruptura (Tabela 8). Ambos os modelos sugerem a produção de madeiras mais resistentes quando os desbastes são moderados. Na posição mediana da árvore, tais efeitos não foram significativos, reforçando as conclusões de Cown (1973), segundo o qual as respostas ao desbaste e à desrama são muito menos evidentes na base da copa viva do que ao DAP.

**Tabela 8.** Resistência à flexão estática em função da intensidade de desgaste, em kg/cm<sup>2</sup>.

| Intensidade de desgaste | Módulo de ruptura |             | Tensão no limite proporcional |             | Módulo de elasticidade |             |
|-------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------|-------------|------------------------|-------------|
|                         | Base              | Meia altura | Base                          | Meia altura | Base                   | Meia altura |
| T00                     | 740.31            | 771.88      | 391.05                        | 384.70      | 97770.17               | 97488.28    |
| T25                     | 897.86            | 728.73      | 467.50                        | 380.08      | 114721.81              | 92586.63    |
| T50                     | 836.36            | 874.29      | 437.81                        | 452.60      | 104991.49              | 100884.76   |
| T75                     | 743.15            | 717.14      | 376.01                        | 338.13      | 103549.84              | 94321.90    |
| F                       | 3,14 *            | 0,01 ns     | 3,51 *                        | 0,22 ns     | 0,05 ns                | 0,01 ns     |
| b <sub>0</sub>          | 749,68            | -           | 394,75                        | -           | -                      | -           |
| b <sub>1</sub>          | 7,31              | -           | 3,85                          | -           | -                      | -           |
| b <sub>2</sub>          | - 0,10            | -           | -0,06                         | -           | -                      | -           |
| R <sup>2</sup>          | 0,1454            | 0,0001      | 0,1595                        | 0,0058      | 0,0014                 | 0,0001      |

ns - não significativo;  
\* - significativo ao nível de 5%;  
R<sup>2</sup> - coeficiente de determinação.

Embora a análise das equações quadráticas obtidas para módulo de ruptura e tensão no limite proporcional revelem maximantes ao redor de 73 e 64% de desgaste, respectivamente, a Figura 2 mostra valores máximos para madeiras produzidas ao redor de 25%, decrescendo, a partir de então, com o aumento da intensidade de desgaste.



**Figura 2.** Variação no módulo de ruptura e na tensão no limite proporcional em flexão estática, em função da intensidade de desgaste.



## Retratibilidade

Na posição mediana da árvore, os coeficientes de contração radial, tangencial e volumétrico apresentaram tendências de redução com o aumento da intensidade de desbaste. Na posição basal, o efeito não foi significativo. O coeficiente de anisotropia não foi influenciado pela intensidade de desbaste (Tabela 9).

**Tabela 9.** Contração radial, tangencial e volumétrica (%) e anisotropia de contração (adimensional) em função da intensidade de desbaste.

| Intensidade de desbaste | Radial  |             | Tangencial |             | Volumétrica |             | Anisotropia |             |
|-------------------------|---------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                         | Base    | Meia altura | Base       | Meia altura | Base        | Meia altura | Base        | Meia altura |
| T00                     | 4.59    | 4.50        | 6.41       | 6.30        | 10.86       | 10.67       | 1.44        | 1.41        |
| T25                     | 4.40    | 4.05        | 6.54       | 6.35        | 11.27       | 10.24       | 1.53        | 1.60        |
| T50                     | 4.30    | 4.03        | 6.06       | 6.04        | 10.55       | 10.11       | 1.39        | 1.56        |
| T75                     | 4.99    | 3.93        | 6.48       | 5.90        | 11.21       | 9.74        | 1.32        | 1.54        |
| F                       | 0,86 ns | 7,50 **     | 0,04 ns    | 4,08 *      | 0,02 ns     | 6,48 *      | 2,99 ns     | 2,05 ns     |
| b <sub>0</sub>          | -       | 4,39        | -          | 6,38        | -           | 10,63       | -           | -           |
| b <sub>1</sub>          | -       | - 0,007     | -          | - 0,006     | -           | - 0,012     | -           | -           |
| R <sup>2</sup>          | 0,0138  | 0,0598      | 0,0007     | 0,0335      | 0,0004      | 0,0520      | 0,0461      | 0,0171      |

ns - não significativo;

\* e \*\* - significativo a 5% e 1%, respectivamente.

R<sup>2</sup> - coeficiente de determinação.

Os resultados deste estudo demonstram que o desbaste teve pouca influência na qualidade da madeira das árvores remanescentes. Uma das principais razões é que o desbaste foi seletivo, removendo-se as árvores dominadas, mais afetadas pela competição. As dominantes, pela condição privilegiada com que competem, são pouco afetadas, mesmo em crescimento. Os dados apresentados revelam que, enquanto o DAP médio das árvores das parcelas desbastadas mais intensamente (29,5cm) foi superior em 57% com relação às testemunhas (18,8cm), essa diferença foi da ordem de apenas 13% para o DAP das árvores dominantes dos mesmos tratamentos (27,4 e 31,1cm, respectivamente). Pode-se esperar que tal diferença seja menos expressiva e de pouco significado tecnológico, ao longo do fuste, quando se considera que os efeitos do desbaste são mais acentuados no DAP do que nas proximidades da copa viva (LARSON, 1963).

Entre as características da madeira que foram melhoradas pelo desbaste, citam-se a proporção de lenho tardio, a densidade básica, a retratibilidade e a resistência mecânica, esta última apenas com o desbaste moderado (25% da área basal). Citam-se, ainda, a largura mais uniforme dos anéis de crescimento e, de acordo com os dados apresentados por Muner (1983), para *Pinus taeda*, maior uniformidade na distribuição da densidade ao longo do fuste. Como principal efeito negativo, observou-se uma tendência de acréscimo do ângulo de inclinação da grã com o aumento da intensidade de desbaste. Desbastes mais intensos produziram, ainda, traqueóides mais curtos e com diâmetros externo e interno superiores. Segundo BRAZIER (1977), pode-se, em geral, esperar que as vantagens proporcionadas pelo desbaste na remoção de árvores com forma indesejável sejam muito superiores a quaisquer efeitos adversos provocados nas árvores remanescentes.

## 4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo indicam que:

- Na posição correspondente à altura do peito, a largura dos anéis de crescimento, o ângulo de inclinação da grã, a densidade básica e o teor de lenho tardio, mostraram-se diretamente relacionados com a intensidade de desbaste.
- Quanto às dimensões dos traqueóides, os efeitos só foram significativos quatro a cinco anos após o desbaste. Com o aumento da intensidade de desbaste observaram-se tendências de redução do comprimento dos traqueóides e de aumento de seus diâmetros externo e interno (lúmen). A espessura da parede não foi influenciada.
- O desbaste moderado, com remoção de 25% da área basal, foi benéfico para a resistência da madeira, decrescendo a partir de então com o aumento da intensidade.
- Para a retratibilidade, nos sentidos radial e tangencial, assim como a volumétrica, constataram-se tendências de redução com o aumento da intensidade de desbaste apenas na porção mediana da árvore; o coeficiente de anisotropia não foi influenciado.

Considerando-se os resultados obtidos, pode-se concluir que, em geral, o aumento da intensidade de desbaste tem pouco efeito nas propriedades da madeira de *Pinus elliottii* var. *elliottii*, podendo inclusive, na média, melhorá-las. Dessa forma, a decisão quanto à intensidade de desbaste depende, basicamente, da análise de outros parâmetros como, por exemplo, a busca de maior produtividade volumétrica, as dimensões e forma das toras e fatores de ordem econômica, em especial a taxa de retorno do investimento considerado.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **Normas de ensaio**. São Paulo, 1968. Não paginado.

BARRICHELO, L. E. G. **Estudo das características físicas, anatômicas e químicas da madeira de *Pinus caribaea* Mor. var. *hondurensis* Barr. e Golf. para a produção de celulose kraft**. 1979. 167 f. Tese (Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BARRICHELO, L. E. G.; FOELKEL, C. E. B. Processo nítrico-acético para maceração de madeira. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., 1982, Belo Horizonte. **Anais...** São Paulo:Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1983. p. 732-733.

BRAZIER, J. D. The effect of forest practices on quality of the harvest crop. **Forestry**, v. 50, n. 1, p. 49-66, 1977.

BRITO, J. O.; FERRAZ, E. S. B.; BARRICHELO, L. E. G.; COUTO, H. T. Z. do. Adubação mineral e seus efeitos sobre os anéis de crescimento da madeira de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*. **IPEF**, Piracicaba, n. 32, p. 5-17, 1986.

BURDON, R. D.; HARRIS, J. M. Wood density in radiata pine clones on four different sites. **New Zealand Journal of Forest Science**, Rotorua, v. 3, n. 3, p. 286-303, 1973.

CLARK III, A.; McALISTER, R. H.; SAUCIER, J. R.; REITTER, K. Effect of rotation age on lumber grade, yield, and strength of unthinned loblolly pine. **Forest Products Journal**, v. 46, n. 1, p. 63-68, 1996.

COPANT. **Norma panamericana COPANT 458**: maderas: selección y colección de muestras. [S.l.], 1972a. 11p.

COPANT. **Norma panamericana COPANT 462**: maderas: método de determinación de la contracción. [S.l.], 1972b. 5 p.

COPANT. **Norma panamericana COPANT 555**: maderas: método de ensayo de flexión estática. [S.l.], 1973. 10 p.

COWN, D. J. Effects of severe thinning and pruning treatments on the intrinsic wood properties of young radiata pine. **New Zealand Journal of Forest Science**, Rotorua, v. 3, n. 3, p. 379-389, 1973.

COWN, D. J. Comparison of the effects of two thinning regimes on some wood properties of radiata pine. **New Zealand Journal of Forest Science**, Rotorua, v. 4, n. 3, p. 540- 551, 1974a.

COWN, D. J. Wood density of radiata pine: its variation and manipulation. **New Zealand Journal of Forestry**, v. 19, n. 1, p. 84-92, 1974b.

FIELDING, J. M. The influence of silvicultural practices on wood properties. In: ROMBERGER, J. A.; MIKOLA, P. **International review of forestry research**. New York: Academic Press, 1967. v. 2, p. 95-125.

FISHWICK, R. W. Pesquisa de intensidade de desbaste. **Floresta**, v. 5, n. 1, p. 35-45, 1974.

FOELKEL, C. E. B.; FERREIRA, M.; NEHRING, J. H.; ROLIM, M. B. Variabilidade no sentido radial da madeira de *Pinus elliottii*. **IPEF**, Piracicaba, n. 10, p. 1-11, 1975.

GROSSER, D. **Defeitos da madeira**. Curitiba: FUFEP, 1980. 62 p. (FUFEP. Série técnica, n. 2).

HARRIS, J. M.; JAMES, R. N.; COLLINS, M. J. Case for improving wood density in radiata pine. **New Zealand Journal of Forestry Science**, v. 5, n. 3, p. 347-54, 1976.

KLEM, G. S. Quality of wood from fertilized forests. **TAPPI**, Atlanta, v. 51, n. 11, p. 99A-103A, 1968.

LARSON, P. R. Evaluating the environment for studies of the inheritance of wood properties. In: WORLD CONSULTATION ON FOREST AND TREE IMPROVEMENT, 1., 1963, Stockholm. **Proceedings**. Rome: FAO, 1963. p. 1-6.

LARSON, P. R. **Wood formation and the concept of wood quality**. New Haven: Yale University, School of Forestry, 1969. 53 p. (Bulletin, 74).

MATTHEWS, J. D. Some applications of genetics and physiology in thinning. **Forestry**, v. 36, n. 2, p. 172-180, 1963.

MONTAGNA, R. G.; FERNANDES, P. S.; ROCHA, F. T.; BORGES FLORSHEIM, S. M.; COUTO, H. T. Z. Influência da desrama artificial sobre o crescimento e a densidade básica da madeira de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii*. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 157-169, 1990.

MUNER, T. S. **Influência de diferentes intensidades de desbaste na qualidade da madeira de *Pinus taeda* L. para produção de celulose Kraft**. 1983. 152 f. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PEREIRA, J. C. D. **A influência do ritmo de crescimento na qualidade da madeira de *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii***. 1982. 98 f. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SIJDE, H. A. van der. Wood density and growth rate of *Pinus elliotti* and *Pinus taeda* clones planted on two sites in the Eastern Transvaal. **South African Forest Journal**, Johannesburg, n. 98, p. 48-51, 1976.

SLOPING grain in timber. Melbourne: CSIRO, Division of Forest Products, 1952. 17 p. (CSIRO.Trade circular, n. 48).

Bol. Pesq. Fl., Colombo, n. 49, p. 61-81, jul./dez. 2004