

---

EFEITO DO RÁPIDO CRESCIMENTO SOBRE AS  
PROPRIEDADES DA MADEIRA

---

JOÃO VICENTE DE F. LATORRACA  
Mestre, Prof. Assist., DPF - IF - UFRRJ  
CARLOS EDUARDO C. DE ALBUQUERQUE  
Mestre, Prof. Assist., DPF - IF - UFRRJ

R E S U M O

O objetivo desta pesquisa foi infocar os fatores que afetam a qualidade da madeira. Tais fatores podem ser inerentes a própria madeira e também decorrente do ambiente em que as árvores se desenvolveram. A relação existente entre a característica silvicultural aplicada ao rápido crescimento e suas implicações nas propriedades tecnológicas do xilema secundário são avaliadas nesta revisão. O efeito produzido na madeira, tanto em espécies de coníferas como de folhosas, são também abordados, apontando possíveis práticas que visam minimizar tais efeitos.

**Palavras-chaves:** Propriedades da madeira, rápido crescimento, madeira.

A B S T R A C T

EFFECT OF THE FAST GROWTH ON THE  
WOOD PROPERTIES

The objective of this work was introducing the factors which can affect the wood quality. These factors can be inherent of the wood, as well as the environment. The existent relationship among the fast growth silviculture characteristic and its wood technological properties implications were evaluated in the review. The produced effect either in softwoods or hardwoods are also descurred, point out possible practices to minimize such effects.

**Key words:** Wood properties, rapid growth, wood.

C O N S I D E R A Ç Õ E S  
G E R A I S

Vários estudos têm procurado identificar quais os fatores que afetam as propriedades da madeira. Estes estudos mostram que estes fatores podem ser inerentes a própria madeira e também ao ambiente em que a

árvore se desenvolve. KELLISON (1981), relata que a procedência da semente pode, até mesmo, influenciar as propriedades da madeira. Em algumas espécies de *Pinus* plantadas nas regiões tropicais, é comum encontrar um fenômeno conhecido como "Foxtail". As propriedades dessas árvores, são adversamente afetadas pelas acículas oclusas, na qual se

estende seu comprimento do ponto de origem nos internós de crescimento do tronco das árvores. A presença de acículas oclusas, reduz o peso específico da madeira, e pode efetivamente, excluí-la para o uso em produtos que utilizam a madeira maciça, além disso, pode afetar adversamente a produção de polpa e papel.

O ambiente e a sua manipulação pode afetar as características da madeira e, conseqüentemente, sua qualidade. As propriedades da madeira de árvores plantadas em um ambiente exótico, podem muitas vezes ser significativamente diferentes daquelas plantadas em ambientes nativos. Em alguns casos, uma pequena região do lenho juvenil pode ser formado, onde a diferença entre a densidade do lenho juvenil e adulto torna-se inexistente, podendo assim afetar essencialmente sua utilização em diversos produtos. O controle do solo, por exemplo, por adição de nutrientes químicos, também pode alterar as propriedades da madeira. A aplicação de nitrogênio (160 kg/ha), fósforo (80 kg/ha) e potássio (80 kg/ha) por três anos consecutivos em plantio de *Pinus taeda* no sul dos Estados Unidos, proporcionou um significativo decréscimo na densidade da madeira. Resultados distintos foram verificados com *Pinus sylvestris* de lento crescimento, onde a aplicação de fertilizantes não alterou a densidade da madeira e o conteúdo de lenho juvenil. Assim, nota-se que o efeito da manipulação silvicultural, sobre as propriedades da madeira, é menor quando comparada ao efeito do lenho juvenil, encontrados em grandes quantidades em árvores extraídas ainda jovens. Como recomendação, os tratamentos silviculturais devem ser retardados até o começo da formação do lenho adulto (KELLISON, 1981).

De acordo com ZOBEL & KELLISON (1978), citados por KELLISON (1981), a introdução de espécies exóticas têm produzido resultados drásticos. Certos problemas estão associados com o plantio de espécies com rápido crescimento. Esta afirmação se baseia no fato de que o rápido crescimento inicial, e alta

produção de volume em idades mais avançadas, não levam em consideração a suscetibilidade da madeira para um determinado produto final desejado. Um exemplo clássico de madeira de qualidade inferior tem sido verificado com a espécie *Pinus caribea* encontrada na África do Sul, mesmo em árvores com bom crescimento e forma adequada. O peso específico é menor tanto quanto a produção de polpa e a qualidade do papel produzido. Similar, mas menos drástica, é a redução do peso específico da espécie de *Pinus taeda* levadas dos Estados Unidos para o Brasil, África do Sul e Austrália.

A massa específica é considerada uma das propriedades físicas mais importantes, uma vez que a ela está associada a maioria das demais propriedades da madeira. De acordo com KEINERT JR. (1980), ela também controla a amplitude das mudanças dimensionais que ocorrem com a madeira, em função das mudanças no conteúdo de umidade abaixo do ponto de saturação das fibras. Sendo assim, a massa específica é uma importante propriedade na determinação da utilidade de uma determinada madeira.

Como já se pode observar, a densidade da madeira pode ser alterada em função das características da própria espécie, bem como das influências externas, assim como variações ambientais e intervenções silviculturais. As causas da alteração da massa específica pode ser indireta, ou seja, através da modificação de outras características da própria madeira, em detrimento das características da espécie ou, então, da influência em que o meio ambiente em que ela se desenvolve exerce.

Embora a massa específica constitua-se numa medida que reflete a somatória de inúmeras variáveis através dos anéis de crescimento, segundo KOCH (1972), citado por MUÑIZ (1993), vários estudos têm demonstrado sua relação direta com o lenho tardio. Segundo a autora, o efeito do lenho tardio na massa específica deve-se ao fato deste lenho conter maior quantidade de material lenhoso por unidade de volume do que o lenho inicial.

## Influência do lenho juvenil nas propriedades da madeira e sua relação com espécies de rápido crescimento

O lenho juvenil e adulto também influenciam na massa específica. Comparado com o lenho adulto, o lenho juvenil se difere por apresentar uma massa específica mais baixa, maior ângulo microfibrilar, traqueóides mais curtos, menor contração transversal, maior contração longitudinal, maior proporção de lenho de reação, menor porcentagem de lenho outonal, paredes celulares mais finas, maior conteúdo de lignina, menor conteúdo de celulose e menor resistência mecânica. Essas diferenças podem ser atribuídas, segundo LEWARK (1986), a constituição genética, a idade, a fisiologia da árvore, a taxa de crescimento, etc. Certas destas características são indesejáveis para um determinado fim de utilização da madeira, portanto, a quantidade de lenho juvenil, para estes casos, deve ser observada com cuidado. Muitos fatores, de acordo com SENFT (1986), incluindo tratamentos silviculturais, podem afetar positivamente ou, negativamente, na quantidade de lenho juvenil.

Devido ao rápido crescimento, as espécies do gênero *Pinus* plantadas no sul do Brasil, atingem dimensões de comercialização ainda muito jovens. A madeira proveniente de árvores jovens difere daquela de árvores mais velhas, devido a maior porcentagem de lenho juvenil (tabela 1). A ocorrência de um rápido crescimento como visto anteriormente, pode estar relacionada com a característica da espécie, ou então, pode ser induzido através de tratamentos silviculturais.

As propriedades da madeira variam conforme o raio de crescimento. A porção da madeira, correspondente aos primeiros anéis formados, apresenta menor massa específica, fibras mais curtas, entre outras características, ou seja, a diferença entre lenho juvenil e adulto. Em anéis sucessivos, a partir do centro da árvore verificam-se o aumento da massa específica, da espessura da parede celular, e assim por

diante. A taxa de mudança na maioria das propriedades é muito rápida nos primeiros anéis. Os anéis posteriores vão assumindo, gradualmente, as características da madeira adulta, como pode ser observado na figura 1.

A demarcação entre o lenho juvenil e adulto não é clara, devido a mudanças graduais nas células. De acordo com MUNIZ (1993), o lenho juvenil tem seu limite em alguma parte do 5º ao 20º anel, dependendo, principalmente, da espécie e, até certo ponto, da localidade.

A madeira adulta refere-se ao lenho que apresenta traqueóides estabilizados em crescimento. De acordo com ZOBEL (1971), citado por MUNIZ (1993), para *Pinus taeda*, essa estabilização foi encontrada a partir do intervalo do 11º ao 13º anel de crescimento, para árvores com 30 anos de idade. Para *Pinus elliottii*, com 17 anos de idade (MENDONÇA, 1982 apud MUNIZ, 1993), a estabilização foi encontrada a partir do 8º ao 11º anel de crescimento (figura 2). Entretanto, segundo PANSHIN & DE ZEEUW (1980), algumas espécies possuem a maturação cambial num período de 60 anos e, a *Sequoia sempervirens*, atinge o comprimento máximo de suas fibras num período entre 200 e 300 anos.

BENDTSEN & SENFT (1986), estimaram a proporção de lenho juvenil em *Pinus taeda* L. (*pinus*) e *Populus deltoide* BARTR (álamo) de 20 a 100 anos. Eles chegaram a conclusão que o último ano de lenho juvenil é 12º no *pinus* e 17º no álamo. A proporção do lenho juvenil era cerca de 60% aos 40 anos, decrescendo para 24% para o *pinus*. Dos 40 aos 100 anos, a proporção do lenho decresceu 5%.

SENF (1986), descreve que *Pinus taeda* L. com 15 anos de idade possui cerca de 40% de lenho juvenil, enquanto que árvores com 40 anos já possui cerca de 25%. *Pseudotsuga menziensis* MIRB. (Douglas-fir) de 50 anos de idade, em florestas naturais, pode conter cerca de 16% de lenho juvenil, enquanto que árvores de reflorestamentos, com um tamanho similar, porém de idade mais jovens, chegam a ter cerca de 55% de lenho juvenil.

Tabela 1- Variação da porcentagem de lenho juvenil em função da idade da árvore.

IDADE (Anos)	PORCENTAGEM DE LENHO JUVENIL	
	Peso Seco (%)	Volume (%)
15	76	85
25	50	55
45	15	19

Fonte: MUÑIZ (1993)

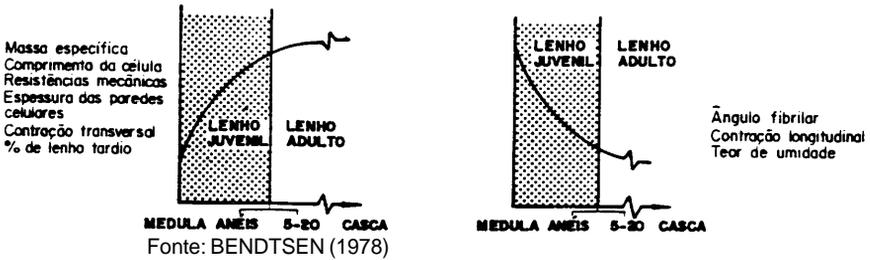


Figura 1. Representação esquemática da variação das propriedades da madeira com a idade.

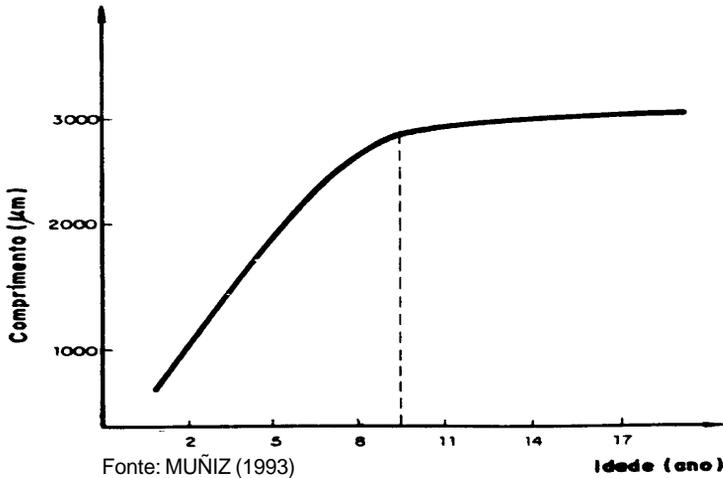


Figura 2. Variação do comprimento dos traqueóides no sentido medula/casca de *Pinus elliottii*

BENDTSEN & SENFT (1986), estudando o efeito da idade sobre as espécies *Populus deltoide* BARTR (Cottonwood) e *Pinus taeda* L.. Eles encontraram que todas as propriedades estudadas apresentaram uma tendência pronunciada de acordo com a idade, com exceção da porcentagem de lenho de reação em ambas as espécies, e também a largura dos anéis de crescimento para a espécie *Populus deltoide* BARTR. (Cottonwood) (figuras 3 e 4).

A maioria dos problemas que ocorrem com a qualidade da madeira, é oriundo de algumas características do lenho juvenil, ou seja, baixa densidade, baixa resistência e a propensão de uma contração mais acentuada.

Na industria de polpa e papel, a presença do lenho juvenil, causa problemas na manufatura quando o cavaco oriundo de árvores jovens de rápido crescimento são misturados com cavaco de árvores de idades mais avançadas. O resíduo das toras de madeiras enviadas para serrarias (topo remanescente), que são utilizadas pelas industrias de polpa e papel, apresentam 100% de lenho juvenil. A desigualdade entre o alto conteúdo de lignina e o baixo teor de celulose, entre lenho juvenil e

adulto, freqüentemente resulta no processo de deslignificação inadequado, produzindo porções de madeira com cozimento excessivo, assim como, porções de madeira com baixo cozimento. O rendimento da polpa depende da densidade da madeira. A baixa densidade do lenho juvenil reduz, significativamente, o rendimento. Geralmente, isso é admitido no próprio processo de cozimento, e não proporciona sérios problemas. Papel manufaturado de madeiras que contém lenho juvenil, apresenta uma menor resistência ao rasgo, maior propriedade de tração e resistência ao estouro (SENFT, 1986).

De acordo com SENFT (1986), no processo de laminação, geralmente toras com lenho juvenil não cortam bem. Espécies do gênero *Pinus*, em especial, nas quais possuem largas faixas de lenho inicial ou primavera, e estreitas faixas de lenho tardio, tendem a causar trepidação na faca, resultando em superfície de lâminas ásperas, variação na espessura, e defeitos na secagem. Grandes quantidades de cola serão necessárias, elevando os custos e aumentando a variação da espessura do painel. Ainda segundo o mesmo autor, MACPEAK et. al. (1984), estudando o efeito do rápido crescimento em *Pinus taeda* L., sobre as

Figura 3 - Variação das propriedades em *Populus deltoide* Bartr. com a mudança da idade.

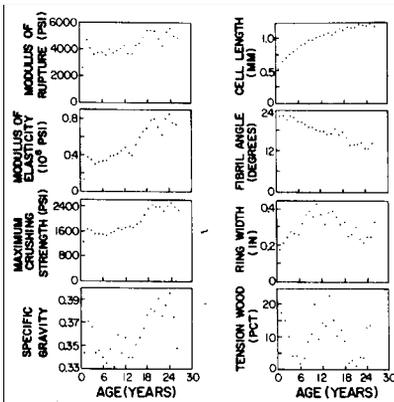
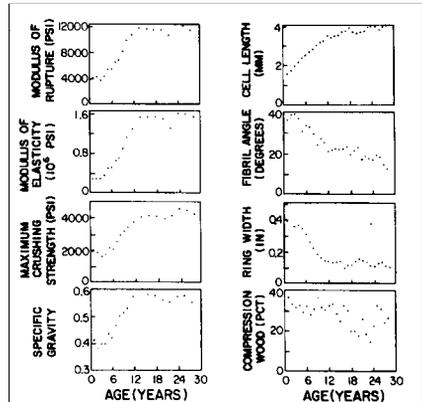


Figura 4. Variação das propriedades em *Pinus taeda* l. Com a mudança da idade.



Fonte: BENDTSEN & SENFT (1986)

propriedades dos compensados, relataram que estes eram mais delgados do que o normal. O alto conteúdo de umidade, a baixa densidade e a prensagem quente, podem ter produzido este efeito. A propriedade mais afetada foi a dureza do painel, medida paralelamente a grã. Mediu-se somente 71% da testemunha, quando ambas as faces eram de lenho juvenil. A resistência e a dureza dos painéis testados perpendicularmente a grã, apresentaram resultados satisfatórios, e o rendimento de lâminas reduziu significativamente.

O maior problema está na contração característica de lâminas de lenho juvenil. O desequilíbrio na contração das lâminas em um painel de compensado, é a maior causa do empenamento desse painel. Isto pode conduzir este produto a uma rejeição. A superfície rugosa, pode requerer uma etapa adicional, no lixamento, acabamento, ou pintura, para que se tenha uma aparência satisfatória.

Apesar da lâmina e da madeira serrada serem consideradas como produtos primários, o efeito do lenho juvenil é aparente também sobre operações de manufatura secundária, e sobre performance de produtos acabados. O aumento da quantidade de lenho juvenil na madeira, têm um impacto no aspecto econômico. A contração longitudinal tem sido considerada o problema mais predominante, o que resulta num aumento de defeitos na secagem. Particularmente, é um incômodo em estudo de madeira estrutural. SIMPSON & GERHARDT (1984), citados por SENFT (1986), estudando arqueamento em madeira estrutural, identificaram que a causa do arqueamento é a diferença na contração longitudinal, que ocorre em lados opostos da uma peça. O lenho juvenil em ponto da peça não centralizado, causa arqueamento. O início do arqueamento foi encontrado quando o conteúdo de umidade caiu abaixo de 50%, aumentando linearmente, quanto a umidade decrescia. A madeira sendo serrada seca pode minimizar esse problema de arqueamento, mas, pode não eliminá-lo. Apesar da baixa densidade oferecer facilidades na secagem, o empenamento pode fazer com que um lote seja

rejeitado. Encontrou-se num estoque de madeiras jovens um fato de que o lenho de compressão também está associado com o rápido crescimento de uma árvore, o que magnifica a má qualidade do lenho juvenil. A época de colheita das árvores é determinada pelo diâmetro das mesmas, e não pela qualidade da madeira, por seguinte, árvores de pequenos diâmetros, com lenho juvenil e lenho de reação, criarão problemas na manufatura de um determinado produto.

### **Fatores que afetam as propriedades de madeiras de folhosas**

KELLISON (1981), relata que os fatores que afetam as propriedades das madeiras de coníferas são similares aos que afetam as propriedades das madeiras de folhosas. Maiores valores de densidade são encontrados em lenho tardio, oposto ao lenho inicial, e também em lenho adulto, oposto ao lenho juvenil. A tendência para comprimento de fibra é similar a densidade. Um aumento no comprimento de fibras de 0,69 mm para 1,05 mm foi também encontrado entre 0 cm e 12 cm da medula em *Eucalyptus grandis*.

O lenho juvenil existe em muitas folhosas, mas a quantidade de madeira encontrada é significativamente menor do que a encontrada em coníferas (JETT & ZOBEL, 1974 apud KELLISON, 1981).

Segundo JETT & ZOBEL (1974), citado por KELLISON (1981), grandes diferenças sobre as propriedades da madeira de folhosas ocorrem entre lenho juvenil e lenho adulto, mas essas diferenças tem pouca importância prática, devido a pequena quantidade de lenho juvenil presentes.

BENDTSEN (1978), cita que BOYD'S (1968) explica que o lenho juvenil em folhosas é usualmente desprezível. A evidência limitante é que o grau de lenho juvenil em termos de diferenças anatômicas, é sem dúvida menor em folhosas do que em coníferas. A mudança no comprimento de fibras em folhosas ocorre

cerca de 2 vezes, enquanto que em coníferas 3 a 4 vezes, e também o ângulo fibrilar altera de 28° para 10° em folhosas, enquanto que para coníferas muda de 55° para 20°. MAEGLIN (U.S. Forest Product Laboratory), citado por BENDTSEN (1978) descreve que na medula dessas espécies, ou próximo dela, as fibras são mais curtas, tem menores diâmetros, e geralmente paredes finas. O ângulo fibrilar é maior próximo a medula, e diminui rapidamente em direção a casca. O diâmetro dos vasos aumenta também rapidamente em direção a casca.

O lenho de tração, em contrapartida com lenho de compressão de coníferas, tem sido observado em quantidades excessivas em lenho juvenil de *Populus* de crescimento acelerado e *Fraxinus* sp de rápido crescimento. Provavelmente, na maioria das vezes, a característica anatômica que identifica o lenho de tração em folhosas é a fibra gelatinosa. Na maioria dos casos, a ocorrência de um grande número de fibras gelatinosas concentradas em uma área da seção transversal da madeira, constitui uma clara evidência da presença do lenho de tração. O lenho de tração é também caracterizado anatomicamente pela falta de lignificação na parede celular e, freqüentemente, pela presença de uma camada gelatinosa no interior das fibras. Como principais conseqüências, destacam-se a elevada instabilidade dimensional, principalmente no sentido axial, baixa resistência à compressão e flexão, as superfícies permanecem ásperas e dificulta a trabalhabilidade, assim como a colagem. Na tabela 2 pode-se observar algumas diferenças entre lenho de tração e lenho de compressão.

A tensões de crescimento estão presentes em troncos de muitas árvores, porém, seu impacto é bem maior em folhosas do que em coníferas, por isso é caracterizado como fenômeno de folhosas. A tensão de crescimento é geralmente causada, segundo JACOB'S (1945), citado por BENDTSEN (1978) e por KELLISON (1981), pelo encurtamento das fibras durante a lignificação nas sucessivas camadas exteriores da árvore. As razões para

o encurtamento das fibras não são claramente entendidas, mas alguns autores acreditam que são devido ao processo de maturação da célula. O encurtamento das fibras causa tensão de compressão para uma região central da árvore, e uma tensão de tração nas regiões externas da árvore. Tensão de tração é alta, cerca de 140,61 kg/cm<sup>2</sup>, enquanto que a tensão de compressão chega a 351,53 kg/cm<sup>2</sup>. A tensão de crescimento são geralmente maiores em folhosas do que em coníferas, e são encontradas em espécies de rápido crescimento, de baixa densidade, e em folhosas tropicais.

O impacto das tensões sobre a madeira, resulta no aparecimento de fendas, rachaduras de topo, e rachaduras internas, no momento em que a pressão (tensão) está sendo liberada, ou seja, no momento em que a árvore está sendo abatida. Em alguns casos, as árvores podem rachar com o impacto da queda ao o solo, durante a sua derrubada. Outros efeitos adversos são o tensionamento e a soldagem da serra na hora do corte, e defeitos da madeira devido as distorções que se desenvolvem durante a serragem e a secagem.

Esses defeitos, causados pelas tensões de crescimento, são mais drásticos em madeira de baixa densidade, características de árvores jovens, ou árvores de rápido crescimento, comuns em reflorestamentos. Este fenômeno (tensões de crescimentos) não é uma característica intrínseca ao lenho juvenil, apesar de que as rachaduras e fendas são mais comuns nessas porções da árvore. Sob uma condição extrema, um tecido lenhoso do cerne frágil pode ser formado próximo a medula da árvore. Este problema é caracterizado por falha momentânea de compressão, devido a excessiva compressão da tensão de crescimento. A madeira pode ter resistência muito baixa, principalmente em flexão dinâmica.

HARRIS (1981), relata que algumas folhosas apresentam defeitos de secagem, assim como colapso e rachadura interna, e estes defeitos são mais freqüentes em folhosas impermeáveis de rápido crescimento que possuem um

contraste entre lenho inicial e lenho tardio, como, por exemplo, *Eucalyptus delegatensis*. Isto ocorre porque o lenho inicial (baixa densidade) apresenta baixa resistência, e não resiste às forças de tensão capilar que se desenvolvem. Para *Eucalyptus grandis*, na Austrália, uma significativa alta em crescimento, devido a uma suplementação mineral, resultou num decréscimo do comprimento de fibras e, também, da densidade.

### **Efeito do espaçamento inicial entre árvores sobre a formação de lenho juvenil (Apresentação de um caso)**

CLARK III & SAUCIER (1989) estudaram a influência do espaçamento inicial sobre a formação do lenho juvenil em *Pinus* do sul. As duas espécies estudadas foram *Pinus elliotii* ENGELM (slash pine), estabelecida em 1952 numa floresta experimental localizada na Georgia (Estados Unidos), e *Pinus taeda* L. (loblolly pine), estabelecida em 1957, também em uma floresta experimental, só que localizada na Carolina do Sul (Estados Unidos). A primeira espécie estudada apresentava-se em um delineamento estatístico em blocos casualizados, com duas repetições, enquanto que a segunda, apresentava o mesmo delineamento, porém, com quatro repetições. Os espaçamentos utilizados nesse estudo são apresentados na tabela 3.

Para examinar o efeito do espaçamento inicial sobre a quantidade de lenho juvenil, foram extraídas, à altura do peito, de cada 15 árvores selecionadas aleatoriamente, da espécie *Pinus elliotii*, dois pedaços de madeira de 10 mm, a partir da medula, para cada espaçamento e repetições empregados neste estudo. Também para a espécie *Pinus taeda*, foi adotado este método de coleta de material, porém, o número de árvores amostradas foi igual 10.

Em laboratório um dos pedaços de madeira extraído de cada árvore, foi dividido em segmentos correspondentes a dois em dois

anos, começando na medula e terminando no 20<sup>o</sup> anel. A massa específica foi determinada para cada segmento, juntamente com a madeira remanescente designada como lenho adulto. A idade estimada, na qual ocorria a transição do lenho juvenil e adulto, foi feita através de análise visual. A análise de variância e teste de Duncan foram aplicados para se verificar o efeito significativo, ao nível de 95% de probabilidade, do espaçamento inicial sobre a massa específica do lenho juvenil, lenho adulto, e zonas combinadas dos dois lenhos. Observando as médias da massa específica para a espécie *Pinus elliotii*, nota-se uma produção de lenho juvenil para os dez primeiros anéis para todos os espaçamentos (figura 5). A madeira produzida nos dois anos após o 10<sup>o</sup> ano eram de lenho adulto. O diâmetro do lenho juvenil está significativamente relacionado com o espaçamento e, as médias para as duas espécies são apresentadas na tabela 4.

O espaçamento influenciou na massa específica durante o desenvolvimento da plantação. Nos primeiros anos, antes do fechamento dos talhões, as árvores com maior espaçamento apresentaram uma maior massa específica, porém, após o fechamento dos talhões, o inverso foi observado. Por exemplo, a massa específica do lenho juvenil, produzido nos oito primeiros anéis da espécie *Pinus elliotii*, foi maior com um espaçamento maior, mas uma tendência inversa foi observada a medida que as árvores se desenvolviam (figura 5).

Esta tendência também foi observada para a espécie *Pinus taeda*, porém, menos pronunciada. A possível explicação para estas tendências, é que o crescimento de árvores jovens em espaçamentos maiores sofre uma menor competição e, portanto, produz mais fotossíntese e lenho inicial mais denso do que árvores em espaçamentos reduzidos. Enquanto os talhões se desenvolvem, a massa específica torna-se fortemente influenciada pela proporção de lenho inicial e lenho tardio produzido. Árvores em espaçamentos maiores, produzem maiores porcentagens de lenho inicial, portanto, tende a ocorrer uma redução

Tabela 2. Diferenças entre lenho de tração e compressão.

	LENHO DE TRAÇÃO	LENHO DE COMPRESSÃO
<b>Características Físicas e Propriedades Mecânicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Secagem, Madeira serrada e aparelhada: Brilho prateado na zona do L.T. em muitas espécies. Cor mais escura do que o normal em certas espécies tropicais e australianas.</li> <li>- Contração por ximo de 1% na superfície longitudinal em tábuas serradas verdes.</li> <li>- Alta resistência tração no estado seco e mais baixo do que o normal em condição verde.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sem brilho, aparência escura.</li> <li>- Contração longitudinal próximo de 6 - 7%.</li> <li>- M dulo de elasticidade, resistência ao impacto, resistência a tração: baixo devido a densidade.</li> </ul>
<b>Características Anatômicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presença de fibras gelatinosas, embora possa estar ausente em algumas espécies.</li> <li>- Vasos reduzidos em tamanho e número nas zonas do lenho de tração.</li> <li>- Raio e parâmetro axial aparentemente não modificado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traqueídes arredondados.</li> <li>- Espaços intercelulares.</li> <li>- Transição do lenho inicial - lenho tardio alterado: Mais gradual do que em madeira normal.</li> </ul>
<b>Macro-Estrutura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Camada gelatinosa presente.</li> <li>- Três tipos de arranjos: <ul style="list-style-type: none"> <li>1") <math>S_1 + S_2 + S_3 + G</math></li> <li>2") <math>S_1 + S_2 + G</math></li> <li>3") <math>S_1 + G</math></li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fibras com fendas helicoidais ou cavidades na camada <math>S_2</math></li> </ul>
<b>Ultra-Estrutura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parede primária apresenta-se normal.</li> <li>- Camada <math>S_2</math> pode ser mais fina do que o normal.</li> <li>- Orientação das microfibrilas da camada G aproximadamente paralela as fibras axiais.</li> <li>- Alto paralelismo no interior da camada G.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Camada <math>S_3</math> ausente.</li> <li>- Camada <math>S_1</math> pode ser mais espessa do que o normal.</li> <li>- Orientação das microfibrilas na camada <math>S_2</math> de aproximadamente 45°.</li> <li>- Cadeias de celulose paralelas à orientação das microfibrilas.</li> <li>- Celulose lamelar paralela com a superfície da parede.</li> </ul>
<b>Composição Química</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lignificação variável das fibras do lenho de tração.</li> <li>- A camada G levemente lignificada.</li> <li>- Alto conteúdo de celulose.</li> <li>- Baixo conteúdo de lignina.</li> <li>- Maior quantidade de galactano do que o normal.</li> <li>- Menor quantidade de xilano do que o normal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lignina extra depositada entre as camadas <math>S_1</math> e <math>S_2</math>.</li> <li>- Baixo conteúdo de celulose.</li> <li>- Alto conteúdo de lignina.</li> <li>- Maior quantidade de galactano do que o normal.</li> <li>- Menor quantidade de galactoglucomanana do que o normal.</li> </ul>

Fonte: KOLLMANN & CÔTE JR (1968)

$S_1$  = 1ª camada da parede secundária;  $S_2$  = 2ª camada da parede secundária;  $S_3$  = 3ª camada da parede secundária; G = Camada gelatinosa.

Tabela 3. Espaçamento inicial utilizado para as espécies *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*

ESP CIES		
	<i>Pinus elliottii</i>	<i>Pinus taeda</i>
ESPA. AMENTO (metros)	1,83 x 1,83	1,83 x 1,83
	2,44 x 2,44	2,44 x 2,44
	3,05 x 3,05	3,05 x 3,05
	4,57 x 4,57	3,66 x 3,66

Tabela 4. Diâmetro médio de lenho juvenil produzido para as espécies *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* para os espaçamentos iniciais estudados.

ESP CIES	ESPA. AMENTOS (metros)	DI. METRO M. DIO LENHO JUVENIL (cm)
<i>Pinus elliottii</i>	1,83 x 1,83	10,00
	2,44 x 2,44	11,50
	3,05 x 3,05	13,75
	4,57 x 4,57	15,75
<i>Pinus taeda</i>	1,83 x 1,83	13,00
	2,44 x 2,44	15,00
	3,05 x 3,05	16,50
	3,66 x 3,66	19,25

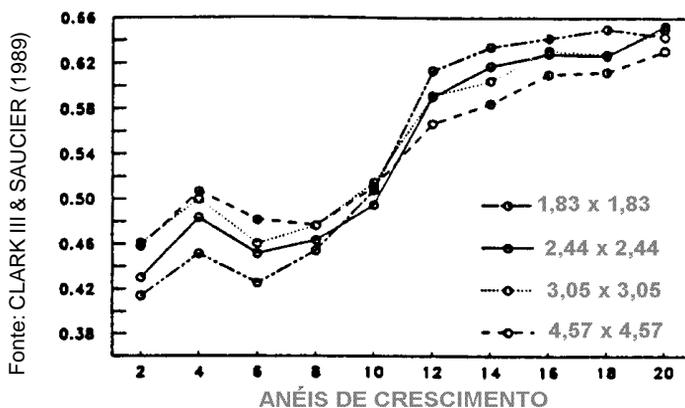


Figura 5. Influência do espaçamento sobre a massa específica a altura do peito da espécie *pinus elliottii*.

na massa específica.

O espaçamento influenciou tanto na massa específica como também na porcentagem de lenho tardio em lenho adulto, apesar de que as análises estatísticas indicaram que somente ocorreram diferenças significativas em massa específica de lenho adulto, entre os espaçamentos 1,83 x 1,83m e 4,57 x 4,57m (tabela 5), para a espécie *Pinus elliottii*.

Os resultados mostraram que o comprimento do lenho juvenil, para as duas espécies, não foi influenciado significativamente pela espaçamento inicial, em plantações que não sofreram desbastes. Os espaçamentos utilizados para as duas espécies, ou seja, de 1,83 x 1,83m à 3,66 x 3,66m para *Pinus taeda*, e 1,83 x 1,83m à 4,57 x 4,57m para *Pinus elliottii*, tiveram resultados similares para lenho juvenil e adulto entre todos os espaçamentos aplicados. Somente a massa específica do lenho adulto da espécie *Pinus elliottii*, plantadas com um espaçamento de 4,57 x 4,57m, foi significativamente menor do que o

espaçamento de 1,83 x 1,83m, utilizado para a mesma espécie.

**Práticas sivilculturais para melhorar as propriedades da madeira de reflorestamentos**

Para a produção de madeiras com propriedades desejáveis, o uso de procedência e espécies adequadas, parece ser uma recomendação básica. Porém, centenas e milhares de hectares estão sendo cultivados anualmente com materiais de baixa qualidade, contendo árvores que produzem madeiras com propriedades inferiores (KELLISON, 1981).

Após a escolha das melhores espécies e procedências, programas de melhoramento devem ser iniciados. Estes programas estão em progresso em muitas áreas, em todo o mundo, onde reflorestamentos são praticados, porém, ainda em estágio inicial. A seleção e escolha de árvores tem sido concentrada sobre

Tabela 5. Efeito do espaçamento sobre a massa específica a altura do peito do lenho juvenil, lenho adulto e a madeira combinada das espécies *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*.

MASSA ESPECÍFICA (%)			
ESPAÇAMENTO (m)	LENHO JUVENIL	LENHO ADULTO	MADEIRA COMBINADA*
<i>Pinus taeda</i> :			
1,83 x 1,83	0,42 A*	0,55 A	0,46 A
2,44 x 2,44	0,43 A	0,56 A	0,46 A
3,05 x 3,05	0,44 A	0,55 A	0,47 A
3,66 x 3,66	0,43 A	0,54 A	0,47 A
<i>Pinus elliottii</i> :			
1,83 x 1,83	0,45 A	0,63 A	0,51 A
2,44 x 2,44	0,46 A	0,62 A B	0,52 A
3,05 x 3,05	0,49 A	0,62 A B	0,54 A
4,57 x 4,57	0,50 A	0,60 B	0,54 A

\* = Letras iguais não denotam diferenças estatísticas ao nível de 95% de probabilidade (Duncan)

¶ = Lenho juvenil mais lenho adulto. Fonte: CLARK III & SAUCIER (1989)

características associadas ao crescimento e sobrevivência. A síndrome da “taxa de crescimento” tem resultado em produção de larga quantidade de madeiras com propriedades tão inferiores que a madeira torna-se imprópria para ser utilizada para certas aplicações.

Um maior impacto é que as árvores de reflorestamento alcançam tamanho de colheita mais jovens do que as árvores de florestas nativas. O resultado é uma grande proporção de lenho juvenil e uma proporção menor de lenho adulto. Em caso do lenho juvenil não ser processado corretamente, sérios defeitos e falhas ocorrerão no produto final. Uma maneira de amenizar o problema, seria selecionar e reproduzir árvores que tenham propriedades do lenho juvenil comparadas as propriedades de lenho adulto.

Um efetivo programa de melhoramento, para reduzir o efeito de rachaduras em *Eucalyptus grandis*, tem sido desenvolvido na África do Sul. Melhoramento genético pode ser realizado pela seleção e reprodução, para melhorar propriedades das fibras, conteúdo de resinas, reduzir grã espiralada e revessa, e para reduzir o esforço de compressão da madeira. A propagação vegetativa possui um grande potencial para reduzir os efeitos adversos sobre as propriedades das madeiras oriundas de reflorestamento. Árvores com desejáveis propriedades, taxa de crescimento, forma, resistente a pragas e doenças, e adaptáveis, podem ser desenvolvidas adequadamente. Programas utilizando propagação vegetativa em espécies do *Eucalyptus* estão em progresso no Brasil (CAMPINHOS, 1980 apud KELLISON, 1981) e REPÚBLICA DO CONGO (DEUWAULLE, 1980 apud KELLISON, 1981), de *Picea abies* na Alemanha (KLEINSCHMIT, 1974 apud KELLISON, 1981), e *Populus* sp em várias outras regiões.

De acordo KELLISON (1981) é aceitável que a poda, especialmente em plantações de espécies exóticas, irá aumentar a qualidade da madeira, pela redução da presença de nós.

Para CLARK III & SAUCIER (1989), recursos do manejo pode minimizar o diâmetro do lenho juvenil, onde em plantios fechados se realize os desbastes, somente após a ocorrência da produção do lenho adulto, à um nível de 1 ou 1,5 no ápice da tora. O manejo da floresta também pode reduzir a proporção de lenho juvenil, através do prolongamento da rotação da idade de colheita. Segundo KELLISON (1981), uma maior oportunidade para melhorar as propriedades da madeira, é começar por um organizado programa de melhoramento e a aplicação de uma prática silvicultural adequada.

## LITERATURA CITADA

- BENDTSEN, B. A. Properties of wood from improved and intensively managed trees. *Forest Products Journal*. v. 28, n. 10, pag 61 - 71, 1978.
- BENDTSEN, B. A. & SENFT, J. Mechanical and anatomical properties in individual growth rings of plantation-grown eastern Cottonwood and Loblolly Pine. *Wood and Fiber Science*. v. 18, n. 8, pag. 23 - 38, 1986.
- CLARK III, A. & SAUCIER J. R. Influence of initial planting density, geographic location, and species on juvenile formation in southern pine. *Forest Products Journal*. v. 39, pag 42 - 48, 1989.
- HARRIS, J. M. Effect of rapid growth on wood processing. *17ª IUFRO Word Congress*. Japão, pag. 117 - 125, 1981.
- KEINERT JR., S. *Laboratory evaluation of Eucalyptus grandis and Eucalyptus robusta for the manufacture of composition board*. Michigan, 1980. Dissertação (Doctor of Philophy) - Department of Forestry, Michigan State University.
- KELLISON, R. C. Characteristics affecting quality of timber from plantations, their determination and scope for modification.

- 17<sup>ª</sup> IUFRO Word Congress. Japão, pag. 77 - 87, 1981.
- KLOCK, U. *Qualidade da madeira de Pinus oocarpa Shiede e Pinus caribea Morelet var hondurensis Barr e Golf*. Curitiba, 1989. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - UFPR.
- KOLLMANN, F. F. P. & CÔTÉ JR, W. A. *Principles of wood science and technology*. New York, 1968. Vol. I, p. 43-52.
- LEWARK, S. Anatomical and physical differences between juvenile and adult wood. 18<sup>ª</sup> IUFRO Word Congress. Iugoslávia, pag. 272 - 281, 1986.
- MUÑIS, G. I. B. *Caracterização e desenvolvimento de modelos para estimar as propriedades e o comportamento na secagem da madeira de Pinus elliottii Engelm. e Pinus taeda L.* Curitiba, 1993. Dissertação (Doutorado em Ciências Florestais) - UFPR.
- PANSHIN, A. J. & DE ZEEUW, C. *Text-book of wood technology*. New York, 1980. 4 ed.
- SENFT, J. F. Pratical significance of juvenile wood for the user. 18<sup>ª</sup> IUFRO Word Congress. Iugoslávia, pag. 261 - 271, 1986.