

SUBSÍDIOS PARA APLICAÇÃO DO MELHORAMENTO GENÉTICO VISANDO A QUALIDADE DA MADEIRA DE *PINUS*

Paulo Eduardo Telles dos Santos*

Laerte Scanavaca Júnior*

Mário Ferreira**

INTRODUÇÃO

Quando se fala em qualidade da madeira, vários parâmetros e enfoques a ela se associam, sendo que o grau de importância de cada aspecto está intimamente relacionado ao uso da matéria prima (energia, celulose, serraria, laminação, lápis, aglomerado etc.).

Se considerarmos a variação natural que existe para as diversas características herdáveis que são importantes em termos de qualidade da madeira, seja a nível de espécie, procedência, progênie e indivíduo, nota-se que há um enorme potencial para os programas de melhoramento e, ao mesmo tempo, relativamente poucos estudos acerca do controle genético de tais características, à exceção da densidade básica, que tem sido mais extensivamente investigada.

Este trabalho visa levantar dados de literatura, discutir as dificuldades da área e sugerir alternativas ao melhoramento, procurando assim fornecer mais subsídios para o emprego dos atributos relacionados à qualidade da madeira nos programas de melhoramento genético florestal.

REVISÃO DE LITERATURA

Aspectos gerais sobre qualidade da madeira e seus parâmetros

A questão da qualidade da madeira pode ser encarada sob diversos aspectos, existindo igualmente vários parâmetros para caracterizá-la. Na literatura, verificou-se que um dos mais citados é a densidade básica da madeira.

Serão abordados a seguir a importância, os fatores que afetam e generalidades concernentes ao assunto.

Sobre a influência dos tipos de lenho, Johansson (1940), citado por BARRICHELO (1979), encontrou uma correlação altamente significativa entre porcentagem de lenho tardio e densidade em *Pinus echinata*.

Mitchell (1958), citado por HIGA et alii (1973), ao estudar espécies de *Pinus* do sul dos Estados Unidos, relatou que a densidade era influenciada pelo ritmo de crescimento das árvores, pela qualidade do sítio e pelas condições ambientais, mostrando também que a mesma decrescia da base para o topo da árvore.

Já GODDARD & COLE (1966), ao trabalharem com *Pinus elliotii*, observaram que a densidade era afetada pela porcentagem relativa entre lenhos inicial e tardio, espessura da parede celular e diâmetro do lúmen.

A influência do tipo de lenho na densidade básica é fato bastante conhecido. MATZIRIS & ZOBEL (1973) comentam que a madeira juvenil possui estrutura celular e

* Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – Caixa Postal 530 – 13400-970 – Piracicaba - SP

** ESALQ/USP – Departamento de Ciências Florestais – Caixa Postal 9 – 13400-970 – Piracicaba - SP

propriedades acentuadamente diferentes em comparação com a madeira mais próxima da casca. A madeira juvenil tem menor densidade básica, traqueídes mais curtos, paredes celulares mais finas, menos celulose, mais hemicelulose, maior ângulo das fibrilas e uma maior quantidade de madeira de compressão em relação à madeira adulta.

Ainda acerca do comportamento da densidade e fatores que a influenciam, KOCH (1972) ressalta que ela varia consideravelmente tanto entre como dentro de árvores, neste último caso longitudinalmente à altura e radialmente da medula para a casca. Quanto aos fatores que afetam a densidade, cita o comprimento, diâmetro e espessura das paredes das células, as proporções de lenho inicial e tardio e os conteúdos de celulose, lignina e extrativos.

Por sua vez, MAEGLIN (1976) afirma que a densidade básica da madeira em coníferas é afetada principalmente pela espessura das paredes das fibras e proporção de lenhos inicial e tardio e, quando comparadas com as folhosas, as coníferas se mostram mais uniformes e menos complexas, tendo fundamentalmente os traqueídes como elementos estruturais.

BARRICHELO & BRITO (1979) comentam que, à semelhança da densidade básica, também as características das fibras variam dentro e entre as árvores de uma mesma espécie.

No caso do comprimento de fibras, DUFFIELD (1964) já destacava que o mesmo aumentava da medula em direção à casca.

Como as interrelações entre a densidade e elementos estruturais da madeira são muito estreitas, conclui-se que o nível de complexidade aumenta ao se analisar os efeitos sobre as características da madeira conjuntamente.

Nesse aspecto, PALMER & GIBBS (1973), ao analisarem amostras de madeira de *Pinus caribaea* de diferentes densidades, concluíram que com o aumento da mesma ocorria um aumento no comprimento e espessura das paredes das fibras.

Do trabalho de BARRICHELO & BRITO (1979), ao ser estudada a variabilidade radial da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* aos 16 anos de idade, concluiu-se que a variação radial (sentido medula-casca) da densidade não mostrava um padrão definido quando os lenhos eram analisados isoladamente. Considerando-se ambos os lenhos de cada anel, a densidade aumentava rapidamente nos anéis próximos à medula, permanecendo a seguir mais ou menos constante. Na comparação anel por anel, a densidade do lenho tardio se mostrou 30 a 100% maior que a densidade do lenho inicial. Os autores observaram que o comprimento e largura dos traqueídes, tanto para lenho inicial como para lenho tardio, mostraram um aumento acentuado e praticamente linear até o 52 e 52 anel de crescimento, típicos de madeira juvenil. A partir do 7º anel, o aumento do comprimento é menos acentuado, tendendo para um valor mais ou menos constante.

A densidade acha-se também intimamente relacionada com a composição química da madeira Byrd (1965), citado por BARRICHELO (1980) encontrou correlação positiva da densidade com o teor de alfacelulose da madeira e negativa com os teores de hemiceluloses e extrativos. Igualmente, PALMER & GIBBS (1973) afirmaram que com o aumento da densidade ocorria aumento no teor de alfa-celulose e diminuição no teor de lignina.

Outro fator relatado em várias citações de literatura afetando as propriedades da madeira é a idade. A afirmação de que a densidade média das árvores de coníferas tende a aumentar com a idade é compartilhada por inúmeros autores, de acordo com Boultelje (1968) e Zobel et alii (1972), citados por BARRICHELO et alii (1975). A presença de madeira juvenil em grandes proporções colabora marcadamente para que nas idades mais

jovens a média de densidade das árvores seja bem inferior à da madeira mais velha. A proporção de madeira juvenil sobre a madeira adulta decresce rapidamente em povoamentos mais velhos. Nos Estados Unidos, a formação de madeira juvenil para o *P. elliotii* termina dos 5 aos 8 anos, enquanto para o *P. taeda* de 7 a 11 anos (Zobel et alii, 1972, citados por BARRICHELO et alii, 1975).

Quanto à composição química da madeira a diferentes idades, de forma geral sabe-se que madeiras mais jovens, com alta porcentagem de madeira juvenil, caracterizam-se por apresentar um teor de lignina bem mais elevado (Kirk et alii, 1972, citados por BARRICHELO et alii, 1975).

MATZIRIS & ZOBEL (1973) comentam que embora a madeira juvenil apresente muitas desvantagens, ela não é considerada de tanta importância por constituir somente uma pequena parte do volume total de madeira em regimes de rotações longas. Contudo, mais recentemente, devido ao alto custo da terra e grande demanda por celulose, houve uma forte tendência rumo a rotações mais curtas em *Pinus*. Quando o período de rotação é diminuído, a proporção de madeira juvenil aumenta e toma-se cada vez mais importante a determinação da qualidade do produto final.

ZOBEL et alii (1965) relatam que investigações em *P. taeda* mostraram alta correlação negativa ($r = -0,835$) entre idade do povoamento e porcentagem de madeira juvenil. Como exemplo, citam que um povoamento de 48 anos de idade continha 8% de madeira juvenil enquanto que outro em um sítio similar e com 18 anos de idade tinha 47% de madeira juvenil com base em volume, indicando que em rotações de 20 anos ou menos a madeira juvenil constitui uma porção significativa do volume utilizado. Já que a quantidade e a qualidade do produto final são determinadas em grande parte pela densidade básica, ela é de muita importância na madeira juvenil.

Levando-se em conta todos os efeitos até aqui relatados, é de se supor que a obtenção de amostras de madeira para fins de estudos de suas características é um tanto quanto complexa.

Nylinder (1965), citado por HIGA et alii (1973), comentou que o DAP foi muito utilizado nas pesquisas com densidade, por ser um padrão internacional utilizado em silvicultura.

Acrescenta Koch (1972), citado por BARRICHELO & BRITO (1979) que, embora a densidade seja uma medida grosseira, refletindo a somatória de numerosas variáveis dentro dos sucessivos anéis de crescimento, ela tem sido mais investigada que qualquer outra propriedade da madeira, Isto porque a densidade afeta a resistência de peças de madeira, bem como o rendimento e a qualidade da celulose e do papel.

Também JETT & TALBERT (1982) comentam que o fato do produto florestal e economicamente mais importante ser a madeira, tem estimulado muitos estudos acerca de suas propriedades, especialmente a densidade básica. Salientam que a mesma é altamente correlacionada com as principais propriedades de resistência da madeira, produção de celulose e propriedades do papel.

Em continuidade à revisão de literatura, é o momento de se abordar alguns aspectos das características da madeira e seus efeitos no produto final.

Mitchell (1956), citado por BARRICHELO (1979), concluiu que quanto maior for a proporção de lenho tardio em relação ao inicial dentro de cada anel de crescimento, maior seria o rendimento em celulose o mesmo Mitchell (1958), citado por HIGA et alii (1973) relatou que a densidade está altamente correlacionada com a produção de polpa e com as propriedades mecânicas da madeira, para espécies de *Pinus* do sul dos Estados Unidos.

Já VAN BUIJTENEN (1964), ao estudar os fatores anatômicos que influenciavam a densidade em *Pinus elliottii* e implicações na obtenção de celulose, observou que a espessura das paredes das fibras do lenho tardio era o fator mais representativo, seguido pela porcentagem de lenho inicial e largura das fibras do lenho tardio. Em outro trabalho publicado em 1969, o autor afirmou ainda que a densidade não influenciava diretamente as propriedades da celulose, pelo fato da mesma ser dependente de uma série de outros fatores relacionados com as características das fibras.

Por outro lado, Watson et alii (1971), citado por BARRICHELO (1979), trabalhando com coníferas de Queensland (Austrália), observaram que em geral as propriedades do papel poderiam ser previstas a partir do conhecimento da densidade da madeira, aliada à determinação do comprimento dos traqueídes.

De acordo com HUGHES (1973), para se determinar a relação existente entre as características estruturais da madeira e seu uso, os estudos de anatomia são fundamentais. Como exemplo, cita que as dimensões das fibras fornecem indicações importantes das propriedades da celulose e sua adequação na fabricação de um determinado tipo de papel.

Entre as principais dimensões das fibras, BARRICHELO & BRITO (1979) destacam o comprimento, a largura, o diâmetro do lúmen e a espessura da parede celular.

Por fim, BARRICHELO et alii (1975) colocam que a produção de celulose a partir de madeira com maior porcentagem de madeira adulta é relativamente mais fácil e o rendimento consideravelmente maior.

Melhoramento genético da qualidade da madeira

Várias abordagens são encontradas na literatura acerca do assunto melhoramento voltado para qualidade da madeira. Quando se fala em características da madeira diretamente, muitos trabalhos enfocam a densidade básica, pelo fato de ser uma das principais características de avaliação de qualidade, além da maior facilidade de amostragem e mensuração.

Segundo ZOBEL & KELLISON (1973), diversos autores destacam que a forma da árvore e características de crescimento afetam a qualidade da madeira. A retidão do tronco, por exemplo, tem um efeito considerável sobre a madeira de reação, o que por sua vez determina a qualidade do produto final. Por ser a retidão uma característica de médio controle genético, há um melhoramento automático na qualidade da madeira quando árvores mais retas são selecionadas. De modo similar, embora em menor grau, ganhos em qualidade da madeira são obtidos quando indivíduos com ramificações de maior ângulo e mais finas são selecionadas em um programa de melhoramento. Os mesmos autores comentam que a grã espiralada é importante apenas em determinados programas de melhoramento, já que tem pouco efeito na produção ou qualidade da celulose e papel. O coeficiente de herdabilidade desta característica também foi pouco estudado.

Em se tratando de densidade básica, JETT & TALBERT (1982) afirmam que a despeito de sua complexidade, ela é uma característica altamente herdável, com herdabilidade no sentido restrito normalmente variando de 0,60 a 0,70 para muitas espécies de *Pinus* do sul dos Estados Unidos. Conseqüentemente, a seleção para alterar a densidade básica pode resultar em um substancial ganho genético, contanto que o diferencial de seleção seja alto.

ZOBEL & TALBERT (1984) citam também que a densidade básica é uma característica ideal para ser manipulada geneticamente, devido à grande variação individual,

alta herdabilidade, baixa interação genótipo x ambiente e seus efeitos sobre a produção e a qualidade da madeira.

Já MORAES (1987) afirma que embora a densidade seja uma característica de alta herdabilidade, vários fatores ambientais ligados ao manejo, às condições edafo-climáticas e também a problemas de amostragem têm tido uma participação importante na sua determinação. Dentre os fatores genéticos que influem na densidade básica estão as variações entre espécies, procedências e indivíduos. O autor comenta ainda que a interação genótipo x ambiente observada na densidade básica da madeira nada mais é, então, que o conjunto desses fatores ambientais e genéticos interagindo.

Dentre os fatores ambientais, a literatura cita influência de latitude, altitude, fertilidade do solo, adubação, ritmo de crescimento, desbaste, desrama, idade etc.

De acordo com ZOBEL & KELLISON (1973), as correlações entre as propriedades da madeira e crescimento, forma e outras são nulas ou levemente negativas para os *Pinus* subtropicais, sendo possível, portanto, selecionar para crescimento, forma, resistência a doenças e adaptação e, dentro dos indivíduos selecionados, escolher adicionalmente árvores com a qualidade de madeira desejada. As características densidade básica, comprimento e largura de traqueídes e espessura da parede são altamente herdáveis segundo os dados apresentados na literatura.

Para muitas citações de literatura, nas coníferas o vigor está negativamente correlacionado com a densidade básica (SILVA, 1984).

MATZIRIS & ZOBEL (1973), abordando a questão da madeira juvenil, relatam que em *P. taeda* ocasionalmente são observadas árvores com alta densidade na madeira juvenil. Comentam os autores que se esta característica for altamente herdável seria possível formar uma população com uma densidade básica desejável para a madeira juvenil. Em um teste de progênies de polinização aberta de 5 anos de idade estabelecido na Carolina do Sul, Estados Unidos, a magnitude do coeficiente de correlação descendência parental ($r = 0,694$) e a alta herdabilidade da densidade básica da madeira juvenil ($h^2 = 0,47$), combinada com a fraca relação densidade e volume ($r = 0,242$), indicaram que é possível desenvolver uma população de *P. taeda* com alta densidade básica da madeira juvenil e também com bom crescimento, a partir da seleção de árvores com mais alta densidade para a madeira juvenil.

Como se vê, a questão do melhoramento para qualidade da madeira em *Pinus* é um campo aberto para investigações, sendo que muitas características da madeira diferentes da densidade não têm sido consideradas. Levando-se em consideração a influência do ambiente especificamente sobre a densidade, adicionalmente é importante considerar a intervenção no mesmo como estratégia para modificá-la e, conseqüentemente, alterar a qualidade e propriedades da madeira.

Coefficientes de herdabilidade para a densidade básica da madeira e suas correlações

Sobre valores de coeficientes de herdabilidade para a característica densidade básica e correlações com alguns parâmetros de crescimento, MORAES (1987) organizou quadros contendo valores encontrados em literatura, os quais são em parte transcritos a seguir.

QUADRO 1. Estimativas de herdabilidade (no sentido restrito ao nível de plantas individuais) para densidade básica da madeira das árvores de algumas essências florestais.

ESPÉCIE	IDADE (anos)	h²	MÉTODO
P. elliottii	5,0	0,46 – 0,73 ^a	Teste clonal
P. elliottii	5,0	0,49 ^a	Teste clonal
P. elliottii	14,0	0,73 ^a	Teste clonal
P. elliottii	14,0	0,21	Polinização livre
P. pinaster	4,0	0,75	Polinização livre
P. radiata	-	0,49	Polinização livre
P. radiata	4,5 – 6,0	0,33	Polinização livre
P. radiata	6,0	0,20	Polinização livre
P. radiata	8,0	0,45 – 0,75 ^a	Teste clonal
P. radiata	8,0	0,54 – 0,75 ^a	Teste clonal
P. radiata	10,0	0,50 – 0,75 ^a	Teste clonal
P. radiata	10,0	0,16	Polinização livre
P. radiata	13,0	0,70 ^a	Teste clonal
P. radiata	19,0	0,70 ^a	Teste clonal
P. radiata	20,0	0,50 ^a	Teste clonal
P. radiata	25,0	0,24 – 0,60 ^a	Teste clonal
P. taeda	1,0	0,17 ^a	Teste clonal
P. taeda	2,0	0,20	Polinização controlada
P. taeda	2,0	0,37 – 0,49	Polinização controlada
P. taeda	2,0	0,55	Polinização livre
P. taeda	5,0	0,64 ^a	Teste clonal
P. taeda	5,0	0,76 – 0,87	Polinização livre
P. taeda	5,0	0,47	Polinização controlada

^a = herdabilidade no sentido amplo

FONTE: MORAES (1987)

QUADRO 2. Correlações genéticas (rg) e fenotípicas (rf) entre altura (ALT), DAP e volume (VOL) e densidade básica da madeira (DBM) para algumas espécies de **Pinus**.

CARAC.	ESPÉCIE	IDADE	RG	RF	MÉTODO
ALT X DBM	P. radiata	4,5 – 6,0	-0,31	0,10	Polinização livre
ALT X DBM	P. radiata	10,0	-	-0,09	Polinização livre
ALT X DBM	P. taeda	5,0	-0,32	-0,16	Polinização livre
ALT X DBM	P. taeda	5,0	-0,23	0,27	Polinização livre
ALT X DBM	P. virginiana	8,0	0,27	0,18	Polinização livre
DAP X DBM	P. radiata	4,5 – 6,0	-0,45	0,00	Polinização livre
DAP X DBM	P. radiata	10,0	-	0,30	Polinização livre
DAP X DBM	P. taeda	5,0	-0,75	-0,51	Polinização livre
DAP X DBM	P. taeda	5,0	0,02	0,23	Polinização livre
VOL X DBM	P. radiata	4,5 – 6,0	-0,43	0,03	Polinização livre
VOL X DBM	P. taeda	-	0,36	0,28	Polinização livre
VOL X DBM	P. taeda	5,0	-0,82	-0,45	Polinização livre
VOL X DBM	P. taeda	5,0	0,46	0,24	Polinização livre

FONTE: MORAES (1987)

Convém salientar aqui que todos os valores relacionados nos Quadros dizem respeito a observações efetuadas em condições temperadas do Hemisfério Norte e a idades relativamente precoces.

Valores relatados para parâmetros de qualidade da madeira e suas implicações

Diversos trabalhos da literatura apresentam resultados de avaliação relativa a parâmetros de qualidade da madeira, com o predomínio de densidade básica. Alguns desses artigos são apresentados na presente revisão.

Quanto à determinação da densidade da madeira, a maioria dos autores tem preferido relatá-la em termos de densidade básica, ou seja, a relação entre seu peso seco em estufa a 105°C e o respectivo volume em estado de completa saturação de água (HIGA et alii, 1973).

FERREIRA & FERREIRA (1969), ao fazerem um estudo preliminar sobre a variação da densidade básica da madeira da espécies *P. oocarpa*, *P. caribaea*, *P. kesiya* e *P. elliottii*, encontraram diferenças para espécies (QUADRO 3) e para número de anéis de crescimento das amostras avaliadas (QUADRO 4).

QUADRO 3. Densidade média da madeira (12% de umidade) das árvores ao nível do DAP.

ESPÉCIE	IDADE (anos)	Nº ÁRV	DENSIDADE (g/cm ³)
P. oocarpa	6	3	0,434 ± 0,023
P. elliotii	6	5	0,357 ± 0,020
P. c. hondurensis	6	3	0,349 ± 0,027
P. kesiya	12	6	0,411 ± 0,024

QUADRO 4. Variação da densidade média da madeira (12% de umidade) em função de número de anéis de crescimento por amostra

ESPÉCIE	IDADE (anos)	Nº ÁRV.	Nº DE ANÉIS DE CRESCIMENTO POR AMOSTRA E DENSIDADE BÁSICA (g/cm ³)				
			1	2	3	4	5
P. oocarpa	6	3	0,417	0,425	0,463	-	-
P. elliotii	6	5	0,294	0,307	0,366	-	-
P. c. hondurensis	6	3	0,345	0,345	0,369	-	-
P. kesiya	12	7	0,365	0,394	0,416	0,468	0,492

Embora o número de árvores estudadas por espécie tenha sido reduzido, verificou-se que a densidade média de madeira (a 12% de umidade¹) das árvores de *P. oocarpa* foi maior que a do *P. elliotii* e *P. caribaea* var. *hondurensis*.

A tendência do *P. oocarpa* para formação de madeira de maior densidade média que as outras espécies estudadas pode ser verificada pelos dados do QUADRO 4, onde amostras com o mesmo número de anéis de crescimento apresentam densidade maior quando comparadas às de outras espécies.

Os dados nele apresentados demonstram haver no tronco aumento de densidade no sentido da medula para a casca, sendo o aumento mais pronunciado encontrado para o *P. kesiya* (0,365 – 0,492 g/cm³).

Avaliando as espécies *P. elliotii* var. *elliotii* e *P. taeda*, HIGA et alii (1973) verificaram a variação da densidade básica da madeira em função da idade na região de Lages, SC.

Foram obtidas amostras no DAP e a cada 2 m a partir da base até um diâmetro de 6 cm. As amostras foram transversais, circulares e de 5 cm de espessura.

¹ Observação: na época em que foi realizado o estudo ainda não havia padronização em termos de metodologia de determinação da densidade, motivo pelo qual se especificou o teor de umidade da madeira.

QUADRO 5 – Densidade média da madeira para as espécies *P. e. elliottii* e *P. taeda*.

ESPÉCIE	IDADE (anos)	Nº DE ÁRV.	Db MÉDIA (g/cm ³)	AMPLITUDE DE VARIAÇÃO
<i>P. e. elliottii</i>	7	31	0,319	0,260 – 0,356
	9	24	0,326	0,267 – 0,371
<i>P. taeda</i>	6	12	0,311	0,289 – 0,344
	7	15	0,331	0,273 – 0,376
	13	36	0,366	0,325 – 0,407

Os autores concluíram que houve uma tendência para aumento da densidade da madeira em função da idade do povoamento e que nas idades de 6, 7 e 9 anos as diferenças de densidade foram mínimas, porém, aos 13 anos, o *P. taeda* teve um significativo aumento.

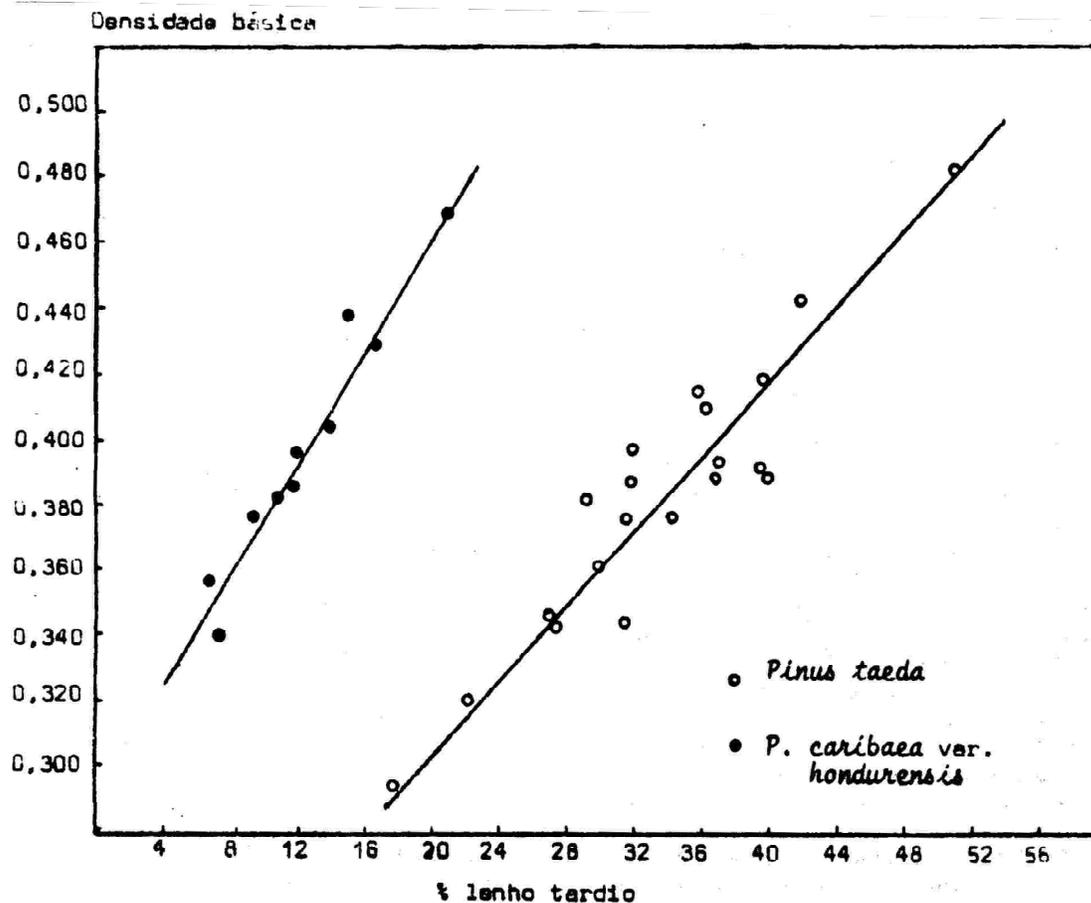
BARRICHELO & BRITO (1978) estabeleceram correlações entre o teor de lenho tardio e densidade básica para o *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. taeda*. Os resultados são apresentados nos QUADROS 6 e 7 e as equações de regressão na FIGURA 1.

QUADRO 6. Porcentagem de lenho tardio e densidade básica para o *P. caribaea* var. *hondurensis* em 10 discos de diferentes alturas dentro de uma mesma árvore aos 16 anos de idade.

AMOSTRA	% DE LENHO TARDIO	DENSIDADE BÁSICA (g/cm ³)
1	21,2	0,468
2	15,3	0,438
3	16,7	0,429
4	14,3	0,404
5	12,1	0,396
6	11,8	0,386
7	11,3	0,382
8	7,8	0,340
9	9,4	0,379
10	6,7	0,356

QUADRO 7 – Porcentagem de lenho tardio e densidade básica para o **P. taeda** em 20 discos tomados aos nível do DAP aos 9 anos de idade.

AMOSTRA	% DE LENHO TARDIO	DENSIDADE BÁSICA (g/cm³)
1	39,5	0,392
2	51,5	0,482
3	31,8	0,344
4	29,4	0,382
5	34,3	0,377
6	36,2	0,410
7	27,4	0,342
8	30,1	0,361
9	17,8	0,295
10	31,6	0,376
11	27,0	0,346
12	42,2	0,442
13	40,2	0,419
14	37,1	0,389
15	31,8	0,388
16	36,4	0,416
17	22,6	0,320
18	39,6	0,389
19	31,8	0,398
20	37,3	0,396



Pinus taeda: $db = 0,204 + 0,0053 \% LT$ ($r = 0,9310$)

Pinus caribaea var. *hondurensis*: $db = 0,290 + 0,0085 \% LT$ ($r = 0,9670$).

FIGURA 1 - Correlações entre densidade básica e percentagem de lenho tardio e respectivas equações de regressão.

Os autores comentaram que os resultados ratificaram a correlação positiva entre teor de lenho tardio e densidade básica. Concluíram também que se o objetivo for conseguir madeiras mais densas para a produção de celulose, o corte da madeira deve ser retardado o tempo suficiente para a formação de maior teor possível de lenho tardio.

Nesse aspecto, os valores de densidade básica encontrados nos plantios de *Pinus* estabelecidos em nossas condições têm revelado que a formação de madeira adulta ocorre em idades bem mais avançadas do que se imaginara. Cabe também ressaltar que muitas vezes o que se chama de lenho tardio é na verdade uma região com acúmulo de compostos que conferem coloração mais escura, mas que não exibem contornos nítidos ou aumento significativo de densidade. Na realidade não se trata dos legítimos anéis outonais das regiões temperadas ou frias.

MONTAGNA et alii (1979/80) avaliaram o peso da matéria seca, densidade básica e dimensões de fibras de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* com 17 anos de idade, plantado em Mogi Mirim-SP. em três diferentes espaçamentos: 1,5 x 1,0m, 2,5 x 1,0m e 3,0 x 2,5m.

Foram analisadas 15 árvores para cada espaçamento e as medições das fibras foram feitas ao nível do DAP em três posições (A = próximo à medula, B = posição intermediária e C = próximo à casca).

Os resultados estão nos QUADROS 8 a 12.

QUADRO 8 – Valores médios e desvios padrões de algumas variáveis obtidas para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* em maciços não desbastados com 17 anos de idade, em cada espaçamento e no conjunto de espaçamentos.

VARIÁVEL	1,5 X 1,0 m		2,5 X 1,5 m		3,0 X 2,5 m		Conjunto	
	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
dA (g/cm ³)	0,350	0,055	0,365	0,051	0,397	0,040	0,371	0,052
dD (g/cm ³)	0,328	0,042	0,398	0,052	0,429	0,042	0,404	0,052
D (cm)	14,2	1,7	16,7	2,5	20,2	2,5	17,0	3,3
H (m)	19,5	2,1	19,0	2,2	21,6	1,4	20,0	2,2
V (dm ³)	125,9	38,3	147,7	46,1	216,4	46,6	163,3	57,9
P (Kg)	45,3	16,4	55,1	22,0	87,0	24,8	62,4	27,6

dA = Densidade básica da árvore

dD = Densidade básica ao nível do DAP

D = DAP com casca

H = Altura total

V = Volume comercial sem casca

P = Peso em matéria seca

QUADRO 9 – Valores médios e desvios padrões referentes ao comprimento das fibras por secção e no conjunto de secções. Valores expressos em mm, obtidos a partir de 15 árvores em cada espaçamento.

ESPAÇAMENTO	A		B		C		GERAL	
	MÉDIA	DESVIO PADRÃO						
1,5 X 1,0 m	2,39	0,21	4,05	0,52	5,72	0,76	4,05	1,48
2,5 X 1,5 m	2,32	0,21	3,82	0,57	5,43	0,61	3,86	1,37
3,0 X 2,5 m	2,42	0,36	3,94	0,47	5,42	0,78	3,93	1,36
Conjunto	2,38	0,26	3,94	0,52	5,52	0,72	3,95	1,39

QUADRO 10 – Valores médios e desvios padrões referentes ao diâmetro das fibras, em cada secção e no conjunto de secções. Valores expressos em μm , obtidos a partir de 15 árvores em cada espaçamento.

ESPAÇAMENTO	A		B		C		GERAL	
	MÉDIA	DESVIO PADRÃO						
1,5 X 1,0 m	54,77	5,84	62,50	4,93	62,16	8,32	59,81	7,24
2,5 X 1,5 m	52,84	9,42	59,33	6,07	54,96	6,58	55,71	7,82
3,0 X 2,5 m	56,90	7,24	65,79	12,19	62,16	9,34	61,62	10,27
Conjunto	54,84	7,57	62,54	8,59	59,76	8,68	59,05	8,83

QUADRO 11 – Valores médios e desvios padrões correspondentes ao diâmetro do lúmen das fibras, em cada secção e no conjunto de secções. Valores expresso em μm , obtidos a partir de 15 árvores em cada espaçamento.

ESPAÇAMENTO	A		B		C		GERAL	
	MÉDIA	DESVIO PADRÃO						
1,5 X 1,0 m	45,04	5,72	49,86	6,37	44,70	9,98	46,53	7,79
2,5 X 1,5 m	41,12	6,26	45,52	7,21	37,90	8,87	41,51	8,00
3,0 X 2,5 m	46,81	7,24	51,50	13,04	42,36	12,42	46,51	10,56
Conjunto	44,32	6,73	48,96	8,21	41,65	10,68	44,98	9,14

QUADRO 12 – Valores médios e desvios padrões correspondentes à espessura da parede das fibras, em cada secção e no conjunto das secções. Valores expressos em μm obtidos a partir de 15 árvores em cada espaçamento.

ESPAÇAMENTO	A		B		C		GERAL	
	MÉDIA	DESVIO PADRÃO						
1,5 X 1,0 m	5,23	0,47	6,81	0,25	8,70	1,54	6,91	1,76
2,5 X 1,5 m	4,83	0,82	6,55	0,87	8,42	1,62	6,60	1,91
3,0 X 2,5 m	5,05	0,55	7,05	1,25	10,35	3,46	7,49	3,05
Conjunto	5,04	0,64	6,81	1,07	9,16	2,48	7,00	4,06

Secções extraídas à altura do DAP

A = próximo à medula,

B = posição mediana,

C = próximo à casca.

As principais conclusões tiradas foram:

1º) A densidade básica não variou com os espaçamentos adotados, embora mostrasse ligeira tendência a aumentar nos espaçamentos maiores;

2º) A densidade básica méd~ das árvores foi de 0,371 g/cm³;

3º) A densidade de uma secção do fuste decresceu com a altura da qual a secção foi extraída, obedecendo um modelo linear;

4º) O comprimento, o diâmetro das fibras, o diâmetro do lúmen e a espessura das paredes das fibras não variaram com os espaçamentos. Os valores médios para a espécie foram respectivamente 3,95 mm, 59,05 µm, 44,98 µm e 7,0 µm, e

5º) O comprimento e espessura das paredes aumentaram no sentido medula - casca.

BRASIL et alii (1982) determinaram a densidade básica média da madeira de árvores de *Pinus elliottii* var. *elliottii* em três regiões do Estado de São Paulo: Itapeva (latitude 24º02'S e altitude 730 m), Itapetininga (latitude 23º42'S e altitude 645 m) e Mogi Guaçu (latitude 22º18'S e altitude 600 m). Variaram idades, espaçamentos e densidades populacionais. Foram avaliadas 10 árvores por idade e por local, a partir de amostras obtidas de secções no DAP e de dois em dois metros a partir da base.

Os resultados estão nos QUADROS 13 e 14.

QUADRO 13 – Valores médios de altura total, DAP com casca e densidade básica da árvore e ao nível do DAP das árvores amostradas nos 3 locais e em diferentes idades.

LOCAL	IDADE (anos)	ALTURA TOTAL (m)	DAP COM CASCA (cm)	DENSIDADE DA ÁRVORE (g/cm ³)	DENSIDADE NO DAP (g/cm ³)
Itapeva	10	14,5	19,1	0,362	0,389
	11	16,5	20,6	0,373	0,400
	12	16,5	21,9	0,400	0,426
	13	15,9	20,0	0,397	0,455
Itapetininga	13	15,4	19,7	0,402	0,444
	17	16,3	19,1	0,453	0,508
	19	19,1	18,9	0,455	0,529
Mogi Guaçu	18	17,0	19,4	0,505	0,562
	19	16,9	19,5	0,517	0,564

QUADRO 14 – Valores médios de densidade básica da árvore e ao nível do DAP, altura total e DAP com casca nas três regiões estudadas.

Variável	ITAPEVA		ITAPETININGA		MOGI GUAÇU	
	MÉDIA	DESVIO PADÃO	MÉDIA	DESVIO PADÃO	MÉDIA	DESVIO PADÃO
Densidade da árvore (g/cm ³)	0,383	0,031	0,436	0,046	0,511	0,041
Densidade do DAP (g/cm ³)	0,417	0,038	0,494	0,056	0,563	0,033
Altura total (m)	15,8	1,4	16,8	2,2	16,9	1,8
DAP com casca (cm)	20,4	3,6	19,4	3,3	19,4	3,5

As principais conclusões foram:

1) Houve um aumento das densidades básicas da árvore e ao nível do DAP com as idades dentro de cada local, e

2) Os valores médios de densidade básica foram superiores em Mogi Guaçu, região considerada de crescimento lento e marginal à espécie.

Vale também observar que existe um efeito da latitude sobre a densidade em amostras de mesma idade. Tal efeito será igualmente comentado em outros trabalhos nesta revisão.

VAN DER SLOOTEN et alii (1976), procurando estudar a importância da localização das plantações de *P. elliottii* no Sul do Brasil e sua influência na densidade da madeira, demonstraram que há, independentemente do local, forte tendência ao aumento da densidade básica média da madeira com a idade e que, desconsiderando idades, a mesma varia de local para local. As idades variaram de 6 a 14 anos. O QUADRO 15 mostra os resultados encontrados.

QUADRO 15 – Variação da densidade básica média da madeira (g/cm^3) de *P. elliottii* var. *elliottii* em diferentes idades e regiões ecológicas da região sul do Brasil.

IDADE (anos)	CAPÃO BONITO (SP)	ITAPETININGA (SP)	CAMPOS DO JORDÃO (SP)	MONTE ALEGRE (PR)	SÃO FRANCISCO DE PAULA (RS)	\bar{X}
6	0,390	-	-	-	0,334	0,362
7	-	-	-	0,370	-	0,370
8	-	0,455	0,356	0,406	0,345	0,391
9	-	-	-	-	0,334	0,334
10	0,424	0,473	0,032	-	0,385	0,396
11	-	-	-	0,420	0,361	0,391
12	-	0,502	0,391	0,467	-	0,453
13	0,452	-	-	0,479	0,364	0,432
14	0,452	-	0,420	0,442	-	0,438
\bar{X}	0,430	0,477	0,367	0,431	0,345	-

As localidades de menor latitude e altitude (Capão Bonito, SP, Itapetininga, SP e Monte Alegre, PR) apresentaram maior densidade, crescente com o aumento da deficiência hídrica do clima. As localidades de Campos do Jordão, SP e São Francisco de Paula, RS apresentaram as densidades médias mais baixas, sendo que essas regiões apresentam climas com tendência a temperados e nenhuma deficiência hídrica no inverno.

Aparentemente, a deficiência hídrica no inverno conduziu à formação de madeira mais densa entre os 10 e 12 anos em Itapetininga, SP. Em Capão Bonito, SP e Monte Alegre, PR, as densidades mais altas ocorreram na faixa dos 11 aos 14 anos, mas sempre inferiores às de Itapetininga, SP.

Dessa forma, os autores concluem que nas regiões ecológicas do Sul do Brasil potenciais ao plantio de pinheiros subtropicais, pode-se supor que o elevado excesso de água no solo durante todo o ano causa rápido incremento em diâmetro, refletindo sobre a área basal e uma elevada produção volumétrica por área, resultando na formação de madeira de baixa densidade e qualidade inferior. Ao contrário, em regiões onde existe um longo período do ano onde não ocorre excesso de água, causando isto uma redução no crescimento, resulta madeira de maior densidade e melhor qualidade.

Completam os autores que há, portanto, possibilidade de se estabelecer zoneamento ecológico para produção de madeira de maior densidade.

KAGEYAMA et alii (1978) num estudo sobre a variação da densidade básica da madeira de árvores superiores de *P. taeda* em três locais: Telêmaco Borba, PR (latitude 24°20'S e altitude 900 m), Três Barras, SC (latitude 26°10'S e altitude 900 m) e Lages, SC (latitude 27°30'S e altitude 900 m), com amostras retiradas na altura do DAP, encontraram os seguintes resultados, conforme o QUADRO 16.

QUADRO 16 – Densidade básica da madeira dos 10 primeiros anéis de crescimento, de árvores superiores de *P. taeda* de 3 regiões do Sul do Brasil.

TELÊMACO BORBA			TRÊS BARRAS			LAGES		
Nº	Idade	db	Nº	Idade	db	Nº	Idade	db
1	13	0,416	9	11	0,351	4	10	0,356
6	13	0,386	10	11	0,342	6	10	0,315
7	13	0,421	11	11	0,393	8	10	0,325
8	13	0,420	14	14	0,356	9	10	0,327
9	13	0,403	15	11	0,358	10	10	0,338
11	13	0,401	16	11	0,400	11	10	0,358
12	13	0,542	17	11	0,389	12	10	0,325
13	13	0,402	18	11	0,404	13	10	0,358
17	10	0,392	19	13	0,338	14	10	0,338
			21	13	0,333	16	10	0,353
			22	13	0,377	18	10	0,323
						26	11	0,345
						28	11	0,361
Média	0,410			0,367			0,340	
Amplitude de Variação	0,386 - 0,452			0,333 – 0,404			0,315 – 0,361	

(db = densidade básica em g/cm³; idade em anos).

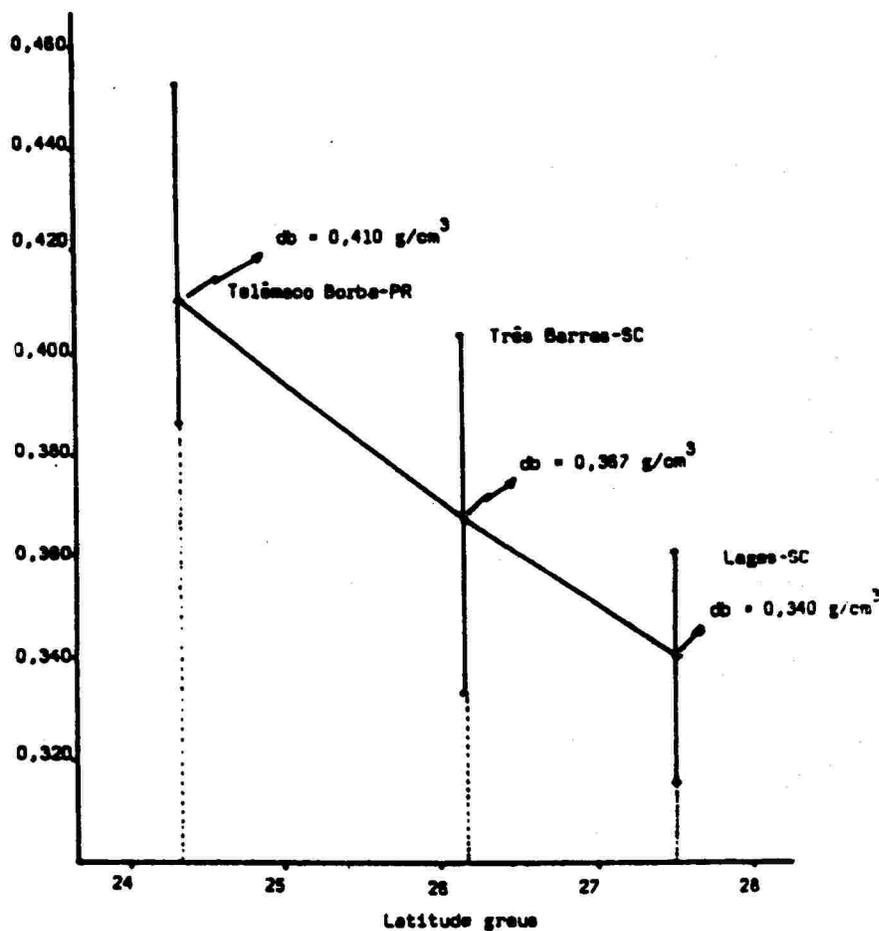


FIGURA 2 – Variação da densidade básica média, máxima e mínima em função de locais.

A variação da densidade básica entre árvores dentro de um local e entre locais pode ser melhor visualizada na FIGURA 2.

Os autores mencionam que a partir do QUADRO 16 e FIGURA 2 verificou-se que a densidade da madeira apresentou uma variação considerável tanto entre como dentro de locais. Em relação a locais, verificou-se que a variação da densidade da madeira foi inversamente correlacionada à variação da latitude, ou seja, houve um aumento da densidade da madeira com a diminuição da latitude de 27° 30' S a 24° 20' S.

Somado ao efeito da latitude, deve ser ressaltada a ocorrência de estação seca em Telêmaco Broba, PR, implicando na formação de madeira mais densa.

Em termos de caracterização de madeira juvenil e adulta, LADRACH (1987) avaliou os efeitos da idade sobre a densidade básica e comprimento da fibra para o *P. oocarpa*, *P. patula* e *P. kesiya*, conforme o QUADRO 17.

QUADRO 17 – Variação da densidade básica média da madeira (g/cm^3) e do comprimento médio das fibras (mm) em função da idade para algumas espécies tropicais de *Pinus* testadas na zona andina da Colômbia.

IDADE (anos)	DENSIDADE (g/cm^3)			COMPRIMENTO DE FIBRAS (mm)		
	P. ooc.	P. pat.	P. kes.	P. ooc.	P. pat.	P. kes.
4	0,35	0,29	0,27	2,90	3,15	2,47
6	0,40	0,32	0,31	3,83	3,90	2,87
8	0,42	0,35	0,34	3,36	4,06	3,07
10	0,44	0,37	0,36	3,59	4,25	3,19
12	0,45	0,39	0,37	3,82	4,45	3,27

P. ooc. = *P. oocarpa*

P. pat. = *P. patula*

P. kes. = *P. kesiya*

Os resultados mostraram que a variação da densidade da madeira e do comprimento de fibra com a idade é significativa e que aos 12 anos de idade os valores para as duas características ainda estão aumentando.

Num estudo acerca das características da madeira de *Pinus taeda* e *P. elliottii*, AMARAL (1973) avaliou o comprimento, diâmetro, diâmetro do lúmen e espessura das paredes das fibras de três árvores para cada espécie aos 8 anos de idade, oriundas de Três Barras, SC. As amostras foram retiradas em secções transversais ao nível do DAP.

Os resultados obtidos são mostrados no QUADRO 18.

QUADRO 18 – Variação do comprimento, diâmetro do lúmen e espessura das paredes das fibras produzidas por *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* aos 8 anos de idade.

Espécie	Árv.	Variação Comprimento (mm)			Variação Ø Fibra (μ)			Variação do Lúmen (μ)			Variação da Espessura (μ)			Dens. (g/cm^3)
		Média	Mín.	Máx.	Média	Mín.	Máx.	Média	Mín.	Máx.	Média	Mín.	Máx.	
P. taeda	1	3,96	2,96	5,18	40,58	26,60	53,20	27,74	13,30	41,80	6,42	3,80	9,50	0,364
P. taeda	2	3,70	2,77	4,81	44,99	32,30	55,10	35,42	20,90	41,80	4,79	2,85	4,80	0,343
P. taeda	3	3,83	3,00	5,40	47,04	34,20	58,20	37,01	15,20	51,30	5,02	2,85	9,50	0,395
P. elliottii	1	3,71	2,96	4,44	34,20	47,73	62,70	35,87	19,00	53,20	5,93	3,80	9,50	0,389
P. elliottii	2	3,84	2,77	4,96	45,30	38,00	60,80	33,44	22,80	53,20	5,93	2,85	9,50	0,373
P. elliottii	3	3,64	2,77	5,18	47,58	38,00	58,90	35,95	28,50	49,40	6,31	3,80	9,50	0,404

Os dados mostraram que existe considerável variação para as variáveis medidas, tanto entre como dentro de espécies.

Acerca da variação da densidade da madeira e comprimento de fibra em função da procedência das sementes, ZOBEL et alii (1960) realizaram um trabalho com diferentes procedências de *P. taeda*, aos 15 e 30 anos de idade, a partir de amostragens realizadas ao nível do DAP em áreas de ocorrência natural da espécie. Os resultados são mostrados no QUADRO 19.

QUADRO 19 – Densidade da madeira (g/cm^3) e comprimento de fibras (mm) de diferentes procedências de *Pinus taeda*, aos 15 e 30 anos de idade.

PROCEDÊNCIA	DENSIDADE (g/cm^3)	AMPLITUDE DE VARIACÃO	COMPRIMENTO DE FIBRA (mm)		AMPLITUDE DE VARIACÃO
			15 ANOS	30 ANOS	
GA, Coastal Plain	0,53	0,48 – 0,58	3,95	4,90	4,0 – 5,5
SC, Coastal Plain (Sul)	0,54	0,47 – 0,59	4,18	4,91	4,1 – 5,7
SC, Coastal Plain (Norte)	0,55	0,50 – 0,59	3,72	4,68	4,1 – 5,3
NC, Coastal Plain	0,54	0,48 – 0,59	3,85	4,33	3,6 – 5,2
VA, Coastal Plain (Sul)	0,52	0,47 – 0,57	3,57	4,30	3,5 – 5,3
VA, Coastal Plain (Norte)	0,47	0,39 – 0,52	2,95	3,80	2,8 – 4,5
VA, Eastern Shore	0,51	0,43 – 0,59	4,27	4,79	3,8 – 5,6
DE, Eastern Shore	0,49	0,44 – 0,53	3,83	4,79	3,9 – 5,5
AL, Piedmont	0,51	0,47 – 0,56	4,39	4,90	4,2 – 5,8
GA, Piedmont	0,52	0,47 – 0,59	4,17	4,86	4,2 – 6,1
SC, Piedmont	0,51	0,43 – 0,55	4,31	4,69	3,9 – 5,4
NC, Piedmont	0,51	0,41 – 0,55	3,69	4,66	4,2 – 5,3
VA, Piedmont	0,52	0,47 – 0,58	3,70	4,43	3,4 – 5,4
TE, Mountain Valley	0,48	0,41 – 0,58	4,13	5,02	4,4 – 5,7
Coastal Plain	0,53	-	3,70	4,49	-
\bar{X} Eastern Shore	0,50	-	4,05	4,79	-
Piedmont	0,51	-	4,05	4,71	-
Mountain	0,48	-	4,13	5,01	-

Legenda:

GA = Georgia

VA = Virginia

AL = Alabama

TE = Tennessee

SC = South Carolina

DE = Delaware

NC = North Carolina

Os autores mostraram que existem diferentes grupos ou populações com densidades da madeira significativamente diferentes, havendo um padrão de distribuição da densidade em função da localização geográfica das populações. Os mais baixos valores da densidade estão associados aos extremos Norte e Noroeste de ocorrência; os valores intermediários à zona de Piedmont e os mais altos associados às planícies costeiras da Carolina do Sul e do Norte e Georgia.

O trabalho demonstrou também existir alta variabilidade entre árvores dentro de procedências para densidade e comprimento de fibras.

Observa-se aqui que os valores de densidade e comprimento de fibra tendem a ser mais altos do que aqueles encontrados em nossas condições.

Ao estudarem procedências de *P. taeda* visando o aproveitamento industrial da madeira, BARRICHELO et alii (1978) fizeram um estudo bastante abrangente de qualidade da madeira.

O ensaio foi instalado em Telêmaco Borba, PR e avaliado aos 9 anos de idade.

Foram estudadas 20 origens de sementes de *P. taeda*. O experimento foi instalado segundo o delineamento de blocos casualizados, com 20 tratamentos e 4 repetições, com 121 (11 x 11) plantas por parcela, tendo-se utilizado as 81 (9 x 9) plantas centrais para a coleta de dados. Aos 9 anos de idade o ensaio foi avaliado para altura, DAP e porcentagem de falhas. Para os estudos tecnológicos de madeira das plantas do ensaio, foram utilizadas 20 árvores de cada procedência, sendo retirado de cada uma um disco de madeira de 4 cm de espessura à altura do DAP. Essas 20 árvores de cada procedência foram tomadas segundo uma distribuição por diâmetro. Para a determinação da densidade básica foram tomadas duas cunhas opostas de cada disco e empregado o método do máximo teor de umidade.

Para a obtenção de celulose foi empregado o processo Kraft. De cada procedência foram tomadas amostras representativas de todos os discos que, após serem picados, os cavacos foram homogeneizados e utilizados nos cozimentos. Foram feitos seis cozimentos visando a obtenção de celulose com números de permanganato entre 17,0 e 35,0.

As condições empregadas nos diferentes cozimentos foram:

- álcali ativo (% Na ₂ O)	16 a 18
- atividade (%).....	100
- sulfidez (%)	25
- relação licor - madeira (litros/kg).....	5:1
- temperatura máxima (°C)	165 - 170
- tempo total de cozimento (h).....	2,5 a 3,0

Após cada cozimento, as celuloses foram lavadas e determinados os rendimentos dos cozimentos e número de permanganato das celuloses. O QUADRO 20 mostra os resultados obtidos.

QUADRO 20 – Resultados das avaliações dendrométricas e industriais das procedências de *P. taeda* estudadas.

Procedência	H (m)	DAP (cm)	VC (m ³ /ha)	% Falhas	Db (g/cm ³)	Rend. Cel. (NP=25)(%)	Rend. Cel. (NP=25)(t cel/ha)	Clas.
South Mississippi	10,11	13,3	249	12,96	0,354	48,4	17,7	19 ^o
South Coastal, SC	10,66	14,5	448	4,02	0,378	49,9	34,6	5 ^o
Bastrop, Texas	10,06	13,2	357	6,48	0,403	48,4	28,2	11 ^o
Central, Georgia	10,55	14,0	408	4,63	0,372	47,7	29,8	8 ^o
South Arkansas	9,34	13,0	289	2,77	0,404	48,5	22,9	15 ^o
Forest Service, SC	11,00	14,5	461	3,08	0,369	49,2	34,5	6 ^o
South Coastal Plain, NC	10,32	13,3	390	3,40	0,381	48,0	29,2	10 ^o
Coastal Plain, Virginia	8,95	11,3	237	7,10	0,378	48,3	17,6	20 ^o
Hart Ford, NC	9,23	12,8	269	6,17	0,385	48,1	20,4	17 ^o
Central, Mississippi	11,70	14,5	499	5,56	0,384	49,6	38,6	2 ^o
Jackson, Florida	11,11	14,9	500	1,23	0,365	49,8	37,6	3 ^o
Georgetown, SC	11,46	14,5	491	3,08	0,388	49,9	38,8	1 ^o
Northeast, Georgia	10,64	13,6	392	6,17	0,367	49,4	29,3	9 ^o
Telêmaco Borba, PR	10,60	14,2	431	3,08	0,370	49,2	32,3	7 ^o
Central, Louisiana	10,06	12,8	320	8,95	0,357	47,9	22,7	16 ^o
Eastern, NC	10,40	12,4	332	4,93	0,366	47,6	23,8	14 ^o
Nouxberg, Mississippi	10,03	13,4	358	2,47	0,368	49,0	26,5	13 ^o
Berkeley, SC	11,04	14,6	480	1,86	0,365	49,2	35,6	4 ^o
Piedmont, NC	9,07	12,3	253	14,92	0,385	48,3	19,2	18 ^o
Central Alabama	10,06	13,2	358	3,08	0,368	49,0	26,6	12 ^o
Média	10,35	13,5	376	5,41	0,375		28,3	

As conclusões do trabalho foram:

1) A análise da variância das características altura, DAP, % de falhas e densidade básica revelou a existência de variações genéticas ao nível de procedências;

2) As variações entre procedências para altura, DAP e % de falhas foram consideráveis. Por outro lado, as densidades básicas não mostraram grandes diferenças;

3) As procedências situadas mais a sudeste da distribuição natural da espécie foram as que apresentaram melhor crescimento. Por sua vez, as procedências originárias do norte e do oeste de sua ocorrência natural manifestaram um crescimento inferior nas condições do ensaio;

4) Não foi encontrada nenhuma correlação significativa ao nível de procedências para incrementos volumétricos e respectivas densidade básicas de madeira;

5) Quando se compararam os rendimentos e respectivos números de permanganato das celulosas para as procedências, observou-se uma perfeita correlação positiva entre ambos;

6) Quando foram transformados os volumes cilíndricos para toneladas de celulose kraft a serem obtidas aos 9 anos, utilizando-se os valores das respectivas densidades básicas e rendimentos do processo, as melhores procedências foram: Georgetown, SC, Central Mississippi, Jackson, Flórida, Berkeley, SC, South Coastal, SC, Forest Service, SC e Telêmaco Borba, PR.

Uma pesquisa realizada em Angola por FONSECA & LOUZADA (1986) mostrou as variações da densidade de 14 espécies de *Pinus*, cujos resultados são mostrados na FIGURA 3.

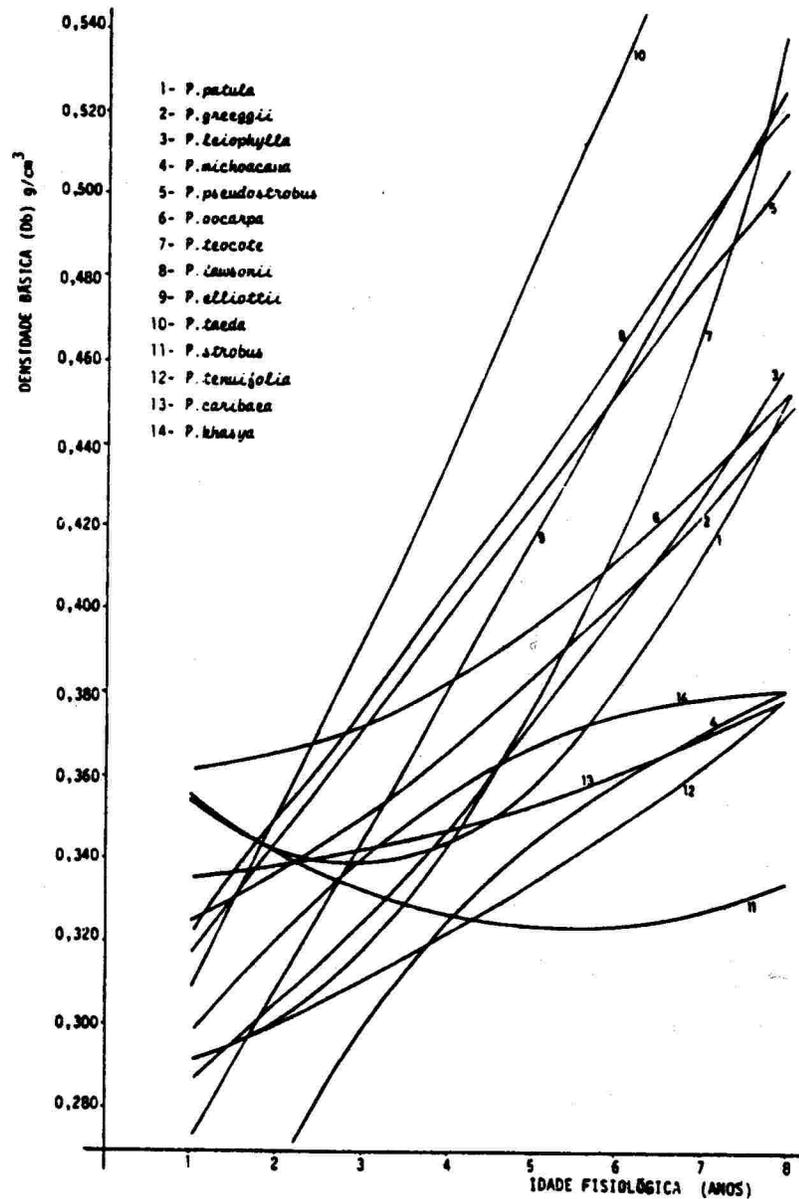


FIGURA 3 – Variação da densidade média do lenho dos anéis de crescimento com a idade, em cada espécie.

As principais conclusões foram:

1) As espécies com origem no Sudeste dos Estados Unidos - *P. eliottii* e *P. taeda* - evidenciaram a capacidade de produzir madeira com elevada densidade, embora sejam espécies com crescimento substancialmente mais reduzido que as restantes. Em princípio a

sua cultura não se justificaria, até porque tudo indica haver possibilidade de produzir madeiras de qualidade semelhante com espécies mais produtivas;

2) As espécies originárias da América Central são, sem dúvida, aquelas de maior importância para reflorestamento em zonas intertropicais. Apesar de restritas ou nulas informações tecnológicas nas suas áreas de origem sabe-se, pelo menos, que no México elas são utilizadas de forma indiscriminada e até misturadas, para a obtenção de todo o tipo de produtos oriundos de resinosas;

3) Assim, os resultados obtidos e os conhecimentos de silvicultura já existentes apontam, dentro de condicionalismos climáticos próprios, para a utilização do *P. patula* na silvicultura intensiva de *Pinus* em Angola. Nesta espécie, o trabalho de pesquisa do ponto de vista silvicultural e genético com objetivos de maximização dos aspectos quantitativos e qualitativos de produção é relevante;

4) O *P. caribaea*, que poderá ter interesse em Angola para zonas mais tropicais, ou mais secas, revela-se, em princípio, competitivo em termos de produção apenas com base em maior produção volumétrica, devendo produzir madeira de qualidade inferior. Dever-se-á acompanhar o intenso trabalho de pesquisa a que esta espécie vem sendo submetida em alguns países, o que também já acontece em Angola;

5) O *P. leiophylla* é igualmente uma espécie a considerar como alternativa ao *P. patula*, da qual não difere substancialmente, nem em qualidade nem em produção:

6) O *P. pseudostrobus* e também o *P. lawsonii* são duas espécies a serem estudadas pela elevada densidade da madeira que manifestaram. Evidenciam, assim, a possibilidade de terem uma boa produtividade com volume reduzido e, logo, potencialidade para tirar partido de diversos fatores de produção, especialmente para a produção fibrosa;

7) O *P. strobus* var. *chiapensis*, que chamou a atenção pelo seu magnífico aspecto vegetativo. árvores com boa forma, grande distância entre os verticilos e ramos finos, evidenciou, na análise efetuada. a capacidade de produzir lenho com grande homogeneidade radial e direcional (diametral) de características, que são em larga escala consequência da reduzida ou quase nula diferenciação de lenhos na camada de crescimento. A produção de madeira leve é também consequência disto.

O *P. strobus* é, assim, uma espécie que pode ter grande importância para Angola na produção de folheados, desenrolados, indústrias afins e seus derivados, assim como interiores de móveis e portas e todas as utilizações para as quais a homogeneidade e a facilidade de trabalho são características de interesse;

8) O *P. kesiya*, originário do Sudeste Asiático, é uma espécie em que se depositavam algumas esperanças, principalmente por ser utilizada em diversos países para reflorestamento. Pelos resultados encontrados pode-se concluir que não deverá ser considerada uma alternativa ao *P. patula* para as regiões onde esta espécie possa vegetar em boas condições. Por outro lado, para regiões mais quentes, ou até mais secas, o *P. caribaea* deverá ser uma espécie mais produtiva. Tudo parece, pois, apontar para a existência de alternativas vantajosas à utilização do *P. kesiya*.

Já LADRACH (1986) apresenta comparações entre a madeira juvenil e madeira adulta para diferentes espécies/procedências de pinheiros aos 8 anos de idade. Aparentemente existe uma diferenciação clara para algumas espécies/procedências, refletida na média ponderada da densidade, conforme o QUADRO 21.

QUADRO 21 – Densidade básica média para madeira juvenil, adulta e média ponderada para diferentes espécies de *Pinus* aos 8 anos de idade na zona andina da Colômbia.

ESPÉCIE	PROCEDÊNCIA	DENSIDADE BÁSICA (g/cm ³)		
		MADEIRA JUVENIL	MADEIRA ADULTA	MÉDIA PONDERADA
P. ooc.	Malpazo, Guatemala	0,415	0,532	0,488
P. ooc.	Jalapa, Guatemala	0,371	0,499	0,447
P. ooc.	Vale Bonito, Honduras	0,377	0,502	0,444
P. ooc.	Pimentilla, Honduras	0,366	0,507	0,440
P. ooc.	Olanchito, Honduras	0,391	0,488	0,440
P. ooc.	Pinalon, Guatemala	0,387	0,482	0,443
P. ooc.	Hueuetenango, Guatemala	0,357	0,496	0,437
P. ooc.	San Juan, Honduras	0,375	0,484	0,426
P. ooc.	Cerro Bonete, Nicaragua	0,369	0,458	0,414
P. ooc.	Malpazo, Guatemala	0,362	0,460	0,413
P. ooc.	Yucul, Nicaragua	0,368	0,445	0,408
P. ooc.	Mt. Pine Ridge, Belize	0,370	0,435	0,406
P. ooc.	Dipilto, Nicarágua	0,365	0,415	0,392
P. pse.	Guatemala	0,352	0,444	0,411
P. kes.	Mutare, Zimbabwe	0,375	0,430	0,409
P. kes.	Chichele, Zimbabwe	0,363	0,396	0,374
P. kes.	Mt. Kabugbugan	0,334	0,386	0,367
P. kes.	Langangland, Filipinas	0,327	0,384	0,359
P. kes.	Filipinas	0,318	0,356	0,340
P. max.	San Juan, Guatemala	0,363	0,423	0,393
P. max.	Guatemala	0,380	0,417	0,400
P. tae.	Sabie, África do Sul	0,317	0,425	0,374
P. c.h.	Poptum, Guatemala	0,363	0,366	0,365
P. c.h.	Languimgua	0,356	0,374	0,364
P. c.h.	Culmi, Honduras	0,353	0,386	0,361

Legenda: P. ooc. = *P. oocarpa*
P. pse. = *P. pseudostrobus*
P. kes. = *P. kesiya*
P. max. = *P. maximinoi*
P. tae = *P. taeda*
P. c.h. = *P. caribaea* var. *hondurensis*

As diferenças encontradas mostram que é importante estabelecer estudos concretos sobre a idade de formação da madeira adulta em espécies/procedências de *Pinus*, assim como entender os efeitos dos fatores ambientais na formação da madeira juvenil e adulta nas áreas de plantio.

Os valores médios de densidade por espécie foram os seguintes: *P. oocarpa* = 0,431 g/cm³, *P. pseudostrobus* = 0,411 g/cm³, *P. kesiya* = 0,370 g/cm³, *P. maximinoi* = 0,397 g/cm³, *P. taeda* = 0,374 g/cm³ e, finalmente, *P. caribaea* var. *hondurensis* = 0,363 g/cm³.

Em Honduras, HOUKAL (1981) estudou a variação geográfica da densidade básica da madeira de *Pinus oocarpa* e *Pinus caribaea*, mostrando que as variações são grandes nos níveis interespecífico, intraespecífico e individual, conforme pode ser observado no QUADRO 22.

QUADRO 22 – Localização das populações e valores de densidade para *P. oocarpa* e *P. caribaea*.

Espécie	População	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Nº Árv.	Db (g/cm ³)	Desvio Padrão
<i>P. ooc.</i>	Laborcita	14° 45'N	89° 05'W	1.120	47	0,533	0,067
	San José, comayagua	14° 72'N	88° 03'W	700	50	0,507	0,053
	Guato, Jano	15° 07'N	86° 45'W	950	45	0,531	0,058
	Cofradía	15° 50'N	88° 22'W	1.100	50	0,529	0,060
	Teupasenti	14° 20'N	86° 73'W	1.050	50	0,546	0,085
	Siguatpeque	14° 50'N	87° 80'W	1.080	49	0,504	0,054
	Gualaco	15° 05'N	86° 05'W	950	50	0,474	0,053
	Jacón	15° 20'N	86° 85'W	1.100	50	0,498	0,050
	Higuito	14° 27'N	87° 53'W	750	41	0,486	0,063
	Carta	15° 03'N	86° 70'W	800	45	0,500	0,061
San José, Copán	14° 90'N	88° 73'W	750	40	0,504	0,055	
Média						0,510	0,023
<i>P. car.</i>	Dulce Nombre Culmí	15° 10'N	85° 62'W	550	25	0,539	0,064
	El jilote	14° 90'N	88° 22'W	520	50	0,586	0,063
	Jocón	15° 83'N	86° 28'W	580	40	0,557	0,087
	San Pedro Zacapa	14° 77'N	88° 13'W	400	50	0,604	0,082
	Puerto Lempira	15° 73'N	83° 77'W	10	40	0,550	0,087
	Rus-rus	14° 45'N	84° 45'W	100	40	0,516	0,078
	Ahuás	15° 47'N	84° 32'W	15	50	0,541	0,066
Média						0,556	0,030

Observações:

Prováveis populações híbridas

P. ooc. = *P. oocarpa*

P. car. = *P. caribaea*

O teste não especifica as idades dos materiais, provavelmente por se tratarem de populações naturais. Vale observar os valores médio e suas magnitudes.

Num estudo efetuado em populações de pinheiros tropicais e subtropicais pertencentes à DURAFLOA, em Agudos, SP, AMARAL et alii (1977) avaliaram a variação da densidade básica da madeira ao longo do tronco em função da espécie e idade. Os resultados são apresentados no QUADRO 23.

QUADRO 23 – Variação da densidade básica média da madeira ao longo do tronco em função de espécie e idade (média e 10 árvores).

ESPÉCIE	IDADE (anos)	AMPLIT. DE VAR.	ALTURA (m)													
			0,30	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0				
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	6	MAX	0,439	0,406	0,407	0,396	0,414	0,414								
		MED	0,387	0,369	0,362	0,372	0,373	0,399								
		MIN	0,331	0,324	0,320	0,324	0,317	0,330								
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	5	MAX	0,447	0,428	0,421	0,417										
		MED	0,371	0,361	0,367	0,384										
		MIN	0,318	0,311	0,322	0,340										
<i>P. caribaea</i> var	6	MAX	0,443	0,363	0,338	0,324	0,327	0,316								
		MED	0,389	0,333	0,327	0,321	0,321	0,322								
		MIN	0,347	0,305	0,309	0,305	0,300	0,315								
<i>hondurensis</i>	12	MAX	0,481	0,435	0,436	0,433	0,441	0,442	0,437	0,429	0,402					
		MED	0,440	0,394	0,384	0,380	0,379	0,380	0,376	0,374	0,364	0,362				
		MIN	0,377	0,347	0,342	0,342	0,355	0,341	0,341	0,331						
<i>hondurensis</i>	14	MAX	0,533	0,490	0,474	0,481	0,459	0,475	0,461	0,472	0,480	0,466				
		MED	0,463	0,423	0,412	0,404	0,392	0,399	0,398	0,396	0,386	0,389				
		MIN	0,413	0,369	0,353	0,351	0,353	0,355	0,345	0,351	0,340	0,338				
<i>P. elliotii</i> var. <i>densa</i>	6	MAX	0,409	0,396	0,356	0,386	0,308									
		MED	0,370	0,339	0,331	0,327	0,312									
		MIN	0,307	0,279	0,286	0,308										
<i>elliotii</i>	12	MAX	0,523	0,487	0,447	0,431	0,428	0,408	0,381							
		MED	0,467	0,429	0,409	0,399	0,400	0,397	0,391	0,387						
		MIN	0,406	0,355	0,338	0,345	0,344	0,354	0,351	0,354						
<i>P. elliotii</i> var	10	MAX	0,546	0,526	0,495	0,460	0,395									
		MED	0,498	0,473	0,441	0,391	0,349									
		MIN	0,443	0,420	0,393	0,333										
<i>elliotii</i>	12	MAX	0,502	0,480	0,473	0,453	0,395	0,320								
		MED	0,473	0,442	0,411	0,394	0,370	0,336								
		MIN	0,428	0,405	0,363	0,352	0,343									
<i>elliotii</i>	13	MAX	0,561	0,560	0,529	0,522	0,503	0,472								
		MED	0,523	0,495	0,453	0,438	0,405	0,378								
		MIN	0,474	0,449	0,404	0,395	0,348	0,315								
<i>P. kesiyi</i>	7	MAX	0,444	0,379	0,377	0,358	0,351	0,350	0,346							
		MED	0,379	0,345	0,344	0,335	0,335	0,330	0,324							
		MIN	0,356	0,298	0,292	0,285	0,283	0,291	0,281							
<i>P. kesiyi</i>	12	MAX	0,502	0,416	0,404	0,390	0,389	0,392	0,392	0,371						
		MED	0,414	0,369	0,362	0,359	0,353	0,352	0,340	0,322						
		MIN	0,335	0,323	0,310	0,310	0,303	0,296	0,296	0,311						
<i>P. kesiyi</i>	14	MAX	0,453	0,407	0,404	0,408	0,413	0,412	0,423	0,427	0,397	0,341				
		MED	0,414	0,383	0,377	0,373		0,380	0,382	0,382	0,364	0,337				
		MIN	0,376	0,347	0,340	0,332		0,362	0,369	0,373	0,349	0,323				
<i>P. oocarpa</i>	6	MAX	0,448	0,396	0,390	0,364	0,345	0,381								
		MED	0,413	0,368	0,361	0,357	0,360	0,370								
		MIN	0,393	0,334	0,333	0,322	0,336	0,320								
<i>P. oocarpa</i>	12	MAX	0,497	0,476	0,441	0,449	0,454	0,445	0,426	0,420	0,402					
		MED	0,457	0,433	0,418	0,419	0,420	0,413	0,401	0,393	0,389					
		MIN	0,406	0,393	0,380	0,374	0,372	0,364	0,346	0,347						
<i>P. oocarpa</i>	13	MAX	0,564	0,530	0,497	0,480	0,469	0,451	0,441	0,435	0,421					
		MED	0,499	0,465	0,439	0,433	0,427	0,414	0,403	0,392	0,384					
		MIN	0,476	0,432	0,416	0,416	0,415	0,404	0,399	0,378	0,359					
<i>P. patula</i>	6	MAX	0,437	0,402	0,367	0,336	0,331									
		MED	0,381	0,342	0,321	0,306	0,315									
		MIN	0,337	0,297	0,263	0,240										
<i>P. patula</i>	12	MAX	0,475	0,428	0,403	0,385	0,384	0,406								
		MED	0,408	0,369	0,355	0,356	0,353	0,348								
		MIN	0,382	0,323	0,317	0,319	0,314	0,303								
<i>P. patula</i>	14	MAX	0,546	0,500	0,483	0,493	0,465	0,452	0,426	0,410	0,387					
		MED	0,473	0,442	0,425	0,412	0,393	0,391	0,375	0,353	0,342					
		MIN	0,451	0,407	0,395	0,386	0,379	0,383	0,386	0,392	0,357					

Os autores comentam que existe uma tendência da densidade diminuir com a altura da árvore para as espécies *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. elliotii* var. *densa*, *P. elliotii* var. *elliotii*, *P. kesiya*, *P. oocarpa* e *P. patula*, sendo mais evidente no caso do *P. elliotii* var. *elliotii* nas idades estudadas.

Segundo a literatura, as variações da densidade ao longo do fuste nas espécies de origem tropical são insignificantes (Andrew & Hughes, 1973; Paraskevopolilov, 1973; Burley, Geary & Pattinson, 1973, citados por AMARAL et alii, 1977).

Os autores concluíram ainda que há uma ligeira tendência da densidade diminuir com a altura dentro da árvore, na maioria das espécies estudadas. O *P. caribaea* var. *bahamensis* e o *P. caribaea* var. *caribaea* foram exceções, sendo observado um ligeiro aumento da densidade com a altura.

Também concluíram que nas espécies tropicais existem indivíduos que apresentam uma variação da densidade com a altura diferente da apresentada pela maioria dos indivíduos, enquanto que nas espécies subtropicais todos os indivíduos seguem a mesma tendência.

Com os dados disponíveis, calcularam-se os valores médios de densidade (g/m^3) para cada espécie aos 12 e 13/14 anos de idade, quais sejam:

ESPÉCIES	IDADES	
	12 Anos	13/14 Anos
<i>P. c. hondurensis</i>	0,383	0,406
<i>P. kesiya</i>	0,359	0,377
<i>P. oocarpa</i>	0,416	0,428
<i>P. patula</i>	0,365	0,401
<i>P. e. elliotii</i>	0,404	0,449

Tais dados permitem concluir que as densidades tendem a aumentar progressivamente com a idade e, nesse aspecto, a formação de madeira adulta provavelmente ocorrerá a idades mais avançadas.

CAMARGO et alii (1987) estudando as características da madeira de *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *caribaea*, *P. kesiya* e *P. oocarpa*, aos 11 e 13 anos de idade, obtiveram os valores de densidade básica média e comprimento médio de fibras para várias procedências, mostradas no QUADRO 24.

QUADRO 24 – Densidade básica média da madeira (g/cm^3) e comprimento médio das fibras (mm) de diferentes procedências de *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *caribaea*, *P. keisya* e *P. oocarpa*, aos 11 e 13 anos, em Agudos, SP.

Espécie	Procedência	Db (g/cm^3)	Comp. Fibra (mm)
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Alamicamba, Nicar.	0,396	4,10
	Poptum, Guat.	0,455	4,37
	Guanaja, Hond.	0,428	4,03
	Mt. Pine Ridge, Bel.	0,402	4,31
	Casa Branca, SP	0,401	4,09
Média		0,416	0,418
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	Flores, Cuba	0,414	3,89
	Palácios	0,415	4,88
	Cabanas	0,423	4,34
	Manuel	0,488	4,12
	Vinales	0,406	4,20
	Bateu	0,436	4,33
	Buren	0,401	4,06
Média		0,426	0,426
<i>P. keisya</i>	Agudos	0,418	3,95
	São Carlos	0,372	3,70
	São Carlos	0,397	4,16
	Coto Mine	0,463	3,93
	Kabayan	0,394	3,91
	Mt. Seneneb.	0,422	3,80
	Langangland	0,421	3,73
	Lepanto	0,419	4,06
	Samfya Lam.	0,397	3,73
	San Nicolas	0,431	4,09
	Mt. Data	0,376	4,04
	Mt. Datang	0,434	4,19
	Média		0,412
<i>P. oocarpa</i>	Angeles, Hond.	0,541	3,78
	Legunilla, Guat.	0,548	3,81
	Pueblo Caído, Guat.	0,450	3,87
	Bucarál, Guat.	0,438	3,90
	San Marcos, Hond.	0,449	3,86
	Camélias, Nicar.	0,412	3,81
	Zapotillo, Hond.	0,424	3,80
	San José, Guat.	0,471	3,94
	Huehuetenango, Guat.	0,411	3,86
	Lima, Guat.	0,440	3,74
	Mt. Pine Ridge, Bel.	0,448	3,79
	Siguatpeque, Hond.	0,438	3,61
	Rafael, Nicar.	0,429	3,54
	Média		0,440

Legenda: Nicar. = Nicarágua
 Guat. = Guatemala
 Hond. = Honduras

Bel. = Belize

Para o *P. caribaea* var. *hondurensis* aparentemente as procedências oriundas de regiões mais interiores da zona de ocorrência natural, com climas que apresentam deficiência hídrica, teriam maior densidade básica da madeira (Poptum, Guatemala e Guanaja, Honduras), existindo grande potencial para a seleção a nível de procedência tanto para a densidade como para o comprimento da fibra. O mesmo ocorre para o *P. caribaea* var. *caribaea*.

Em relação ao *P. oocarpa*, os dados revelam que a densidade básica é em média superior às procedências de *P. caribaea*. A variação entre procedências não é tão expressiva como no caso do *P. caribaea*. Há necessidade de estudos mais aprofundados em relação às variações dentro de procedências.

No caso do *P. kesiya*, os autores concluem que a espécie é bastante potencial pelos valores encontrados para as características densidade e comprimento de fibras. Existe, também, alto potencial de seleção para as características mencionadas, para forma do tronco e conformação de ramos e copa.

Métodos e estratégias de melhoramento com ênfase à qualidade da madeira

Especificamente sobre esses assuntos, na literatura foi encontrado um reduzido número de referências. Quando existem, abordam predominantemente a densidade básica.

MORAES (1987) comenta que pelo fato da densidade básica ser uma característica com alta herdabilidade, apresentando correlações tanto positivas como negativas e de diferentes magnitudes com as características de crescimento, a escolha da estratégia de melhoramento deve ser diferente destas últimas, as quais apresentam baixa herdabilidade.

SHIMOYAMA & BARRICHELO (1989) escrevem que os programas de melhoramento florestal enfatizam em primeiro plano as características de crescimento, forma, adaptabilidade e resistência a pragas e doenças, devido à facilidade de seleção para tais características. A densidade básica é um parâmetro de difícil avaliação na fase de seleção de árvores superiores. Apesar desta argumentação, têm sido realizados trabalhos com essa característica que mostram ter, realmente, alta variabilidade e considerável controle genético, fatores fundamentais para o emprego de qualquer método de melhoramento.

Conforme relatado no início deste trabalho, ZOBEL & T ALBERT (1984) comentam que a densidade básica é uma característica ideal para ser manipulada geneticamente por apresentar grande variação entre árvores, alta herdabilidade, baixa interação genótipo x ambiente e pelos significativos efeitos sobre a produção e qualidade da madeira.

Falkenhagen (1985) citado por MORAES (1987), comenta que para minimizar os efeitos da interação genótipo x ambiente poderiam ser adotadas duas estratégias: a primeira classificar os locais em sub-regiões e conduzir um programa de melhoramento múltiplo (maior custo do programa) e a segunda seria a eliminação dos genótipos causadores da interação, para que com isto fosse conduzido um único programa (menor ganho por local e maior restrição na variabilidade para a população).

Um exemplo de escolha das estratégias sugeridas pelo autor pode ser encontrada no trabalho de Burdon (1977), citado por MORAES (1987), que calculou estimativas de correlações genéticas entre locais, envolvendo altura, retidão e densidade básica para *P. radiata*. A densidade básica mostrou altas correlações genéticas entre as regiões de estudo, daí o critério de seleção para esta característica seria aquela onde todos os locais

pertenceriam a um mesmo programa de melhoramento. Para altura e retidão houve baixa correlação entre locais, o que sugere a formação de programas de melhoramento separados.

A integração entre as áreas industrial e florestal em qualquer empreendimento é de relevante importância para o sucesso dos esforços voltados ao melhoramento da qualidade da madeira. A adoção do método ou estratégia ideal é tomada pelo profissional da área florestal, mas os objetivos do trabalho devem ser fruto de uma definição tomada em conjunto com a área industrial e de marketing.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo que foi levantado em literatura e analisando as informações e dados de forma crítica, é factível tecer algumas considerações finais acerca do assunto tratado no presente trabalho.

Inicialmente, é importante salientar que existe uma expressiva variação para as características densidade básica e dimensões de fibras para espécies, procedências e indivíduos em *Pinus*, e que a herdabilidade para tais características tem se revelado de média a alta magnitude, facilitando os trabalhos de seleção.

Diversos fatores ambientais e processos fisiológicos, contudo, interferem de forma marcante nas características da madeira, necessitando ser melhor investigados. É possível articular tais influências visando captar seus benefícios para o uso final da madeira, implicando em mudanças de postura quanto ao zoneamento ecológico, às práticas de manejo, à idade de corte etc. Nesse sentido, é de extrema importância estudar os fatores que afetam a formação da autêntica madeira adulta em nossas condições.

Finalmente, pelo enfoque central do texto ser melhoramento, questionar a forma como o mesmo vem sendo realizado e até que ponto o melhoramento genético tem contribuído de forma efetiva para a melhoria da qualidade da madeira em *Pinus*, é avançar no processo de aprimoramento contínuo e manter-se competitivo no mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, A. C. B. do Estudo das características da madeira produzida por *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*. Piracicaba, ESALQ/Departamento de Ciências Florestais, 1973. 6p. (Relatório não publicado).
- AMARAL, A. C. B. do et alii Métodos de avaliação da densidade básica da madeira de populações de pinheiros tropicais. **IPEF**, Piracicaba (15): 47-67, 1977
- 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. Piracicaba, 1979. 167p. (Tese - Livre Docência - ESALQ/USP).
- BARRICHELO, L. E. G. *Pinus caribaea* var. *hondurensis*: principais características da madeira sob o ponto de vista tecnológico. **Circular técnica. IPEF**, Piracicaba (85): 1-12, 1980.

- BARRICHELO, L. E. G. & BRITO, J. O. Correlações entre o teor de lenho tardio e densidade básica para espécies do gênero *Pinus*. **Circular técnica. IPEF**, Piracicaba (30):1-6,1978.
- BARRICHELO, L. E. G. & BRITO, J. O. Variabilidade radial da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **IPEF**, Piracicaba (18): 81-102,1979.
- BARRICHELO, L. E. G. et alii Estudos de procedências de *Pinus taeda* visando o seu aproveitamento industrial. **Silvicultura**, São Paulo, 2(14): 142-6, 1978.
- BARRICHELO, L. E. G. et alii. Variação da densidade básica e composição química de madeiras de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* em função da idade. **O Papel**, São Paulo, 36(11): 110-2, 1975.
- BRASIL, M. A. M. et alii Densidade básica da madeira de *Pinus elliottii* var. *elliottii* em três regiões do estado de São Paulo. **Boletim técnico Instituto Florestal**, São Paulo, 36(1): 9-17, 1982.
- CAMARGO, F. R. A. et alii Caracterização da madeira de procedências de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Pinus caribaea* var. *caribaea*, *Pinus kesiya* e *Pinus oocarpa* para produção de celulose kraft. **Silvicultura**, São Paulo, 11 (41): 195, 1987.
- DUFFIELD, J. W. Tracheid length variation patterns in douglas - fir and selection of extreme variants. **TAPPI**, Atlanta, 47(2): 122-8, 1964.
- FERREIRA, C. A. & FERREIRA, M. Estudos preliminares sobre a variação da densidade da madeira das espécies do gênero *Pinus*: *Pinus oocarpa*, *Pinus caribaea*, *Pinus kesiya* e *Pinus elliottii*. **O solo**, Piracicaba, (2): 39-41, 1969.
- FONSECA, F. M. A. & LOUZADA, J. L. P. C. **Variação da densidade e diferenciação das madeiras de 14 espécies de pinheiros com 8 anos de idade cultivados em Angola**. Vila Real, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 1986. 27p.
- GODDARD, R. E. & COLE, D. E. Variation in wood production of six-year-old pragenies of selected slash pines. **TAPPI**, Atlanta, 49(8): 359-62,1966.
- HIGA, A. R. et alii Variação da densidade básica da madeira de *Pinus elliottii* var. *elliottii* e *Pinus taeda*. **IPEF**, Piracicaba, (7): 79-91, 1973.
- HOUKAL, D. J. **Variación geográfica de la densidade básica de la madera de *Pinus oocarpa* y *Pinus caribaea* en Honduras**. Siguatepeque, Escuela Nacional de Ciencias Forestales, 1981. 11 p. (Artículo Científico, 4)
- HUGHES, J. F. The wood structure of *Pinus caribaea* Morelet in relation to use characteristics, growth conditions and tree improvement. In: BURLEY, J. & NIKLES, D. G. Selection and breeding to improve some tropical conifers. Oxford, Commonwealth Forestry Institute, 1973 p. 13-22.

- JETT, J. B. & TALBERT, J. T. Place of wood specific gravity in the development of advanced - generation seed orchards and breeding programs. **Southern journal of applied forestry**, Washington, **6**(3): 177-80, 1982.
- KAGEYAMA, P. Y. et alii Variação da densidade básica da madeira de árvores superiores de *Pinus taeda*. **Boletim informativo. IPEF**, Piracicaba, **6**(18): 15-9, 1978.
- KOCH, P. **Utilization of the Southern pines**. Washington, USDA/Forest Service, 1972. v.1.
- LADRACH, W. E. Qualidade da madeira de *P. oocarpa*. **Informe de investigacion forestal**, Cali (116):1-7, 1987.
- LADRACH, W. E. Comparaciones entre procedencias de siete coníferas en la zona andina al finalizar los ocho años. **Informe de investigacion forestal**, Cali (5): 1-8, 1986.
- MAEGLIN, R. R. Natural variation of tissue proportions and vessel and fiber length in mature northern red oak. **Silvae genetica**, Frankfurt, **25**(3/4): 122-6, 1976.
- MATZIRIS, D. I. & ZOBEL, B. J. Inheritance and correlations of juvenile characteristics in loblolly pine (*Pinus taeda* L.). **Silvae genetica**, Frankfurt, **22** (1/2): 38-45, 1973.
- MONTAGNA, R. G. et alii. Peso de matéria seca, densidade básica e dimensões de fibras de *Pinus caribaea* Mor. Var. *hondurensis* Bar. et Golf. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, 13/14: 23-32, 1979/80.
- MORAES, M. L. T. **Variação genética da densidade básica da madeira em progênies de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e suas relações com as características de crescimento**. Piracicaba, 1987 115p. (Tese - Mestrado - ESALQ/USP).
- PALMER, E. R. & GIBBS, J. A. Pulping characteristics of three trees of *Pinus caribaea* with different densities grown in Jamaica. **Tropical products institute report**, London (30): 1-24, 1973.
- SHIMOYAMA, V. R. S. & BARRICHELO, L. E. G. Densidade básica da madeira, melhoramento e manejo florestal. **Série técnica. IPEF**, Piracicaba, **6**(20):1-22, 1989.
- SILVA, J. C. **Parâmetros da densidade na qualidade da madeira**. Piracicaba, ESALQ/Departamento de Ciências Florestais, 1984. 82p.
- VAN BUIJTENEN, J. P. Anatomical factors influencing wood specific gravity of slash pines and the implications for the development of a high-quality pulpwood. **TAPPI**, Atlanta, **47**(7):401-5, 1964.
- VAN DER StOOTEN, H. J. Levantamento da densidade da madeira de *Pinus elliotti* em plantios do sul do Brasil. **Série técnica. PRODEPEF**, Brasília (5):1-47, 1976.

ZOBEL, B. J. & KELLISON, R. C. Should wood be included in a pine tree improvement programme? In: BURLEY, J. & NIKLES, D. G. **Selection and breeding to improve some tropical conifers**. Oxford, Commonwealth Forestry Institute, 1973. p. 4-12.

ZOBEL, B. J. & TALBERT, J. **Applied forest tree improvement**. New York, John Wiley, 1984. 505p.

ZOBEL, B. et alii Geographic, site and individual tree variation in wood properties of loblolly pine. **Silvae genetica**, Frankfurt, **9**(6): 149-58, 1960.

ZOBEL et alii Wood yield from loblolly pine stands of different age, site and stand density. **Technical report NCSU/School of Forest Resources**, Raleigh, (26), 1965.