

# **VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE *Pinus oocarpa* Schiede EM DIVERSAS IDADES NA REGIÃO DE AGUDOS, S.P.**

**Maria Aparecida Mourão Brasil\***  
**Norival Nicolielo\*\***  
**Ricardo Antonio de Arruda Veiga\*\*\***

## **SUMMARY**

*The wood specific gravity of *Pinus oocarpa* Schiede at dbh level was studied in plantations located in Agudos (SP Brazil), at latitude 22°20' S, longitude 48°49' W and 600 m above sea level. There were no differences between North-South and East-West wood specific gravity increment core. The wood specific gravity has increased from 0.344 g/cm<sup>3</sup> in 7 years old stands to 0.489 g/cm<sup>3</sup> in 13 and 14 years old plantations.*

## **1. INTRODUÇÃO**

Indústrias que utilizam a madeira de coníferas como matéria-prima vêm reflorestando em grande parte do território nacional com espécies do gênero *Pinus*. Essas indústrias, têm os mais variados objetivos, tais como celulose e papel, chapas de fibras, madeira aglomerada, faqueados, laminados e madeira para serrarias.

Com base em experimentações locais algumas das espécies introduzidas do gênero *Pinus* têm-se destacado pelo ritmo e vigor de crescimento mas pouco se sabe, entretanto, sobre as características da madeira produzida. O alto ritmo de crescimento dessas espécies determinam a formação de alta porcentagem de madeira juvenil, responsável por problemas de rachadura e baixos valores das propriedades físico-mecânicas da matéria-prima a ser utilizada em serraria.

Esse problema tem preocupado sobremaneira os silvicultores, principalmente em relação às possíveis técnicas de manejo que poderiam ser utilizadas para diminuir a quantidade de madeira juvenil. Devido a isso foi realizado o presente trabalho, visando a um estudo da densidade básica da madeira de *Pinus oocarpa* Schiede, em quatro posições de amostragem e em três idades. A escolha dessa espécie decorreu do excelente desenvol-

vimento apresentado na região de Agudos, SP, conforme relatado por BERTOLANI & NICOLIELO(2).

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

ZOBEL (17) analisando espécies de *Pinus* mexicanos, ressaltou a importância da análise da quantidade da madeira aliada ao ritmo de crescimento em regiões fora de sua área de ocorrência natural. NICHOLLS et alii (8) ressaltado a necessidade do conhecimento dos efeitos ambientais na formação da estrutura celular da madeira. NYLINDER (9) considerou que as possibilidades florestais de uma espécie não podem ser expressas somente através do crescimento e forma da árvore, mas também através do peso (toneladas/hectare) e da qualidade da madeira produzida. Considerou também de importância, o estudo das variações de densidade entre e dentro das populações e entre condições de clima e solo.

As madeiras produzidas sob condições de alta taxa de crescimento apresentam grande quantidade de madeira juvenil, com propriedades diferentes da adulta. A madeira juvenil apresenta menor densidade, menor quantidade de lenho tardio, menores resistências físico-mecânicas da celulose produzida e menores quantidades de holocelulose (menos 3%) e de alfa celulose (menos 7%).

\* Professora Assistente Doutora do Departamento de Agricultura e Silvicultura da Faculdade de Ciências Agronômicas, "Campus" Universitário de Botucatu — UNESP.

\*\* Engenheiro Florestal da Companhia Agro-Florestal Monte Alegre, Agudos, S.P.

\*\*\* Professor Titular do Departamento de Agricultura e Silvicultura da Faculdade de Ciências Agronômicas, "Campus" Universitário de Botucatu — UNESP.

Apresenta em contraposição, maior teor de lignina, maior ângulo micelar, maior porcentagem de grã espiralada e madeira de compressão, estes dois últimos fatores determinando uma excessiva rachadura no sentido longitudinal (15).

Essas diferenças anatômicas também se refletem nas propriedades mecânicas, o que torna a madeira juvenil imprópria para serraria.

A duração do período juvenil, ou seja, o período de formação dessa madeira, é bastante variável entre as espécies, podendo ser de 5 a 20 anos. O término desse período é abrupto em algumas espécies e gradual em outras. Relativamente aos modelos de variação das características da madeira, sabe-se que a maioria deles corresponde a uma elevação rápida da curva no período juvenil, para depois crescer gradualmente até estacionar horizontalmente, na forma de um patamar que corresponde ao período de maturidade plena (6).

Para BENSON (1) o termo madeira juvenil é aplicado à madeira com anéis de crescimento relativamente largos e baixa densidade. Essa madeira é seguida por uma progressiva redução na largura dos anéis de crescimento, que dá origem a uma madeira normal, do tipo adulto. Ainda, para o referido autor, madeira juvenil seria encontrada em árvores de povoamentos artificiais ou em árvores em condições favoráveis para rápido crescimento em diâmetro no início da vida. Quando passa a concorrer por luz, espaço e nutrientes há uma redução gradual na expansão da copa e passa-se a formar madeira adulta. Em contraposição, RENDLE (10) argumenta que conforme o conceito referido (1), se o ritmo de crescimento da árvore é restrinido e a madeira formada neste caso for densa e de anéis estreitos, esta madeira não é reconhecida como juvenil e sim como adulta, embora próxima à medula. ZOBEL (16) reforçou os argumentos de RENDLE (10) afirmando que a madeira juvenil pode também se formar em árvores com ritmo de crescimento bem vagaroso e que esse controle é fundamentalmente genético.

Admite-se atualmente que esse controle da proporção de madeira juvenil nas toras destinadas à serraria pode ser realizado através do melhoramento e de práticas silviculturais tais como espaçamentos, fertilizações, desbastes e duração das rotações. Dessa maneira, procurou-se estudar no presente trabalho as variações de densidade no sentido radial de *Pinus oocarpa* aos 7, 13 e 14 anos, densidade essa obtida após sistema de manejo baseado em métodos de desbastes fundamentados no acompanhamento do incremento volumétrico anual.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

A espécie escolhida foi o *Pinus oocarpa* Schiede aos 7, 13 e 14 anos de idade. Foram promovidos dois desbastes com intensidades de 25,71% e 15,47% e 15,87% respectivamente para as idades de 13 e 14 anos. A área ocupada pelos talhões é de 28,30; 8,06 e 6,03 ha nas idades respectivas de 7, 13 e 14 anos, todos plantados no espaçamento inicial de 2,0 x 2,0 m na região de Agudos, SP., com 22°, 20' de latitude Sul e 48° 51' de longitude oeste de Greenwich e altitude de 600 m.

Os solos predominantes são do grupo latossol vermelho escuro fase arenosa e o clima segundo Koppen é do tipo Cwa, mesotérmico com temperatura média mensal de 21, 1°C. A precipitação pluviométrica média anual é 1.300 mm sem déficit hídrico.

As amostras de madeira foram coletadas pelo método não destrutivo através de seções transversais obtidas ao nível do DAP (1,30 m do solo) com a sonda de Pressler. Foram retiradas duas seções transversais nos sentidos Norte-Sul e Leste-Oeste, e cada amostra foi subdividida no sentido radial. Desse modo obteve-se 1 sub-amostra para cada um dos pontos cardinais.

A determinação da densidade básica em g/cm<sup>3</sup>, das amostras ao nível do DAP foi feita através da relação entre o peso seco à 105° ± 3°C e o volume verde foi obtido pela fórmula  $Vv = (\pi/4) D^2 H$  onde, D é o diâmetro da sonda de Pressler e o h o comprimento da amostra, obtido com paquímetro.

#### 4. RESULTADOS

##### a) Dados Dendrométricos.

Realizou-se um levantamento volumétrico do talhão nas 3 idades antes da amostragem para densidade básica obtivendo-se o conhecimento das condições atuais de crescimento do povoamento. Os resultados obtidos constam da Tabela 1.

**TABELA 1 — Número de árvores por hectare, diâmetro médio (cm), área basal (m<sup>2</sup>/ha), incremento médio anual em DAP (cm) e intensidade dos desbastes (%) de povoamentos de pinus cocarpa aos 7, 13 e 14 anos de idade.**

Características do Povoamento	Pinus oocarpa		
	7 anos	13 anos	14 anos
Número árvores/ha	2300	1075	910
Diâmetro médio (cm)	12,62	18,68	21,00
Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	29,87	29,53	30,57
Incremento médio anual em DAP (cm)	2,10	1,35	1,47
Intensidade dos desbastes (%)	0	25,71 e 15,47	15,87

Procedeu-se também um levantamento diametral prévio que indicou as amostragens a serem realizadas para densidade básica dentro das diversas classes.

b) Densidade básica do *Pinus oocarpa* obtidas nas quatro direções de amostragens (Norte, Sul, Leste e Oeste).

As densidades médias obtidas por idade e por direção da amostra estão relacionadas na Tabela 2.

**TABELA 2 — Médias da densidade básica de *Pinus oocarpa* nas idades de 7, 13 e 14 anos, determinadas nas diversas posições de amostragem.**

Idade	Norte	Sul	Leste	Oeste
7 anos	0,434	0,430	0,435	0,429
13 anos	0,490	0,492	0,479	0,500
14 anos	0,509	0,482	0,508	0,494

Para cálculo dos valores da densidade nas 4 direções, utilizou-se em cada uma, 48, 30 e 32 amostras de *P. oocarpa*, respectivamente de 7, 13 e 14 anos de idade.

Não se encontrou nenhuma diferença significativa do ponto de vista prático entre as direções Norte-Sul e Leste-Oeste e mesmo entre as duas direções da mesma amostra, retirada pela sonda de Pressler no sentido casca-casca.

c) Relações entre a densidade básica do *Pinus oocarpa* aos 7, 13 e 14 anos de idade e classes diametrais ao nível do DAP.

Os valores de densidade básica média do *Pinus oocarpa*, ao nível do DAP, agrupados por classe diametral, constam das Tabelas 3, 4 e 5.

**TABELA 3 — Densidade básica média ao nível do DAP diametral do *Pinus oocarpa* aos 7 anos de idade na região de Agudos, SP.**

Classes diametrais	Nº de árvores	Densidade básica média do DAP	Amplitude de variação da densidade
5,0 — 7,0)	2	0,435	0,382 — 0,489
7,0 — 9,0)	2	0,371	0,353 — 0,389
9,0 — 11,0)	10	0,424	0,376 — 0,461
11,0 — 13,0)	14	0,446	0,359 — 0,525
13,0 — 15,0)	11	0,440	0,387 — 0,487
15,0 — 17,0)	3	0,420	0,393 — 0,439
17,0 — 19,0)	2	0,439	0,414 — 0,464
19,0 — 21,0)	2	0,431	0,393 — 0,468
21,0 — 23,0)	2	0,456	0,448 — 0,465

O DAP médio aos 7 anos para *Pinus oocarpa* foi de 12,62 cm e a densidade básica, calculada por média aritmética, foi de  $0,434 \pm 0,010 \text{ g/cm}^3$ . O valor do coeficiente de correlação parcial simples foi de 0,46, não significativo.

**TABELA 4 — Densidade básica média ao nível do DAP por classe diametral do *Pinus oocarpa* aos 13 anos de idade na região de Agudos, SP.**

Classes diametrais	Nº de árvores	Densidade básica média do DAP	Amplitude de variação da densidade
6,0 — 8,0)	2	0,050	0,494 — 0,516
8,0 — 10,0)	2	0,463	0,429 — 0,497
10,0 — 12,0)	2	0,494	0,465 — 0,522
12,0 — 14,0)	2	0,476	0,476 — 0,476
14,0 — 16,0)	3	0,492	0,468 — 0,506
16,0 — 18,0)	5	0,478	0,424 — 0,542
18,0 — 20,0)	3	0,485	0,478 — 0,496
20,0 — 22,0)	3	0,478	0,441 — 0,499
22,0 — 24,0)	2	0,466	0,442 — 0,491
24,0 — 26,0)	2	0,530	0,442 — 0,576
26,0 — 28,0)	2	0,488	0,480 — 0,496
28,0 — 30,0)	2	0,513	0,491 — 0,535

O DAP médio aos 13 anos para o *Pinus oocarpa* foi de 18,68 cm e a densidade calculada por média aritmética foi de  $0,489 \pm 0,012 \text{ g/cm}^3$ . O valor do coeficiente de correlação linear parcial simples foi de 0,31, não significativo.

**TABELA 5 — Densidade básica média ao nível do DAP por classe diametral do *Pinus oocarpa* aos 14 anos de idade na região de Agudos, SP.**

Classes diametrais	Nº de árvores	Densidade básica média do DAP	Amplitude de variação da densidade
7,0 — 9,0)	1	0,485	
9,0 — 11,0)	1	0,478	
11,0 — 13,0)	4	0,492	0,469 — 0,524
13,0 — 15,0)	2	0,460	0,426 — 0,494
15,0 — 17,0)	2	0,468	0,457 — 0,480
17,0 — 19,0)	5	0,504	0,469 — 0,566
19,0 — 21,0)	5	0,490	0,452 — 0,529
21,0 — 23,0)	3	0,485	0,442 — 0,515
23,0 — 25,0)	4	0,509	0,437 — 0,534
25,0 — 27,0)	2	0,543	0,524 — 0,544
27,0 — 29,0)	2	0,540	0,529 — 0,551
29,0 — 31,0)	1	0,467	

O DAP médio aos 14 anos de idade para o *Pinus oocarpa* foi de 21,00 cm e a densidade básica calculada por média aritmética foi de  $0,498 \pm 0,012 \text{ g/cm}^3$ . O valor do coeficiente de correlação linear parcial simples foi de 0,47, não significativo.

d) Variação da densidade básica do *Pinus oocarpa* com a idade da região de Agudos, SP.

Os valores de densidade básica nas 3 idades foram analisados pelo teste F e estão relacionados na Tabela 6. Foram utilizadas 48, 30 e 32 árvores respectivamente nas idades de 7, 13 e 14 anos.

**TABELA 6 — Análise da variância da densidade básica ( $\text{g/cm}^3$ ) do *Pinus oocarpa* nas 3 idades estudadas.**

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Idades	2	0,090820	0,045410	39,72**
Resíduo	107	0,122353	0,001143	

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade.

$$s = 0,338 \quad CV = 7,24\%$$

Os valores médios obtidos para o *Pinus oocarpa* foram:

$$m_1 \text{ (7 anos)} = 0,434 \pm 0,010 \text{ g/cm}^3$$

$$m_2 \text{ (13 anos)} = 0,489 \pm 0,012 \text{ g/cm}^3$$

$$m^3 \text{ (14 anos)} = 0,498 \pm 0,012 \text{ g/cm}^3$$

Os contrastes entre as médias das 3 idades pelo teste de Tukey (DMS), ao nível de 5% de probabilidade, foram:

$$m_1 - m_2 = 0,0555^* \text{ (DMS} = 0,019 \text{ para comparação entre } m_1 \text{ e } m_2)$$
$$m_1 - m_3 = 0,064^* \text{ (DMS} = 0,018 \text{ para comparação entre } m_1 \text{ e } m_3)$$
$$m_2 - m_3 = 0,069^* \text{ (DMS} = 0,020 \text{ para comparação entre } m_2 \text{ e } m_3)$$

## 5. DISCUSSÃO

As densidades básicas para o *Pinus oocarpa* na região de Agudos — SP aos 7, 13 e 14 anos foram respectivamente de  $0,434 \pm 0,010$ ,  $0,489 \pm 0,012$  e  $0,498 \pm 0,112 \text{ g/cm}^3$ . A análise estatística (Tabela 6) revelou diferenças significativas entre o 7º ano e as demais idades, e nenhuma diferença entre o 13º e 14º ano. Tal resultado era esperado pois sabe-se que a densidade aumenta com a idade até certo ponto, função do aumento do tamanho dos elementos fibrosos (3, 14) e da formação de madeira adulta (15). A madeira adulta de *Pinus elliottii* começa a se formar em torno dos 7 a 9 anos segundo descrito por ZOBEL et alii (10) e confirmado em condições brasileiras por FOELKEL et alii (6). Para o *Pinus oocarpa* a idade de formação de madeira adulta está entre os 7 e 13 anos.

O povoamento de 7 anos de idade não havia sofrido desbastes até a data da colheita das amostras e apresentava uma área basal de  $29,87 \text{ m}^2/\text{ha}$ , com incremento médio anual em DAP de  $2,10 \text{ cm}$ . O povoamento de 13 anos foi desbastado duas vezes com intensidades de 25,71 e 15,47% apresentando área basal de  $29,53 \text{ m}^2/\text{ha}$  e incremento médio anual de DAP de  $1,35 \text{ cm}$ . O *Pinus oocarpa* de 14 anos de idade também foi desbastado duas vezes com intensidades de 0,50 e 15,87% e apresentava área basal de  $30,57 \text{ m}^2/\text{ha}$  e incremento médio anual em DAP de  $1,47 \text{ cm}$  (Tabela 1). A diferença nos parâmetros volumétricos entre os povoamentos de 13 e 14 anos são muito pequenas para explicar diferenças de densidade. Para avaliar influências das condições ambientais o ideal seria tomar um povoamento em estagnação e outro em crescimento após desbaste.

A análise dos dados médios da densidade básica tomada nas 4 posições de amostragem (Norte, Sul, Leste e Oeste) não evidenciou diferenças significativas

(Tabela 2). Esses valores indicam que para esses povoamentos não se pode constatar, pela densidade, qualquer formação de madeira de reação. Verificando-se todos os dados pode-se inferir que as diferenças em densidades básicas são mínimas e que os poucos casos disparens são mais devidos a erros de métodos de determinação do que as diferenças individuais.

Procurou-se, dentro de cada idade, encontrar uma relação entre densidade básica ao DAP com as respectivas classes de diâmetro. Não foi possível, entretanto, detectar relação entre o aumento do diâmetro e o aumento ou diminuição da densidade (Tabelas 3, 4 e 5). O estudo da relação existente entre densidade das árvores não é comum em coníferas. Normalmente ela é expressa em função da porcentagem de lenho inicial e lenho tardio (9, 11). Entretanto, há referências mais recentes, de que as árvores dominantes teriam valores de densidades mais baixos (5). Admitindo-se uma relação hipsométrica (altura — diâmetro) positiva dever-se-ia transferir aquelas conclusões para o diâmetro. Efetivamente, uma regressão linear negativa e significativa entre densidade básica ao nível do DAP e o DAP foi encontrada por JEFFERS (7), THORBJORNSEN & HENSON (13), THOR (12) e ELLIOTT (5).

Considerando que as árvores de *P. oocarpa* estudadas estavam em cada povoamento sujeitas às mesmas condições de crescimento, seria interessante do ponto de vista de melhoramento tentar relacionar a variação da densidade com o diâmetro. Uma grande variação individual em densidade esteve presente nessas árvores. Pode-se notar para as árvores, na Tabela 3, que a média de densidade básica não foi muito diferente para as classes diametrais de 11,0 — 13,0, igual a  $0,446 \text{ g/cm}^3$ , e de 13,0 — 15,0,

igual a 0,440 g/cm<sup>3</sup>, embora os valores extremos dos intervalos de classe difrissem (0,359 — 0,387 e 0,525 — 0,487). Esas diferenças de amplitude de variação, provavelmente devidas às variações genotípicas entre árvores da mesma espécie, mostram a possibilidade de relação para um tipo desejável de densidade dentro das árvores de mesmo diâmetro.

Sendo a seleção pelo fenótipo uma prática realizada em todos os programas de melhoramento florestal, seleção essa dirigida a ganhos em volume e forma, nada impede que numa seleção secundária se faça a seleção para qualidade da madeira (18). As áreas e os pomares de sementes formados seriam numa etapa avançada constituídos de árvores matrizes para volume, forma e qualidade da madeira.

## 6. CONCLUSÕES

Da discussão dos resultados conclui-se que houve uma variação na densidade do *Pinus oocarpa* de 0,434 ± 0,010 g/cm<sup>3</sup>, 0,489 ± 0,012 g/cm<sup>3</sup> e 0,498 ± 0,012 g/cm<sup>3</sup> respectivamente para os 7, 13 e 14 anos de idade em Agudos, SP. Não houve variação em função dos pon-

tos de amostragem (Norte-Sul e Leste-Oeste) e não se encontrou relações entre densidade básica ao nível do DAP e o DAP. Com base nos valores individuais de densidade dentro de cada classe diametral, pode-se concluir pela viabilidade da escolha de árvores matrizes com maiores diâmetros e mais densas numa segunda fase de seleção nas áreas e pomares de produção de sementes florestais.

## 7. RESUMO

O presente trabalho estudou as variações da densidade básica do *Pinus oocarpa* Schiede em Agudos, S.P. Essa região está localizada a 22° 20' de Latitude S e 48° 51' de Longitude Oeste e a 600 m de altitude. Os solos são do tipo latossol vermelho escuro fase arenosa, o clima é Cwa (Koppen) com 1300 mm de média anual de precipitação sem déficit hídrico. As amostras foram retiradas com a sonda de Pressler no sentido Norte-Sul-Leste-Oeste. Não houve variação com os pontos de amostragem e a densidade foi em média de 0,434; 0,489 e 0,498 g/cm<sup>3</sup> respectivamente aos 7, 13 e 14 anos de idade.

## 8. LITERATURA CITADA

1. BENSON, P.H. Juvenile wood in conifers. Madison Forest Products Laboratory 1957, 8 p. (USDA Forest Service, report FPL 2094).
2. BERTOLANI, F. & NICOLIELO, N. Comportamento e programa de melhoramento genético de *Pinus* tropicais na região de Agudos-SP., Brasil. Comunicação Técnica 18, PRODEPEF. Brasília, 1977.
3. BISSET, L.J. & DADSWELL, H.E. The variation of fiber length within one tree of *E. regnans*. *Australian For.* 13 (12): 86-96, 1949.
4. ELLIOTT, G.K. Tracheid length and specific gravity distribution in Sitka Spruce. Thesis, University of Wales, 1966.
5. ELLIOTT, G.K. Wood density in conifers. Commonwealth Forestry Bureau, Oxford, England. Tech. Com. nº 8, 1970. 44 p.
6. FOELKEL, C.E.B. et alii. Variabilidade no sentido radial da madeira de *Pinus elliotii*. *IEPF* 10: 1-10, 1975.
7. JEFFERS, J.N.R. Regression models variation in specific gravity in four provenances of Sitka Spruce. *J. Inst. Wood Sci.* 4: 44-59, 1969.
8. NICHOLLS, J.W.P. et alii. The heretability of wood characteristics. *Silvae Genetica*, 13 (3): 68-71, 1964.
9. NYLINDER, P. Non destructive field sampling systems of determining the wood density of standing timber over large areas, variation within and between species and the influences of environmental and other factors on wood den-

sity. Melbourne, Australia, 1965, 13 p. (IUFRO, Meeting, section 41).

10. RENDLE, B.J. Juvenile and adult wood. **Journal of Institute of Wood Science** 5: 58-61, 1960.

11. SPURR, S.H. & HSIUNG, W. Growth rate and specific gravity in conifers. **J. Forestry** 52 (3): 191-200, 1964.

12. THOR, E. Variation in Virginia Pine. Part I: Natural variation in wood properties. **J. Forestry** 62: 258-269, 1964.

13. THORBURNSEN, E. & HENSON, F. Geographic site and individual trees variation in wood properties of Loblolly pine. **Silvae Genetica** 9: 149, 1960.

14. WELLWOOD, R.W. The effect of several variables on the specific gravity of second-growth Douglas-fir. **Forestry Chron** (28) (3): 34-42, 1952.

15. WESTING, A.H. Formation and function of compression wood in Gymnosperms. **The Botanical Review**, 31: 381-480, 1965.

16. ZOBEL, B.J. Juvenility in wood production. In: **Recent advances in Botany**. Horonto. 1961. 2 p.

17. ZOBEL, B.J. Variation in specific gravity and tracheid lenght for several species of mexicans pine. **Silvae Genetica** 14 (1) : 1-36, 1965.

18. ZOBEL, B.J. & KELLISON, R.C. Should wood be included in a pine tree improvement program. Gainesville, Flórida, USA, 171. 11 p. (IUFRO. Meeting, Section 22).

19. ————— et alii. Wood density in Southern pines. **North Carolina Agric. Exp. Sta. Tech. Bull.**, 208, 56 p. 1972.