

IPEF n.1, p.83-96, 1970

ESTUDO DA VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE *Eucalyptus alba* REIW E *Eucalyptus saligna* SMITH

Mário Ferreira (*)

1 - INTRODUÇÃO

Na determinação das qualidades da madeira, a densidade é o índice mais simples e mais utilizado. Correlaciona-se diretamente com o rendimento em fibras das madeiras normalmente empregadas nas indústrias de celulose e papel, e também com as propriedades físico-mecânicas podendo, em última análise, ser usada para determinar os fins para os quais a madeira pode ser utilizada.

Nos estudos de melhoramento e genética florestal a densidade por ser um caráter herdável vem sendo empregada como índice de seleção de árvores matrizes. Igualmente vem sendo utilizada nas determinações das variações populacionais, das variações dentro e entre indivíduos de uma mesma população.

Segundo NYLINDER (1965), a moderna tecnologia exigirá em escala crescente informações tais como: relações existentes entre a densidade da madeira e as suas propriedades físico-mecânicas, relações entre a densidade e as condições dos povoamentos (solo, clima, latitude, longitude, etc.) e as variações dentro e entre indivíduos de uma mesma espécie.

Para o atendimento dessas exigências, há necessidade de desenvolver métodos de determinação da densidade que tenham como características principais não necessitarem destruir as árvores, e serem rápidos, precisos e econômicos.

O presente trabalho tem por objetivo estudar as variações da densidade da madeira de árvores de povoamentos de *Eucalyptus alba* Reinw e *Eucalyptus saligna* Smith, nas idades de 5 e 7 anos. Pretende-se, através do estudo dessas variações, estabelecer a possibilidade do uso de um método não destrutivo na determinação da densidade da madeira das árvores, baseado em amostras retiradas ao nível do D.A.P., utilizando-se para tal as conhecidas Sondas de Pressler.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As angiospermas conhecidas coletivamente como madeiras porosas, dividem-se, de acôrdo com BROWN et al. (1949), em dois grupos: as que possuem poros dispostos em anéis concêntricos e as que possuem poros dispostos de maneira difusa.

No grupo das angiospermas com poros dispostos em anéis concêntricos destacam-se, particularmente, as espécies do gênero *Quercus* e *Fraxinus*. BURGUER (1947), estudando *Quercus* spp, concluiu que a densidade tende a decrescer com a idade, e que as árvores jovens são mais densas que as mais idosas.

BENSON (1924), trabalhando com *Fraxinus* spp, concluiu que a densidade varia com a altura, tendendo a decrescer da copa para a base.

(*) Departamento de Silvicultura da ESALQ - Piracicaba - SP.

Reverendo os estudos então realizados com essas espécies BRISCOE et al. (1963), concluiu que a densidade tende a decrescer com a idade tendendo a decrescer também, da copa para a base, da mesma maneira que a percentagem de lenho outonal decresce.

Ainda em relação às angiospermas de poros dispostos em anel, BURGER (1947), concluiu que a madeira mais densa era proveniente de árvores bem vigorosas, oriundas de solos ricos. Esta afirmação foi acrescida pelos trabalhos de STOJANOFF e ENTSCHEFF (1958), que concluíram haver variação na densidade, em relação à localização geográfica.

Em contraposição, BENSON (1924) afirmou que numa mesma localidade a variação entre indivíduos era maior do que quando se comparavam as diferenças entre localidades.

Os estudos realizados no grupo das angiospermas de poros difusos que inclui a maioria das folhosas tropicais, são escassos. Esse fato não implica contudo, na ausência de algumas conclusões relativas à densidade dessas madeiras. Assim é que STAUFFER (1892), analisando **Betula difusa**. ANÔNIMO (1948), analisando **Shorea leprosula**, MURTHY (1959), analisando **Gonytylus bancana**. CURRO (1957) ao analisar **Eucalyptus camaldulensis** Dehn., TAMOLANG e BALCITA (1957), trabalhando com **Diplodiscus paniculatus** Turcz, concluíram que a densidade aumenta com a idade, ao passo que BRISCOE (1963) citando Lens (1954) afirmou que em algumas espécies havia um aumento da densidade com a idade, e em outras um decréscimo.

COHRE & GOTZE (1956), constataram em **Fagus** spp a existência de variação da densidade com a idade nos níveis inferiores do tronco, mas não nos níveis superiores, enquanto que ANDERSEN & MOLTENSEN (1955), não encontraram variação regular.

No tocante à influência do meio na densidade de SUSMEL (1952), (1953) e (1954), relatou que, para o **Eucalyptus camaldulensis** Dehn. a densidade da madeira era função inversa da taxa de crescimento e da fertilidade dos solos. Em contraposição BURGER (1940), GROSSLER (1943), ambos trabalhando com **Fagus** spp, encontraram um aumento na densidade, associado ao crescimento rápido.

ANDERSEN & MOLTENSEN (1955), GOHRE & GOLTZ (1956), ao estudarem **Fagus** spp concluíram não haver influência do ambiente na densidade. LENZ (1954) trabalhando com **Populus** spp, concluiu não haver uma variação consistente. ANÔNIMO (1948) citando os estudos com **Shorea leprosula** relatou não haver diferença entre a madeira de crescimento rápido e a de crescimento lento.

Nos estudos das relações existentes entre a densidade e altura no grupo das angiospermas de poros difusos, alguns autores STAUFFER (1892), estudando **Betula** spp, BURGER (1940) em **Fagus** spp, DADSWELL (1931), em **Eucalyptus syderoxylon**, TAMOLANG & BALCITA (1957) em **Diplodiscus paniculatus**, concluíram que a densidade diminui em função da altura. Outros CURRO (1957) em **Eucalyptus camaldulensis**, Dehn, LENZ (1954) em **Populus** spp, FERREIRINHA (1961), citando trabalhos de CURRO (1958) e de CARVALHO (1960), com **Eucalyptus globulus**, CURRO (1957) com **Eucalyptus camaldulensis** Dehn, que a densidade aumenta.

ZOBEL (1965), com extensa revisão sobre a evidência do controle genético em angiospermas, relata trabalho de Pryor et al. (1956), que estudando híbridos interespecíficos (**Eucalyptus rosii** x **Eucalyptus robertsonii**). concluíram que as propriedades da madeira dos híbridos eram intermediárias às dos pais.

DADSWELL (1957-1958-1959) recomenda o estudo das características anatômicas da madeira, como um índice na seleção de árvores matrizes. Para tal estudo há necessidade

de se desenvolver métodos especiais de amostragem e, no desenvolvimento de tais métodos, há necessidade do estudo preliminar da variação da densidade.

Em relação aos métodos de determinação da densidade, DADSWELL (1931) afirmou que em se tratando de **Eucalyptus** spp, os métodos mais aconselháveis são os que se apoiam na densidade básica:

$$\frac{\text{Pêso sêco a } 105^{\circ} \text{ C}}{\text{Volume saturado}}$$

Pela utilização de tais métodos evitam-se os efeitos das contrações, rachaduras e colapsos, que se manifestam em tais madeiras, mesmo acima do ponto de saturação das fibras.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Material

3.1.1 - As amostras de madeira estudadas foram retiradas de árvores das espécies **Eucalyptus alba** Rein w , e **E. saligna** Smith, nas idades de 5 e 7 anos, respectivamente, em povoamentos da Champion Celulose S.A., em Mogi Guaçu, Estado de São Paulo, cujo solo era do tipo latosol vermelho amarelo fase arenosa (COMISSÃO DE SOLOS, 1960). O plantio foi feito originalmente no espaçamento de 2 x 2m.

3.1.2 - Para a derrubada das árvores e retirada das amostras pelo método destrutivo foram utilizadas serras mecânicas e serras de arco de tipo sueco.

As amostras de madeira usadas na determinação da densidade pelo método não destrutivo foram obtidas usando-se Sondas de Pressler com 0.5 cm de diâmetro.

A determinação dos diâmetros das árvores foi feita por meio de compassos florestais e réguas comuns.

Nas mensurações de diâmetro e comprimento das amostras da Sonda de Pressler utilizamos micrômetros de 1 e 2 polegadas de capacidade e com precisão de leitura de 0.001 cm.

Para a secagem das amostras de madeira utilizamos uma estufa com circulação forçada de ar com regulagem de temperatura até 150°C.

Para as determinações dos volumes das amostras e do seu pêso seco utilizamos balanças com precisão de 0.1 a 0.001 g.

3.2 - Métodos

3.2.1 - Coleta das amostras pelo método destrutivo

3.2.1.1 - Em povoamentos das espécies **Eucalyptus alba** Reinw. e **E. saligna** Smith. de 5 e 7 anos de idade, foram escolhidos os talhões mais representativos no tocante ao desenvolvimento médio das espécies naquelas idades para aquele local.

3.2.1.2- Nos talhões escolhidos foram sorteadas de 30 a 40 árvores por talhão. As árvores sorteadas eram eliminadas se apresentassem bifurcações, tortuosidades. espiralizações excessivas e diâmetros inferiores a 8 cm (limite comercial).

3.2.1.3 - Após o sorteio das árvores procedeu-se à derrubada das mesmas e o seu seccionamento em toros de 2 m de comprimento, a partir da base da árvore até um diâmetro mínimo de 8 cm.

3.2.1.4 - Dos toros foram retiradas secções transversais em cada uma das extremidades, sendo que, no primeiro toro, além das secções transversais das extremidades, retirou-se a secção transversal correspondente ao D.A.P. (1,30 m do solo).

3.2.1.5- Os discos de madeira assim obtidos eram identificados, recebendo numeração correspondente ao talhão, árvore e nível de onde haviam sido retirados.

3.2.1.6 - Após a identificação os discos foram acondicionados em sacos plásticos e transportados diretamente para câmaras frigoríficas, evitando-se assim os efeitos da secagem e possíveis contrações.

3.2.2 - Coleta das amostras pelo método não destrutivo

3.2.2.1 - Nos talhões citados no item 3.2.1.1, foram sorteadas da maneira citada no item 3.2.1.2 outras 30 ou 40 árvores por talhão.

3.2.2.2 - Após o sorteio das árvores foram as mesmas derrubadas e a seguir a partir da base da árvore demarcamos segmentos de 2 em 2 m até um diâmetro mínimo de 8 cm. Nas extremidades de cada segmento foram retiradas duas amostras, sendo que no primeiro segmento, além das amostras das extremidades, foram retiradas também duas amostras ao D. A. P. (1,30 m do solo) no sentido casca a casca e nas direções Norte-Sul, Leste-Oeste, utilizando-se para tal sondas de Pressler com 0,5 cm de diâmetro.

3.2.2.3 - Imediatamente após a retirada das amostras foram as mesmas acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenados em geladeiras portáteis, procurando-se, assim, evitar a sua secagem e possíveis contrações.

3.2.2.4 - Para posteriores cálculos volumétricos, foram feitas determinações dos diâmetros sem casca das extremidades dos segmentos, de onde foram retiradas as amostras.

3.2.3 - Determinação da densidade básica da madeira pelo método destrutivo

3.2.3.1 - Os discos de madeira obtidos conforme o item 3.2.1.1 foram retirados da câmara frigorífica e levados ao laboratório onde eram descascados e determinados seus diâmetros sem casca.

3.2.3.2 - A seguir procedeu-se ao seccionamento dos discos em 4 partes iguais tomando-se duas destas, em sentidos opostos, para posterior determinação da densidade básica.

3.2.3.3 - As amostras assim obtidas eram submersas em água até atingirem a saturação completa.

3.2.3.4 - Atingida a saturação, a determinação da densidade básica das amostras foi executada pelo método preconizado pelo FOREST PRODUCTS LABORATORY-MADISON (1956). As determinações volumétricas foram feitas utilizando-se balanças hidrostáticas com leituras de 0,1 g e de 0,01 g de precisão. Após a determinação do volume, as amostras foram levadas à estufa de secagem a uma temperatura de $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ até atingirem pêsso constante, sendo a seguir, determinada a densidade básica da madeira pela relação:

$$d_{\text{básica}} = \frac{\text{Pêso sêco em estufa}}{\text{Volume saturado}}$$

3.2.4 - Determinação da densidade básica pelo método não destrutivo

3.2.4.1 - As amostras obtidas conforme o item 3.2.2 foram retiradas das geladeiras portáteis e armazenadas em câmaras frigoríficas até o momento das determinações da densidade básica, período êsse que não excedia a uma semana.

3.2.4.2 - A determinação do volume das amostras foi baseada no método descrito por WALTERS & BRUCKMANN (1964}. As amostras retiradas das câmaras frigoríficas eram seccionadas em segmentos com comprimentos em tôrno de 4 cm e, a seguir submersas em água, determinando-se depois seu diâmetro médio. Para tanto tomavam-se duas medições perpendiculares na metade da amostra (ponto médio).

O comprimento médio das amostras era obtido pela média de duas medições usando-se tanto para as determinações do diâmetro como para o comprimento médio micrômetros com leituras de 0,001 cm de precisão.

3.2.4.3 - Obtidos os diâmetros e os comprimentos médios das amostras o volume das mesmas era dado por:

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot C$$

onde:

D = diâmetro médio da amostra

C = comprimento médio da amostra

3.2.4.4 - Após a determinação do volume das amostras eram as mesmas levadas à estufa de secagem a uma temperatura de $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ até atingirem pêsso constante, quando então seus pesos secos eram determinados, utilizando-se balança com precisão de 0,001 g.

3.2.4.5 - A densidade básica das amostras foi determinada pela relação:

$$d_{\text{básica}} = \frac{\text{Pêso sêco em estufa}}{\text{Volum saturado}}$$

3.2.5 - Determinação da densidade básica média da árvore

3.2.5.1 - Tanto para o método destrutivo como para o método não destrutivo a densidade básica média da árvore era determinada pela seguinte relação:

$$D_b = \frac{1}{2} \left[\frac{(D_0^2 + D_1^2)(d_1) H_1 + (D_1^2 + D_2^2)(d_1 + d_2) H_2 + \dots + (D_{n-1}^2 + D_n^2)(d_{n-1} + d_n) H_n}{(D_0^2 + D_1^2) H_1 + \dots + (D_{n-1}^2 + D_n^2) H_n} \right]$$

D_b = densidade básica média da árvore

D_0 = Diâmetro sem casca ao nível de 0,30 m do solo

D_1 = Diâmetro sem casca ao nível de 1,30 m do solo

D_n = Diâmetro sem casca da extremidade superior do enésimo toro ou segmento da árvore

D_{n-1} = Diâmetro sem casca da extremidade inferior do enésimo toro ou segmento da árvore

d_1 = densidade básica média da madeira ao nível do D. A. P.

d_n = densidade básica média da madeira da extremidade superior do enésimo toro ou segmento da árvore.

d_{n-1} = densidade básica média da madeira da extremidade superior do enésimo toro ou segmento da árvore.

H_n = comprimento do enésimo toro

Quadro I - Variação da densidade básica média, expressa em g/cm^3 em função da altura para **Eucalyptus alba** Reinw e **Eucalyptus saligna** Sm. aos 5-7 anos. (Amostra - Secções transversais do tronco e da Sonda de Pressler).

	Altura (m)					
	1,30	2,0	4,0	6,0	8,00	10,0
Amostras - Secções transversais do caule						
<i>Eucalyptus alba</i> Reinw 31 árvores						
Densidade básica mínima	0,488	0,502	0,507	0,498	0,496	0,515
Densidade básica média	0,555	0,558	0,564	0,590	0,573	0,574
Densidade básica máxima	0,655	0,651	0,667	0,677	0,672	0,671
<i>E. saligna</i> Sm. 28 árvores						
Densidade básica mínima	0,420	0,426	0,452	0,466	0,465	0,485
Densidade básica média	0,532	0,532	0,532	0,579	0,543	0,547
Densidade básica máxima	0,647	0,635	0,626	0,632	0,635	0,634
Amostras da Sonda de Pressler						
<i>E. alba</i> Reinw 27 árvores						
Densidade básica mínima	0,468	0,475	0,479	0,468	0,513	0,513
Densidade básica média	0,542	0,546	0,563	0,570	0,570	0,573
Densidade básica máxima	0,640	0,640	0,644	0,659	0,659	0,646
<i>E. saligna</i> Sm. 26 árvores						
Densidade básica mínima	0,452	0,443	0,474	0,488	0,489	0,495
Densidade básica média	0,536	0,537	0,542	0,544	0,554	0,560
Densidade básica máxima	0,612	0,622	0,622'	0,622	0,618	0,623

Quadro II - Variação da densidade básica em função do D.A.P. para **Eucalyptus alba** Reinw 5-7 anos e **Eucalyptus saligna** Smith 5-7 anos. (Amostras - Secções transversais do tronco).

Espécie	DAP Intervalo de classe (cm)	Número de árvores	Densidade básica média (g/cm ³)	Amplitude de variação (g/cm ³)
<i>E. alba</i> Reinw (5 anos)	8,0-9,9	11	0,565	0,443-0,652
	10,0-11,9	7	0,555	0,504-0,667
	12,0-13,9	8	0,559	0,494-0,623
	14,0-15,9	7	0,543	0,508-0,627
<i>E. alba</i> Reinw (7 anos)	8,0-9,9	6	0,574	0,512-0,630
	10,0-11,9	5	0,572	0,491-0,652
	12,0-13,9	6	0,586	0,571-0,620
	14,0-15,9	12	0,577	0,497-0,640
	16,0-17,9	5	0,560	0,536-0,588
<i>E. saligna</i> Sm. (5 anos)	8,0-9,9	8	0,544	0,463-0,591
	10,0-11,9	6	0,527	0,487-0,634
	12,0-13,9	8	0,527	0,477-0,573
	14,0-15,9	3	0,491	0,453-0,528
	16,0-17,9	2	0,559	0,526-0,593
	18,0-19,9	1	0,478	0,478-
<i>E. saligna</i> Sm. (7 anos)	8,0-9,9	4	0,523	0,470-0,561
	10,0-11,9	4	0,510	0,475-0,559
	12,0-13,9	8	0,552	0,515-0,606
	14,0-15,9	2	0,569	0,552-0,587
	16,0-17,9	3	0,584	0,548-0,613
	18,0-19,9	3	0,573	0,560-0,587
	20,0-21,9	1	0,607	0,607-

Quadro III - Variação da densidade básica em função do D.A.P. para **Eucalyptus alba** Reinw e **Eucalyptus saligna** Smith aos 5-7 anos. (Amostras Sondas de Pressler).

Espécie	DAP Intervalo de classe (cm)	Número de árvores	Densidade básica média (g/cm ³)	Amplitude de variação (g/cm ³)
<i>E. alba</i> Reinw (5 anos)	10,0-11,9	7	0,564	0,459-0,634
	12,0-13,9	12	0,433	0,483-0,648
	14,0-15,9	6	0,563	0,486-0,641
	16,0-17,9	4	0,550	0,526-0,574
<i>E. alba</i> Reinw (7 anos)	8,0-9,9	2	0,527	0,481-0,573
	10,0-11,9	1	0,605	0,605-
	12,0-13,9	10	0,567	0,536-0,600
	14,0-15,9	7	0,570	0,488-0,653
	16,0-17,9	8	0,584	0,527-0,639
	18,0-19,9	2	0,546	0,535-0,558
<i>E. saligna</i> Sm. (5 anos)	8,0-9,9	1	0,478	0,478-
	10,0-11,9	12	0,522	0,473-0,566
	12,0-13,9	9	0,530	0,492-0,577
	14,0-15,9	6	0,561	0,504-0,612
	16,0-17,9	2	0,554	0,533-0,576
<i>E. saligna</i> Sm. (7 anos)	8,0-9,9	1	0,484	0,484-
	10,0-11,9	8	0,522	0,463-0,588
	12,0-13,9	14	0,534	0,433-0,608
	14,0-15,9	4	0,593	0,570-0,618
	16,0-17,9	3	0,537	0,493-0,567

Quadro IV - Valores da densidade básica média da madeira das árvores ao nível do D.A.P. e da densidade básica média das árvores em **Eucalyptus alba** Reinw e **Eucalyptus saligna** Smith aos 5 e 7 anos. (Amostras - secções transversais do tronco e da Sonda de Pressler).

	Idade Anos	Número de árvores	Densidade básica média ao DAP das árvores (g/cm ³)	Erro padrão (g/cm ³)	Densidade básica média das árvores (g/cm ³)	Erro padrão (g/cm ³)
Amostras Secções transversais do tronco						
<i>E. alba</i> Reinw	5	34	0,553	± 0,009	0,556	± 0,007
<i>E. alba</i> Reinw	7	35	0,566	± 0,007	0,575	± 0,006
<i>E. saligna</i> Sm.	5	28	0,520	± 0,011	0,528	± 0,008
<i>E. saligna</i> Sm.	7	24	0,543	± 0,008	0,550	± 0,008
Amostras da Sonda de Pressler						
<i>E. alba</i> Reinw	5	29	0,546	± 0,010	0,558	± 0,009
<i>E. alba</i> Reinw	7	30	0,555	± 0,009	0,569	± 0,007
<i>E. saligna</i> Sm.	5	30	0,527	± 0,008	0,533	± 0,006
<i>E. saligna</i> Sm.	7	30	0,532	± 0,008	0,537	± 0,008

4 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 - Variação da densidade básica média em função da altura

Para o **Eucalyptus alba** Reinw e **Eucalyptus saligna** Smith nas idades de 5 e 7 anos, as análises das variâncias das médias dos dados revelaram significância para a regressão linear, tanto para o método destrutivo como para o não destrutivo.

As equações obtidas para as duas espécies segundo os métodos de determinação da densidade básica foram:

$Y = 0,5542 + 0,0023 \times$ -**Eucalyptus alba** Reinw. (Método destrutivo).

$Y = 0,5423 + 0,0036 \times$ -**Eucalyptus alba** Reinw. (Método não destrutivo)

$Y = 0,5286 + 0,0018 \times$ -**Eucalyptus saligna** Smith (Método destrutivo) .

$Y = 0,5306 + 0,0027 \times$ -**Eucalyptus saligna** Smith (Método não destrutivo).

X = a altura (m) e

Y = densidade básica média (g/cm^3) das árvores para aquela altura.

4.2 - Variação da densidade básica média da árvore em função do D.A.P.

4.2.1 - As análises das variâncias dos dados revelaram que para o **Eucalyptus alba** Reinw. de 5 e 7 anos, não houve significância para a regressão linear. Podemos concluir face a êsse resultado, que a densidade básica média da árvore não é função direta ou inversa do seu vigor. Analisando detalhadamente os valores das densidades básicas médias podemos concluir que as variações individuais são marcantes, podendo-se encontrar árvores com densidades básicas médias da ordem de $0,443 \text{ g/cm}^3$ até $0,667 \text{ g/cm}^3$.

4.2.2 - Em relação ao **Eucalyptus saligna** Smith de 5 e 7 anos, as análises das variâncias dos dados revelaram significância para a regressão linear, sendo a seguir obtidas as seguintes equações:

(I) $Y = 0,4428 + 0,0080 X$ (Método destrutivo) **E saligna** Smith 7 anos.

(II) $Y = 0,4311 + 0,0082 X$ (Método não destrutivo) **E. saligna** Smith 7 anos.

(III) $Y = 0,4321 + 0,0083 X$ (Método não destrutivo) **E. saligna** Smith 7 anos.

Sendo Y = densidade básica média da árvore (g/cm^3) e X= D.A.P. (cm).

Feito o teste t para os coeficientes angulares e lineares das equações constatou-se não haver diferença significativa entre os mesmos, fato êsse, que possibilitou a reunião das equações I, II e III em uma única:

$$Y = 0,4348 + 0,0082 X$$

Pode-se concluir que, para o **Eucalyptus saligna** Smith nas idades de 5 e 7 anos, houve acréscimo da densidade média da árvore em função do D.A.P., isto é, as árvores mais vigorosas apresentaram em média maior densidade que as menos vigorosas.

Deve-se contudo assinalar que apesar de tal fato, persiste ainda alta variação individual e que para um mesmo diâmetro podemos encontrar árvores com alta densidade básica média ao lado de outras de baixa densidade.

4.3 - Variação da densidade básica média da árvore em função da densidade básica média ao nível do D.A.P.

Tanto para o método destrutivo como para o não destrutivo as análises das variâncias dos dados revelaram significância para a regressão linear para o **Eucalyptus**

alba Reinw. (5 e 7 anos) e para o **Eucalyptus saligna** Smith (5-7 anos). As equações obtidas foram:

(I) $Y = 0,0571 + 0,9087 X$ (Método destrutivo) **Eucalyptus alba** Reinw.

(II) $Y = 0,1193 + 0,7885 X$ (Método destrutivo) **Eucalyptus saligna** Smith.

(III) $Y = 0,1239 + 0,7992 X$ (Método não destrutivo) **Eucalyptus alba** Reinw.

(IV) $Y = 0,0944 + 0,8329 X$ (Método não destrutivo) **Eucalyptus saligna** Smith.

Sendo Y = densidade média da árvore e X = densidade básica média ao nível do D.A.P.

Procurando-se reunir as equações I, II, III e IV em uma única equação, foram comparados através do teste dos coeficientes angulares e lineares das equações mais dispare. Após o teste constatou-se não haver diferença significativa entre os coeficientes angulares, ao passo que os coeficientes lineares diferiram. Tal resultado, pode ser atribuído ao fato de que os métodos foram aplicados em árvores diferentes.

Embora os coeficientes lineares das equações tenham diferido, tendo em vista a importância prática do uso de uma única equação para as duas espécies, os dados originais foram reunidos e a seguir feita a análise da variância:

Causa de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Regressão linear	1	0,438624	0,438624	1.401,355**
Resíduo	238	0,074527	0,000313	
Total	239	0,513151		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

A análise da variância demonstra que houve alta significância para a regressão linear, sendo após, calculada a equação da regressão pelo método dos quadrados mínimos:

$$Y = 0,0907 + 0,8478 X$$

5 - RESUMO E CONCLUSÕES

I) No presente trabalho o autor estudou a variabilidade da densidade básica da madeira de 128 árvores de **Eucalyptus-alba** Reinw. e de 112 de **Eucalyptus saligna** Smith" nas idades de 5 e 7 anos, com o objetivo de estabelecer a possibilidade do uso de amostras da madeira retirada ao nível do D.A.P., como representativas da densidade média da árvore.

II) O trabalho foi desenvolvido em três etapas diferentes:

- 1) Estudo da variação da densidade básica média em função da altura da árvore;
- 2) Estudo da variação da densidade básica média da árvore em função da densidade básica média da árvore.
- 3) Estudo da variação da densidade básica média da árvore em função da densidade básica média ao nível do D.A.P.

III) Dois métodos de determinação da densidade foram usados:

- a) Método destrutivo (usando como amostras secções transversais do tronco, tomadas de 2 em 2 m, em toda extensão deste e ao nível do D.A.P.)

b) Método não destrutivo (usando duas amostras da madeira retiradas de 2 em 2 metros ao longo do tronco e ao nível do D.A.P. nas direções Norte-Sul, Leste-Oeste, e no sentido casca à casca, utilizando-se para tal as difundidas Sondas de Pressler).

Com base nos resultados obtidos o autor chegou às seguintes conclusões:

1) A densidade básica média da madeira das árvores de **Eucalyptus alba** Reinw, e **Eucalyptus saligna** Smith, aos 5 e 7 anos, variou linearmente em função da altura.

As equações que expressam essa variação são:

Eucalyptus alba Reinw, $Y = 0,5423 + 0,0036 X$ (Método destrutivo).

$Y = 0,5423 + 0,0036 X$ (Método não destrutivo).

Eucalyptus saligna Smith $Y = 0,5286 + 0,0018 X$ (Método destrutivo).

$Y = 0,5306 + 0,0027 X$ (Método não destrutivo).

sendo:

X = altura (m)

Y = densidade básica média das árvores (g/cm^3)

2) A densidade básica média das árvores de **Eucalyptus alba** Reinw. Nas idades de 5 e 7 anos não é função direta ou inversa do vigor das mesmas. As variações entre árvores nos povoamentos estudados, foram bem pronunciadas podendo-se encontrar árvores com densidade básica média de $0,443 \text{ g/cm}^3$ a $0,667 \text{ g/cm}^3$.

3) Para o **Eucalyptus saligna** Smith aos 5 e 7 anos, utilizando tanto o método destrutivo como o não destrutivo, as árvores mais vigorosas possuem em média maior densidade básica média, do que as menos vigorosas. Essa variação pode ser expressa pela equação de regressão (significativa ao nível de 5% de probabilidade):

$$Y = 0,4348 + 0,0082 X$$

onde:

Y = densidade básica média da árvore (g/cm^3)

X = D.A.P. (cm)

Embora tenha havido acréscimo na densidade básica média em função do diâmetro, as variações individuais persistiram podendo ser encontradas árvores vigorosas com baixa densidade básica média e árvores não vigorosas com densidade alta.

4) Na determinação da densidade básica média de árvores de **Eucalyptus alba** Reinw e **Eucalyptus saligna** Smith, nas idades de 5 e 7 anos, tanto para o método destrutivo como para o não destrutivo, amostras tomadas ao nível do D.A.P. podem estimar a densidade média da árvore. As equações que possibilitam essas estimativas são:

Eucalyptus alba Reinw.

(I) $Y = 0,0571 + 0,9087 x$ (Método destrutivo)

(II) $Y = 0,1239 + 0,7992 x$ (Método não destrutivo)

Eucalyptus saligna Smith

- (III) $y = 0,1193 + 0,7885 x$ (Método destrutivo)
(IV) $Y = 0,0944 + 0,8329 x$ (Método não destrutivo)

sendo:

Y = densidade básica média da árvore (g/cm^3)

X = densidade básica média ao nível do D.A.P. (g/cm^3).

5) Embora as equações I, II, III e IV tenham coeficientes lineares diferentes, considerando porém a importância prática do uso de uma única equação para as duas espécies, elas foram reunidas e a equação geral obtida foi:

$$Y = 0,0907 + 0,8478 X$$

(as discrepâncias existentes entre os coeficientes lineares das equações I, II, III e IV, são atribuídas pelo autor, ao fato de serem utilizadas árvores diferentes nas determinações pelos dois métodos).

7 - SUMMARY

I) In this paper the author presents the results of an investigation made on 128 trees of **Eucalyptus alba** Reinw. and 112 trees of **Eucalyptus saligna** Smith at the ages of 5 and 7 years, with the objective of establishing a possible relationship between the basic density of wood samples taken at D.B.H. (Diameter at Breast Height) level, and tree basic density (average for merchantable volume).

II) The work was carried out in three different phases:

- a) Determination of the relationship between average basic density and tree height.
- b) Determination of the relationship between average basic density of the tree and D.B.H.
- c) Determination of the relationship between average basic density of the tree and the average basic density at D.B.H. level.

III) Two methods were used in the determination of the basic density of wood.

- a) Destructive method (samples consisted of transversal section of the bole taken at each two meters along the bole and at D.B.H.).
- b) Non destructive method (two samples were taken in the directions North-South and East-West from bark, to bark, at each two meters along the bole and a D.B.H., using a Pressler increment borer).

On the basis of the variation found in the study of the 240 trees, the following conclusions were reached:

1) The average basic density (d) of the trees is a linear function of the height (h), and is expressed by the following equations:

Eucalyptus alba Reinw.

$d = 0,5542 + 0,0023 h$ (Destructive method)

$d = 0,5423 + 0,0036 h$ (Non destructive method)

Eucalyptus saligna Smith

$$d = 0,5286 + 0,0018 h \text{ (Destructive method)}$$

$$d = 0,5306 + 0,0027 h \text{ (Non destructive method)}$$

2) The tree average basic density of **E. alba** Reinw. at the ages of 5 and 7 years does not bear any relationship to its rate of growth. The variation of the basic density values between trees is very high (from 0,443 gram/cubic centimeter to 0,667 gram/cubic centimeter).

3) The tree average basic density (d) of **E. saligna** Smith at the ages of 5 and 7 years, is a linear function of D.B.H. (at level 5% of probability). The relationship between tree average basic density and D.B.H. (centimeter) is expressed by the following equation for both methods of determination:

$$d = 0,4348 + 0,0082 \text{ D.B.H.}$$

The variation between trees, was also very high for this species (from 0,433 gram/cubic centimeter to 0,634 gram/cubic centimeter).

4) There is a definite relationship between average basic density at D.B.H. level (x), and the tree basic density (y) (average for merchantable volume), which is expressed by the following equations:

Eucalyptus alba Reinw

$$Y = 0,0571 + 0,9087 x \text{ (Destructive method)}$$

$$Y = 0,1239 + 0,7992 x \text{ (Non destructive method)}$$

Eucalyptus saligna Smith

$$Y = 0,1193 + 0,7885 x \text{ (Destructive method)}$$

$$Y = 0,0944 + 0,8329 x \text{ (Non destructive method)}$$

For practical purposes the following equation can be used for both species, both methods and both ages:

$$Y = 0,097 + 0,8478 x$$

8 -BIBLIOGRAFIA

ANDERSEN, K. F. & P. MOLTESEN. 1955. (Technological research on beech-density and its variation). Dansk Skogforen. Tedsskr. 40: 592-611.

ANÔNIMO. 1948. Quality of Meranti Tembaga from different areas. Malayan Forester 11: 128. /in For Abstr. 10: 1138 (1948) /.

- BENSON, H. P. 1924. The influence of growth condition upon the properties of wood. J. Forestry 22: 707-723. / in The influence of Environment and Genetics on pulpwood quality - An annotated Bibliography. Tappi Monograph Series N.9 24: 556 (1962) /.
- BRISCOE, C. B., J. B. HARRIS & D. WY - CKOFF. 1963. Variation of specific gravity in plantation grow trees of Bigleaf Mahogany. Caribb. Forest 24(2): 64-74.
- BURGER, H. 1940. (Wood foliage yield and growth IV -An 80 years old beech stand) Mitt. Schweiz. Centralanstalt forstt Versuchsw. 21: 307. 348. / in The influence of Environment Bibliography. Tappi Monograph Series N.9 24: 90 (1962) /.
- 1947. (Wood foliage yield and growth. VII oak). Mitt. Schweiz. Centralanstalt forstl. Versuchsw 25: 211-279. / in The influence of Environment and Genetics on pulpwood quality An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series N° 24: 94 (1962) /.
- CURRO, P. 1957. Variations in moisture content and basic density in 15 trees of **Eucalyptus camaldulensis** Dehn. Pubbl. Cent. Sper. Agr. e Forestale. Roma I: 227-238. / in The influence of Environment and Genetics on pulpwood quality - Na annotated Bibliography. Tappi Monograph Series N° 24:152 (1962) /.
- 1957. Seasonal variations in moisture content and basic density in 4 trees of **Eucalyptus camaldulensis** Dehn. Pubbl. Cent. Sper. Agr. e Forestale. Roma I: 215-226. (in The influence of Environment and Genetics on pulpwood quality - An annotated Bibliography. Tappi Monograph Series N° 24: 151 (1962).
- DADSWELL, H. E. 1931. The density of Australian timbers. A preliminary study. Australia, Commonwealth .Sci. Ind. Research Organization, Div. Forest Prods. Tech. Paper N° 2 16 pp.
- DADSWELL, H. E. 1957. Tree growth characteristics and their influence I on wood structure and properties. Brit. Commonwealth Forestry Conf., 7th Conf., Australia and New Zeland -19 pp.
- 1958. Wood structure variations occurring during tree .growth and their influences on properties. J. Inst. Wood Sci. 1. 11-33.
- , A. J. WATSON & J. W. P. NICHOLS. 1959. What are the wood properties required by the paper industry in trees of future? Tappi 42: 521-526. / in The influence of Environment and Genetics on pulpwood quality - An annotated Bibliography. Tappi Monograph Series N° 24: 166 (1962) /.
- 1959. Growing trees with wood properties desirable for -paper manufacture. Australian Pulp & Paper Ind. Tech. Assoc. Proc. 12: 129-136.

- FORESTRY PRODUCTS LABORATORY. 1956. Methods of determining specific gravity of wood. U. S. Dept. Agr. Service. Forest Prods. Lab., Madison, Wisc. Tech. Note N° B-14. 6 pp.
- FERREIRINHA, M. P. 1961. Propriedades físicas e mecânicas das madeiras dos Eucaliptos (Relatório dos progressos realizados 1956-1961). IIª Conferência Mundial do Eucalipto. Relatório e documentos. São Paulo-Brasil. Vol. 11: 1.113-1.122.
- GOHRE, K. & H. GOTZE. 1956. (Investigation of the density of red beech , wood). Arch. Forstw. 5: 716-748. / in The influence of Environment and Genetics on pulpwood quality - An annotated Bibliography. Tappi Monograph Series N° 24: 241- (1962) /.
- LENZ, O. 1954. (The wood of a few poplars cultivated in Switzerland Mitt. Schweiz. Centralanstalt forstl. Versuchsw. 30: 9-61. / in The influence of Environment and Genetics on pulpwood quality -An annotated Bibliography. Tappi Monograph Series N° 24: 447 (1962) /.
- MURTHY, L. S. V. 1969. Density variation in timber Ramin. *Gonystylus bancana*. Oxford Univ. Imp. Forest Research Inst. Rept. 1958/59: 19. / In The influence of Environment and Genetics on pulpwood quality - An annotated Bibliography. Tappi Monograph Series N° 24: 519 1962) /.
- STAUFFER, D. 1892. (Study of the specific dry weight and the anatomical structure of Birch Wood). Forstl. - Naturw. 2. I: 145-163. / In The influence of Environment and Genetics on pulpwood quality - Na annotated Bibliography. Tappi Monograph Series N° 24: 758 (1962) /.
- STOJANOFF, V. & E. ENTCHEF. 1958. (An the distribution of specific weight within stems, and how far it may be influence by growth locality and site. Arch. Forstw. 7: 953-958. / (in The influence of Environment and Genetics on pulpwood quality. An annotated Bibliography. Tappi Monograph Series N° 24 763 (1962) /.
- SUSMEL, L. 1952. Density of **Eucalyptus roslrata** wood from the Agro. Pontino. Monti e Boschi 3: 75-78. / in For Abstr. 13: 3322 (1952) /.
- 1953. The specific gra.vity of **Eucalyptus rostrata** Schlecth. Wood from the Pontine Campagna. Ital. Forest e Mont. 8: 222-227 / in For Abstr. 15: 1753 (1954) /.
- 1954. Le pois spécifique du bois d'**Eucalyptus camaldulensis** par rapport a quelques facteurs relatifs a l'individu et au milieu. Intern. Union Forest Research Organizations, 11 th Congr., Rome 1953, 1065-1075. / in The influence of Environment and Genetics on pulpwood quality - An annotated Bibliography. Tappi Monograph Series N° 24: 774 (1962) /.
- TAMOLANG, F. N. & B. B. BALCITA. 1957 .The specific gravi ty of Balobo (**Diplodiscus paniculatus** Turcz.) from Makiling National Park. Forest Leaves (Philippines) 10: 21-28. / in The influence of Envorinment and Genetics on

pulpwood quality - An annotated Bibliography. Tappi Monograph Series N° 24: 780 (1962) /.

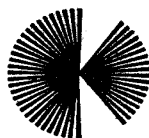
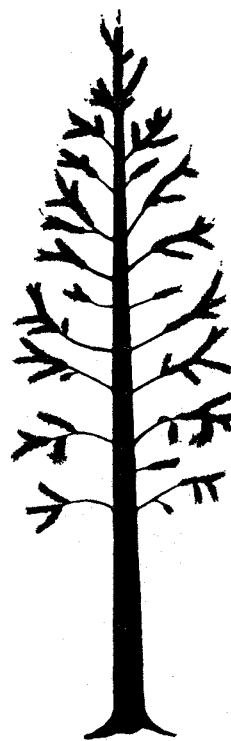
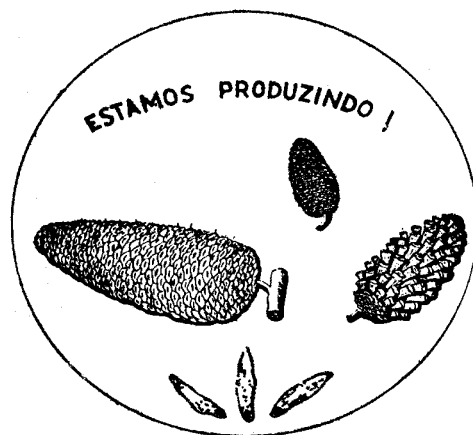
ZOBEL, B. J. 1965. Inheritance of Fiber characteristics in hardwoods. A review. Inter. Union Research Organizations Meeting Section 41, Melbourne Vol. II: 14 pp.

WALTERS, C. S. & BRUCKMANN. 1964. A comparison of methods of determining volume of increment cores. J. Forestry 62(3): 172-177.

SEMENTES SELECIONADAS!

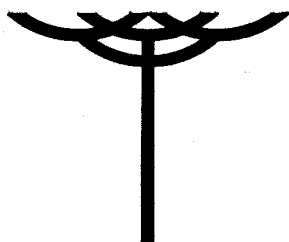
PINUS taeda e *PINUS ellottii*

A BASE DE UM
REFLORESTAMENTO
BEM SUCEDIDO



Departamento Florestal
Klabin do Paraná

ENDEREÇO: Lagos, Monte Alegre, Estado de Paraná
Aceita-se pedidos através dos escritórios:
Rio - Gb: Av. Rio Branco, 81 - 11º Andar - Caixa Postal, 1622 - tel. 223-5870
São Paulo: Rua Formosa, 367 - 18º Andar - Caixa Postal, 524 - tel. 37-7101/ 239-1774
Curitiba: Rua 15 de Novembro, 556 - 3º Andar - tel. 22-5373/ 23-5399



Papel e Celulose Catarinense S.A.

Papel e Celulose Catarinense S. A., uma indústria integrada de celulose e de papel, planejada e operada exclusivamente para produção de papéis kraft, produto de alta resistência fabricado de matéria-prima de fibra longa. Situada no Planalto Catarinense, utiliza-se essencialmente de pinheiros nativos e de «Pinus» oriundos de reflorestamento. São 1.000 metros cúbicos, por dia, de pinho, sob a forma de toras e sobras de serrarias.

Objetivando o seu contínuo e crescente abastecimento de matérias-primas fibrosas, a Empresa executa não só reflorestamentos próprios, como também, registrada no IBDF sob o n.º 46, elabora, planeja e executa reflorestamentos para terceiros, com recursos atenuantes do imposto de renda.

PAPEL E CELULOSE CATARINENSE S. A.

R. Líbero Badaró, 471 — São Paulo — Fones: 32-2392 — 37-8284
— Vendas: 34-3471 — Telex: 021-197 — Teleg Celucat. - S. Paulo
Fábrica: Distrito de Correia Pinto, Município de Lages — Estado
de Santa Catarina