

VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA E DAS CARACTERÍSTICAS DAS FIBRAS EM *Eucalyptus grandis* HILL EX MAIDEN AO NÍVEL DO DAP.

- ANÁLISE PRELIMINAR -

M.A.M. Brasil*
M. Ferreira**

SUMMARY

This present work is a preliminary study of the variation of wood specific gravity, fibre length, diameter lumen and wall width of *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden at 16 years of age. Four trees of this species coming from Aimorés (S.P.) were used, from which, at the DBH, transversal sections were taken with the increment Borer. This samples were divided to obtain measurements of the variation from bark to pit.

After laboratory procedures and obtainment of data the following conclusions could be drawn:

- 1) There is a tendency for the fibre length and wall width to increase from pit to bark.
- 2) The diameter of lumen decrease from pit to bark.
- 3) The fibre diameters do not vary according to the position in the transversal section of the bole.
- 4) For equal value of fibre diameters the greater lumen diameter in fibres near the pit determines smaller width of fibre walls.
- 5) The increase of fibre length and wall thickness is greater in the outer layers.
- 6) The wood specific gravity increases from bark to pit being this increase more noticeable in the outer layers.
- 7) The increase of wood specific gravity was followed by the increase in fibre wall thickness and by the fibre average length.
- 8) There was great variation of the studied characteristics among the trees of *E. grandis* Hill ex Maiden.

1. INTRODUÇÃO

As características da madeira de essências florestais que vegetam em nosso meio não são bem conhecidas. O gênero *Eucalyptus*, introduzido da Austrália, dentre as folhosas, desempenha importante papel nas indústrias de celulose e chapas de fibras, mas poucos estudos foram realizados sobre sua madeira.

* Professora Assistente de Silvicultura do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu.

** Professor Livre Docente do Departamento de Silvicultura da Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz».

No Estado de São Paulo, vem sendo incrementado, ano a ano, o plantio de **Eucalyptus grandis** Hill ex Maiden principalmente pelas indústrias de celulose e papel, sem que estudos mais profundos sobre a qualidade de sua madeira tenham sido conduzidos.

A estrutura anatômica da madeira depende das características de crescimento da árvore e de sua carga genética. Qualquer modificação estrutural terá grande importância na utilização industrial dessa madeira e irá refletir na sua qualidade. Os índices primordiais na análise de qualidade da madeira são a densidade, o comprimento e espessura da parede dos elementos fibrosos.

O presente trabalho é um estudo preliminar da utilização de amostras Pressler ao nível do DAP (1.30m do solo) de árvores de **E. grandis** Hill ex Maiden aos 16 anos de idade visando o estudo da variabilidade no sentido casca-medula do comprimento, diâmetro, espessura das paredes das fibras e da densidade básica média da madeira.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A densidade básica da madeira é o índice mais utilizado para avaliação de sua qualidade, variando entre espécies e árvores da mesma espécie. A determinação da densidade através de uma amostra extraída de um ponto fixo foi sugerida por MADDERN HARRIS (1965). Essa padronização foi proposta por NYLINDER (1965) como sendo o DAP (diâmetro a altura do peito) medido por convenção a 1,30 m do solo, sendo as amostras, segundo SPURR e HSIUNG (1964) secções transversais do caule com cerca de 1 polegada de espessura. FERREIRA (1968, 1970) trabalhando com espécies do gênero **Eucalyptus** concluiu que as secções transversais tomadas ao DAP podiam estimar a densidade básica média da árvore.

A densidade básica varia entre locais e dentro de uma mesma população devido a fatores genéticos e ambientais conforme ZOBEL (1965). Essa variabilidade foi constatada nos trabalhos de FERREIRA (1968,1970) e BRASIL (1972) com espécies do gênero, **Eucalyptus**.

BRASIL e FERREIRA (1971) estudando a densidade básica da madeira de **Eucalyptus alba**, **E. saligna** e **E. grandis** concluíram que havia diferença altamente significativa entre as espécies em função do local, com maiores valores para o local onde o ritmo de crescimento foi menor.

Para o **Eucalyptus propinqua**, BRASIL (1972) encontrou maior densidade básica da madeira em consequência de crescimento mais lento e recomendou uma análise da estrutura anatômica da madeira para que tais resultados pudessem ser evidenciados.

Principalmente na escolha de árvores matrizes DADSWELL (1959) já recomendava que além da densidade básica, as características anatômicas dos elementos fibrosos deveriam ser relacionados como índices.

A variação do comprimento das fibras do xilema de algumas plantas em função dos anéis de crescimento foi verificada por SANTOS e NOGUEIRA (1962) e SANTOS (1965). Em espécies de **Eucalyptus** essa variação foi relatada por BISSET e DADSWELL (1949), SPURR e HYVARINEN (1954). SANTOS (1961) e FERREIRA e Cols. (1969). SPURR e HYVARINEN (1954) encontraram que a média do comprimento das fibras do xilema aumentavam progressivamente da medula para a periferia numa secção transversal dos caules lenhosos e tem limite máximo em função da idade. Tal fato foi também verificado por KEITH (1961) SANTOS e NOGUEIRA (1962), SAUCIER e TARAS (1966), GUTH (1968) e SMITH e RUMA (1971).

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1. Material

No Horto Florestal da Companhia Paulista de Estradas de Ferro em Aimorés, foram marcadas 4 árvores com 11 cm de diâmetro médio, representativas de um talhão de 16 anos de idade de **Eucalyptus grandis** Hill ex Maiden. Dessas árvores retirou-se ao DAP (diâmetro a altura do peito, por convenção medido a 1,30m do solo), amostras transversais do caule através da sonda de Pressler no sentido norte-sul e direção casca-casca. Essas amostras são secções cilíndricas de aproximadamente 5 mm de diâmetro que representam a região desejada sem destruir a árvore.

As amostras foram acondicionadas em saco de polietileno e enviadas ao laboratório acompanhadas dos dados de diâmetro e altura das árvores.

3.2. Método

3.2.1. Determinação do comprimento, diâmetro e espessura das paredes das fibras.

Em laboratório, das 4 árvores amostradas ao DAP, foi retirado um segmento de 1 cm de comprimento em diversas regiões no sentido casca-medula visando um estudo de variação interna ocorrida no **E. grandis** Hill ex Maiden.

As 4 árvores foram amostradas em secções cujos segmentos representavam as regiões casca, região intermediária e medula. Os segmentos representativos dessas 3 partes tinham aproximadamente 1 cm de comprimento.

Esses segmentos foram picados e misturados para maceração e preparo das lâminas, sendo após mensurados na região correspondente que convencionamos chamar «Amostra 1» (casca), «Amostra 2» e «Amostra 3» (medula).

A maceração dos elementos fibrosos foi feita em solução composta de 1 parte de peróxido de hidrogênio a 100 vol., 4 partes de água destilada e 5 partes de ácido acético glacial mantida a $56 \pm 3^{\circ}\text{C}$ até completa descoloração. Do material macerado de cada amostra foram montadas 20 lâminas, realizando-se 5 mensurações por lâmina. Para o comprimento das fibras foram realizadas 100 medições e 50 para diâmetro e espessura das paredes das fibras.

3.2.2. Determinação da Densidade Básica

Após a separação do material destinado à mensuração dos elementos fibrosos procedeu-se a padronização das amostras em segmentos de comprimento ao redor de 4 cm nas quatro árvores. Os segmentos obtidos foram usados para a determinação da densidade básica pela relação:

$$D_b = \frac{\text{peso seco (P)}}{\text{volume verde (V)}} \text{ g/cm}^3$$

onde:

P = peso seco em estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ até valor constante.

$$V = \text{volume verde} = \frac{\pi}{4} D^2 H$$

Sendo:

D = volume medio

H = comprimento dos segmentos obtidos no micrômetro de Palmer.

Para o cálculo do volume verde as amostras foram imersas em água destilada sob vácuo até atingirem a saturação.

4. RESULTADOS OBTIDOS

4.1. Características dos elementos fibrosos

Os volumes médios encontrados constam do quadro I.

QUADRO I - Valores obtidos, em micras, para características do lenho no sentido casca-medula das secção transversais ao nível do DAP - **E. grandis** - 16 anos.

Valores médios, em micras	Posição das amostras		
	Casca	→	Medula
Comprimento	1276	1122	836
Diâmetro	17,25	16,75	17,00
Diâmetro médio do lumem	7,75	8,50	9,75
Espessura das paredes	5,00	4,12	3,88
Densidade	0,574	0,427	0,435
Comprimento dos vasos	400,4	402,6	325,6

As análises serão realizadas com os valores nas respectivas escalas de projeção. Para conversão deve-se usar as constantes $f = 0,22$ para comprimento das fibras e vasos e $f = 0,025$ para diâmetro e espessura das paredes, obtendo-se os valores em mm.

QUADRO II - Análise da Variância - Comprimento das fibras.

Causa de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos (posição)	2	213,9032	106,9516	245,86**
Resíduo	297	129,1945	0,4350	
Total	299	343,0977		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade
m = 4,88 C.V. 13,52%

As diferenças mínimas significativas para aplicação do teste de Tukey foram:

$$5\% = 0,13$$

$$1\% = 0,16$$

As médias encontradas nas 3 regiões no sentido casca (1) - medula (3) foram respectivamente, em escala:

$$m_1 = 5,805$$

$$m_2 = 5,069$$

$$m_3 = 3,763$$

portanto, todos dos contrastes entre médias são significativos.

QUADRO III - Análise de Variância - Diâmetro das Fibras.

Causa de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos (posição)	2	0,0101	0,0051	0,35
Resíduo	147	2,1558	0,0147	
Total	149	2,1659		

m = 0,69 C.V. = 17,64%

Os valores de F não é significativo, portanto as médias não diferem de zero.

QUADRO IV - Análise de Variância - Diâmetro do Lumem.

Causa de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos (posição)	2	0,0961	0,0481	6,25**
Resíduo	147	1,1308	0,0077	
Total	149	1,2269		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

$$m = 0,34$$

$$C.V. = 25,57\%$$

As diferenças mínimas significativas para aplicação do Teste de Tukey foram:

$$5\% = 0,024$$

$$1\% = 0,030$$

As médias obtidas nas 3 regiões no sentido casca(1) - medula(3) foram, respectivamente, em escala:

$$m_1 = 0,312$$

$$m_2 = 0,342$$

$$m_3 = 0,374$$

portanto, todos dos contrastes entre médias são significativos.

QUADRO V - Análise de Variância - Espessura da Parede das Fibras

Causa de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos (posição)	2	0,0357	0,0179	0,94**
Resíduo	147	0,2620	0,0018	
Total	149	0,2977		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

$$m = 0,17$$

$$C.V. = 24,65\%$$

As diferenças mínimas significativas para aplicação do Teste de Tukey foram:

$$5\% = 0,011$$

$$1\% = 0,014$$

As médias obtidas nas 3 regiões no sentido casca(1) - medula(3) foram, respectivamente, em escala:

$$m_1 = 0,193$$

$$m_2 = 0,168$$

$$m_3 = 0,156$$

Todos os contrastes entre as médias são significativas a 5% de probabilidade.

4.2. Densidade Básica Média ao DAP

Os valores médios encontrados constam do quadro VI.

QUADRO VI - Valores obtidos, em g/cm^3 , para a densidade básica média em 3 regiões da secção transversal, sentido casca-medula ao nível do DAP para o **E. grandis** - 16 anos.

Amostras	Localização na secção transversal Casca - medula			Média da árvore
	I	II	III	
40	0,666	0,488	0,519	0,558
2	0,627	0,482	0,438	0,516
14	0,499	0,372	0,384	0,418
13	0,504	0,366	0,399	0,423
Média da secção	0,574	0,427	0,435	

QUADRO VII - Análise de Variância - Densidade básica média

Causa de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos (posição)	2	0,0546	0,0273	45,50**
Árvore	3	0,0430	0,0143	23,83**
Resíduo	6	0,0033	0,0006	
Total	11	0,1009		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

$$m = 0,479 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{C.V.} = 5,12\%$$

As diferenças mínimas significativas para aplicação do Teste de Tukey foram:

$$5\% = 0,031 \text{ g/cm}^3$$

$$1\% = 0,045 \text{ g/cm}^3$$

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise do quadro II mostrou haver diferença altamente significativa para o comprimento das fibras nas regiões amostradas. Todas as médias diferiram entre si nas diversas regiões.

Os dados mostraram uma tendência para o comprimento das fibras aumentarem no sentido medula-casca. Esse efeito é normal e ocorre na maioria das plantas lenhosas segundo BAILEY e SHEPARD (1915), SANTOS (1961, 1965), SANTOS e NOGUEIRA (1962), HUGHES e ESAN (1969). O crescimento foi bastante acentuado na madeira mais próxima à medula diminuindo esse acréscimo próximo à casca, fato esse também verificado por AMARAL e Cols. (1971) em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.

Os valores de diâmetro ou largura das fibras não variaram nas diferentes regiões consideradas. Podemos concluir que essa variável não é suficientemente sensível às variações ocorridas na estrutura da madeira e não pode ser usada isolada como medida de variação. Resultados semelhantes foram obtidos por SANTOS (1965) em **Scleronema micranthum**.

A análise dos dados dos quadros IV e V mostrou haver diferença altamente significativa para o diâmetro do lúmen e espessura da parede das fibras. As médias nas diversas regiões diferem entre si para diâmetro do lúmen. Para a espessura das paredes das fibras as variações são mais específicas.

Como não houve variação para o diâmetro das fibras nas diversas regiões, o maior diâmetro do lúmen nas camadas mais internas determinou menor espessura de paredes enquanto nas camadas periféricas a espessura das paredes foi maior, pois para valores iguais de diâmetro das fibras, o lúmen foi menor.

O acréscimo do valor de espessura de parede das fibras próxima à casca é maior em relação às camadas mais internas como podemos verificar pelo teste de Tukey. A média da região próxima a casca (m_1) difere estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade das outras regiões enquanto a diferença entre m_2 e m_3 é menos pronunciada. ao nível de 5% de probabilidade.

Essa tendência verificada em relação a comprimento e espessura das paredes das fibras verificou-se também na densidade básica da madeira. A densidade básica variou significativamente como se pode constatar pelos quadros VI e VII. A menor densidade ocorreu próxima à medula como verificado por HUGHES e ESAN (1969). As árvores apresentaram alta variabilidade entre si na densidade básica média da madeira, o que já foi verificado em **E. grandis** por FERREIRA (1970).

Essa relação acompanhou a variação da espessura da parede das fibras. Nos locais onde a espessura das paredes foi menor, ocorreu menor densidade básica média e menor comprimento de fibra.

6. RESUMOS E CONCLUSÕES

O presente trabalho é um estudo preliminar da variação da densidade básica da madeira, comprimento, diâmetro, lúmen e espessura das paredes das fibras de **Eucalyptus grandis** Hill ex Maiden aos 16 anos de idade. Foram utilizadas 4 árvores da espécie provenientes de Aimorés (SP) das quais, retirou-se ao DAP, secções transversais com a sonda de Pressler. Estas amostras foram seccionadas para obtenção dos dados de variação casca-medula.

Após o processamento de laboratório e coleta dos dados, as seguintes conclusões foram obtidas:

- 1) Há uma tendência para o comprimento das fibras e espessura das paredes crescerem no sentido medula-casca.
- 2) O diâmetro do lúmen decresce no sentido medula-casca.
- 3) O diâmetro das fibras não varia com a posição na secção transversal do tronco.
- 4) Para valores iguais de diâmetro das fibras, o maior diâmetro do lúmen nas camadas mais internas (medula), determina menor espessura de parede das fibras.
- 5) O acréscimo do comprimento de fibra e espessura das paredes é maior nas camadas mais externas.

6) A densidade básica da madeira cresce no sentido casca-medula sendo esse crescimento mais acentuado nas camadas mais externas.

7) O aumento da densidade básica da madeira foi acompanhado pelo aumento da espessura das paredes das fibras e pelo comprimento médio das fibras.

8) Houve uma alta variação das características estudadas entre as árvores de **E. grandis** todas com mesmo DAP. Essa variação poderá ser de grande interesse para seleção de árvores matrizes.

8. BIBLIOGRAFIA

AMARAL. A.C.B.. M. FERREIRA. G. BANDEL. 1971. Variação da densidade básica da madeira Produzida pela **Araucaria angustifolia** (Bert;} O. Ktze no sentido medula-casca em árvores do sexo masculino e feminino. Revista IPEF. Piracicaba. SP. 2/3: 119-127.

BAILEY. I. W. e H.B. SHEPARD. 1915. Sanio's laws for the variation in size of coniferous tracheid. Bot. Gaz. 60:66-71.

BISSET, L.J. e H.E. DADSWELL. 1949. The variation of fiber length within one tree of **Eucalyptus regnans**. Australian Forestry 13 (12):86-96.

BRASIL. M.A.M. e FERREIRA. 1971. Variação da densidade básica da madeira de **Eucalyptus alba** Reinw, **E. saligna** Smith e **E. grandis** Hill ex Maiden aos 5 anos de idade, em função do local e do espaçamento. Revista IPEF. Piracicaba. S.P. 2/3: 129-149.

BRASIL. M.A.M. e M. FERREIRA. 1971. densidade básica da madeira de **Eucalyptus propinqua** Deane ex Maiden em função do local e do espaçamento. Dissertação para obtenção do título de Mestre. E.S.À. «Luiz de Queiroz». U.S.P. Piracicaba. SP. 75 pp.

DADSWELL H.E 1959. What are the wood properties required by the paper industry in trees of the future? TAPPY 42:521-526.

FERREIRA. M. 1968. Estudos da variação da densidade básica da madeira de **Eucalyptus alba** Reinw e **Eucalyptus saligna** Smith. Tese de Doutorado E.S.A. «Luiz de Queiroz», USP. Piracicaba, SP. 72 pp.

FERREIRA. M.. H.A. MELLO. M.A.S. MOURÃO. A.C. BANZATO. 1969. Estudos preliminares de algumas características anatômicas de coníferas e folhosas. Revista «O Solo». Piracicaba. SP. LXI (1) .79-82.

FERREIRA. M. 1970. Estudo da variação da densidade básica da madeira em povoamentos de **Eucalyptus grandis** Hill ex Maiden. Tese de Livre-Docência. E.S.A. «Luiz de Queiroz». USP. Piracicaba. SP. 62pp.

CUTH, E.B. 1968. Variacion del largo de fibra em el leño de **Pinus elliottii** IDIA (5) 31pp.

- HUGHES, J.F. e D. ESAN. 1969. Variation in some structural feature and properties of **Gmelina arborea**. Tropical Science XI (1): 23-37.
- KEITH. C. T. 1961. Characteristics of annual rings in relation to wood quality. For. Prod. J. 11 (3): 122-126.
- MADDERN HARRIS. J. 1965. The hereditability of wood density. Intern. Union Forest Research Organization, Meeting Section 41, Melbourne, Australia. Vol. II: 20 pp.
- NYLINDER, P. 1965. Non destrutive field eld sampling systems of determining the wood density of standing timber over large areas. Variation within and between species on the influence of environmental and other factors on wood density. Intern. Union Forest Research Organization, Meeting Sction 41, Melbourne. Australia. Vol. II: 13pp.
- SANTOS, C.F.O. 1961. Mensuração das fibras lenhosas nos diferentes anéis de crescimento de **Eucalyptus saligna** Smith. Revista de Agricultura. Piracicaba 36(4): 220-223.
- SANTOS, C.F.O. e I.R. NOGUEIRA. 1962. O tamanho dos vasos e fibras do xilema secundário nos anéis de crescimento da **Tecoma chrysothrica** Mart. Anais da E.S.A. «Luiz de Queiroz». Piracicaba. XIX:53-65.
- SANTOS, C.F.O. 1965. Mensurações dos elementos do xilema em madeira da região amazônica. Anais da E.S.A. «Luiz de Queiroz». Piracicaba. XXII: 204-211.
- SAUCIER, I.R. e M.A. TARAS. 1966. Specific gravity and fiber length variations within annual light increments of red maple. For. Prod. 16(2): 33-36.
- SMITH. J.H.G. eU. RUMA. 1971. Specific gravity and fiber length of hybrid poplar. J. of Forestry 69(1): 34-35.
- SPURR. S.H. e M.J. HYVARINEN. 1954. Wood fiber length as related to position in tree and growth. The Botanical Rev. 20(9): 561-575.
- SPURR, S.H. e W. HSIUNG. 1954. Growth rate and specific gravity in conifers J. Forestry 52(3): 191-200.
- ZOBEL, B.J. 1965. Interitance of fiber characteristics in Hardwoods. A review. Intern. Union Fores Research Organization, Meeting Section 41, Melbourne, Australia, Vol. II: 14pp.

**Olha o que
está dando nas
nossas árvores.**

Você já viu algum manual de botânica falando de árvores que dão dinheiro?

Pois as nossas dão.

Elas produzem celulose "Canoas", que vai para outros países trazendo ricas divisas para o Brasil.

Já ouviu falar de árvores que dão sacos de cimento?

Pois as nossas dão.

Elas são transformadas em papel "Superkraft", usado para fazer sacos multifolhados para cimento, cal, adubos, rações e as compras no supermercado.

Já ouviu falar de árvores que dão caixinhas de cerveja ou de detergente em pó?

Pois as nossas dão.

Transformadas nos cartões "Omnikraft" e "Kapakraft", são usadas nas embalagens para cerveja, nos cartuchos de detergente em pó, nas caixinhas de papelão ondulado etc.

Muita gente pensa que essas coisas só acontecem em floresta encantada.

Mas isso é lenda, pois a nossa colheita está sempre crescendo.

O único trabalho que a gente tem é plantar umas arvorezinhas todo santo dia.

30.000, para sermos mais exatos.



OLINKRAFT CELULOSE E PAPEL LTDA

Av. Brig. Luís Antônio, 4531 - (CEP 01401) - Tel. 282-6377.
End. Tel. Olinkraft - São Paulo - SP - Fábrica: Lages - Sta. Catarina

