

VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE *Eucalyptus propinqua*
Deane ex Maiden EM FUNÇÃO DO LOCAL E DO ESPAÇAMENTO.

MARIA APARECIDA MOURÃO BRASIL

Engenheira-Agrônoma

Professora-Assistente de Silvicultura da Faculdade
de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu.

Prof. Dr. Helladio do Amaral Mello

- Orientador -

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura «Luiz de Queiroz», da USP, para
obtenção do título de «Mestre».

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

- 1972 -

Homenagem carinhosa:

À "Vó" Noemia

À minha mãe

Ao meu irmão

Ao Oswaldo, a quem devo muito
incentivo, compreensão e amizade

D E D I C O

- C O N T E Ú D O -
= = = = =

	<u>Página</u>
1 - <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2 - <u>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1 - <u>DENSIDADE</u>	3
2.2 - <u>VARIAÇÃO DA DENSIDADE COM A ALTURA DAS ÁRVORES.</u> ..	4
2.3 - <u>VARIAÇÃO DA DENSIDADE COM O DIÂMETRO DAS ÁRVORES</u>	7
2.4 - <u>VARIAÇÃO DA DENSIDADE COM O ESPAÇAMENTO</u>	7
2.5 - <u>VARIAÇÃO DA DENSIDADE COM O LOCAL</u>	9
3 - <u>MATERIAL E MÉTODOS</u>	11
3.1 - <u>MATERIAL</u>	11
3.1.1 - <u>Dados climáticos</u>	11
3.1.1.1 - Itupeva (SP)	11
3.1.1.2 - Mogi Guaçu (SP)	11
3.1.2 - <u>Dados edáficos</u>	12
3.1.2.1 - Itupeva (SP)	12
3.1.2.2 - Mogi Guaçu (SP)	12
3.1.3 - <u>Espécie</u>	12
3.1.4 - <u>Espaçamento</u>	12
3.2 - <u>MÉTODOS</u>	12
3.2.1 - <u>Delineamento Experimental</u>	12
3.2.2 - <u>Coleta de amostras para determinação da</u> <u>densidade básica em cada local para Eucalyptus propinqua</u>	13
3.2.3 - <u>Determinação da densidade básica das sec-</u> <u>ções transversais</u>	14
3.2.4 - <u>Determinação da densidade básica média da</u> <u>árvore</u>	14
3.2.5 - <u>Análise estatística</u>	15
4 - <u>RESULTADOS OBTIDOS</u>	17
4.1 - <u>VARIAÇÃO DA ALTURA TOTAL DAS ÁRVORES</u>	17
4.2 - <u>VARIAÇÃO DA DIÂMETRO MÉDIO DAS ÁRVORES AMOSTRA -</u> <u>DAS AO NÍVEL DO DAP</u>	19

	Página
4.3 - VARIACÃO DA DENSIDADE BÁSICA MÉDIA DAS ÁRVORES AO NÍVEL DO DAP	21
4.4 - VARIACÃO DA DENSIDADE BÁSICA MÉDIA AO NÍVEL DO DAP COM A ALTURA TOTAL	23
4.4.1 - <u>Itupeva (SP)</u>	23
4.4.2 - <u>Mogi Guaçu (SP)</u>	24
4.5 - VARIACÃO DA DENSIDADE BÁSICA MÉDIA DAS SECCÕES TRANSVERSAIS COM A ALTURA, NAS CLASSES COMERCIAIS ENCONTRADAS	25
4.5.1 - <u>Itupeva (SP)</u>	25
4.5.2 - <u>Mogi Guaçu (SP)</u>	32
4.6 - VARIACÃO DA DENSIDADE BÁSICA MÉDIA AO NÍVEL DO DAP COM O DIÂMETRO MÉDIO A 1,30 m DO SOLO	39
4.6.1 - <u>Itupeva (SP)</u>	39
4.6.2 - <u>Mogi Guaçu (SP)</u>	40
4.7 - VARIACÃO DA DENSIDADE BÁSICA MÉDIA DA ÁRVORE EM FUNÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA MÉDIA AO NÍVEL DO DAP	41
4.7.1 - <u>Itupeva (SP)</u>	41
4.7.2 - <u>Mogi Guaçu (SP)</u>	44
5 - <u>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</u>	46
5.1 - VARIACÃO DA ALTURA TOTAL DAS ÁRVORES	46
5.2 - VARIACÃO DO DIÂMETRO MÉDIO DAS ÁRVORES AMOSTRADAS AO NÍVEL DO DAP	47
5.3 - VARIACÃO DA DENSIDADE BÁSICA MÉDIA DAS ÁRVORES AO NÍVEL DO DAP	48
5.4 - VARIACÃO DA DENSIDADE BÁSICA MÉDIA AO NÍVEL DO DAP COM A ALTURA TOTAL	50
5.5 - VARIACÃO DA DENSIDADE BÁSICA MÉDIA DAS SECCÕES TRANSVERSAIS COM A ALTURA, NAS CLASSES COMERCIAIS ENCONTRADAS	51
5.6 - VARIACÃO DA DENSIDADE BÁSICA MÉDIA AO NÍVEL DO DAP COM O DIÂMETRO MÉDIO A 1,30 m DO SOLO	53

	<u>Página</u>
5.7 - VARIACÃO DA DENSIDADE BÁSICA MÉDIA DA ÁRVORE EM FUNÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA AO NÍVEL DO DAP	54
6 - <u>RESUMOS E CONCLUSÕES</u>	56
7 - <u>SUMMARY</u>	59
8 - <u>BIBLIOGRAFIA</u>	62
9 - <u>AGRADECIMENTOS</u>	75

§§§§§§§
§§§§§
§§§
§

1 - INTRODUÇÃO

A crescente demanda de madeira de folhosas principalmente para celulose e papel, motiva o fornecedor de matéria prima a procurar espécies de rápido crescimento cujas madeiras se prestam a utilização industrial. Dentre essas espécies, destacam-se as do gênero Eucalyptus, introduzidas da Austrália, e que apresentam excelentes condições de desenvolvimento e adaptação ao nosso meio.

As três espécies mais plantadas no Estado de São Paulo, segundo PINHEIRO (1961) e BASTOS (1961) são, respectivamente o Eucalyptus alba, E. saligna e E. grandis.

Os povoamentos formados com essas espécies apresentam-se bem heterogêneos e ZOBEL (1967), após visitar essas plantações afirma que as variações existentes devem estar associadas a variações da qualidade da madeira. Recomenda ainda, que nos programas de melhoramento para escolha de matrizes, o estudo da qualidade da madeira deve ser associado a espaçamentos mais amplos e fertilizações.

Novas espécies do mesmo gênero, entretanto começam a despertar o interesse dos silvicultores, dada a qualidade de suas madeiras para celulose, chapas, e suas características silviculturais, caso do E. propinqua.

A qualidade da madeira do E. alba e E. saligna foi estudada através do índice mais utilizado para sua avaliação, a densidade básica, por FERREIRA (1968a). A comissão de relatório sobre qualidades da madeira do 1º CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (1968) assim se manifesta sobre o trabalho: "... A Comissão sugere que trabalhos dessa natureza se estendam às demais espécies ..." . O objetivo será o de acompanhar através da densidade básica as variações da qualidade da madeira em outras espécies plantadas.

O presente trabalho tem por finalidade estudar as variações da densidade básica da madeira do *Eucalyptus propinqua* Deane ex Maiden de povoamentos comerciais formados nos espaçamentos 3,0 x 1,5 m e 3,0 x 2,0 m nas regiões de Itupeva e Mogi Guaçu no Estado de São Paulo.. Foram estudados o comportamento dessa espécie sob diferentes condições de crescimento e o efeito do espaçamento na densidade básica da madeira produzida. Os espaçamentos utilizados nos povoamentos, podem acelerar ou retardar o desenvolvimento das árvores em diâmetro e altura afetando a produção volumétrica. Essa alteração no ritmo de crescimento foi sempre acompanhada por variações nas qualidades da madeira, fato esse que procuramos verificar através do índice mais difundido, a densidade básica.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - DENSIDADE

A densidade é o índice de qualidade da madeira mais estudado, desde o reconhecimento de sua importância através dos trabalhos de CHEVANDIER e WERTHEIM (1848) citados em extensa revisão bibliográfica por SPURR e HSIUNG (1954). Esses autores procuraram estabelecer os efeitos de altura, diâmetro, idade e taxa de crescimento na densidade das Ginospermas, em Silvicultura usualmente conhecidas por coníferas. Trabalhos sôbre densidade em coníferas foram realizados também por BAREFOOT e cols. (1964); VAN BUIJTENEN e cols. (1968); ELLWOOD e cols. (1969); BAREFOOT e cols. (1970), procurando correlacioná-la com o rendimento em celulose e qualidade do papel.

Nas Angiospermas, normalmente designadas por folhosas, os estudos de densidade são mais excassos, principalmente em folhosas tropicais, sendo que as relações existentes entre as propriedades da madeira e densidade foram demonstradas por WANGAARD (1949, 1950, 1952, 1954, 1955) citado por WATSON (1965).

As propriedades da madeira das folhosas variam na árvore da medula para a casca, da base do tronco para a copa, dentro dos anéis anuais conforme SAUCIER e TARAS (1966), entre locais e dentro da mesma população devido a fatores genéticos e ambientais conforme ressaltado por ZOBEL (1965).

MADDERN HARRIS (1965) sugeriu que com o aumento do interesse pelas folhosas para obtenção de celulose e papel, mais informações serão requisitadas, principalmente relacionadas, não só a condições de crescimento e variação da densidade da madeira mas também a complexidade de sua estrutura anatômica, acrescentou BENSON (1963).

Existem vários métodos para determinação da densidade da madeira, porém os que se apoiam na "densidade básica" (relação entre peso absolutamente seco e volume verde ou saturado), são os que mais satisfatoriamente medem a quantidade da substância madeira por unidade de volume. Além disso, o método é de fácil padronização conforme PHILLIPS (1965). A densidade é também um dos guias mais reais das propriedades da madeira, pois alta densidade está associada a altas propriedades de resistência segundo WATSON (1965).

Para o estudo de Eucalyptus spp, DADSWELL (1931) aconselhou a utilização dos métodos da densidade básica, ratificados pela SEGUNDA CONFERÊNCIA MUNDIAL DO EUCALIPTO. (FAO, 1961).

MADDERN HARRIS (1965) propôs a determinação da densidade básica através de uma amostra extraída de um ponto fixo. Essa padronização foi proposta por NYLINJER (1965) como sendo o DAP (diâmetro à altura do peito, medido por convenção a 1,30 m do solo), padrão internacional usado em Silvicultura. Na determinação da densidade básica da árvore inteira, com a finalidade de estudos biológicos, SPURR e HSIUNG (1954) concluíram que as amostras devem ser secções transversais do caule com cerca de uma polegada de espessura e proporcionais ao volume da árvore.

FERREIRA (1968, 1970) trabalhando com espécies do gênero Eucalyptus concluiu que secções transversais do caule tomadas ao nível do DAP podiam estimar a densidade básica média da árvore.

2.2 - VARIAÇÃO DA DENSIDADE COM A ALTURA DAS ÁRVORES

A densidade varia dentro do caule das Ginospermas e Angiospermas sendo o assunto bastante contraditório segundo MADDERN HARRIS (1965).

Com relação às coníferas em geral MONCEAU (1780) citado por SPURR e HSIUNG (1954) já assinalava que a densidade decresce com a altura, porém em certas espécies ela pode crescer e mesmo não variar.

Essa correlação negativa foi notada por SPURR e HSIUNG (1954) citando trabalhos de HALE e BENSOM (1939) com Picea glauca, BURGER (1929) e MYER (1930) com Pinus monticola, TRENDELENBURG (1939), TURNBULL (1942), JALAVA (1945), OLSON e cols. (1947) com Picea abies.

Árvores de Pseudotsuga taxifolia Briton, provenientes de um povoamento artificial foram analisadas por JANNA (1921) - que notou a tendência para a densidade decrescer em direção à copa até determinado ponto, quando começa a crescer.

KLEM e cols. (1945) concluíram que a densidade aumenta com a altura em Picea spp enquanto SPURR e HSIUNG (1954) encontraram que especialmente em Picea spp a densidade decresce - marcadamente com a altura. NYLINDER (1953) concluiu, para o mesmo gênero que aos 50 anos de idade há primeiro um acréscimo da densidade até cerca de 10% da altura total, para decrescer em seguida até o topo.

Nas folhosas, o aspecto é mais contraditório em função da sua estrutura anatômica, podendo ser reconhecidos dois grandes grupos de acordo com BROWN e cols. (1949): as que possuem poros dispostos em anéis concêntricos e as que possuem poros difusos.

Nas folhosas com poros dispostos em anel concêntrico estão incluídos os gêneros Quercus, Fraxinus e Fagus, segundo PECHMANN (1953).

BLNISON (1924) e JUKNA e TILTINS (1955) trabalhando com Fraxinus excelsior concluíram que a densidade tende a cres-

cer da base para a copa.

Em Quercus spp e Carpinus betulus a densidade decresceu em direção à copa, segundo BIELCZYK (1956).

Para Fagus sylvatica, BURGER (1940) concluiu que a densidade decresce com a altura até o início da copa, crescendo na madeira formada dentro da copa. O mesmo resultado foi encontrado por GOHRE e GOTZE (1956) que obtiveram o valor de densidade mínimo aos 6 m de altura, quando começa a crescer em direção à copa. ANDERSEM e MOLTENSEN (1955) não encontraram variação regular com a altura.

Nas folhosas com poros difusos, estão incluídas as folhosas tropicais, e dentre elas, o gênero Eucalyptus.

STAUFFER(1892) trabalhando com Betula spp; DADSWELL (1931) com Eucalyptus sideroxylum; CUSMEL (1953, 1954) com árvores de E. camaldulensis da mesma classe diametral; TAMOLANG e BALCITA (1957) com Diplodiscus paniculatus concluíram que a densidade diminui em função da altura da árvore.

CURRO (1957, 1957a) trabalhando com Eucalyptus camaldulensis Dehn, FERREIRINHA (1961) com base em trabalhos de CURRO (1958) e de CARVALHO (1960) com E. globulus concluíram que a densidade aumenta em direção à copa. Resultados semelhantes foram obtidos por FERREIRA (1968, 1970) com E. alba Reinw, E. saligna Smith e E. grandis Hill ex Maiden com a densidade crescendo linearmente em função da altura.

GREENHILL e DADSWELL (1940) não encontraram variação da densidade em relação à altura em madeiras de espécies australianas.

2.3 - VARIAÇÃO DA DENSIDADE COM O DIÂMETRO DAS ÁRVORES

O estudo da relação existente entre densidade e diâmetro das árvores não é comum em coníferas. Normalmente ela é expressa em função da porcentagem de lenho inicial e lenho tardio, segundo NYLINDER (1953, 1965) e SPURR e HSIUNG (1954).

KALNINS e LIEPINS (1938) trabalhando com Pinus sylvestris e Picea abies verificaram que a densidade aumentava com o decréscimo da classe diametral. Resultados idênticos foram obtidos por NYLINDER (1959) em Picea spp e Pinus spp.

Nas folhosas com poros em anéis, BURGER (1940) relatou para Fagus sylvatica que a variação da densidade é maior nas menores classes diametraes.

SUSMEL (1953, 1954) concluiu que dentro da mesma classe de altura, a densidade é função inversa do diâmetro para o E. camaldulensis. Em contraposição FERREIRA (1968) encontrou para o E. saligna aos 5 e 7 anos maior densidade associada a árvores mais vigorosas, enquanto para o E. alba nenhuma relação foi verificada.

BENSON (1963) concluiu estar em Angiospermas o crescimento rápido das árvores associado a alta densidade, porém GOMES e ALVES (1968) constataram que nas Angiospermas com poros difusos, como nos Eucalyptus, a densidade pode ser função inversa da taxa de crescimento.

2.4 - VARIAÇÃO DA DENSIDADE COM O ESPAÇAMENTO

KLEM (1942) concluiu que a densidade básica decresceu com o aumento do espaçamento num povoamento de Picea spp, plantados no compasso de 1,25; 1,50; 2,00; 2,50 e 3,50 m. Ainda, KLEM (1952), analisando o mesmo experimento 10 anos após, concluiu que as diferenças entre os diversos espaçamentos foram me

nos pronunciadas, não havendo diferença entre 1,50 e 2,00 m mas os valores para o espaçamento 3,50 m foram um pouco menores. - MARTS (1950) em Pinus palustris verificou que as árvores plantadas no espaçamento 1,80 x 3,60 m tiveram valores médios de densidade maiores que no espaçamento 1,20 x 1,80 m.

BENSON (1963) afirmou que para as folhosas a contínua competição entre árvores nos povoamentos resultaria em decréscimo na densidade, e que, para a produção de madeira com densidade uniforme e alta, necessário se faria pensar em taxas de crescimento mais elevadas.

A melhor madeira de Quercus spp foi produzida, segundo HARTIG (1894), em povoamentos jovens com espaçamentos menores. Em oposição HORVAT (1942) mencionou que os povoamentos velhos de Quercus spp possuíam densidade mais baixa em relação - aos jovens, desde que êsses não estivessem instalados em espaçamentos pequenos que favorecem a formação de anéis estreitos.

Após estudar a variação da densidade básica da madeira de povoamentos de Eucalyptus grandis, FERREIRA (1970) recomendou o estudo da variação da qualidade da madeira associado a espaçamentos mais amplos e fertilizações.

BRASIL e FERREIRA (1971) trabalhando com Eucalyptus alba, E. saligna e E. grandis nos espaçamentos 3,0 x 1,5 e 3,0 x 2,0 m não encontraram variação significativa na densidade básica entre os dois compassos utilizados.

PRYOR (1967) considerou que é preciso tomar toda a precaução para decidir sobre o espaçamento inicial, principalmente no manejo de povoamentos de eucaliptos cujo objetivo é produção de madeira industrial de rápido crescimento. Concluiu que as decisões sobre espaçamentos e espécies não podem ser tomadas sem um conhecimento prévio mais preciso da influência dos mesmos nas qualidades dos produtos obtidos.

2.5 - VARIAÇÃO DA DENSIDADE COM LOCAL

KELSEY e STEELE (1956) trabalhando com Pinus radiata em dois locais, no Sul da Austrália, concluíram que havia efeito sobre a densidade básica da madeira. KLEM (1933, 1957) em Picea abies encontrou valores maiores de densidade nos locais - mais pobres para todas as classes diamétricas.

Estudando a qualidade da madeira de Pinus sylvestris em diferentes regiões da Finlândia, JALAVA (1933, 1934) concluiu que a densidade foi mais afetada pelo local do que por espaçamento, diâmetro das árvores e outros fatores de crescimento.

KLAUDITZ e STOLLEY (1957) não conseguiram estabelecer correlação entre locais e densidade para Pseudotsuga taxifolia, exceto que as maiores densidades foram obtidas em locais de menor precipitação. Contudo, ORMAM (1958) encontrou menores densidades associadas a locais de baixa precipitação, inferiores a 760 mm/ano.

KENNEDY e SMITH (1959) concluíram que a densidade de cresce com o aumento da taxa de crescimento para Populus spp e Liriodendron spp. No entanto, LENS (1954) comentou não haver - uma variação consistente para Populus spp.

Entre as Angiospermas ou folhosas, BENSON (1924) não encontrou variações da densidade com o local para Fraxinus spp nos Estados Unidos da América. As maiores variações foram atribuídas às árvores individuais e às diversas regiões do tronco . Entretanto PILLOW (1950) atribuiu, a condições de umidade e drenagem dos solos as variações de densidade em Fraxinus spp. WILDE e BENSON (1959) encontraram maior densidade nos solos de textura fina e bem drenados do que nos solos de baixa fertilidade e drenagem pobre .

A densidade da madeira de Fagus spp não sofreu influência dos locais em que foi plantada, fato esse, atribuído às maiores variações ocorridas entre árvores do mesmo local conforme HARTIG e WEBER (1898); ANDERSEN e MOLTENSEN (1955); GOHRE e GOTZE (1956). Em discrepância, STOJANOFF e ENTCHEFF (1958), na Bulgária, encontraram variações da densidade entre locais para Fagus spp, Quercus spp e Ulmus spp. Ainda HARTIG (1894) encontrou acentuada influência do local em Quercus spp, afirmação acrescida por BURGER (1947) concluindo que árvores mais densas dessa espécie eram produzidas em solos mais ricos.

GREISS (1938) concluiu que a maior densidade ocorreu em condições de solo úmido para Eucalyptus spp e Morus spp e foi menor em Acacia spp.

Em relação às folhosas com poros difusos, SUSMEL (1952) com Eucalyptus camaldulensis Dehn na região de Agro Pontino na Itália, relatou que a madeira mais densa ocorreu nos solos menos férteis. O mesmo autor SUSMEL (1953, 1954) encontrou ainda essa relação inversa para taxa de crescimento e fertilidade do solo com E.camaldulensis aos 11 anos de idade na região de Pontine Campagna, sendo as diferenças em densidade entre árvores de crescimento lento e rápido, maiores nos solos mais férteis.

3. - MATERIAL E MÉTODOS

3.1. - MATERIAL

As amostras de madeira analisadas foram retiradas de árvores de Eucalyptus propinqua Deane ex Maiden de um ensaio em blocos casualizados sob 2 espaçamentos instalados no Hôrto da Mina, Município de Itupeva (SP) em terras pertencentes à Duratex S/A Indústria e Comércio e no Hôrto Santa Terezinha de propriedade da Champion Celulose S/A no município de Mogi Guaçu - (SP).

3.1.1 - Dados climáticos

3.1.1.1 - Itupeva (SP)

A área está situada aproximadamente a $47^{\circ}03'$ de longitude oeste de Greenwich e $23^{\circ}09'$ de latitude sul. Pela Carta Climática do Estado de São Paulo (GODOY e ORTOLANI, sem data), com base no sistema de KÖPPEN, o clima é do tipo Cfa, mesotérmico úmido em que a temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês mais frio inferior a 18°C . O total de chuvas do mês mais seco está compreendido entre 30-60 mm.

3.1.1.2 - Mogi Guaçu (SP)

A área está situada a $47^{\circ}07'$ de longitude oeste de Greenwich e $22^{\circ}11'$ de latitude sul. Pela Carta Climática de GODOY E ORTOLANI (sem data) baseado no sistema de KÖPPEN o clima é do tipo Cwa, mesotérmico de inverno seco. A temperatura média do mes mais frio é inferior a 18°C e a do mes mais quente superior a 22°C . O total de chuvas do mes mais seco é menor que 30 mm.

3.1.2 - Dados edáficos

3.1.2.1 - Itupeva (SP)

O solo é do tipo podzolizado com cascalhos (COMISSÃO DE SOLOS, 1960), moderadamente drenado, pouco profundo, com espessura em torno de 1,5 m, apresentando cascalhos em todo o perfil.

A análise química revelou um solo de elevada acidez, baixa fertilidade com teores médios de nitrogênio total e potássio.

3.1.2.2 - Mogi Guaçu (SP)

O solo que se prestou ao experimento é do tipo latossol vermelho amarelo fase arenosa (COMISSÃO DE SOLOS, 1960), profundo bem drenado, de classe textural barro argilo-arenoso, ácido e de baixa fertilidade.

3.1.3 - Espécie

A espécie escolhida para o experimento foi o Eucalyptus propinqua Deane ex Maiden, utilizando-se na instalação do experimento mudas provenientes de sementes adquiridas na Companhia Paulista de Estradas de Ferro.

3.1.4 - Espaçamentos

Os espaçamentos adotados foram 3,0x1,5 m e 3,0x2,0 m.

3.2 - MÉTODOS

3.2.1 - Delineamento Experimental

As árvores estudadas pertenciam a um experimento de competição entre as espécies: Eucalyptus alba, Eucalyptus saligna, Eucalyptus grandis e Eucalyptus pro-

pinqua instalado sob o delineamento estatístico em blocos casualizados com 4 repetições para Itupeva (SP) e 3 repetições para Mogi Guaçu (SP). As parcelas eram constituídas de 224 plantas - (16 x 14) e a idade pré-estabelecida de corte para as espécies foi 5 anos.

3.2.2 - Coleta de amostras para determinação da densidade básica em cada local para o Eucalyptus propinqua

FERREIRA (1968, 1970) trabalhando com povoamentos de Eucalyptus alba, E. saligna e E. grandis concluiu serem necessárias 35 árvores para se determinar a densidade básica média das espécies em qualquer das idades analisadas, para um erro de $0,01 \text{ g/cm}^3$ e 80% de probabilidade de exatidão desejada.

Do ensaio foram utilizadas 10 árvores por parcela, numa amostragem sistemática dando um total de 40 árvores por espaçamento em Itupeva (SP) e 30 árvores por espaçamento em Mogi Guaçu (SP).

As árvores sorteadas foram abatidas, sendo após determinadas suas alturas totais e altura comerciais e a seguir através de serras de arco foram retiradas secções transversais do caule ao nível de 0,00 m, 1,30 m, 2,00 m, e sucessivamente de 2 em 2 m até a extremidade superior da árvore. O limite estabelecido para altura comercial foi até o diâmetro mínimo de 8 cm com casca.

As secções transversais (discos) devidamente identificadas foram acondicionadas em sacos de polietileno e enviadas ao laboratório onde permaneceram em câmara frigorífica até o processamento final.

3.2.3 - Determinação da densidade básica das secções transversais

No laboratório foram determinados os diâmetros com casca e sem casca de cada secção transversal, para posteriores cálculos volumétricos.

Logo após, as amostras foram submersas em água até a tingir a saturação completa, sendo a densidade básica determinada pelo método preconizado pelo FOREST PRODUCTS LABORATORY-MA-DISON (1956) e por FERREIRA (1968, 1970). As determinações volumétricas foram feitas utilizando-se balanças hidrostáticas com precisão de leituras de 0,1 g.

Após a obtenção do volume, as amostras foram colocadas em estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ até atingir peso constante.

A densidade básica da madeira foi determinada pela relação

$$d_b = \frac{\text{peso seco}}{\text{volume verde ou saturado}} \quad \text{em g/cm}^3$$

3.2.4 - Determinação da densidade básica média da árvore

A densidade básica média da árvore foi determinada pela relação:

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

onde:

D_a = densidade básica média da árvore

D_0 = diâmetro sem casca ao nível de 0,00 m do solo

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

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

D_n = diâmetro sem casca da extremidade superior do enésimo toro da árvore

d_1 = densidade básica média da madeira ao nível do DAP

d_{n-1} = densidade básica da madeira da extremidade inferior do enésimo toro da árvore

d_n = densidade básica da madeira da extremidade superior do enésimo toro da árvore

H_1 = comprimento do primeiro toro da árvore, igual a 1,30 m.

H_2 = comprimento do segundo toro da árvore, igual a 0,70 m.

H_n = comprimento do enésimo toro da árvore, igual a 2,00 m (para $n > 2,00$ m de altura).

3.2.5 - Análise estatística

As médias das parcelas serão comparadas pelo teste - "t" em dois grupos de contrastes ortogonais abaixo relacionados:

Grupo I

$$Y_1 = m_1 + m_2 - m_3 - m_4$$

$$Y_2 = m_1 - m_2$$

$$Y_3 = m_3 - m_4$$

Grupo II

$$Y_1 = m_1 - m_2 + m_3 - m_4$$

$$Y_2 = m_1 - m_3$$

$$Y_3 = m_2 - m_4$$

Na simbologia utilizada, m_1 e m_3 referem-se às médias obtidas respectivamente em Itupeva e Mogi Guaçu para o espaçamento 3,0 x 1,5 m e m_2 e m_4 para o espaçamento 3,0 x 2,0 m.

No Grupo I o contraste Y_1 visa comparar os locais e Y_2 e Y_3 os espaçamentos dentro do mesmo local. O Grupo II compara no contraste Y_1 os espaçamentos nos dois locais e Y_2 e Y_3 um espaçamento nos dois locais.

A densidade básica média ao nível do DAP será também correlacionada, através do coeficiente de correlação parcial com as alturas totais, DAP e densidade básica média da árvore, nos dois locais.

A variação da densidade básica das secções transversais com a altura nas classes comerciais encontradas será verificada através de uma análise de variância para regressões.

4 - RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISES ESTATÍSTICAS

4.1 - VARIACÃO DA ALTURA TOTAL DAS ÁRVORES

Os dados de altura total encontrados nos dois espaçamentos constam dos Quadros I e II.

Quadro I - Totais das medições da altura de 10 árvores, expressos em m, em função do espaçamento (Itupeva - SP)

Espaçamentos	Blocos			
	I	II	III	IV
3,0 x 1,5 m	177,0	191,3	178,7	206,0
3,0 x 2,0 m	179,0	176,6	183,5	214,0

Quadro II - Totais das medições da altura de 10 árvores, expressos em m, em função do espaçamento (Mogi Guaçu, SP)

Espaçamentos	Blocos		
	I	II	III
3,0 x 1,5 m	156,6	162,7	147,3
3,0 x 2,0 m	168,3	160,5	151,4

Para a aplicação do teste "t" foram testados dois grupos de contrastes ortogonais, relacionados nos Quadros III e IV com os respectivos valores de "t" obtidos.

A simbologia utilizada, referente às médias das alturas totais, foi a seguinte:

m_1 = média correspondente ao espaçamento 3,0 x 1,5 m em Itupeva

m_2 = média correspondente ao espaçamento 3,0 x 2,0 m em Itupeva

m_3 = média correspondente ao espaçamento 3,0 x 1,5 m em Mogi Guaçu

m_4 = média correspondente ao espaçamento 3,0 x 2,0 m em Mogi Guaçu

Quadro III - Grupo de contrastes ortogonais realizados para as alturas totais médias e os respectivos valores de "t" obtidos nos dois locais e dois espaçamentos.

Contraste testado	Valor de "t" obtido
$Y_1 = m_1 + m_2 - m_3 - m_4$	6,48**
$Y_2 = m_1 - m_2$	0,02
$Y_3 = m_3 - m_4$	0,64

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

Quadro IV - Grupo de contrastes ortogonais realizados para as alturas totais médias e os respectivos valores de "t" obtidos nos dois locais e dois espaçamentos.

Contraste testado	Valor de "t" obtido
$Y_1 = m_1 - m_2 + m_3 - m_4$	0,50
$Y_2 = m_1 - m_3$	4,92**
$Y_3 = m_2 - m_4$	4,25**

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

As médias obtidas para altura total foram:

a) Local - Itupeva

Espaçamento de 3,0 x 1,5 m: $18,82 \pm 0,23$ m

Espaçamento de 3,0 x 2,0 m: $18,83 \pm 0,23$ m

b) Local - Mogi Guaçu

Espaçamento de 3,0 x 1,5 m: $15,55 \pm 0,23$ m

Espaçamento de 3,0 x 2,0 m: $16,01 \pm 0,23$ m

c) Entreos locais

Itupeva: $18,83 \pm 0,23$ m

Mogi Guaçu: $15,78 \pm 0,23$ m

4.2 - VARIAÇÃO DO DIÂMETRO MÉDIO DAS ÁRVORES AMOSTRADAS AO NÍVEL DO DAP

Os dados de diâmetro das árvores encontrados nos dois espaçamentos constam dos Quadros V e VI.

Quadro V - Totais das medições dos DAP de 10 árvores expressos em cm, em função do espaçamento (Itupeva, SP)

Espaçamento	Blocos			
	I	II	III	IV
3,0 x 1,5 m	97,5	114,5	101,5	122,5
3,0 x 2,0 m	110,5	114,5	113,5	133,5

Quadro VI - Totais das medições dos DAP de 10 árvores expressos em cm, em função do espaçamento (Mogi Guaçu, SP).

Espaçamento	Blocos		
	I	II	III
3,0 x 1,5 m	91,0	90,0	82,5
3,0 x 2,0 m	98,5	87,0	79,0

Para a aplicação do teste "t" foram testados dois grupos de contrastes ortogonais relacionados nos Quadros VII e VIII com os respectivos valores de "t" obtidos.

A simbologia utilizada, referente às médias dos DAP, foi a seguinte:

m'_1 = média correspondente ao espaçamento 3,0 x 1,5 m em Itupeva

m'_2 = média correspondente ao espaçamento 3,0 x 2,0 m em Itupeva

m'_3 = média correspondente ao espaçamento 3,0 x 1,5 m em Mogi Guaçu

m'_4 = média correspondente ao espaçamento 3,0 x 2,0 m em Mogi Guaçu

Quadro VII - Grupo de contrastes ortogonais realizados para os DAP médios e os respectivos valores de "t" obtidos nos dois locais e dois espaçamentos

Contraste testado	Valor de "t" obtido
$Y_1 = m'_1 + m'_2 - m'_3 - m'_4$	5,37 **
$Y_2 = m'_1 - m'_2$	1,45
$Y_3 = m'_3 - m'_4$	0,06

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

Quadro VIII - Grupo de contrastes ortogonais realizados para os DAP médios e os respectivos valores de "t" obtidos nos dois locais e dois espaçamentos

Contraste testado	Valor de "t" obtido
$Y_4 = m'_1 - m'_2 + m'_3 - m'_4$	0,99
$Y_5 = m'_1 - m'_3$	3,17 **
$Y_6 = m'_2 - m'_4$	4,45 **

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

As médias obtidas para os diâmetros ao nível do DAP foram:

a) Local - Itupeva:

Espaçamento de 3,0 x 1,5 m: $10,90 \pm 0,23$ cm

Espaçamento de 3,0 x 2,0 m: $11,80 \pm 0,23$ cm

b) Local - Mogi Guaçu:

Espaçamento de 3,0 x 1,5 m: $8,78 \pm 0,23$ cm

Espaçamento de 3,0 x 2,0 m: $8,82 \pm 0,23$ cm

c) Entre os locais

Itupeva: $11,35 \pm 0,23$ cm

Mogi Guaçu: $8,80 \pm 0,23$ cm

4.3 - VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA MÉDIA DAS ÁRVORES AO NÍVEL DO DAP

Os dados de densidade básica média das árvores amostradas constam dos Quadros IX e X.

Quadro IX - Totais da densidade básica média da madeira ao nível do DAP, de 10 árvores, expressos em g/cm^3 , em função do espaçamento (Itupeva, SP)

Espaçamento	Blocos			
	I	II	III	IV
3,0 x 1,5 m	5,688	5,564	5,324	5,265
3,0 x 2,0 m	5,287	5,309	5,502	5,542

Quadro X - Totais da densidade básica média da madeira ao nível do DAP, de 10 árvores, expressos em g/cm³, em função do espaçamento (Mogi Guaçu, SP)

Espaçamentos	Blocos		
	I	II	III
3,0 x 1,5 m	6,239	6,185	6,114
3,0 x 2,0 m	6,283	6,483	6,156

Para aplicação do teste "t" foram testados dois grupos de contrastes ortogonais relacionados nos Quadros XI e XII com os respectivos valores de "t" obtidos.

A simbologia utilizada, referente às médias das densidades básicas, foi a seguinte:

m''_1 = média correspondente ao espaçamento 3,0 x 1,5 m em Itupeva

m''_2 = média correspondente ao espaçamento 3,0 x 2,0 m em Itupeva

m''_3 = média correspondente ao espaçamento 3,0 x 1,5 m em Mogi Guaçu

m''_4 = média correspondente ao espaçamento 3,0 x 2,0 m em Mogi Guaçu.

Quadro XI - Grupo de contrastes ortogonais realizados para as densidades básicas médias e os respectivos valores de "t" nos dois locais e dois espaçamentos

Contraste testado	Valores de "t" obtidos
$Y_1 = m''_1 + m''_2 - m''_3 - m''_4$	9,06**
$Y_2 = m''_1 - m''_2$	0,42
$Y_3 = m''_3 - m''_4$	0,92

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

Quadro XII - Grupo de contrastes ortogonais realizados para as densidades básicas médias e os respectivos valores de "t" obtidos nos dois locais e dois espaçamentos

Contraste testado	Valor de "t" obtido
$Y_4 = m''_1 - m''_2 + m''_3 - m''_4$	0,40
$Y_5 = m''_1 - m''_3$	5,62 **
$Y_6 = m''_2 - m''_4$	6,95 **

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

As médias obtidas para a densidade básica ao nível do DAP foram:

a) Local - Itupeva:

Espaçamento de 3,0 x 1,5 m: $0,546 \pm 0,004 \text{ g/cm}^3$

Espaçamento de 3,0 x 1,5 m: $0,541 \pm 0,004 \text{ g/cm}^3$

b) Local - Mogi Guaçu:

Espaçamento de 3,0 x 1,5 m: $0,618 \pm 0,004 \text{ g/cm}^3$

Espaçamento de 3,0 x 2,0 m: $0,530 \pm 0,004 \text{ g/cm}^3$

c) Entre os locais:

Itupeva: $0,544 \pm 0,004 \text{ g/cm}^3$

Mogi Guaçu: $0,624 \pm 0,004 \text{ g/cm}^3$

4.4 - VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA MÉDIA AO NÍVEL DO DAP COM A ALTURA TOTAL

4.4.1 - Itupeva (SP)

Os dados médios obtidos de densidade básica nas respectivas classes de alturas totais encontradas no povoamento constam do quadro XIII.

Quadro XIII - Valores da densidade básica média, expressos em g/cm^3 , encontrados nas respectivas classes de alturas totais, expressas em m (Itupeva, SP)

Classes de altura total	Número de árvores	Densidade básica média (g/cm^3)	Amplitude de variação da classe
[12,0-13,0)	1	0,529	- -
[13,0-14,0)	0	-	- -
[14,0-15,0)	2	0,538	0,516 - 0,559
[15,0-16,0)	3	0,547	0,512 - 0,591
[16,0-17,0)	7	0,550	0,435 - 0,590
[17,0-18,0)	14	0,541	0,475 - 0,594
[18,0-19,0)	19	0,541	0,486 - 0,583
[19,0-20,0)	17	0,544	0,446 - 0,599
[20,0-21,0)	5	0,536	0,465 - 0,604
[21,0-22,0)	3	0,514	0,457 - 0,560
[22,0-23,0)	4	0,557	0,537 - 0,576
[23,0-24,0)	2	0,538	0,537 - 0,538
[24,0-25,0)	2	0,564	0,532 - 0,597
[25,0-26,0)	1	0,621	- -

$$r = 0,54$$

$$r^2 = 0,29$$

A altura total média para o povoamento foi de $18,83 \pm 0,23$ m e a densidade básica média ao nível do DAP de $0,544 \pm 0,004$ g/cm^3 .

4.4.2 - Mogi Guaçu (SP)

Os dados médios obtidos de densidade básica nas respectivas classes de alturas totais encontradas no povoamento constam do Quadro XIV.

Quadro XIV - Valores de densidade básica média, expressos em g/cm^3 encontrados nas respectivas classes de alturas totais, expressas em m (Mogi Guaçu, SP)

Classes de altura total	Número de árvores	Densidade básica média (g/cm^3)	Amplitude de variação da classe
[9,0-10,0)	1	0,595	- -
[10,0-11,0)	2	0,616	0,615 - 0,618
[11,0-12,0)	1	0,626	- -
[12,0-13,0)	0	-	- -
[13,0-14,0)	3	0,596	0,562 - 0,618
[14,0-15,0)	13	0,628	0,579 - 0,685
[15,0-16,0)	12	0,618	0,572 - 0,675
[16,0-17,0)	9	0,624	0,575 - 0,672
[17,0-18,0)	9	0,632	0,584 - 0,664
[18,0-19,0)	5	0,641	0,594 - 0,670
[19,0-20,0)	44	0,640	0,599 - 0,680
[20,0-21,0)	0	-	- -
[21,0-22,0)	1	0,550	- -

$$r = -0,07$$

$$r^2 = 0,005$$

A altura total média para o povoamento foi de $15,78 \pm 0,23$ m e a densidade básica média ao nível do DAP de $0,624 \pm 0,004$ g/cm^3 .

4.5 - VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA MÉDIA DAS SECÇÕES TRANSVERSAS COM A ALTURA, NAS CLASSES COMERCIAIS ENCONTRADAS

4.5.1 - Itupeva (SP)

Os dados médios obtidos de densidade básica nas secções transversais do caule às diversas alturas comerciais encontradas no povoamento constam do quadro XV.

Quadro XV - Valores médios de densidade básica das secções transversais expressos em g/cm³, encontrados nas respectivas alturas comerciais, expressas em m (Itupeva, SP)

Altura Comercial (m)	Nº de árvores	Densidade básica ao DAP (g/cm ³)	Valores das densidades básicas nas respectivas alturas													
			0,00	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00	16,00	18,00				
4	1	0,560	0,584	0,560	0,591											
6	4	0,545	0,546	0,556	0,559	0,545										
8	6	0,551	0,554	0,561	0,561	0,558	0,552									
10	13	0,545	0,554	0,545	0,566	0,549	0,532	0,522								
12	38	0,537	0,542	0,555	0,566	0,559	0,542	0,548	0,528							
14	7	0,532	0,531	0,534	0,544	0,537	0,541	0,534	0,552	0,504						
16	8	0,566	0,565	0,571	0,591	0,604	0,604	0,589	0,586	0,588	0,566					
18	3	0,570	0,538	0,576	0,599	0,582	0,586	0,598	0,584	0,582	0,573	0,561				

Para cada classe de altura comercial, em que o número de árvores fosse superior a um (blocos ou repetições), realizou-se a análise da variância para regressões.

Quadro XVI - Análise da variância da densidade básica de 4 arvores de E. propinqua com altura comercial de 6 m.

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Regressão linear	1	0,000001	0,000001	0,007
Regressão quadrática	1	0,000588	0,000588	4,20
Regressão cúbica	1	0,000017	0,000017	0,12
(Tratamento)	(3)	(0,000606)	(0,000202)	(1,44)
Blocos	3	0,006660	0,002220	15,86**
Resíduo	9	0,001261	0,000140	

**significativo ao nível de 1% de probabilidade
C.V.= 2,14%

Quadro XVII - Análise da variância da densidade básica de 6 árvores de E. propinqua com altura comercial de 8 m.

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Regressão linear	1	0,000016	0,000016	0,08
Regressão quadrática	1	0,000373	0,000373	1,75
Regressão cúbica	1	0,000017	0,000017	0,08
Desvio da regressão	1	0,000003	0,000003	0,01
(Tratamento)	(4)	(0,000409)	(0,000102)	(0,48)
Bloco	5	0,005848	0,001169	5,49*
Resíduo	20	0,004265	0,000213	

* significativo ao nível de 5% de probabilidade
C.V.= 2,62%

Quadro XVIII - Análise da variância da densidade básica de 13 árvores de E. propinqua com altura comercial de 10 m.

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Regressão linear	1	0,005051	0,005051	6,97*
Regressão quadrática	1	0,006382	0,006382	8,80**
Regressão cúbica	1	0,000167	0,000167	0,23
Desvio da regressão	2	0,002906	0,001453	2,00
(Tratamento)	(5)	(0,014506)	(0,002901)	(4,00*)
Bloco	12	0,146055	0,012171	16,79 **
Resíduo	60	0,043527	0,000725	

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

C.V. = 4,96%

A equação de regressão quadrática calculada foi:

$$Y = -0,0009 X^2 + 0,0068 X + 0,5425$$

onde Y = densidade básica média das secções transversais em g/cm³

X = altura em m das secções transversais onde foi determinada a densidade básica (0,00; 2,00; ...; 10,00).

O ponto de máximo da equação, obtido por derivação, foi para X = 3,8 m.

Quadro XIX - Análise da variância de densidade básica de 38 árvores de E. propinqua com altura comercial de 12 m.

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Regressão linear	1	0,008318	0,008318	8,99**
Regressão quadrática	1	0,019925	0,019925	21,54**
Regressão cúbica	1	0,001548	0,001548	1,67
Desvio da regressão	3	0,006872	0,002291	2,48
(Tratamento)	(6)	(0,036663)	(0,006110)	(6,60**)
Bloco	37	0,220513	0,005960	6,44**
Resíduo	222	0,205417	0,000925	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

C.V. = 5,54%

A equação de regressão quadrática calculada foi:

$$Y = -0,0006 X^2 + 0,0060 X + 0,5446$$

onde Y = densidade básica média das secções transversais em g/cm³

X = altura em m das secções transversais onde foi determinada a densidade básica (0,00; 2,00; ...; 12,00).

O ponto de máximo da equação, obtido por derivação, foi para X = 5,0 m

Quadro XX - Análise da variância da densidade básica de 7 árvores de E.propinqua com altura comercial de 14 m.

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Regressão linear	1	0,003115	0,003115	4,24*
Regressão quadrática	1	0,004305	0,004305	5,86*
Regressão cúbica	1	0,000143	0,000143	0,19
Desvio da regressão	4	0,000349	0,000087	0,12
(Tratamento)	(7)	(0,007912)	(0,001130)	(1,54)
Bloco	6	0,165652	0,027609	37,61**
Resíduo	42	0,030821	0,000734	

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

C.V. = 5,10%

A equação de regressão quadrática calculada foi:

$$Y = -0,0005 X^2 + 0,0051 X + 0,5288$$

onde Y = densidade básica média das secções transversais em g/cm^3

X = altura em m das secções transversais onde foi determinada a densidade básica (0,00; 2,00; ...; 14,00).

O ponto de máximo da equação, obtido por derivação, foi para X = 5,1 m.

Quadro XXI - Análise da variância da densidade básica de 8 árvores de E. propinqua com altura comercial de 16 m.

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Regressão linear	1	0,000113	0,000113	0,24
Regressão quadrática	1	0,011338	0,011338	24,43**
Regressão cúbica	1	0,000068	0,000068	0,15
Desvio da regressão	5	0,006343	0,001269	2,73
(Tratamento)	(8)	(0,017862)	(0,002233)	(4,81)
Bloco	7	0,055354	0,007908	17,04 **
Resíduo	56	0,025958	0,000464	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

C.V. = 3,68%

A equação de regressão quadrática calculada foi:

$$Y = -0,0005 X^2 + 0,0088 X + 0,5623$$

onde Y = densidade básica média das secções transversais em g/cm³

X = altura em m das secções transversais onde foi determinada a densidade básica (0,00; 2,00; ...; 16,00)

O ponto de máximo da equação, obtido por derivação, foi para X = 8,8 m.

Quadro XXII - Análise da variância da densidade básica de 3 árvores de E.propinqua com altura comercial de 18 m.

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Regressão linear	1	0,000142	0,000142	0,33
Regressão quadrática	1	0,006177	0,006177	14,30**
Regressão cúbica	1	0,000695	0,000695	1,61
Desvio da Regressão	6	0,001675	0,000279	0,64
(Tratamentos)	(9)	(0,008689)	(0,000965)	(2,32)
Bloco	2	0,038208	0,019104	44,22**
Resíduo	18	0,007784	0,000432	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade
C.V. = 3,60%

A equação de regressão quadrática calculada foi:

$$Y = -0,0005 X^2 + 0,0093 X + 0,5508$$

onde Y = densidade básica média das secções transversais em g/cm³

X = alturas em m, das secções transversais onde foi determinada a densidade básica (0,00; 2,00; ...; 18,00).

O ponto de máximo da equação, obtido por derivação, foi para X = 9,3 m.

4.5.2 - Mogi Guaçu. (SP)

Os dados médios obtidos de densidade básica nas secções transversais do caule às diversas alturas comerciais encontradas no povoamento constam do quadro XXIII.

Quadro XXIII - Valores médios de densidade básica das secções transversais, expressos em g/cm³, encontrados nas respectivas alturas comerciais expressas em m (Mogi Guaçu, SP)

Altura Comercial (m)	Nº de árvores	Densidade básica ao DAP (g/cm ³)	Valores das densidades básicas nas respectivas alturas							
			0,00	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00
2,00	3	0,620		0,629	0,620					
4,00	4	0,596		0,595	0,604	0,593				
6,00	9	0,631		0,629	0,633	0,630	0,632			
8,00	14	0,620		0,612	0,631	0,631	0,624	0,608		
10,00	18	0,624		0,616	0,638	0,645	0,642	0,629	0,607	
12,00	9	0,638		0,634	0,648	0,651	0,651	0,639	0,617	0,604
14,00	3	0,635		0,622	0,641	0,645	0,650	0,639	0,617	0,606

Para cada classe de altura comercial encontrada, em que o número de árvores fosse superior a um (blocos ou repetições), realizou-se a análise da variância para regressões.

Quadro XXIV - Análise da variância da densidade básica de 4 árvores de E. propinqua com altura comercial de 4 m.

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Regressão linear	1	0,000008	0,000008	0,09
Regressão quadrática	1	0,000280	0,000280	3,18
(Tratamento)	(2)	(0,000288)	(0,000144)	(1,64)
Bloco	3	0,005577	0,001859	21,12**
Resíduo	6	0,000527	0,000088	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

C.V. = 1,57%

Quadro XXV - Análise da variância da densidade básica de 9 árvores de E. propinqua com altura comercial de 6 m.

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Regressão linear	1	0,000019	0,000019	0,19
Regressão quadrática	1	0,000017	0,000017	0,17
Regressão cúbica	1	0,000071	0,000071	0,72
(Tratamento)	(3)	(0,000108)	(0,000036)	(0,36)
Bloco	8	0,019756	0,002469	24,94 **
Resíduo	24	0,002376	0,000099	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

C.V. = 1,57%

Quadro XXVI - Análise da variância da densidade básica de 14 árvores de E. propinqua com altura comercial de 8 m

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Regressão linear	1	0,000291	0,000291	2,11
Regressão quadrática	1	0,005885	0,005885	42,64**
Regressão cúbica	1	0,000013	0,000013	0,09
Desvio da regressão	1	0,000154	0,000154	1,12
(Tratamento)	(4)	(0,006343)	(0,001586)	(11,49**)
Bloco	13	0,033512	0,002578	18,68**
Resíduo	52	0,007154	0,000138	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

C.V. = 1,88%

A equação de regressão quadrática calculada foi:

$$Y = -0,0013 X^2 + 0,0102 X + 0,6132$$

onde Y = densidade básica média das secções transversais em g/cm³

X = alturas em m das secções transversais onde foi determinada a densidade básica (0,00; 2,00; ...; 8,00)

O ponto de máximo da equação, obtido por derivação, foi para X = 3,9 m.

Quadro XXVII - Análise da variância da densidade básica de 17 árvores de E. propinqua com altura comercial de 10 m.

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Regressão linear	1	0,000147	0,000147	0,32
Regressão quadrática	1	0,018372	0,018372	40,47 **
Regressão cúbica	1	0,000045	0,000045	0,09
Desvio da regressão	2	0,001327	0,000664	1,46
(Tratamento)	(5)	(0,019891)	(0,003978)	(8,76 **)
Bloco	16	0,090004	0,005625	12,39 **
Resíduo	80	0,036348	0,000454	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

$$C.V. = 3,38\%$$

A equação de regressão quadrática calculada foi:

$$Y = -0,0013 X^2 + 0,0123 X + 0,6170$$

onde Y = densidade básica média das secções transversais em g/cm³

X = alturas em m das secções transversais onde foi determinada a densidade básica (0,00; 2,00; ...; 10,00 m).

O ponto de máximo da equação, obtida por derivação, - foi para X = 4,7 m.

Quadro XXVIII - Análise de variância da densidade básica de 9 árvores de E. propinqua com altura comercial de 12 m.

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Regressão linear	1	0,008739	0,008739	39,19 **
Regressão quadrática	1	0,009052	0,009052	40,59 **
Regressão cúbica	1	0,000262	0,000262	1,17
Desvio da regressão	3	0,000323	0,000108	0,48
(Tratamento)	(6)	(0,018376)	(0,003062)	(13,73 **)
Bloco	8	0,064080	0,008010	35,92 **
Resíduo	48	0,010696	0,000223	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

$$C.V. = 2,35\%$$

A equação de regressão quadrática calculada foi:

$$Y = -0,0008 X^2 + 0,0072 X + 0,6355$$

onde Y = densidade básica média das secções transversais em g/cm³

X = alturas em m das secções transversais onde foi determinada a densidade básica (0,00; 2,00; ...; 12,00 m).

O ponto de máximo da equação, obtido por derivação, foi para X = 4,5 m.

Quadro XXIX - Análise da variância da densidade básica de 3 árvores de E. propinqua com altura comercial de 14 m

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Regressão linear	1	0,001128	0,001128	15,04 **
Regressão quadrática	1	0,004405	0,004405	58,73 **
Regressão cúbica	1	0,000036	0,000036	0,48
Desvio da regressão	4	0,000209	0,000052	0,69
(Tratamento)	(7)	(0,005778)	(0,000825)	(11,00 **)
Bloco	2	0,007218	0,003609	48,12 **
Resíduo	14	0,001054	0,000075	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

$$C.V. = 1,37\%$$

A equação de regressão quadrática calculada foi:

$$Y = -0,0007 X^2 + 0,0089 X + 0,6234$$

onde Y = densidade básica média nas secções transversais em g/cm³

X = alturas em m das secções transversais onde foi determinada a densidade básica (0,00; 2,00; ...; 14,00 m).

O ponto de máximo da equação, obtido por derivação, foi para X = 6,3 m .

4.6 - VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA MÉDIA AO NÍVEL DO DAP COM O DIÂMETRO MÉDIO A 1,30 m DO SOLO

4.6.1 - Itupeva (SP)

Os dados médios obtidos de densidade básica nas respectivas classes de diâmetros encontradas no povoamento constam do quadro XXX.

Quadro XXX - Valores médios de densidade básica ao nível do DAP, expressos em g/cm^3 , encontrados nos respectivos diâmetros a 1,30 m do solo, expressos em cm (Itupeva-SP)

Classes de diâmetros (m)	Número de árvores	Densidade básica média (g/cm^3)	Amplitude de variação da classe
7,0-8,0)	2	0,582	0,564 - 0,599
8,0-9,0)	9	0,544	0,435 - 0,591
9,0-10,0)	12	0,532	0,475 - 0,594
10,0-11,0)	12	0,542	0,481 - 0,583
11,0-12,0)	16	0,544	0,494 - 0,599
12,0-13,0)	11	0,552	0,517 - 0,598
13,0-14,0)	5	0,522	0,446 - 0,604
14,0-15,0)	4	0,552	0,538 - 0,576
15,0-16,0)	5	0,534	0,465 - 0,621
16,0-17,0)	1	0,566	-
17,0-18,0)	1	0,532	-
18,0-19,0)	1	0,597	-
19,0-20,0)	1	0,537	-

$r = 0,05$ $r^2 = 0,002$

O DAP médio para os dois espaçamentos foi de $11,35 \pm 0,23$ cm e a densidade básica média ao nível do DAP $0,544 \pm 0,004$ g/cm^3 .

4.6.2 - Mogi Guaçu (SP)

Os dados médios obtidos de densidade básica nas respectivas classes de diâmetros encontradas no povoamento constam do Quadro XXXI.

Quadro XXXI - Valores médios de densidade básica ao nível do DAP, expressos em g/cm³, encontrados nos respectivos - diâmetros a 1,30 m do solo, expressos em cm (Mogi Guaçu, SP)

Classes de diâmetros (cm)	Número de árvores	Densidade básica média (g/cm ³)	Amplitude de variação da classe
[4,0 - 5,0)	2	0,607	0,595 - 0,618
[5,0 - 6,0)	4	0,596	0,579 - 0,626
[6,0 - 7,0)	6	0,619	0,606 - 0,642
[7,0 - 8,0)	10	0,625	0,590 - 0,654
[8,0 - 9,0)	9	0,628	0,572 - 0,685
[9,0 -10,0)	6	0,617	0,575 - 0,650
[10,0-11,0)	12	0,642	0,594 - 0,680
[11,0-12,0)	5	0,618	0,584 - 0,635
[12,0-13,0)	2	0,628	0,610 - 0,646
[13,0-14,0)	1	0,663	-
[14,0-15,0)	2	0,611	0,550 - 0,672
[15,0-16,0)	-	-	-
[16,0-17,0)	1	0,599	-

$$r = 0,23$$

$$r^2 = 0,05$$

O DAP médio para os dois espaçamentos foi de 8,80 ± 0,23 cm e a densidade básica média ao nível do DAP 0,624 ± 0,004 g/cm³.

4.7 - VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA MÉDIA DA ÁRVORE EM FUNÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA MÉDIA AO NÍVEL DO DAP

4.7.1 - Itupeva (SP)

Os resultados obtidos são apresentados, a seguir nos quadros XXXII e XXXIII.

As análises da variância foram feitas visando a regressão linear para os dados. Chamou-se X a densidade básica média ao nível do DAP e Y a densidade básica média da árvore.

Quadro XXXII - Valores da densidade básica média ao nível do DAP e densidade básica média da árvore, expressos em g/cm³ para o espaçamento 3,0 x 2,0 m. (Itupeva, SP)

Densidade básica média ao nível do DAP	Densidade básica média da árvore	Densidade básica média ao nível do DAP	Densidade básica média da árvore
0,546	0,542	0,533	0,555
0,534	0,558	0,569	0,567
0,544	0,533	0,539	0,557
0,446	0,477	0,583	0,580
0,559	0,546	0,542	0,548
0,536	0,544	0,604	0,629
0,494	0,499	0,545	0,560
0,536	0,505	0,567	0,534
0,562	0,568	0,532	0,570
0,531	0,560	0,597	0,614
0,550	0,560	0,548	0,581
0,538	0,562	0,549	0,537
0,465	0,488	0,554	0,552
0,563	0,573	0,475	0,488
0,523	0,556	0,529	0,529
0,517	0,531	0,621	0,635
0,529	0,537	0,540	0,555
0,577	0,592	0,560	0,602
0,516	0,521	0,530	0,530
0,491	0,461	0,566	0,584

$r = 0,88^{**}$

$r^2 = 0,77$

A equação de regressão linear calculada para o espaçamento 3,0 x 2,0 m foi:

$$Y = 0,0292 + 0,9637 X$$

onde Y = densidade básica média da árvore

X = densidade básica média ao nível do DAP

Quadro XXXIII - Valores de densidade básica média ao nível do DAP e densidade básica média da árvore, expressas em g/cm³ para o espaçamento 3,0 x 1,5 m (Itupeva, SP).

Densidade básica média ao nível do DAP	Densidade básica média da árvore	Densidade básica média ao nível do DAP	Densidade básica média da árvore
0,557	0,513	0,537	0,531
0,528	0,528	0,547	0,539
0,599	0,601	0,435	0,444
0,564	0,572	0,508	0,548
0,594	0,591	0,591	0,594
0,570	0,581	0,527	0,563
0,590	0,583	0,552	0,561
0,554	0,522	0,512	0,529
0,572	0,570	0,557	0,560
0,560	0,571	0,558	0,564
0,552	0,570	0,524	0,536
0,576	0,584	0,536	0,546
0,590	0,593	0,538	0,523
0,598	0,602	0,537	0,537
0,582	0,598	0,457	0,518
0,546	0,558	0,564	0,576
0,557	0,576	0,537	0,536
0,481	0,510	0,514	0,503
0,524	0,552	0,486	0,533
0,558	0,541	0,572	0,562

$$r = 0,85^{**}$$

$$r^2 = 0,72$$

A equação de regressão linear calculada para o espaçamento 3,0 x 1,5 m foi:

$$Y = 0,1418 + 0,7476 X$$

onde Y = densidade básica média da árvore

X = densidade básica média ao nível do DAP

As densidades básicas médias ao nível do DAP e as densidades básicas médias das árvores nos dois espaçamentos foram reunidas e expressas, em Itupeva, pela equação:

$$Y = 0,0914 + 0,8470 X$$

sendo

$$r = 0,86 **$$

$$r^2 = 0,74$$

4.7.2 - Mogi Guaçu (SP)

Os resultados obtidos são apresentados nos quadros XXXIV e XXXV.

Quadro XXXIV - Valores de densidade básica média ao nível do DAP e densidade básica média da árvore, expressos em g/cm³, para o espaçamento 3,0 x 2,0 m (Mogi Guaçu, SP)

Densidade básica média ao nível do DAP	Densidade básica média da árvore	Densidade básica média ao nível do DAP	Densidade básica média da árvore
0,599	0,615	0,632	0,626
0,635	0,645	0,661	0,661
0,636	0,644	0,680	0,676
0,610	0,643	0,654	0,659
0,624	0,614	0,642	0,641
0,675	0,675	0,641	0,638
0,626	0,641	0,633	0,648
0,594	0,609	0,607	0,615
0,650	0,656	0,632	0,641
0,634	0,646	0,579	0,583
0,640	0,635	0,599	0,611
0,664	0,662	0,626	0,635
0,595	0,593	0,627	0,623
0,643	0,698	0,606	0,610
0,672	0,659	0,606	0,618

$$r = 0,86 **$$

$$r^2 = 0,74$$

A equação de regressão linear calculada para o espaçamento 3,0 x 2,0 m foi:

$$Y = 0,0952 + 0,8595 X$$

onde Y = densidade básica média da árvore

X = densidade básica média ao nível do DAP

Quadro XXXV - Valores de densidade básica média ao nível do DAP e densidade básica média da árvore, expressos em g/cm³, para o espaçamento 3,0 x 1,5 m (Mogi Guaçu, SP)

Densidade básica média ao nível do DAP	Densidade básica média da árvore	Densidade básica média ao nível do DAP	Densidade básica média da árvore
0,584	0,586	0,620	0,629
0,605	0,604	0,659	0,683
0,685	0,675	0,670	0,655
0,572	0,588	0,627	0,642
0,615	0,618	0,612	0,604
0,644	0,644	0,618	0,610
0,646	0,654	0,590	0,598
0,581	0,591	0,663	0,667
0,635	0,625	0,624	0,624
0,672	0,660	0,575	0,585
0,630	0,627	0,617	0,621
0,620	0,628	0,619	0,615
0,579	0,593	0,630	0,626
0,618	0,624	0,562	0,568
0,550	0,558	0,616	0,619

$$r = 0,96 **$$

$$r^2 = 0,92$$

A equação de regressão linear calculada para o espaçamento 3,0 x 1,5 m foi:

$$Y = 0,0783 + 0,8777 X$$

onde Y = densidade básica média da árvore

X = densidade básica média ao nível do DAP

As equações de densidade básica média ao nível do DAP e a densidade básica média da árvore para os dois espaçamentos foram reunidas e expressas, em Mogi Guaçu, pela equação geral:

$$Y = 0,0731 + 0,8903 X$$

sendo $r = 0,93**$ e $r^2 = 0,86$

5 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 - VARIAÇÃO DA ALTURA TOTAL DAS ÁRVORES

As análises realizadas pelo teste "t" das médias dos dados apresentados nos Quadros I e II não revelaram efeito significativo dos espaçamentos sobre as alturas totais médias.

A média obtida em Itupeva no espaçamento 3,0 x 1,5 m foi $18,82 \pm 0,23$ m e no 3,0 x 2,0 m foi $18,83 \pm 0,23$ m. Para Mogi Guaçu no espaçamento 3,0 x 1,5 m e 3,0 x 2,0 m foi, respectivamente, $15,55 \pm 0,23$ m e $16,01 \pm 0,23$ m.

Os contrastes testados nos quadros III e IV mostraram uma significância ao nível de 1% de probabilidade para as localidades. Não houve efeito significativo para espaçamento. Os valores médios obtidos foram $18,83 \pm 0,23$ m e $15,78 \pm 0,23$ m em Itupeva e Mogi Guaçu.

Os resultados obtidos eram esperados, pois a altura total não é função direta do espaçamento adotado, mas, dentro de amplos limites das qualidades do solo.

JORGENSEN (1967) afirmou que para coníferas o menor espaçamento determina maior número de árvores dominadas, com menores diâmetros, o que afetaria o crescimento em altura. Nos povoamentos com maiores espaçamentos, as condições mais uniformes para o desenvolvimento de cada árvore determinam maiores diâmetros e conseqüentemente maiores alturas. No entanto, em concordância com nossos resultados, JORGENSEN (1967) cita trabalhos de WIEDMANN (1936), BRAATHE (1952), EKLUNDE (1956), BRANTSEG (1959) e WIKSTEN (1965). Em nosso meio, COELHO e cols. (1970, BRASIL E FERREIRA (1971) também não encontraram esse tipo de relação entre altura e espaçamento em povoamentos jovens.

A diferença entre altura total média encontrada nos dois locais pode ser explicada pelas melhores condições de Itupeva.

5.2 - VARIACÃO DO DIÂMETRO MÉDIO DAS ÁRVORES AMOSTRADAS AO NÍVEL DO DAP

Nas duas regiões consideradas, Itupeva e Mogi Guaçu não houve efeito significativo dos espaçamentos sobre o diâmetro médio das árvores ao nível do DAP como se pode constatar pelos contrastes realizados com a média dos dados dos Quadros V e VI nos quadros VII e VIII.

As médias para Itupeva foram $10,90 \pm 0,23$ cm e $11,80 \pm 0,23$ cm para os espaçamentos $3,0 \times 1,5$ m e $3,0 \times 2,0$ m respectivamente. Em Mogi Guaçu, $8,78 \pm 0,23$ cm para $3,0 \times 1,5$ m e $8,82 \pm 0,23$ cm para o $3,0 \times 2,0$ m.

Tais resultados estão em desacordo com a literatura em geral, pois sabe-se que o crescimento em diâmetro é função direta da área à disposição de cada planta, JORGENSEN (1967). Entretanto, COELHO e cols. (1970) trabalhando com quatro espécies de eucaliptos, concluíram que o E. propinqua foi o que mostrou menores condições de utilização do espaço para crescer, que lhe era facultado pelo maior espaçamento. Atribuíram os referidos autores, esse fato, às características morfológicas da espécie, dada de ramos mais finos e menos desenvolvidos que lhe conferem forma mais retilínea e menos espessa.

As melhores condições edáficas e climáticas de Itupeva estariam talvez proporcionando condições mais efetivas de crescimento ao povoamento, razão de não ter se manifestado aos cinco anos de idade, diferenças entre os espaçamentos. As árvores ainda não teriam tido tempo para utilizar o espaço disponí-

vel embora a tendência para valores maiores no espaçamento 3,0 x 2,0 m se verifique. Em Mogi Guaçu, o menor desenvolvimento do povoamento em função de condições de solo pobre de cerrado não proporcionariam à espécie condições de utilizar a maior área dada pelo 3,0 x 2,0 m.

A análise dos dados do diâmetro médio ao nível do DAP constatou efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade para localidades.

A influência do local como era de se esperar, claramente se manifesta nos valores médios obtidos. Os DAP médios para as regiões de Itupeva e Mogi Guaçu foram, respectivamente, $11,35 \pm 0,23$ cm e $8,80 \pm 0,23$ cm.

5.3 - VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA MÉDIA DAS ÁRVORES AO NÍVEL DO DAP

As análises realizadas pelo teste "t" dos dados apresentados nos Quadros IX e X não revelaram efeito significativo dos espaçamentos sobre a densidade média ao nível do DAP.

As médias obtidas foram $0,546 \pm 0,004$ g/cm³ para espaçamento 3,0 x 1,5 m e $0,541 \pm 0,004$ g/cm³ para o espaçamento 3,0 x 2,0 m em Itupeva e $0,618 \pm 0,004$ g/cm³ no espaçamento 3,0 x 1,5 m e $0,630 \pm 0,004$ g/cm³ no 3,0 x 2,0 m em Mogi Guaçu.

Os contrastes testados nos quadros XI e XII mostraram efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade para localidades. Os valores médios obtidos em Itupeva e Mogi Guaçu foram, respectivamente, $0,544 \pm 0,004$ g/cm³ e $0,624 \pm 0,004$ g/cm³.

Os menores valores de densidade foram encontrados na região de Itupeva onde o ritmo de crescimento foi maior, determinando valores de diâmetros médios e alturas totais superiores a Mogi Guaçu.

Nas coníferas onde há formação de lenho inicial e tardio perfeitamente delimitadas a variação da densidade básica em função do desenvolvimento será condicionada a fatores que favoreçam a formação de um ou outro lenho. As disponibilidades hídricas e nutritivas do solo exercem igualmente uma influência por vezes sensível sobre a atividade cambial e formação desses lenhos. Quando tais disponibilidades são reduzidas podem determinar uma diminuição acentuada no período durante o qual se processa o crescimento em diâmetro. Se as disponibilidades hídricas forem limitantes encurtando o período de crescimento, a custa da formação do lenho tardio, um desbaste poderá conduzir a formação de anéis mais largos e densos. Se o maior espaçamento favorecer o desenvolvimento e vigor da copa, os anéis serão mais largos com maior proporção de lenho inicial, menos denso.

Tal explicação encontra apoio em HUGHES (1971) que verifica em solos profundos, com boas propriedades físicas onde existe água disponível nas camadas mais profundas o ano todo, a formação de lenho tardio em árvores jovens. A formação de lenho tardio, mais denso segundo SMITH (1968) e HUGHES (1971) seriam função somente de água disponível no solo. SCHWAPPACH (1992) também concluiu para Pinus spp que em lugares mais quentes onde o crescimento começa mais cedo, maior quantidade de madeira primaveril é produzida em comparação com lugares onde o crescimento de primavera é retardado.

Nas folhosas, mais afetadas pelas variações ambientais segundo FIELDING (1967), as baixas taxas de crescimento caracterizadas por anéis mais estreitos correspondem a menores densidades, naquelas dotadas de poros em anel. Os anéis mais estreitos darão em consequência uma maior proximidade dos vasos grandes de lenho inicial além de uma redução da fração do anel constituída de células de paredes mais espessas. Para as folhosas com poros difusos como os Eucalyptus a condição anterior não se verifica segundo GOMES e ALVES (1968).

Para o Eucalyptus propinqua as condições de Mogi Guaçu provavelmente tenham determinado a formação de madeira com maior proporção de lenho tardio, mais denso em consequência do crescimento mais lento. Tais explicações devem ser verificadas através de uma análise da estrutura anatômica da madeira formada nas diferentes condições de crescimento.

Resultados semelhantes, em que a densidade é função inversa da taxa de crescimento e fertilidade do solo em Eucalyptus são citados na literatura por SUSMEL (1952, 1953, 1954), GOMES E ALVES (1968) e BRASIL e FERREIRA (1971). JAYNE (1958) - trabalhando com Pinus spp relatou em seus trabalhos que os melhores locais produziam maior volume de madeira, porém de menor densidade. Ainda, os espaçamentos 1,20 x 1,20 m, 1,80 x 1,80 m e 2,40 x 2,40 m tiveram efeitos desprezíveis na densidade.

Esses dados não encontram apoio nos trabalhos de BENSON (1963), que afirmou serem necessárias elevadas taxas de crescimento para produção de madeira de alta densidade em folhosas.

Os valores de DAP médios e alturas totais em Itupeva aos cinco anos de idade para o E. propinqua, são superiores aos de Mogi Guaçu, em decorrência, do que o volume total será maior naquela região. Como a tendência moderna é aumentar a produtividade dos povoamentos florestais através do incremento de volume podemos concluir que volume somente é um indicador ineficiente dos rendimentos reais em matéria seca.

5.4 - VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA MÉDIA AO NÍVEL DO DAP COM A ALTURA TOTAL

Pela análise dos Quadros XIII e XIV conclui-se que o valor do coeficiente de correlação parcial encontrado, nas duas regiões (Itupeva $r = 0,54$ e Mogi Guaçu $r = 0,07$), não permitiu - comprovar correlação entre altura total e densidade básica ao ní

vel do DAP.

O coeficiente de determinação explica 29% dos valores obtidos em Itupeva e 0,5% em Mogi Guaçu, o que é pouco satisfatório.

A análise de regressão entre alturas totais e densidade básica média não foi realizada, por que para isso, seria necessário igual número de árvores dentro de cada classe de altura.

O número de árvores encontrado dentro de cada classe ocorreu segundo uma curva de distribuição aproximadamente normal o que sugere que o povoamento foi bem amostrado.

As alturas totais médias foram $18,83 \pm 0,23$ m e $15,78 \pm 0,23$ m e a densidade básica média ao DAP $0,544 \pm 0,004$ g/cm³ e $0,624 \pm 0,004$ g/cm³, respectivamente, em Itupeva e Mogi Guaçu.

5.5 - VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA MÉDIA DAS SECÇÕES TRANSVERSAIS COM A ALTURA, NAS CLASSES COMERCIAIS ENCONTRADAS

Os valores apresentados nos Quadros XV e XVI mostram as variações da densidade básica das secções transversais do E. propinqua, retiradas às diversas alturas do tronco.

Nas classes comerciais de 6 e 8 m de altura em Itupeva e 4 e 6 m de altura em Mogi Guaçu não ocorreu variação regular da densidade até essas alturas, onde os diâmetros mínimos das secções transversais eram aproximadamente 8 cm, como se pode constatar pelo exame dos quadros XVI, XVII, XXIV e XXV.

Nas classes de 10, 12, 14, 16 e 18 m de altura em Itupeva e 8, 10, 12 e 14 m de altura em Mogi Guaçu houve efeito predominantemente quadrático para a densidade básica das alturas co-

merciais das árvores como podemos observar nos quadros XVIII, XIX, XX, XXI, XXII, XXVI, XXVII, XXVIII e XXIX. Através da derivação dessas equações pode-se comprovar que os pontos de máxima densidade ocorriam sempre em torno da metade da altura da árvore.

A ocorrência de pontos de máxima densidade em regiões próximas a 50% da altura comercial da árvore para o E. propin-qua talvez possa ser atribuída à formação de madeira de reação.

Com o crescimento se processando, destaca HOHENADL (1924), o peso da árvore aumenta e ela responde a essa demanda de maior resistência pelo aumento do crescimento em diâmetro nas regiões onde as forças atuantes são maiores. Acrescenta ainda o referido autor, que o crescimento em diâmetro de árvores - de diferentes alturas será determinado pela variação no peso dos ramos e do caule, tanto quanto pela variação nas forças de tensão da madeira das secções transversais do caule.

As forças de tensão a que estão sujeitas as secções transversais dependem do momento estático dessa força e do módulo resistente que é função da forma da secção. Considerando a ação do vento atuando a uma determinada altura da copa, a tensão máxima ocorreu nos dois locais sempre um pouco abaixo do ponto médio da altura comercial da árvore, que estaria funcionando como uma "viga de balanço".

Tal hipótese não foi verificada em Eucalyptus; CURRO (1957), FERREIRINHA (1961) e FERREIRA (1968, 1970) encontraram que a densidade cresce com a altura enquanto para DADSWELL (1931) e SUSMEL (1953, 1954) ela decresce. O efeito quadrático foi verificado em coníferas por JANKA (1921), NYLINDER (1953), ANDREW e BURLEY (1971) e nas folhosas com poros dispostos em anel por BURGER (1940) e GOHRE e GOTZE (1956).

HIRAI (1951) encontrou resultados semelhantes para Cryptomeria japonica D. DON ocorrendo a madeira mais densa no meio da altura da árvore, mas o autor não faz referência a que fatores possam ser atribuídos esse efeito. A ocorrência de madeira de tensão foi constatada por JAYME e HARDESSEINHAUSER (1954) ocorrendo nas árvores mais velhas e nas de mais rápido crescimento, sendo, segundo PHILLIPS (1940), o vento o principal agente causal.

Para Eucalyptus spp, WATSON (1956) concluiu que a madeira de tensão está associada a alta densidade básica, resultado que coincide com nosso trabalho onde os pontos de máxima densidade ocorrem sempre onde as tensões atuantes foram máximas.

As análises de variâncias das duas localidades revelaram diferenças altamente significativas entre árvores. Houve alta variabilidade individual entre as árvores nos dois povoamentos, fato já assinalado por FERREIRA (1968, 1970), FARMER e LANCE (1969) e KELLISON e ZOBEL (1971) em folhosas.

A alta variação encontrada dentro da espécie Eucalyptus propinqua poderá ser útil para trabalhos de seleção e melhoramento das qualidades da madeira. Esse trabalho deverá ser realizado dentro de regiões ecológicas definidas face ao diferente comportamento da espécie em relação às variáveis ambientais. Esses resultados assemelham-se aos encontrados por HUGUES (1971) para o Pinus caribaea var. bahamensis onde a variação entre árvores foi significativa, mas diferenças entre parcelas no mesmo local não ocorreram, fato esse atribuído a fatores hereditários.

5.6 - VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA MÉDIA AO NÍVEL DO DAP COM DO DIÂMETRO MÉDIO A 1,30 m DO SOLO

Os valores médios de densidade básica ao nível do DAP e os respectivos DAP, reunidos em classes, constam dos Quadros

XXX e XXXI.

Não houve correlação parcial significativa ($r = 0,05$ em Itupeva e $r = 0,23$ em Mogi Guaçu) entre a densidade básica e os DAP.

Os resultados obtidos nesse trabalho diferem dos obtidos por FERREIRA (1968, 1970) com E. alba, E. saligna e E. grandis, onde as árvores mais vigorosas apresentavam em média maior densidade básica. O mesmo autor relata haver alta variabilidade individual entre as árvores podendo-se para um mesmo diâmetro encontrar árvores com alta densidade ao lado de outras com baixa densidade. Essa variação individual pode ser comprovada para o E. propinqua pelo exame dos Quadros XXX e XXXI.

Os valores médios foram $11,35 \pm 0,23$ cm e $8,80 \pm 0,23$ cm para DAP, $0,544 \pm 0,004$ g/cm³ e $0,624 \pm 0,004$ g/cm³ para densidade básica em Itupeva e Mogi Guaçu, respectivamente. Os resultados por nós encontrados confirmam a hipótese de que o maior ritmo de crescimento determinou menor densidade, porém dentro do mesmo local as variações genotípicas foram suficientemente grandes para mascarar esse efeito.

5.7 - VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA MÉDIA DA ÁRVORE EM FUNÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA AO NÍVEL DO DAP

A análise dos valores apresentados nos Quadros XXXII, XXXIII, XXXIV e XXXV revelaram haver correlação alta e significativa ao nível de 1% de probabilidade para a densidade básica média da árvore e densidade básica média ao nível do DAP.

As equações obtidas e os respectivos valores do coeficiente de regressão linear (r) para Itupeva nos dois espaçamentos foram:

$$Y = 0,0292 + 0,9637 X \quad (r = 0,88) \quad \text{para o } 3,0 \times 2,0 \text{ m}$$

$$Y = 0,1418 + 0,7476 X \quad (r = 0,85) \quad \text{para o } 3,0 \times 1,5 \text{ m}$$

As equações obtidas e os valores de r para Mogi Guaçu foram:

$$Y = 0,0952 + 0,8595 X \quad (r = 0,86) \quad \text{para o } 3,0 \times 2,0 \text{ m}$$

$$Y = 0,0783 + 0,8777 X \quad (r = 0,96) \quad \text{para o } 3,0 \times 1,5 \text{ m}$$

Procurando-se reunir em uma única equação por local foram comparados através do teste "t" os coeficientes angulares e lineares.

As equações obtidas para os dois locais foram:

$$Y = 0,0914 + 0,8470 X \quad (r = 0,86) \quad (\text{Itupeva})$$

$$Y = 0,0731 + 0,8903 X \quad (r = 0,93) \quad (\text{Mogi Guaçu})$$

sendo Y = densidade básica média das árvores

X = densidade básica média ao nível do DAP

As equações obtidas são semelhantes às obtidas por FERREIRA (1968, 1970) e através delas pode-se estimar a densidade básica média da árvore a partir de uma amostra da secção transversal retirada ao nível do DAP. A equação obtida por FERREIRA (1968) para o Eucalyptus saligna e E. alba nas idades de 5 e 7 anos para a região de Mogi Guaçu foi:

$$Y = 0,09759 + 0,847806 X$$

6 - RESUMO E CONCLUSÕES

Um plano de pesquisa tendo por objetivo estudar as variações da densidade básica da madeira de Eucalyptus propinqua - Deane ex Maiden foi desenvolvido utilizando-se amostras de madeira de árvores de 5 anos de idade.

As árvores eram provenientes de um mesmo lote de sementes e faziam parte de um ensaio em blocos casualizados sob dois espaçamentos, 3,0 x 1,5 m e 3,0 x 2,0 m nos municípios de Itupeva e Mogi Guaçu do Estado de São Paulo, duas regiões com condições ecológicas diferentes.

Para os estudos foram utilizadas 80 árvores de Itupeva e 60 de Mogi Guaçu, das quais coletamos dados de altura totais, comerciais e DAP. De cada árvore foram retiradas de 2,0 em 2,0 m e ao nível do DAP, secções transversais para determinações da densidade básica média pelo método da balança hidrostática.

Com base nas discussões pudemos chegar às seguintes conclusões:

1) A altura total e os diâmetros ao nível de 1,30m do solo para o Eucalyptus propinqua Deane ex Maiden aos 5 anos de idade não sofreram influência dos espaçamentos nas duas localidades consideradas.

As médias obtidas para altura foram $18,82 \pm 0,23$ m e $18,83 \pm 0,23$ m em Itupeva e $15,55 \pm 0,23$ m e $16,01 \pm 0,23$ m em Mogi Guaçu, respectivamente para os espaçamentos 3,0 x 1,5 m e 3,0 x 2,0 m. As médias para DAP foram $10,90 \pm 0,23$ cm e $11,80 \pm 0,23$ cm e $8,78 \pm 0,23$ cm e $8,82 \pm 0,23$ cm, respectivamente para os espaçamentos 3,0 x 1,5 m e 3,0 x 2,0 m em Itupeva e Mogi Guaçu.

2) A altura total média e os DAP médios foram maiores na região de Itupeva.

Os valores assumidos para altura total média e DAP foram $18,83 \pm 0,23$ m e $11,35 \pm 0,23$ cm em Itupeva e $15,78 \pm 0,23$ m e $8,80 \pm 0,23$ cm em Mogi Guaçu.

3) A densidade básica média ao nível do DAP não sofreu influência dos espaçamentos nas duas regiões. Em Itupeva as médias obtidas foram $0,546 \pm 0,004$ g/cm³ e $0,451 \pm 0,004$ g/cm³ e em Mogi Guaçu $0,618 \pm 0,004$ g/cm³ e $0,630 \pm 0,004$ g/cm³ nos espaçamentos de 3,0 x 1,5 m e 3,0 x 2,0 m.

4) A densidade básica média sofreu influência das localidades estudadas. As árvores da região de Itupeva, que tiveram maior ritmo de crescimento, apresentaram menor densidade básica média de $0,544 \pm 0,004$ g/cm³. Em Mogi Guaçu o valor encontrado foi $0,624 \pm 0,004$ g/cm³.

5) Não houve correlação entre as alturas totais e as densidades básicas ao nível do DAP nas duas regiões.

6) A densidade básica sofreu efeito quadrático em relação às classes de alturas estudadas nos dois locais. A densidade cresce até um ponto de máximo próximo ao meio da árvore e depois decresce.

7) O ponto de máxima densidade talvez possa ser atribuído à formação de madeira de reação, pois nesse ponto as tensões atuantes resultantes da força do vento, são máximas.

8) Não houve correlação entre os DAP e as densidades básicas médias dentro das duas localidades.

As variações genotípicas dentro do mesmo local, foram tão grandes que mascararam o efeito do ritmo de crescimento.

9) As amostras de madeira da secção transversal do tronco de Eucalyptus propinqua Deane ex Maiden retirada ao nível do DAP podem estimar a densidade básica média da árvore. As equações que possibilitam essas estimativas, nos dois locais, são

Local - Itupeva:

$$Y = 0,0914 + 0,8470 X$$

Local - Mogi Guaçu:

$$Y = 0,0731 + 0,8903 X$$

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

X = densidade básica média ao nível do DAP (g/cm^3)

10) Os resultados obtidos mostraram que a avaliação da produtividade de um povoamento, para fins comparativos, não deve ser feita somente com base em crescimento volumétrico, mas em peso de material produzido.

11) A variação da densidade básica entre árvores do mesmo local e de locais diferentes é grande, o que sugere que os melhoramentos florestais por seleção devam ser realizados nas próprias regiões de plantio.

7 - SUMMARY

This paper deals with the variation of the wood basic density of 5 years old Eucalyptus propinqua Deane ex Maiden and its relationship with two spacings in two sites of different ecological conditions.

The trees proceeded from the same lot of seeds and belonged to a trial in randomized blocks, at two spacings, 3.0x1.5 m. and 3.0x2.0 m., in the sites of Itupeva and Mogi Guaçu in São Paulo State.

For this particular research, 80 trees from Itupeva, and 60 trees from Mogi Guaçu were used, and from them, we have collected data on DBH (diameter at breast height) and on total and commercial height. From each tree we have taken from, at every 2.0 m. and at DBH, transversal sections to determine the average wood basic density, using the Water Displacement Method.

The data were statistically analysed. Based on discussions we could get to the following conclusions:

1) The total height and DBH for 5 years old Eucalyptus propinqua did not receive any influence from spacings in the two mentioned sites.

The averages for height were 18.82 ± 0.23 m. and 18.83 ± 0.23 m. in Itupeva and 15.55 ± 0.23 m. and 16.01 ± 0.23 m. in Mogi Guaçu, respectively for the spacings of 3.0 x 1.5 m. and 3.0 x 2.0 m. Tree diameter averages at DBH level for the spacings 3.0 x 1.5 m. and 3.0 x 2.0 m. were, respectively, 10.90 ± 0.23 cm. and 11.90 ± 0.23 cm. in Itupeva and 8.78 ± 0.23 cm. and 8.82 ± 0.23 cm. in Mogi Guaçu.

2) The average total height and the average DBH were greater in Itupeva than Mogi Guaçu.

The average total height and average DBH were .
18.83 \pm 0.23 m. and 11.35 \pm 0.23 cm. in Itupeva and 15.78 \pm 0.23 m.
and 8.80 \pm 0.23 cm. in Mogi Guaçu.

3) The average wood basic density at DBH level was not -
influenced by the spacings in both sites. In Itupeva, the average
wood basic density was 0.546 \pm 0.004 g/cm³ for 3.0 x 1.5 m.
spacing and 0.450 \pm 0.004 g/cm³.for 3.0 x 2.0 m.spacing. In Mo-
gi Guaçu it was found 0.618 \pm 0.004 g/cm³.for 3.0 x 1.5 m.spacing
and 0.630 \pm 0.004 g/cm³ for 3.0 x 2.0 m. spacing.

4) It was found a relationship between wood basic densi-
ty and sites. The trees from Itupeva showed a superior growth -
rate and lower basic density. In Itupeva the average basic density
was 0.544 \pm 0.004g/cm³. and in Mogi Guaçu it was 0,624 \pm 0.004 g/cm³.

5) There was no correlation between total heights and -
wood basic density at DBH level in Itupeva and Mogi Guaçu.

6) The wood basic density suffered a quadratic effect in
relation to the commercial height classes studied in both sites.
The basic density was heavy at the central part of the base and
top of the tree in either site.

7) The heavy wood at midstem could be attributed to the
formation of reaction wood. The author attempts to show, by ma-
thematical proofs, that the tensions at this point, as a result
from the wind strenght, were maximum.

8) There was no correlation between the DBH and wood ba-
sic density averages in both sites. The genotypic variation in-
side the same site was so great that they masked the effect of
growth rate.

9) There is a definite relationship between average basic
density at DBH level (X) and the tree basic density (Y)(average
for merchantable volume), which is expressed by the following

equations in the two sites:

$$Y = 0.0914 + 0.8470 X \quad (\text{Itupeva})$$

$$Y = 0.0731 + 0.8903 X \quad (\text{Mogi Guaçu})$$

10) The results showed that an appraisal of productivity of a stand with comparative purposes cannot be done based only on volume growth but also considering the weight of dried material produced.

11) There is a large variation of basic density between trees from a same site and trees from different sites, what suggest that each site should be considered for establishing a forest genetic program.

8 - BIBLIOGRAFIA

- ANDERSEN, K.F. e P.MOLTENSEN. 1955 (Technological research on beech density and its variation). Dansk Skogforen. - Tidskr. 40:592-611. [in For.Abstr. 18:4550 (1957)].
- ANDREW, I.A. e J.BURLEY. 1971. Summary report on variation of wood quality of Pinus merkusii Jungh et de Vriese: five trees of Burma provenance growth in Zambia. 15th Congress, Intern. Union Forest Research Organization - Section 22. Gainesville, Flórida, EUA. 7 pp.
- BAREFOOT, A.C., R.G.HITCHINGS e E.L.ELLWOOD. 1964. Wood characteristics and kraft paper properties of four selected loblolly pines. Tappi 47(6):343-356.
- _____, R.G. HITCHINGS, E.L.ELLWOOD e E.H.WILSON. 1970. The relationship between loblolly pine fiber morphology - and kraft paper properties. Tech.Bull. nº 202, N.C. - Agr.Expt.Sta., N.C.State Univ., Raleigh. 88 pp.
- BASTOS, A.M. 1961. O Eucalipto no Brasil. IIª Conferência Mundial do Eucalipto, Relatório e Documentos, São Paulo, Brasil- 1:214-221.
- BENSON, H.P. 1924. The influence of growth condition upon the properties of wood. J.Forestry 22:707-723 [in The Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality - An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:556(1962)].
- _____, 1963. The application of silviculture in controlling the specific gravity of woods U.S.Dept.Agr.Forest Service Tech. Bull. 1288, 97 pp.
- BIELCZYK, S. 1956. Investigation of the physical and mechanical properties of wood of Quercus robur s.l. and Carpinus betulus originating from a forest community resembling a natural community. Prace Inst.Tech.Drewka 3(3):92-110. [in For.Abstr. 19:3401 (1958)].

- BRASIL, M.A.M. e M.FERREIRA. 1971. Variação da densidade básica da madeira de Eucalyptus saligna Sm., Eucalyptus alba - Reinw e Eucalyptus grandis Hill ex Maiden aos 5 anos de idade, em função do local e do espaçamento. IPEF 2/3: - 129-149.
- BROWN, H.P., A.J.PANSHIN e C.C.FORSAITH. 1949. Textbook of wood technology. MacGraw-Hill Book Company Inc., Nova York., Vol. I:625 pp.
- 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 Environmental and Genetics on Pulpwood Quality - An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:90 (1962)].
- _____. 1947. (Wood foliage yield and growth. VII oak). Mitt Schweiz Centralanstalt forstl. [in The Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality. An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:94 (1962)].
- COELHO, A.S.R., H.A.MELLO e J.W.SIMÕES. 1970. Comportamento de espécies de eucaliptos face ao espaçamento. IPEF (1):29-55.
- COMISSÃO DE SOLOS. CNEPA, 1960. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Serv.Nac.Pesq.Agron. Bol.12, 634 pp.
- CURRÓ, P. 1957. Variations in moisture content and basic density in 15 trees of Eucalyptus camaldulensis Dehn. Publ. Cent.Sper.Agr. e Forestale. Roma 1:227-238. [in The Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality. An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:152 (1962)].
- _____. 1957a. Seasonal variations in moisture content and basic density in 4 trees of Eucalyptus camaldulensis - Dehn. Publ.Cent.Sper.Agr. e Forestale. Roma 1:215-256.

[in The Influence of Environmental and Genetics on Pulp wood Quality. An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:151 (1962)].

DADSWELL, H.E. 1931. The density of Australian Timbers. A preliminary study. Australia, Commonwealth Sci. Research Organization, Div. Forest Prods. Tech. Paper N^o 2, 16 pp.

ELLWOOD, E.L., A.C. BAREFOOT e R.G. HITCHINGS. 1969. The relationship between loblolly pine fiber morphology and kraft paper properties. Cooperative Research Study, Department of Wood and Paper Science, School of Forest Resources, N.C. State University, Raleigh. 217 pp.

FARMER, Jr., R.E. e W.L. LANCE, 1969. Phenotypic variation in specific gravity and fiber length of Cherrybark Oak. Tappi 52(2):317-319.

FERREIRA, M.. 1968. Estudo 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.

_____, 1968 a. Estudo da variação da densidade básica da madeira de Eucalyptus alba Reinw e Eucalyptus saligna - Smith. Anais do 1^o Congresso Florestal Brasileiro, Curitiba, Paraná. Outubro de 1968. 47-56.

_____. 1970. Estudo da variação da densidade básica da madeira de povoamentos de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden. Tese de Livre-Docência. E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, - Piracicaba, SP. 62 pp.

FERREIRINHA, M.P.. 1961. Propriedades físicas e mecânicas das madeiras de Eucaliptos (Relatório dos progressos realizados 1956-1961) II^a Conferência Mundial do Eucalipto. Relatório e Documentos, São Paulo, Brasil. Vol. II:1113 - 1122.

- FIELDING, J.M. 1967. The influence of silvicultural practices - on wood properties. Intern. Review of Forestry Research. Academic Press, Nova York, Londres. 316 pp.
- FOOD AGRICULTURAL ORGANIZATIONS. 1961. II Conferência Mundial - do Eucalipto. Relatório e Documentos. São Paulo, Brasil. I:156.
- FOREST PRODUCTS LABORATORY. 1956. Methods of determining specific gravity of wood. U.S. Dept. Agr. Forest Service. Forest Prods. Lab., Madison, Visc. Tech. Note Nº B-14. 6pp.
- GODOY, H. e A.A. ORTOLANI. (sem data). Carta Climática do Estado de São Paulo. Instituto Agronômico de Campinas.
- GOHRE, K. e H. GOTZE. 1956. (Investigation of the density of red beech wood) Arch. Forstw. 5:716-748. [in The Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality. An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:231(1962)]
- GOMES, A.M.A. e A.A.M. ALVES. 1968. Desramações e Desbastes. Instituto Superior de Agronomia. Mimeographado. Lisboa. 67pp
- GREENHILL, W.L. e H.E. DADSWELL. 1940. The density of Australian timbers. Part 2 Airdry and basic density data for 172 - timbers. Australia Commonwealth Sci. Ind. Research Organization. Div. Forest Prods. Tech. Paper 33. 75pp [in The Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality. An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series - 24:238 (1962)].
- GREISS, E.A.M. 1938. Effect of water supply on the structure of the xylem elements in certain trees in Egypt. Bull. Inst. Egypte, Session 1937/38. 20:193-225. [in The Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality. An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:239(1962)]
- HARTIG, R. 1894. (Investigations of the formation and the characteristics of oak wood) Forstl. naturw - 2.3:1-13; 49-68; - 172-191; 193-203. [in The Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality. An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:270(1962)].

- HARTIG, G.R. e R.WEBER. 1898. (The wood of red beech) J.Springer, Berlin. 238 pp. [in The Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality. An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:277(1962)].
- HIRAI, S. 1951. Studies on the wood density of forest trees. - III. Cryptomeria japonica D.Don of Daigo District, Ibaragi Prefecture. Tokio Univ.Forests, Bull. n^o 13:1509. [in The Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality. An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:293 (1962)].
- HOHENADL, W. 1924. (Structure of the tree stem) Forstwiss.Centr 68:460-470; 495-508. [in The Influence of Environmental and Genetics Pulpwood Quality. An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:301 (1962)].
- HORVAT, I. 1942. (Investigations of the specific gravity and shrinkage of Slovakian oak wood) Glasnik sumske pokuse 8:61-135. [in The Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality. An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:306 (1962)].
- HUGHES, J.F. 1971. The wood structure of Pinus caribaea in relation to use characteristics, growth conditions and tree improvement. 15th Congress.Intern.Union Forest Research Organization, Meeting Section 22. Gainesville, Florida, EUA, 10 pp.
- JALAVA, M. 1933. Strength properties of Finnish pine (Pinus sylvestris) Part. I. Communs Inst.Forest Fenniae 18:1-187 [in The Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality. An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:328 (1962)].

- JALAVA, M. 1934. Strength properties of Finnish pine (Pinus sylvestris) Part II. *Communs Inst. Forest Fenniae* 19:1-13 [in *The Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality. An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series* 24:329 (1962)].
- JANKA, G. 1921. (The technical quality of Douglas-fir Wood) - *Centr. Ges. Fores.* 47:185-198. [in *The Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality. An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series* 24:335(1962)].
- JAYME, G. e M. HARDERS-STEINHAUSER .1954. (Variation in characteristics in the wood of young poplars brought about by concentration in a narrow growth association) *Holz Roh. u. Werkstoff* 12:3-7. [in *The Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality. An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series* 24:340 (1962)].
- JAYNE, B.A. 1958. Effect of site and spacing on the specific gravity of wood of plantation-grown red pine. *Tappi* 41:162-166.
- JORGENSEN, J.S. 1967. The influence of spacing on the growth and development of coniferous plantations. *Intern. Review of Forestry Research. Academic Press, Nova York, Londres* 316 pp.
- JUKNA, A.D. e K.K. TILTINS. 1955. Physical and mechanical properties of ash wood grown on first-quality sites in the Latvian SSR. *Izvest. Akad. Naul. Latv. S.S.R.* 6:35-48. [in *The Influence of Enviromental and Genetics on Pulpwood Quality. An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series* - 24:357 (1962)].
- KALNINS, A. e R. LIEPINS. 1938. Technical properties of Latvian coniferous timber with relation to condition of growth. *Latvian Research. Sta., Riga, Rept.* 82pp. [in *The Influence*

- of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality - An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:368 - (1962)].
- KELLISON, R.C. e B.J.ZOBEL .1971. Wood specific gravity and moisture content of five hardwood species of the Southern - Unites States. 15th Congress Intern.Union Forest Research Organization, Meeting Section 22. Gainesville, Flórida, EUA. 13 pp.
- KELSEY, J.E. e R.L.STEELE .1956. Shrinkage and density of plantation grown Pinus radiata. Australia, Commonwealth Sci. Ind.Research Organization, Div.Forest Prods., Project - T.P. 22, Progr.Rept. nº 2. 12 pp. [in The Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality - An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:379 - (1962)].
- KENNEDY, R.W. e J.H.G.SMITH. 1959. The effects of some genetic environmental factors on wood quality in poplar. Pulp - Paper Mag.Can. 60:T35-T37. [in The Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality - An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:383 (1962)].
- KLAUDITZ, W. e I.STOLLEY. 1957. (Investigations on the properties of Douglas-fir from various sites in Lower Saxony) Aus dem Walde, Hannover 1:51-73. [in For.Abstr.19:974 - 1958].
- KLEM, G.G.,1933. (Studies of the quality of spruce wood). Medd. Norske Skogforsoksv. 5:197-348. [in The Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality - An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:399(1962)]
- _____, 1942. (Effect of planting space on the quality of spruce wood and sulphite pulp) Medd.Norske Skogforksv 8:257-293. [in The Environmental and Genetics on Pulpwood Quali-

- ty - An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:400 (1962)].
- KLEM, G.G., F.LSCHBRANDT e O.BADE. 1945.(Investigations of spruce wood in connection with mechanical wood pulp and sulphite pulp experiments)Medd.Norske Skogforsksv 9:1-127. [in The Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality. An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:406 (1962)].
- _____ 1952. (The influence of spacing on spruce quality)Medd. Norske Skogforsksv 11:473-506. [in The Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality. An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:403(1962)].
- _____ 1957. (The quality of Norway spruce (Picea abies) of Norwegian and German origin).Medd.Norske Skogforsksv 14: 285-314. [in The Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality. An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:405 (1962)].
- LENS, O. 1954. (The wood of a few poplars cultivated in Switzerland).Mitt.Schweiz.Centralanstalt Forstl.Versuchsw. 30:9-61 [in The Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality. An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:447 (1962)].
- MADDERN HARRIS, J. 1965. The heritability of wood density. - Intern.Union Forest Research Organization, Meeting Section 41, Melbourne, Australia. Vol.II: 20 pp.
- MARTS, R.O. 1950. Wood quality of bud-pruned longleaf pine. - Southern Lumberman 181(2273):197-199. [in The Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality. An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:473 (1962)].
- NYLINDER, P. 1953.(Variations in density of planted Spruce). Statens. Skogsforningsinst 43:1-44. [in The Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality. An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:541 - (1962)].

- NYLINDER, P. 1959. (A study on quality production). Kungl Skogshogskolan Nr U2 1-19 [in The Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality - An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:542 (1962)].
- _____. 1965. Non destructive field sampling systems of determining the wood density of standing timber over large areas, variation within and between species and the influence of environmental and other factors on wood density. Intern. Union Forest Research Organization. Meeting Section 41, Melbourne, Australia. Vol. II, 13 pp.
- ORMAN, H.R. 1958. The physical and mechanical properties of New Zealand grown Douglas-fir. Part II. The mechanical properties of New Zealand grown Douglas-fir. New Zealand Forest Serv., Tech. Paper 24:41-86.
- PECHMANN, H. von . 1958. (The relationship between the structure and strength of a few hardwoods) Intern. Union Forest Research Organizations, 12th Congr., Oxford, 1956. [in The Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality - An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:611(1962)].
- PHILLIPS, E.W.J. 1940. A comparison of forest - and plantation-grown African pencil cedar (Juniperus procera Hochst) - with special reference to the occurrence of compression wood. Empire forestry J. 19:262-288. [in The Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality - An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:623 (1962)].

- PHILLIPS, E.W.J. 1965. Methods and equipment for determining the specific gravity of wood. Intern. Union Forest Research Organization, Meeting Section 41, Melbourne, Australia. Vol II. 14 pp.
- PILLOW, M.Y. 1950. Guides for selecting tough ash. Southern Lumberman 181(2264):42, 46, 48, 50, 52. [in The Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality - An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:629 (1962)].
- PINHEIRO, J.V. 1961. Operações Silviculturais, Rotações, Produções, Objetivos das Plantações (America Latina). IIª Conferência Mundial do Eucalipto. Relatório e Documentos; São Paulo, Brasil, 1:667-671
- PRYOR, L.D. 1967. Eucalyptus in Plantations. Present and Future. FAO World Symposium on Man Made Forest and Their Industrial Importance, Camberra, Australia. Vol. 2:993-1008.
- _____. 1968. Relatório da viagem de inspeção às plantações de Eucalipto do Estado de São Paulo (não publicado)
- SAUCIER, J.R. e M.A.TARAS. 1966. Specific gravity and fiber length variation within annual light increments of red maple. For.Prod.J. 16(2):33-36.
- SCHWAPPACH, A. 1892. (Information concerning the quality of pine wood) Z.Forst-u Jagdw 24:71-88. [in The Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality - An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:724 (1962)].

- SMITH, D.M. 1968. Wood quality of Loblolly Pine after thinning
U.S. Forest Service Research Paper. FPL 89. 10 pp.
- SPURR, S.H. e W.HSIUNG. 1954. Growth rate and specific gravity
in conifers. J. Forestry 52(3):191-200.
- 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 Environmental and Gene-
tics on Pulpwood Quality - An Annotated Bibliography. -
Tappi Monograph Series 24:758 (1962)].
- STOJANOFF, V. e E. ENTCHEFF. 1958. (On the distribution of spe-
cific weight within the stems, and how far it may be -
influenced by growth locality and site). Arch. Forstw.
7:953-958. [in The Influence of Enviromental and Gene-
tics on Pulpwood Quality - An Annotated Bibliography. -
Tappi Monograph Series 24:763 (1962)].
- SUSMEL, L. 1952. Density of Eucalyptus rostrata wood from the
Agro Pontino Monti e Boschi 3:75-78. [in For. Abstr. 13:
3322 (1952)].
- _____, 1953. The specific gravity of Eucalyptus rostrata -
Schlecht wood from the Pontine Campagna. Ital. forest e
mont 8:222-227. [in The Influence of Environmental and
Genetics on Pulpwood Quality. An Annotated Bibliogra-
phy. Tappi Monograph Series 24:773 (1962)].
- _____, 1954. Le poids specifique du bois d'Eucalyptus camal-
dulensis par rapport a quelques facteurs relatifs a -
l'individu et au milieu. Intern. Union Forest Research
Organization, 11th Congr. Rome, 1953:1065-1075. [in The
Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Qua-
lity - An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Se-
ries 24:774 (1962)].

- TAMOLANG, F.N. e B.B.BALCITA, 1957. The specific gravity of Balobo (*Diplodiscus paniculatus* Turcz.) from Makiling National Park. Forest Leaves. (Philippines) 10:21-28. [in The Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality. An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:780 (1962)].
- U.S.FOREST SERVICE. 1965. Southern Wood Density Survey. Report Number L. U.S.Forest Serv.Research Paper F.P.L. 27. Forest Prod.Lab. Madison, Wisc, EUA.
- VAN BUIJTENEN, J.P., D.W.EINSPAHR e J.R.PECKMAM, 1968. Micropulping loblolly pine grafts selected for extreme wood specific gravity. *Silvae Gen.* 17(1):15-19.
- WATSON, A.J. 1956. Pulping characteristics of eucalypt tension wood. *Australian Pulp & Paper Ind.; Tech.Assoc.Proc.* 10: 43-59. [in The Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality - An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:838 (1962)].
- _____, 1965. Fibre characteristics and wood properties: Tropical and Semi Tropical Hardwood. Intern. Union Forest Research Organization, Meeting Section 41, Melbourne, - Australia. Vol. II, 7 pp.
- WILDE, S.A. e H.P.BENSON. 1959. Growth specific gravity and chemical composition of quaking aspen on different soil types. U.S.Dept.Agr.Forest Serv., Forest.Prods.Lab., Rept n° 2144, 9pp. [in The Influence of Enviromental and Genetics on Pulpwood Quality - An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24:856 (1962)].
- ZOBEL, B.J., 1965. Inheritance of fiber characteristics in Hardwoods. A Review. Intern.Union Research Organizations, - Meeting Section 41, Melbourne, Australia. Vol.II, 14 pp

ZOBEL, B.J. 1968. Relatório de viagem de inspeção às plantações de eucaliptos no Estado de São Paulo. (não publicado).

9 - AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Helladio do Amaral Mello, professor Catedrático do Departamento de Silvicultura da ESALQ-USP, a quem devemos nossa formação científica e a orientação desse trabalho.

Ao Dr. Mario Ferreira, Livre-Docente do Departamento de Silvicultura da ESALQ-USP, pelas críticas, sugestões, e colaboração científica durante os seis anos que juntos trabalhamos.

Ao Dr. Humberto de Campos, professor do Departamento de Matemática e Estatística da ESALQ-USP pelas sugestões valiosas na análise dos resultados.

À FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO (FAPESP) pela bolsa de estudo que nos concedeu propiciando a realização do trabalho.

Às firmas componentes do INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS (IPEF) em especial a CHAMPION CELULOSE S/A e a DURATEX S/A INDUSTRIA E COMERCIO, pela colaboração material para execução deste trabalho.

Aos professores, bolsistas e demais servidores do Departamento de Silvicultura da ESALQ pela colaboração recebida nas diversas fases do trabalho e facilidades proporcionadas junto aos seus laboratórios.

Aos colegas, docentes da disciplina de Silvicultura da F.C.M.B. de Botucatu, pelo incentivo constante

A Srt^a Cacilda Borges e Sr^a Roxy Demaret Carvalho pela colaboração na versão para a língua inglesa das conclusões.

Involuntariamente, teremos omitido nomes de outras pessoas que nos prestaram colaboração.

A todos, nossos sinceros agradecimentos.