

VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA
E PRODUTIVIDADE DE Eucalyptus spp

José Cláudio Albino

Mário Tomazello Filho



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA - MA

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA

Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - CPAC

Planaltina, DF.

Exemplares deste documento podem ser solicitados ao

Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - CPAC

BR 020 - Km 18 - Rodovia Brasília/Fortaleza

Caixa Postal, 70-0023

73.300 - Planaltina-DF

Tiragem: 1.000 exemplares

Editor: Comitê de Publicações

Antonio Eduardo G. dos Reis

Luiz Carlos Bhering Nasser - Presidente

José Luiz Fernandes Zoby

Raul Colvara Rosinha - Secretário

Wenceslau J. Goedert

Editoração: Antonio de Pádua Carneiro

Normalização bibliográfica: Maria Ferreira de Melo

Composição: Adonias Pereira de Oliveira

Distribuição: Evando Fonseca Silva

Desenho e montagem: Nilda Maria da Cunha Sette

Ficha catalográfica

(Preparada pelo SIDOC do CPAC)

ALBINO, J.C. & TOMAZELLO FILHO, M. Variação da densidade básica da madeira e produtividade de Eucalyptus spp. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1985 43p. (EMBRAPA-CPAC, Boletim de pesquisa, 26).

1. Eucalipto-Madeira-Produção. 2. Eucalipto-Madeira-Densidade. I. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Planaltina, DF. II. Título. III. Série.

CDD: 634.97342

SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO.....	5
ABSTRACT.....	6
INTRODUÇÃO.....	7
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
MATERIAL E MÉTODOS.....	13
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
CONCLUSÕES.....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA
E PRODUTIVIDADE DE Eucalyptus spp

José Cláudio Albino¹
Mário Tomazello Filho²

RESUMO

Variação da densidade básica da madeira e produtividade de volume e massa foram estudadas em doze espécies de eucalipto, em três regiões bioclimáticas do Estado de Minas Gerais (Uberaba, Paraopeba e Viçosa). A densidade básica foi determinada pelo método de máximo teor de umidade; e a amostragem foi realizada pelo processo não-destrutivo, com amostras, em forma de baguetas, retirada através de sonda Presler. A avaliação da densidade básica da madeira das espécies de eucalipto foi realizada nos ensaios com 7,5 anos de idade em todos os locais estudados. Foi detectado um efeito do local sobre a densidade básica e produção volumétrica de todas as espécies. Em Viçosa, estas apresentaram maior crescimento em altura e diâmetro e menor densidade básica da madeira. Em Paraopeba foi verificado menor crescimento em altura e diâmetro e maior densidade da madeira. Em Uberaba foi detectado comportamento intermediário das características de crescimento e de densidade básica. Quanto à produtividade de volume e massa foram observadas diferenças entre as espécies nas localidades estudadas, destacando-se Viçosa e a seguir Uberaba e Paraopeba. Quanto ao aspecto de produtividade das espécies, cabe citar E. cloeziana, E. pilularis e E. citriodora com menor produtividade e maior densidade básica, e E. grandis, E. saligna, E. urophylla com maior produtividade e menor densidade básica.

Eng. Florestal, M.Sc.

Prof. Dep. de Silvicultura da ESALQ/USP.

VARIATION OF SPECIFIC GRAVITY AND YIELD IN Eucalyptus spp.

ABSTRACT

The performance of twelve species of Eucalyptus spp. was evaluated in three different bioclimatic sites of the State of Minas Gerais, Brazil: Uberaba, Paraopeba and Viçosa. Data on wood specific gravity and bulk yield were collected from 7.5 year old trees. The maximum moisture rate method was utilized to determine the wood specific gravity. The non-destructive sampling was made possible by using a Presley Sampler. The species, in general, performed best at the Viçosa site, with an intermediary performance at the Uberaba site. The poorest performance was observed at the Paraopeba site. When one considers the three sites as a whole, E. cloeziana, E. pilularis and E. citriflora have showed lower bulk yield and higher wood specific gravity, conversely to E. grandis, E. saligna and E. urophylla which have showed higher bulk yield and lower wood specific gravity.

INTRODUÇÃO

A densidade básica da madeira tem sido um índice de qualidade grandemente utilizado pelos pesquisadores e melhoristas florestais, ao direcionarem as linhas de pesquisa para a melhoria da qualidade e do rendimento de madeira de eucaliptos, tendo em vista a obtenção de celulose, papel e carvão vegetal.

Em áreas dos Cerrados e da Mata Atlântica, vários ensaios de introdução de espécies e procedências de Eucalyptus spp. têm sido intensamente utilizados como indicadores da potencialidade local de algumas espécies. No entanto, em grande parte dos trabalhos se tem dado maior ênfase aos parâmetros volumétricos, deixando-se de lado os aspectos relacionados com a qualidade da madeira e com o peso de matéria seca por unidade de área.

Com a preocupação de buscar informações complementares, o presente trabalho visa, dentro de um programa global, avaliar a densidade básica da madeira e a produtividade de várias espécies de Eucalyptus, em ensaios com 7,5 anos de idade, conduzidos em três regiões bioclimáticas distintas no Estado de Minas Gerais.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Densidade básica de madeira das folhosas

Com o crescente interesse pelas espécies de folhosas para obtenção, sobretudo, de celulose e papel, cresce a demanda de informações, principalmente das relacionadas com as condições de crescimento e de variação da densidade da madeira, e com a complexidade de sua estrutura anatômica (Harris, 1963).

As propriedades da madeira das folhosas variam da medula para a casca, da base do tronco para a copa, e dentro dos anéis de crescimento, segundo Saucier e Taras (1976). Variam também conforme os locais e dentro da mesma população, devido a fatores ambientais e genéticos, segundo informações de Zobel (1965).

Ferreira e Kageyma (1978), em relação à densidade da madeira, concluíram que esta depende diretamente da tecnologia empregada para a obtenção de um produto final desejado.

Considerações sobre métodos de amostragem e determinação da densidade básica

Os métodos de amostragem para determinação da densidade básica da madeira, são destrutivos e não-destrutivos. O método destrutivo, cuja principal vantagem é a derrubada da árvore para retirar as amostras, foi empregado em E. alba, E. saligna e E. grandis por Ferreira (1968, 1970). O método não-destrutivo (sonda Pressler) foi utilizado por Brasil (1972) em E. propinqua. O método não-destrutivo tem como principal vantagem a manutenção da árvore no campo, pois a amostragem é geralmente feita com sonda Pressler. Este método foi utilizado por Ferreira (1973) em trabalhos realizados com E. alba, E. saligna e E. grandis.

Maddern (1965) propôs a determinação da densidade básica através de uma amostra extraída de um ponto fixo. Essa padronização foi proposta também por Nylinder (1965), considerando que o DAP (diâmetro à altura do peito, medido por convenção a 1,30 m do solo) é padrão internacional usado em silvicultura.

Em trabalhos realizados com espécies do gênero Eucalyptus, Ferreira (1968, 1970) concluiu que secções transversais do caule, tomadas ao nível do DAP, estimam a densidade básica média da árvore. Ainda

Ferreira (1973), em trabalhos desenvolvidos em plantações comerciais de *E. alba*, *E. saligna* e *E. grandis*, concluiu que a densidade básica média das árvores pode ser estimada por amostras retiradas ao nível de 1,30 m do solo (DAP). Essas amostras podem ser secções transversais do tronco (discos) ou baguetas obtidas através de sonda Pressler.

Vital et al. (1981), trabalhando com *E. grandis* em Itamarandiba (MG), concluíram que a relação entre a densidade básica média da árvore e a densidade básica no DAP indica a possibilidade de se considerarem amostras de madeira ao nível do DAP como representativas da densidade básica média da árvore.

Quanto aos métodos de determinação da densidade básica da madeira, Vintilla (1983) afirmou ser possível atingir saturação máxima em amostras com volume entre 200 e 1.000 mm³, na determinação da densidade básica por máximo teor de umidade. Smith (1955) destacou que, sob ponto de vista prático, o método de máximo teor de umidade é inteiramente satisfatório quando o volume das amostras varia de 100 a 1.600 mm³.

Baseando-se na relação entre a densidade básica e o máximo teor de umidade da madeira, Keywerth (1954) desenvolveu um método, posteriormente empregado com sucesso por diversos autores, entre os quais Smith (1954, 1955) e Scaramuzzi (1966). No emprego desse método são necessárias apenas duas pesagens: uma com a amostra completamente saturada de água e outra com a amostra seca em estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$, até peso constante. A possibilidade de erro, segundo Stamm (1964), decorre do fato de assumir a densidade da "substância madeira" como constante (1,53 g/cm³), quando a mesma varia entre 1,50 e 1,55 g/cm³, e da dificuldade de se conseguir em certos casos a completa saturação da amostra com água.

Numa comparação entre vários métodos de determinação de densidade básica, Scaramuzzi (1966) concluiu que o método de máximo teor de umidade era o que oferecia menor desvio em relação ao de imersão em água, além de ser o mais rápido e de mais fácil execução.

Dentre as várias maneiras de se expressar a densidade da madeira, uma das mais práticas vem a ser a densidade básica, que é a relação entre o peso absolutamente seco da madeira (em gramas ou toneladas) e o seu volume (em centímetros ou metros cúbicos), quando completamente saturado de água (Foelkel, 1971).

O método do máximo teor de umidade, pela sua facilidade de execução, pode ser empregado em larga escala para determinação da densidade básica. Mas, deve ser tomado cuidado especial no controle da

absorção da água pelas amostras, pois, nesse caso, o método da balança hidrostática é o menos rigoroso (Foelker, 1971).

Um novo método de determinação da densidade da madeira, desenvolvido por Taylor (1981) e Cown (1981), através do "pilodyn", foi aplicado por Rosado e Brune (1983), em diversas espécies de eucalipto nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Os resultados obtidos com E. urophylla e E. grandis de dois anos de idade, e com E. citriodora de 23 anos, permitiram concluir que o aparelho pode ser empregado com êxito na seleção massal em programas de melhoramento e na avaliação do parâmetro densidade da madeira. Citam como principais vantagens do método a facilidade de manuseio, a rapidez na determinação, e o não-ferimento prejudicial ao desenvolvimento das árvores.

Variação da densidade básica da madeira com as características de crescimento

Harris (1963) relatou uma tendência decrescente na densidade da madeira de P. radiata, com o aumento do ritmo de crescimento diamétrico. Isso se deve, segundo o autor, mais às variações ocorridas na espessura da parede celular, através dos anéis de crescimento, do que às quantidades relativas em densidade dos lenhos iniciais e tardios.

De acordo com os trabalhos de Susmel (1953 e 1954), com árvores de E. camaldulensis da mesma classe diametral, concluiu-se que a densidade diminui em função da altura da árvore. Spurr e Hsiung (1954) observaram que a densidade decresce com a altura, principalmente nas coníferas. Em certas espécies, porém ela pode crescer e mesmo não variar.

Ferreira (1968, 1970) e Brasil (1972, 1976), estudando a densidade básica em E. alba, E. saligna e E. grandis, concluíram que a densidade cresce linearmente em função da altura da amostra na árvore. Estudos realizados por Panshin et al. (1970), com E. viminalis, mostraram que a densidade cresce da medula para a casca, ao passo que no E. marginata a densidade aumenta próximo à medula, permanecendo constante até as proximidades da casca, quando então decresce. Skolmen (1975) confirmou os resultados de Panshin (1970), em trabalho com E. robusta.

Em nosso meio, Brasil e Ferreira (1972), estudando a densidade básica do E. grandis aos 16 anos de idade, detectaram um crescente aumento dessa característica no sentido medula-casca. Ferreira (1979) verificou que a densidade básica cresce no sentido da base para a co-

pa, em todas as classes de altura estudadas em E. grandis. Por outro lado, confirmou a variação da densidade no sentido medula-casca, em todas as classes diamétrais estudadas nas espécies E. grandis e E. saligna, com idades de 11, 12, 13, 14 e 16 anos.

Brasil (1972) verificou que a densidade básica em E. propinqua cresce até um pouco abaixo da metade da altura, decrescendo depois. Resultados semelhantes foram obtidos por Sousa et al. (1979) sobre o comportamento da densidade da madeira de E. microcorys na região de Dionísio (MG). A causa da variação axial da densidade não está bem definida. Alguns autores atribuem-na à formação de madeira de reação ou tensão e outros ao conjunto de fatores ligados às condições de crescimento da árvore.

Estudos realizados por Ferreira et al. (1979) com E. urophylla, E. saligna e E. grandis em Mogi-Guaçu (SP) não demonstraram efeito significativo da taxa de crescimento na densidade básica da madeira. Vital et al. (1980), estudando a madeira do tronco e galhos de diferentes procedências de E. grandis, na região de Viçosa (MG), não encontraram nenhum indício de que maiores taxas de crescimento estivessem correlacionadas com uma menor densidade.

Há indicações de que árvores com maior taxa de crescimento possuem madeira de menor densidade. Como em termos relativos, o aumento de volume é maior que a redução da densidade, árvores de maior volume produzem maior peso de madeira seca (Vital et al. 1980).

Com relação ao peso de matéria seca de eucalipto, Vital et al. (1981) afirmaram a existência de alta correlação deste com o volume. Comentaram também que, como a redução na densidade (ocasionada pela maior taxa de crescimento) não atinge níveis significativos, concluíram que, se o interesse é apenas produzir maior quantidade de madeira, deve-se optar pelo critério de origem das sementes, associada com a maior produção volumétrica.

Vital et al. (1981), em trabalhos realizados com E. grandis em Itamarandiba (MG), verificaram um decréscimo significativo na densidade da madeira no sentido axial, diferindo dos resultados obtidos por alguns autores que apresentam como modelo mais comum, para as dicotiledôneas, o aumento da densidade no sentido axial.

Quanto à variação da densidade básica da madeira em diversas procedências de E. grandis, Mendes et al. (1980) concluíram que existe alta variação individual dentro das procedências. Preconizaram também que a escolha da procedência adequada para uma localidade deve ser levada em consideração, no caso de a produtividade ser avaliada em peso

seco. Esses resultados foram obtidos por Vital e Della Lucia (1980) com E. grandis. Estes autores verificaram que a densidade média da madeira varia com a origem das sementes, o que pode constituir um parâmetro de seleção nos programas de melhoramento.

Variação da densidade básica da madeira em função do local

Susmel (1953, 1954) citado por Brasil (1979), estudando o E. camaldulensis, relatou que a madeira mais densa ocorre nos locais com solos menos férteis. Keim (1968) comentou que a existência de uma correlação negativa entre o ritmo de crescimento e a porcentagem de lenho tardio explica a redução da densidade da madeira formada sob condições de rápido crescimento. Ferreira (1979), analisando o comportamento das espécies de eucalipto mais plantadas no Estado de São Paulo, encontrou densidade menos elevada em regiões mais férteis e, conseqüentemente, com maior taxa de crescimento anual.

Em diferentes regiões da África do Sul, Taylor (1973), estudando as relações da densidade da madeira de E. grandis, verificou variações da densidade entre árvores, mas não a nível de locais. Foi também detectada alta correlação entre a densidade do lenho juvenil nas proximidades da medula e o lenho outonal das últimas camadas de crescimento. Verificou-se também que a densidade decresce no sentido axial de 1,5 a 4,5 m de altura do tronco, vindo a aumentar continuamente após essa altura.

Ferreira e Kageyama (1978) estudaram a variação da densidade básica média aos cinco anos de idade das espécies E. urophylla, E. saligna, E. grandis e E. propinqua, nas regiões de Itupeva e Mogi-Guaçu (SP). Verificaram uma tendência para a produção de madeira mais densa na região de Mogi-Guaçu, onde as condições de crescimento foram inferiores às de Itupeva.

Os efeitos das condições ecológicas na densidade da madeira de eucalipto são pouco estudados. Ferreira e Kageyama (1978), trabalhando com várias espécies de Eucalyptus, em diferentes localidades no Estado de São Paulo, concluíram que a densidade básica da madeira varia significativamente de árvore para árvore dentro de uma população. Os autores consideram que esta variação é muito mais importante do que as variações entre populações dentro de uma localidade, ou entre populações em localidades com condições ecológicas diferentes.

MATERIAL E MÉTODOS

Espécies utilizadas

As doze espécies de eucalipto utilizadas no ensaio, juntamente com as características dos locais de procedências das sementes, encontram-se relacionadas na Tabela 1. O material constitui parte do Programa de Pesquisas desenvolvido pelo Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal (PRODEPEF), através do convênio PNUD/FAO/IEDF.

Produção das mudas

As mudas foram produzidas no viveiro da Estação Florestal de Experimentação (EFLEX), em Paraopeba (MG). Foi feita semeadura direta em sacos plásticos com 8 cm de diâmetro e 12 cm de altura, previamente preenchidos com substrato composto de uma mistura do solo e superfosfato simples (2 kg/m^3 de solo). O solo foi previamente tratado com brometo de metila, na dosagem de 30 ml/m^2 , numa camada de 15 cm.

Instalação dos ensaios

Localização dos ensaios e caracterização físico-química do solo

Os ensaios foram instalados em três municípios do Estado de Minas Gerais: Uberaba, Paraopeba e Viçosa, cujos dados de localização e alguns dados climáticos acham-se na Tabela 2. Para caracterização físico-química do solo em cada local, foram obtidas três amostras compostas por bloco experimental, constituídas de solo coletado a 5, 15 e 30 cm de profundidade (Tabela 3).

Preparo do solo, adubação e plantio

Após o desmatamento da vegetação natural, seguiram-se as operações normais de preparo do solo, retirada da vegetação, aração e gradagem.

Foi feita uma adubação básica em todos os ensaios na dosagem de 70 g por cova da formulação NPK (9-28-5) + micronutrientes, equivalente a 120 kg de adubo por hectare.

O experimento foi instalado em Paraopeba, Uberaba e Viçosa, em dezembro de 1974, quando as mudas tinham quatro meses de idade. O espaçamento foi de $3 \times 2 \text{ m}$.

TABFLA 1. Relação de espécies e procedências dos três ensaios instalados nas localidades de Uberaba, Paraopeba e Viçosa (MG).

Espécie	Procedência	Estado ¹	Latitude	Longitude	Altitude (m)
<u>E. propinqua</u> Deane ex Maiden	Rockhampton Sub-Dist.	QLD	23°30'	150°33'	120
<u>E. urophylla</u> S.T. Blake	Queorema	Timor Port.	8°53'	152°32'	1.040
<u>E. pellita</u> F. Muell.	S. Helenvale	QLD	15°45'	145°15'	120
<u>E. tereticornis</u> Sm.	Mackay Dist.	QLD	21°10'	148°20'	610
<u>E. microcorys</u> F. Muell.	Gympie Dist.	QLD	26°11'	152°40'	180
<u>E. grandis</u> W. Hill ex Maiden	Atherton Dist.	QLD	17°02'	145°37'	792
<u>E. camaldulensis</u> Dehnh.	Pefferd	QLD	17°17'	145°59'	460
<u>E. citriodora</u> Hook.	E. Rockhampton	QLD	23°25'	150°20'	30
<u>E. cloeziana</u> F. Muell.	S.W. Kennedy	QLD	18°17'	145°55'	122
<u>E. maculata</u> Hook.	N. Woolgoolga	NSW	30°00'	153°12'	30
<u>E. saligna</u> Sm.	Kenilworth	QLD	26°40'	152°33'	532
<u>E. pilularis</u> Sm.	Gallengowan	QLD	26°30'	152°20'	580

¹ QLD - Estado de Queensland - Austrália. NSW - Nova Gales do Sul - Austrália. TIMOR - Indonésia.

TABELA 2. Condições ecológicas das localidades de Uberaba, Paraopeba e Viçosa (MG).

Localidade	Altitude (m)	Longitude (W. Gr.)	Latitude (S)	Classificação climática (Thorntwaite)	Temperatura média mês mais quente (°C)	Temperatura média mês mais frio (°C)	Precipitação média anual (mm)
Uberaba	820	47°55'	19°45'	Subtropical úmido	22,3	18,7	1.450
Paraopeba	734	44°23'	19°15'	Subtropical úmido subúmido	27,7	19,8	1.236
Viçosa	652	42°51'	20°45'	Subtropical moderado úmido	22,1	15	1.341

FONTE: GOLFARI, L., 1975.

TABELA 3. Características físico-químicas do solo dos locais onde foram instalados os experimentos em Uberaba, Paraopeba e Viçosa (MG).

Locais	pH em H ₂ O	Matéria orgânica (%)	P K ⁺		Ca ²⁺ Mg ²⁺ Al ³⁺			Areia total	Limo	Argila total	Classificação do solo
			ppm		meq/100ml						
Uberaba	3,63	2,69	2	27,3	0,12	0,16	2,25	35,50	11,48	53,21	Latossolo Roxo Distrófico
Paraopeba	3,85	2,85	2	27,3	0,03	0,09	2,73	3,50	26,61	69,88	Latossolo Vermelho-Amarelo
Viçosa	4,21	3,41	1	27,3	0,16	0,10	1,05	18,86	24,63	56,50	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico

Delineamento experimental

O delineamento estatístico utilizado foi de blocos ao acaso com duas repetições por local. Os tratamentos foram constituídos pelas espécies (Tabela 1), com 25 árvores por parcela.

Densidade básica da madeira

As amostras de madeira, em forma de baguetas, foram retiradas com auxílio de sonda Pressler com diâmetro de 5 mm, na altura do DAP, no sentido Norte-Sul. As amostras de cada árvore foram extraídas de casca a casca de todas as plantas centrais da parcela. As baguetas retiradas foram devidamente identificadas, acondicionadas em sacos de polietileno e, logo em seguida, colocadas em recipientes com gelo. Foram enviadas ao laboratório, onde permaneceram em câmara fria até a determinação da densidade básica. Foram seccionadas ao meio, sempre que possível na região da medula.

A densidade básica da madeira foi determinada através do método do máximo teor de umidade, sugerido por Keywerth (1954), Smith (1954, 1955) e, mais recentemente, utilizado por Foelkel et al. (1971). O cálculo da densidade da madeira foi feito de acordo com equação (1).

$$db = \frac{1}{\frac{PU}{PS} - 0,346} \quad (1)$$

onde:

- db = densidade básica, em g/cm³;
PU = peso da amostra úmida em g, através de saturação em água sob vácuo e pressão;
PS = peso absolutamente seco da amostra através de secagem em estufa a 105 ± 3°C;
0,346 = constante

Correlação da densidade básica da madeira com as características de crescimento

Para o estudo das relações entre a densidade básica da madeira ao nível do DAP e as características (DAP, altura, volume cilíndrico

co e espessura da casca), foram testadas, para todas as espécies, as seguintes equações de regressão:

Linear:

$$Y = a + bx \quad (2)$$

Hiperbólica:

$$Y = a + \frac{b}{x} \quad (3)$$

Bilogarítmica:

$$\log(Y) = a + b \log(x) \quad (4)$$

Semilogarítmica:

$$Y = a + b \log(x) \quad (5)$$

Log-inversa:

$$\log(Y) = a + \frac{b}{x} \quad (6)$$

Monologarítmica:

$$\log(Y) = a + bx \quad (7)$$

onde: Y = densidade básica média da madeira

x = características de crescimento da árvore

Pelos resultados dos 6 modelos de equação, escolheu-se o de maior significância, através de valores do coeficiente de correlação (r). Esse coeficiente representa a relação entre a densidade básica da madeira e as características de crescimento das espécies e dos locais, individualmente.

O teste de significância (t) dos valores de r foi realizado pela equação (8):

$$t = \frac{r \sqrt{(n-2)}}{\sqrt{(1-r^2)}} \quad (8)$$

onde:

r = coeficiente de correlação linear

n = número de dados em cada variável

Volume com casca e sem casca
das espécies de eucalipto

O volume de madeira com casca e sem casca das diferentes espécies de eucalipto foi determinado através das equações de regressão estabelecidas por GUIMARÃES (1983). Essas equações, desenvolvidas para as mesmas espécies com as mesmas idades, são expressas na Tabela 4.

TABELA 4. Modelos de equação de regressão para a estimativa dos volumes com casca para as espécies de eucaliptos.

Espécies	Equações	QMR	R ²
<u>E. camaldulensis</u>	$\ln V = -1,84052 + 1,73155 \ln D + 1,09328 \ln H$	0,004393	0,98
<u>E. citrifodora</u>	$V = 0,00733 + 0,32448 D^2 H$	0,008309	0,99
<u>E. cloeziana</u>	$\ln V = -0,49773 + 2,04313 \ln D + 0,82123 \ln H$	0,014972	0,97
<u>E. grandis</u>	$V = 0,01733 + 0,31537 D^2 H$	0,037070	0,99
<u>E. maculata</u>	$V = 0,00572 + 0,33461 D^2 H$	0,021133	0,99
<u>E. microcorys</u>	$\ln V = -1,97279 + 1,65648 \ln D + 1,10779 \ln H$	0,005612	0,99
<u>E. pellita</u>	$\ln V = -0,91676 + 1,82575 \ln D + 0,84511 \ln H$	0,006698	0,99
<u>E. pilularis</u>	$\ln V = -1,56624 + 1,77302 \ln D + 1,05101 \ln H$	0,004339	0,99
<u>E. propinqua</u>	$\ln V = -2,13064 + 1,68431 \ln D + 1,18303 \ln H$	0,005350	0,98
<u>E. saligna</u>	$\ln V = -1,04381 + 1,87482 \ln D + 0,94018 \ln H$	0,015769	0,99
<u>E. tereticornis</u>	$V = 0,01039 + 0,31147 D^2 H$	0,012267	0,98

FONTE: GUIMARÃES (1983).

QMR = soma dos quadrados dos resíduos.

R² = coeficiente de determinação.

D = diâmetro (cm).

H = altura (m).

V = volume (m³).

Não tendo sido desenvolvida uma equação de volume para o E. urophylla, utilizou-se a equação do E. pellita, uma vez que essa espécie apresentou as características de crescimento mais próximas às do E. urophylla.

A estimativa do volume sem casca foi obtida através da equação de regressão linear simples (9).

$$V_{s/c} = a + b V_{c/c} \quad (9)$$

$V_{s/c}$ = volume sem casca;

$V_{c/c}$ = volume com casca;

a = coeficiente de intercepto da equação;

b = coeficiente angular

Os valores de a, b e de R^2 são apresentados por espécie de eucalipto na Tabela 5.

TABELA 5. Valores de a, b e R^2 da equação de regressão linear simples, para estimativa de volume sem casca das espécies de eucalipto.

Espécies	a	b	R^2
<u>E. citriodora</u>	-0,01208	0,82460	0,99
<u>E. pilularis</u>	-0,00459	0,82199	0,99
<u>E. propinqua</u>	-0,01099	0,78307	0,99
<u>E. maculata</u>	-0,01345	0,83959	0,99
<u>E. pellita</u>	-0,00590	0,75709	0,99
<u>E. tereticornis</u>	-0,00914	0,80143	0,99
<u>E. cloeziana</u>	-0,02862	0,88443	0,97
<u>E. grandis</u>	-0,00733	0,87859	0,99
<u>E. microcorys</u>	-0,00799	0,85857	0,99
<u>E. camaldulensis</u>	-0,00534	0,83029	0,99
<u>E. saligna</u>	-0,01243	0,87559	0,99

FONTE: GUIMARÃES (1983).

Massa de madeira sem casca das espécies de eucalipto

A massa da madeira sem casca das diferentes espécies de eucalipto foi obtida através da multiplicação do volume de madeira sem

casca, obtido através das equações expressas na Tabela 4 e 5, pela densidade básica da madeira calculada segundo a equação (1).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados da análise da variância da característica densidade básica da madeira, aos 7 anos de idade

Nas localidades de Uberaba, Paraopeba e Viçosa (Tabela 6), a análise da variância mostrou valores de F significativos ao nível de 1%, evidenciando uma alta variação entre as espécies, com relação à densidade da madeira. Dentre os autores que detectaram essa variabilidade, cabe destacar Ferreira e Kageyama (1978), em resultados obtidos com E. urophylla, E. grandis e E. propinqua.

A elevada precisão do experimento, ao se analisar a densidade da madeira, pode ser verificada pelo baixo valor do coeficiente de variação, associado ao elevado valor de F. Dentre as espécies, o E. citriodora e E. maculata apresentaram os maiores valores de densidade básica da madeira, diferindo estatisticamente entre si e das demais espécies em Uberaba e Viçosa. Em Paraopeba, da mesma forma, o E. citriodora foi a espécie com maior densidade básica, enquanto E. maculata, E. camaldulensis, E. microcorys e E. propinqua não diferiram entre si.

A elevada densidade da madeira de E. citriodora, com médias variando de 0,649 a 0,710 g/cm³ foi detectada também por inúmeros autores, destacando-se Ferreira e Kageyama (1978), Ferreira et al. (1979), Nahuz et al. (1980) e Cunha et al. (1982). Outras espécies de eucalipto que apresentaram maiores valores de densidade foram E. maculata, (variando de 0,617 a 0,663 g/cm³), E. camaldulensis (0,578 a 0,670 g/cm³) e E. microcorys (0,546 a 0,665 g/cm³). Essas variações são grandemente influenciadas pelo local. Um melhor detalhamento desses aspectos será conduzido, quando da análise conjunta das características (Tabelas 7 e 8).

TABELA 6. Médias das densidades básicas das espécies de Eucalipto (g/cm^3), aos 7,5 anos de idade, nos locais: Uberaba, Paraopeba e Viçosa (MG). Resultados das análises da variância entre as espécies, densidade básica e teste de Duncan.

Espécies	Localidade		
	Uberaba	Paraopeba	Viçosa
<i>E. camaldulensis</i>	0,612 cd ¹	0,660 b	0,581 c
<i>E. citriodora</i>	0,710 a	0,716 a	0,649 a
<i>E. cloeziana</i>	0,605 cde	0,670 b	0,578 c
<i>E. grandis</i>	0,502 h	0,541 ef	0,456 g
<i>E. maculata</i>	0,650 b	0,663 b	0,617 b
<i>E. microcorys</i>	0,614 c	0,665 b	0,546 de
<i>E. pellita</i>	0,590 e	0,606 c	0,534 e
<i>E. pilularis</i>	0,546 fg	0,598 cd	0,526 e
<i>E. propinqua</i>	0,593 de	0,651 b	0,567 cd
<i>E. saligna</i>	0,504 h	0,525 f	0,481 f
<i>E. tereticornis</i>	0,559 f	0,610 c	0,533 e
<i>E. urophylla</i>	0,530 g	0,570 de	0,486 f
Média	0,584	0,623	0,546
Teste "F"	85,57**	26,37**	60,09**
Coefficiente de variação (%)	1,62	2,55	1,88

¹ Médias seguidas pelas mesmas letras, em cada coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

**Diferenças significativas ao nível de 1% pelo teste F.

Resultados da análise da variância conjunta de características e locais, aos 7,5 anos de idade

Com base nos resultados obtidos da análise conjunta das características envolvidas (Tabelas 7 e 8), verifica-se a necessidade de

TABELA 7. Média das características do crescimento, sobrevivência e densidade básica da madeira; análise conjunta da variância para locais, e teste de Duncan, nas espécies de eucalipto aos 7,5 anos de idade.

Espécies	Características			
	Altura média (m)	DAP (cm)	Densidade básica (g/cm ³)	Sobrevivência (%)
<i>E. camaldulensis</i>	16,41 bcd ¹	12,68 bc	0,617 c	75,1 c ²
<i>E. citriodora</i>	15,93 bcd	12,49 c	0,692 a	92,0 ab
<i>E. cloeziana</i>	17,77 abc	12,82 a	0,617 c	94,3 a
<i>E. grandis</i>	21,20 a	16,20 a	0,499 f	90,3 abc
<i>E. maculata</i>	14,20 cd	12,63 bc	0,643 b	83,4 abc
<i>E. microcorys</i>	13,49 d	12,20 c	0,608 c	76,0 bc
<i>E. pellita</i>	13,97 cd	12,84 bc	0,576 d	94,3 a
<i>E. pilularis</i>	18,38 ab	14,21 abc	0,556 d	86,1 abc
<i>E. propinqua</i>	15,91 bcd	12,45 c	0,604 c	89,6 abc
<i>E. saligna</i>	17,57 abc	15,08 ab	0,503 f	88,0 abc
<i>E. tereticornis</i>	15,88 bcd	12,33 c	0,567 d	79,8 bc
<i>E. urophylla</i>	16,51 bcd	12,86 bc	0,529 e	95,5 a
Média	16,43	13,48	0,584	87,1
Teste "F" para tratamentos	5,96**	4,872**	131,720**	3,87 NS
Teste "F" para locais	125,01**	27,006**	235,63**	3,039 NS
Teste "F" para trat. x locais	2,47**	2,27*	2,64**	1,561 NS
Coefficiente de variação (%)	13,01	11,93	2,09	11,99

1 - Médias seguidas pelas mesmas letras em cada coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

2 - Para efeito de análise estatística os dados de sobrevivência foram transformados em $\text{arc. sen } \sqrt{P/100}$.

NS = Não significativo.

** = Diferença significativa ao nível de 1% pelo teste F.

* = Diferença significativa ao nível de 5% pelo teste de F.

instalação de ensaios em diferentes regiões bioclimáticas, quando se recomendam para as mesmas, espécies potenciais destinadas a reflorestamento.

TABELA 8. Médias das características de crescimento, sobrevivência e densidade básica das espécies de eucalipto, nos três locais. Resultados das análises de variância conjunta e teste de Duncan.

Locais	Características			
	H (m)	DAP (cm)	Densidade básica (g/cm ³)	Sobrevivência (%)
Viçosa	20,59 a ¹	15,02 a	0,546 c	87,0
Uberaba	17,81 b	14,04 a	0,584 b	85,5
Paraopeba	11,01 c	11,39 b	0,623 a	82,5
Média	16,43	13,48	0,584	85,0
Teste "F" para lo- cais =	125,01**	27,006**	235,63**	3,039 NS

H = Altura média em metros.

DAP = Diâmetro à altura do peito em centímetros.

¹ Médias seguidas pelas mesmas letras em cada coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

NS = Não significativo.

** = Diferenças significativas ao nível de 1% pelo teste F.

A densidade básica da madeira diferiu estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5%, nos três locais. A maior média foi obtida em Paraopeba, seguindo-se Uberaba e Viçosa. Verificou-se que a mesma era, nos três locais, inversamente proporcional à taxa de crescimento. Em termos médios, no local de maior crescimento em altura e diâmetro, correspondente ao de solo mais fértil (Viçosa), a densidade básica média da madeira foi menor. Ao contrário, o menor crescimento em altura e diâmetro (Paraopeba) correspondeu ao local de menor fertilidade e à maior densidade básica média da madeira.

Esse aspecto tem sido discutido intensamente por diversos autores. Alguns afirmam que, em termos médios, maiores taxas de crescimento levam à produção de madeira de menor densidade. Salientam-se os trabalhos conduzidos por Susmel (1952, 1953, 1954), citado por Brasil (1972), relatando que a madeira mais densa de E. camaldulensis ocorreu em solos férteis, na Itália. Em nossas condições, Brasil e Ferreira (1971) encontraram, para a madeira de E. alba, E. saligna e E. grandis, densidade básica menos elevada em regiões de solos mais férteis.

Esses resultados vêm reafirmar os obtidos por Ferreira (1973) e Ferreira e Kageyama (1978), que, estudando a variação da densidade básica média de E. urophylla, E. saligna, E. grandis e E. propinqua, verificaram uma tendência para produção de madeira mais densa nas regiões em que as condições de crescimento eram inferiores. Resultados semelhantes foram encontrados por Brasil (1979), com E. propinqua, aos 5 anos de idade.

Modelos de regressão e correlação de densidade básica da madeira com os parâmetros avaliados

As correlações entre a densidade básica da madeira, ao nível de DAP, e as características silviculturais (altura, diâmetro, espessura da casca e volume cilíndrico) das espécies de eucalipto, em Uberaba, Paraopeba e Viçosa, são apresentadas nas Tabelas 9 a 12, bem como os modelos da regressão que melhor expressaram a correlação entre a densidade e as características avaliadas.

Pala análise da Tabela 9, verificou-se que a característica altura está fracamente correlacionada com a densidade básica nos três locais. A maioria das espécies apresentou correlações não significativas, exceto E. microcorys, E. citriodora, E. tereticornis, em Uberaba; E. cloeziana e E. urophylla, em Paraopeba; E. grandis, em Viçosa.

A característica diâmetro (DAP) apresenta também, de modo geral, baixa correlação com a densidade básica da madeira, tendo em vista os valores dos coeficientes de correlação (r) apresentados na Tabela 10. A maioria das espécies de eucaliptos apresentou correlações não significativas, exceto E. microcorys e E. tereticornis, em Uberaba; E. camaldulensis, E. urophylla e E. cloeziana, em Paraopeba; E. grandis, em Viçosa.

Os resultados mostraram-se concordantes com os apresentados na literatura sobre folhosas. A inexistência de correlação entre a densidade básica ao nível do DAP com a altura e o diâmetro foi verifi-

TABELA 9. Valores de r, a, b nos melhores modelos de regressão, nas espécies de eucalipto e nos locais, sendo x altura (m) e Y densidade básica da madeira (g/cm^3).

Espécies	Localis		Uberaba		Paracatuba				Tijucas			
	r	Modelo	a	b	r	Modelo	a	b	r	Modelo	a	b
<i>E. camaldulensis</i>	-0,2688	(2)	0,5303	-0,2916	-0,1282	(6)	-0,3935	-0,0017	0,4782	(1)	0,5449	0,0023
<i>E. citriodora</i>	-0,61*	(5)	-0,1407	-3,4395	0,4982	(1)	0,6600	0,0053	0,2582	(5)	-0,3890	-0,7727
<i>E. cloeciana</i>	-0,0582	(6)	-0,4873	-0,0068	0,56*	(6)	-0,5320	0,0166	0,4382	(1)	0,5076	0,0034
<i>E. grandis</i>	0,1482	(2)	0,4687	0,7587	-0,2042	(5)	-0,5257	-1,4409	0,57*	(1)	0,4198	0,0015
<i>E. maculata</i>	-0,1382	(5)	-0,3908	-0,6244	0,5082	(5)	-0,3871	-0,3839	-0,3782	(6)	-0,4353	-0,0629
<i>E. microcorym</i>	0,73*	(3)	-0,9976	0,1922	-0,3782	(1)	0,6626	-0,6645	0,3782	(5)	-0,5241	-1,5142
<i>E. ovata</i>	0,0982	(6)	-0,5404	0,0010	-0,4882	(5)	-0,4099	-0,7197	-0,2782	(5)	-0,5124	-2,2526
<i>E. subulata</i>	-0,0782	(2)	0,5666	-0,4120	0,0982	(1)	0,5868	0,0015	-0,2982	(5)	-0,5778	-1,6782
<i>E. prostrata</i>	-0,2382	(5)	-0,4066	-0,8249	-0,2682	(5)	-0,3961	-0,3403	-0,8082	(6)	-0,6487	0,0045
<i>E. saligna</i>	-0,3082	(5)	-0,6416	-0,7362	-0,0782	(2)	0,5307	-0,0574	0,0582	(5)	-0,7401	0,1573
<i>E. tarricorensis</i>	0,51*	(6)	-0,7449	0,0094	0,0682	(1)	0,6014	0,0009	0,1982	(6)	-0,6621	0,0018
<i>E. viminalis</i>	-0,0282	(7)	0,5352	-0,1462	-0,56*	(5)	-0,4452	-1,1960	-0,1782	(2)	0,5144	-0,0518

Modelo de equação de regressão: (1) Linear $Y = a + bx$; (2) Hiperbólica $Y = a + b/x$; (3) Bilogarítmica $\log(Y) = a + b \log(x)$; (4) Semilogarítmica $Y = a + b \log(x)$; (5) Log. Inversa $\log(Y) = a + b(1/x)$; (6) Monologarítmica $\log(Y) = a + bx$.

NS = Não significativo.

a = Coeficiente de interceção da equação.

b = Coeficiente angular.

c = Coeficiente de correlação.

* Diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste t.

TABELA 10. Valores de r, a, b nos melhores modelos de regressão, nas espécies de eucalipto e nos locais, sendo \bar{x} DAP (cm) e \bar{y} densidade básica de madeira (g/cm^3).

Espécies	Locais				Uberaba				Paraopeba				Viçosa			
	r	Modelo	a	b	r	Modelo	a	b	r	Modelo	a	b	r	Modelo	a	b
<i>E. camaldulensis</i>	-0,21NS	(2)	0,6293	-0,2166	-0,63*	(1)	0,7049	-0,0038	0,49NS	(1)	0,5205	0,0051	-0,26NS	(5)	-0,3876	-0,5852
<i>E. citrifoliosa</i>	-0,29NS	(5)	-0,2687	-0,9010	0,28NS	(1)	0,6918	0,0023	0,39NS	(1)	0,5252	0,0031	0,61**	(4)	0,3323	0,0444
<i>E. cloeziana</i>	-0,28NS	(6)	-0,4194	-0,0047	0,59*	(6)	-0,5089	0,0084	-0,44NS	(6)	-0,4077	-0,0056	-0,44NS	(6)	-0,4077	-0,0056
<i>E. grandis</i>	0,07NS	(6)	-0,7194	0,0015	-0,43NS	(5)	-0,5385	-1,0973	-0,30NS	(5)	-0,5345	-0,9517	-0,19NS	(2)	0,5641	-0,4082
<i>E. maculata</i>	-0,13NS	(5)	-0,4009	-0,3703	-0,42NS	(5)	-0,3659	-0,5027	0,28NS	(3)	-0,8169	0,0609	0,36NS	(6)	-0,6511	0,0064
<i>E. microcorys</i>	0,77**	(3)	-1,1073	0,2392	-0,01NS	(2)	0,6238	0,0174	0,28NS	(3)	-0,8169	0,0609	-0,13NS	(6)	-0,7035	-0,0017
<i>E. pellita</i>	0,19NS	(6)	-0,5548	0,0024	-0,46NS	(5)	-0,3665	-1,6968	0,36NS	(6)	-0,6511	0,0064	0,34NS	(3)	-0,9555	0,1186
<i>E. pilularis</i>	0,12NS	(6)	-0,6475	0,0026	0,43NS	(1)	0,5344	0,0066	-0,29NS	(5)	-0,6484	-0,5043	-0,13NS	(6)	-0,7035	-0,0017
<i>E. propinqua</i>	-0,27NS	(6)	-0,4638	-0,7182	-0,16NS	(2)	0,6649	-0,1472	0,34NS	(3)	-0,9555	0,1186	-0,29NS	(6)	-0,6098	-0,0079
<i>E. saligna</i>	-0,29NS	(5)	-0,6484	-0,5043	-0,08NS	(2)	0,5319	-0,0832	0,34NS	(3)	-0,9555	0,1186	0,34NS	(3)	-0,9555	0,1186
<i>E. tereticornis</i>	-0,52*	(5)	-0,4764	-1,3219	0,03NS	(1)	0,6039	0,0007	0,34NS	(3)	-0,9555	0,1186	0,34NS	(3)	-0,9555	0,1186
<i>E. urophylla</i>	-0,17NS	(1)	0,5537	-0,0018	0,54*	(4)	0,3653	0,0888	-0,29NS	(6)	-0,6098	-0,0079	-0,29NS	(6)	-0,6098	-0,0079

Modelo de equação de regressão: (1) Linear $Y = a + bx$; (2) Hiperbólica $Y = a + b/x$; (3) Bilogarítmica $\log(Y) = a + b \log(x)$; (4) Semilogarítmica $Y = a + b \log(x)$; (5) Log. inversa $\log(Y) = a + b(1/x)$; (6) Monologarítmica $\log(Y) = a + bx$.

NS = Não significativo.

a = Coeficiente de intercepto da equação.

b = Coeficiente angular.

c = Coeficiente de correlação.

* Diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste t.

cada por inúmeros autores. Destacam-se os trabalhos de Ferreira (1968), nos quais a densidade da madeira de E. alba não aparece como função direta ou inversa do vigor da árvore. Brasil (1972) não encontrou correlação entre densidade básica com DAP e altura, em E. propinqua, aos 5 anos de idade.

Pela análise da Tabela 11, observa-se que na maioria das espécies não houve correlação significativa entre densidade básica da madeira e espessura da casca, exceto com E. camaldulensis, E. cloeziana e E. propinqua, em Paraopeba, e E. camaldulensis, em Viçosa.

Quanto ao volume cilíndrico das espécies de eucalipto (Tabela 12), os coeficientes de correlação (r) revelaram que, de um modo geral, essa característica não está correlacionada com a densidade básica da madeira. Houve correlação significativa em E. microcorys e E. tereticornis, em Uberaba; E. camaldulensis, E. cloeziana e E. urophylla, em Paraopeba; E. grandis e E. maculata, em Viçosa. No entanto, vale salientar em todos os locais que, apesar de algumas espécies apresentarem correlações significativas de densidade básica com fatores de crescimento, os coeficientes de correlação são pouco expressivos, não permitindo fazer afirmações conclusivas.

Estimativa da produtividade das espécies de eucalipto em Uberaba, Paraopeba e Viçosa (MG), aos 7,5 anos de idade

A produtividade das espécies de eucalipto, expressa pelo volume e massa de madeira sem casca, nos três locais, é apresentada nas Tabelas 13 a 15 e Figuras 1 a 3.

Em Uberaba (Tabela 13; Figura 1), a média geral do ensaio de produtividade em volume e massa foi de $160,94 \text{ m}^3/\text{ha}$ e $91,44 \text{ t/ha}$, respectivamente. O E. grandis obteve a maior produtividade em volume ($321,149 \text{ m}^3/\text{ha}$), representando aproximadamente 100% acima da média do ensaio; enquanto o E. cloeziana obteve maior produtividade em massa ($166,680 \text{ t/ha}$), representando 82% acima da média. Salienta-se que, entre essas espécies, a diferença em volume foi de 16,5%, enquanto que a diferença em massa foi de apenas 3,4%. Isto se deve ao fato de o E. cloeziana possuir maior densidade básica da madeira, além de apresentar uma excelente sobrevivência no ensaio. O E. pilularis, E. saligna e E. urophylla formaram um segundo grupo de espécies, com produtividade em volume e massa acima da média do ensaio, entretanto, com valores

TABELA 11. Valores de r, a, b nos melhores modelos de regressão, nas espécies de eucalipto e nos locais, sendo \bar{x} espessura da casca (cm) e \bar{Y} densidade básica da madeira (g/cm^3).

Espécies	Locais				Uberaba				Paraopeba				Viçosa			
	r	Modelo	a	b	r	Modelo	a	b	r	Modelo	a	b	r	Modelo	a	b
<i>E. camaldulensis</i>	-0,25NS	(6)	-0,4611	-0,0402	-0,64*	(6)	-0,3454	-0,1102	0,74**	(1)	0,4236	0,1427	0,33NS	(6)	0,5129	0,3393
<i>E. citriodora</i>	0,03NS	(1)	0,7048	0,0095	0,17NS	(1)	0,7053	0,0261	0,22NS	(5)	-0,5862	0,0567	0,22NS	(5)	-0,5862	0,0567
<i>E. cloeziana</i>	0,05NS	(1)	0,5960	0,0042	0,64**	(6)	-0,5140	0,0652	-0,39NS	(2)	0,4791	-0,0046	-0,39NS	(2)	0,4791	-0,0046
<i>E. grandis</i>	0,34NS	(1)	0,4825	0,0450	0,04NS	(3)	-0,6325	-0,0060	-0,19NS	(1)	0,6340	-0,0783	-0,19NS	(1)	0,6340	-0,0783
<i>E. maculata</i>	-0,33NS	(1)	0,7008	-0,1635	0,41NS	(1)	0,6422	0,0371	0,20NS	(5)	-0,5596	-0,0247	0,20NS	(5)	-0,5596	-0,0247
<i>E. microcorys</i>	0,24NS	(6)	-0,5218	0,0535	-0,11NS	(1)	0,6134	0,0267	-0,16NS	(2)	0,5491	-0,0102	-0,16NS	(2)	0,5491	-0,0102
<i>E. pellita</i>	-0,31NS	(5)	-0,4932	-0,0229	0,29NS	(6)	-0,5816	0,0683	-0,14NS	(2)	0,5403	-0,0097	-0,14NS	(2)	0,5403	-0,0097
<i>E. pilularia</i>	0,17NS	(3)	-0,5920	0,0442	0,50NS	(5)	-0,5877	0,0311	-0,42NS	(5)	-0,4830	-0,0230	-0,42NS	(5)	-0,4830	-0,0230
<i>E. propinqua</i>	0,10NS	(4)	0,6194	0,0184	-0,60*	(4)	-0,6079	-0,0607	-0,35NS	(6)	-0,6902	-0,0787	-0,35NS	(6)	-0,6902	-0,0787
<i>E. saligna</i>	-0,23NS	(5)	-0,6377	-0,0316	-0,52NS	(5)	-0,5584	-0,0624	0,33NS	(3)	-0,6168	0,0467	0,33NS	(3)	-0,6168	0,0467
<i>E. tereticornis</i>	0,46NS	(3)	-0,5694	0,0601	0,11NS	(1)	0,5924	0,0274	-0,17NS	(2)	0,5016	-0,0053	-0,17NS	(2)	0,5016	-0,0053
<i>E. urophylla</i>	-0,21NS	(2)	0,5548	-0,0136	-0,17NS	(2)	0,5953	-0,0102								

Modelo de equação de regressão: (1) Linear $Y = a + bx$; (2) Hiperbólica $Y = a + b/x$; (3) Bilogarítmica $\log(Y) = a + b \log(x)$; (4) Semilogarítmica $Y = a + b \log(x)$; (5) Log. inversa $\log(Y) = a + b(1/x)$; (6) Monologarítmica $\log(Y) = a + bx$.

NS = Não significativo.

a = Coeficiente de intercepto da equação.

b = Coeficiente angular.

c = Coeficiente de correlação.

* Diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste t .

TABELA 12. Valores de r, a, b nos melhores modelos de regressão, nas espécies de eucalipto e nos locais, sendo \underline{x} densidade básica da madeira (g/cm^3) e \underline{Y} volume cilíndrico (dm^3).

Espécies	Locais				Uberaba				Paraopeba				Viçosa			
	r	Modelo	a	b	r	Modelo	a	b	r	Modelo	a	b	r	Modelo	a	b
<i>E. camaldulensis</i>	0,20NS	(6)	1,4448	6,6071	0,61*	(2)	-2126,77	1536,41	0,54NS	(1)	-1413,22	2795,99	-0,38NS	(5)	8,6070	-1,8960
<i>E. citriodora</i>	-0,38NS	(5)	9,0178	-2,6413	0,41NS	(1)	-919,38	1447,64	-0,18NS	(5)	-2367,51	4961,21	0,23NS	(2)	-494,60	613,22
<i>E. cloeziana</i>	0,23NS	(2)	-494,60	613,22	-0,62**	(5)	14,4446	-6,2806	0,44NS	(1)	-6,5360	27,8801	-0,09NS	(2)	1058,51	-211,26
<i>E. grandis</i>	-0,09NS	(2)	1058,51	-211,26	-0,37NS	(5)	10,1988	-2,6327	0,61**	(6)	-2371,37	1669,13	-0,11NS	(1)	451,11	-376,22
<i>E. maculata</i>	-0,11NS	(1)	451,11	-376,22	-0,40NS	(5)	16,1283	-7,6371	0,57*	(2)	8,6795	-1,7889	-0,82**	(5)	13,1564	-4,8249
<i>E. microcorys</i>	-0,82**	(5)	13,1564	-4,8249	-0,18NS	(1)	242,54	-261,13	-0,27NS	(5)	7,7559	-1,0426	-0,22NS	(2)	874,64	-421,14
<i>E. pellita</i>	-0,22NS	(2)	874,64	-421,14	-0,55NS	(5)	9,7392	-3,1424	-0,23NS	(5)	1032,40	-2,0461	-0,11NS	(2)	734,45	-190,78
<i>E. pilularis</i>	-0,11NS	(2)	734,45	-190,78	0,35NS	(6)	0,1657	6,5265	-0,29NS	(5)	-1129,14	2482,60	-0,25NS	(5)	8,3658	-1,7572
<i>E. propinqua</i>	-0,25NS	(5)	8,3658	-1,7572	-0,18NS	(5)	8,2722	-2,3435	0,42NS	(1)	-65,9177	319,76	-0,21NS	(1)	1592,19	-2363,21
<i>E. saligna</i>	-0,21NS	(1)	1592,19	-2363,21	0,06NS	(6)	3,4594	2,4218	0,10NS	(2)	18141,75	-735,03	-0,54*	(5)	11,5324	-3,4872
<i>E. tereticornis</i>	-0,54*	(5)	11,5324	-3,4872	0,06NS	(1)	19,0017	63,0286	-0,30NS	(2)	-350,04	345,09	-0,14NS	(1)	785,74	-834,29
<i>E. urophylla</i>	-0,14NS	(1)	785,74	-834,29	-0,62*	(5)	11,0359	-3,7419	0,31NS	(2)						

Modelo de equação de regressão: (1) Linear $Y = a + bx$; (2) Hiperbólica $Y = a + b/x$; (3) Bilinear $\log(Y) = a + b \log(x)$; (4) Semilogarítmica $Y = a + b \log(x)$; (5) Log. inversa $\log(Y) = a + b(1/x)$; (6) Monologarítmica $\log(Y) = a + bx$.

NS = Não significativo.

a = Coeficiente de intercepto da equação.

b = Coeficiente angular.

c = Coeficiente de correlação.

* Diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste t.

relativamente mais baixos, quando comparados com os obtidos por E. grandis e E. cloeziana.

As espécies E. tereticornis, E. maculata, E. microcorys e E. pellita alcançaram as mais baixas produtividades em volume (valores inferiores a 100 m³/ha) e em massa (abaixo de 70 t/ha). Portanto, em Uberaba essas espécies/procedências demonstraram ter menor potencialidade em relação às demais.

Em Paraopeba (Tabela 14, Figura 2), a média geral do ensaio de produtividade em volume e em massa foi de 57,272 m³/ha e de 34,808 t/ha, respectivamente. Nessa localidade o E. grandis obteve maior produtividade em volume (129,310 m³/ha) e em massa (69,180 t/ha), o que representa média superior à do ensaio, com valores de 125% e 99%, respectivamente.

O E. saligna, E. camaldulensis e E. cloeziana alcançaram também produtividade em volume acima da média, embora com valores inferiores aos do E. grandis. Vale salientar que o E. saligna, quando comparado com E. camaldulensis e E. cloeziana, obteve um aumento em volume da ordem de 24% e uma diminuição em massa de 1,82% (0,94 t/ha) e 3,02% (1,53 t/ha), respectivamente. No E. cloeziana a elevada densidade básica proporcionou uma maior produção de massa, compensando a menor produtividade de volume dessa espécie, além de apresentar uma alta porcentagem de sobrevivência.

Em posição intermediária e abaixo da média do ensaio, situam-se o E. propinqua e E. citriodora, com idênticas taxas de sobrevivência e valores próximos de produtividade volumétrica. Entretanto, o E. citriodora apresentou uma produtividade em massa de 5,6% (1,43 t/ha) superior ao E. propinqua, devido à sua maior densidade básica (716 kg/m³). As espécies que em Paraopeba apresentaram as menores produtividades em volume e em massa foram E. microcorys, E. pilularis e E. tereticornis.

Em Viçosa (Tabela 15, Figura 3), a média geral do ensaio de produtividade foi: 218,98 m³/ha (volume) e 116,57 t/ha (massa). Neste local o E. grandis alcançou a maior produtividade em volume, e E. pilularis, em massa, ou seja: 96% e 72% acima da média, respectivamente. A comparação entre essas duas espécies evidenciou uma diferença de volume de 12,8% e de massa de apenas 2,25%. A densidade básica da madeira do E. pilularis é superior à do E. grandis, o que compensa a maior taxa de sobrevivência e a maior produção volumétrica dessa última espécie.

TABELA 13. Estimativa de volume e massa de madeira sem casca por hectare e densidade básica da madeira, de doze espécies de eucalipto, aos 7 anos de idade, em Uberaba (MG).

Espécies	Nº de plantas ¹	Sobrevivência (%)	Volume médio da madeira sem casca ³ (m ³ /ha)	Densidade básica média ³ (kg/m ³)	Massa média de madeira sem casca (t/ha)
<u>E. grandis</u>	15	83	321,149	502	161,216
<u>E. cloeziana</u>	18	100	273,505	605	166,680
<u>E. pilularis</u>	17	94	223,890	546	122,243
<u>E. saligna</u>	15	83	109,312	504	105,493
<u>E. urophylla</u>	18	100	182,603	530	96,779
<u>E. camaldulensis</u>	13	72	137,751	612	84,303
<u>E. propinqua</u>	15	83	119,875	593	71,085
<u>E. citriodora</u>	16	88	105,943	710	75,219
<u>E. tereticornis</u>	15	83	99,343	559	55,532
<u>E. maculata</u>	16	88	95,763	650	62,245
<u>E. microcorys</u>	11	61	81,563	614	50,079
<u>E. pellita</u>	17	94	78,631	590	46,392
Média			160,944	584,6	91,44

¹ Valores correspondentes ao número total de plantas úteis das duas repetições.

- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| 1 - <i>E. grandis</i> | 7 - <i>E. propinqua</i> |
| 2 - <i>E. cloeziana</i> | 8 - <i>E. citriodora</i> |
| 3 - <i>E. pilularis</i> | 9 - <i>E. tereticornis</i> |
| 4 - <i>E. saligna</i> | 10 - <i>E. maculata</i> |
| 5 - <i>E. urophylla</i> | 11 - <i>E. microcorys</i> |
| 6 - <i>E. camaldulensis</i> | 12 - <i>E. pellita</i> |

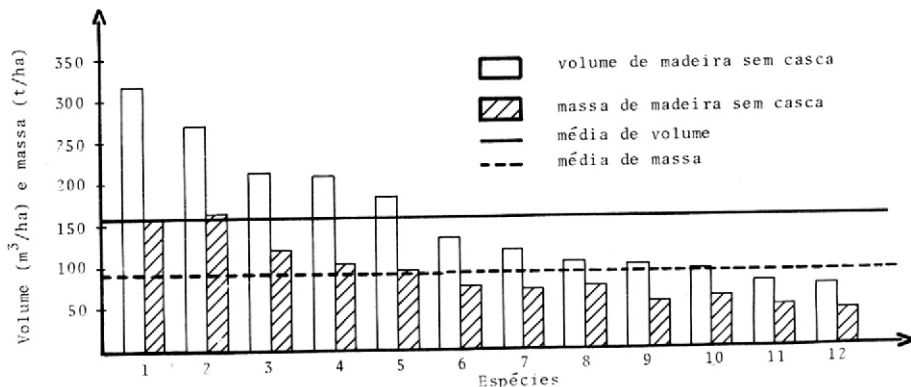


FIG. 1. Estimativa de produtividade em volume (m^3) e massa (t) de madeira sem casca por hectare das diferentes espécies de eucalipto, em Uberaba, MG.

TABELA 14. Estimativa de volume e massa de madeira sem casca por hectare e densidade básica da madeira de doze espécies de eucalipto, aos 7,5 anos de idade, em Paraopeba (MG).

Espécies	N° de plantas ¹	Sobrevivência (%)	Volume médio da madeira sem casca ³ (m ³ /ha)	Densidade básica média ³ (kg/m ³)	Massa média de madeira sem casca (t/ha)
<u>E. grandis</u>	14	78	129,310	535	69,180
<u>E. saligna</u>	13	72	98,359	525	51,638
<u>E. camaldulensis</u>	12	66	79,545	661	52,579
<u>E. cloeziana</u>	17	94	79,398	670	53,196
<u>E. maculata</u>	11	61	52,460	662	34,728
<u>E. urophylla</u>	16	88	51,827	570	29,541
<u>E. pellita</u>	12	66	40,422	606	24,495
<u>E. propinqua</u>	12	66	39,409	651	25,655
<u>E. citriodora</u>	12	66	37,836	716	27,090
<u>E. microcorys</u>	14	78	34,404	665	22,879
<u>E. pilularis</u>	12	66	25,107	598	15,013
<u>E. tereticornis</u>	12	66	19,187	610	11,704
Média			57,272	622,4	34,808

¹ Valores correspondentes ao número total de plantas úteis das duas repetições.

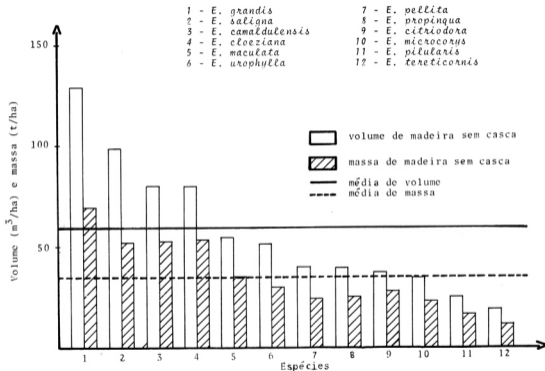


FIG. 2. Estimativa de produtividade em volume (m³) e massa (t) de madeira sem casca por hectare das diferentes espécies de eucalipto, em Paraopeba, MG.

TABELA 15. Estimativa de volume e massa de madeira sem casca por hectare e densidade básica da madeira de doze espécies de eucalipto aos 7,5 anos de idade, em Viçosa (MG).

Espécies	N° de plantas ¹	Sobrevivência (%)	Volume médio da madeira sem casca (m ³ /ha)	Densidade básica média ³ (kg/m ³)	Massa média de madeira sem casca (t/ha)
<i>E. grandis</i>	18	100	429,600	456	195,897
<i>E. pilularis</i>	15	83	380,838	526	200,321
<i>E. saligna</i>	16	88	333,645	481	160,483
<i>E. cloeziana</i>	17	94	239,011	578	138,148
<i>E. citriodora</i>	17	94	194,979	650	126,736
<i>E. tereticornis</i>	14	78	189,148	533	100,816
<i>E. pellita</i>	16	88	174,670	534	93,274
<i>E. maculata</i>	15	83	159,267	617	98,267
<i>E. propinqua</i>	18	100	157,548	567	89,329
<i>E. urophylla</i>	14	78	149,958	487	73,030
<i>E. microcorys</i>	14	78	134,927	546	73,670
<i>E. camaldulensis</i>	12	67	84,213	581	*48,928
Média			218,980	546	116,570

¹ Valores correspondentes ao número total de plantas úteis das duas repetições.

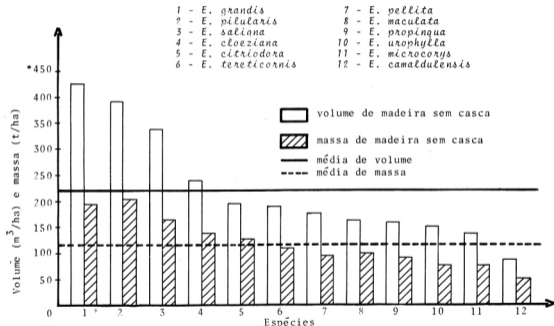


FIG. 3. Estimativa de produtividade em volume (m^3) e massa (t) de madeira sem casca por hectare das diferentes espécies de eucalipto, em Viçosa, MG.

Um segundo grupo de espécies, com produtividade acima da média, foi constituído pelo E. saligna e E. cloeziana. As diferenças entre as duas espécies foram de 39% em volume e 16% em massa. A menor diferença percentual na produção de massa reflete a maior densidade básica do E. cloeziana, que compensa, dentro de certos limites, a menor produtividade em volume.

Analisando conjuntamente os três locais, verificou-se a influência do sítio na produtividade em volume e em massa das espécies de eucalipto. O melhor local foi Viçosa, seguindo-se Uberaba e Paraopeba. Cabe salientar que a menor densidade básica da madeira em Viçosa, conforme consta na Tabela 8, foi compensada pela maior produtividade em volume.

O E. grandis revelou superioridade em volume em relação às demais espécies, nos três locais, corroborando os resultados de pesquisa e de plantios comerciais. Este fato o indica como de elevada importância (Golfari, 1975; Moura et al. 1980; Gomes et al. 1981). Comparando a produtividade em massa em Viçosa e em Uberaba destacaram-se E. pilularis, E. cloeziana, E. grandis e E. saligna. Quanto ao E. cloeziana, ensaios conduzidos em vários locais do Espírito Santo têm demonstrado o potencial dessa espécie (IPEF, 1983).

Foram observadas diferenças marcantes em locais com relação ao E. pilularis. Destacaram-se Viçosa e Uberaba, com média de 302,3 m³/ha em volume e 161,2 t/ha em massa. Em Paraopeba houve redução significativa para 25,10 m³/ha em volume e 15,01 t/ha em massa. Esse fato vem demonstrar a elevada importância dos testes de introdução de espécies e procedências na indicação dos melhores materiais genéticos, conforme Golfari (1975, 1978) e IPEF (1983).

Finalmente, verifica-se a necessidade de analisar a produção em volume e massa de cada espécie de eucalipto, em particular, para definir o aproveitamento final da madeira. As espécies de densidade básica mais elevada (E. citriodora, E. maculata, E. camaldulensis e E. cloeziana) apresentam destavantagens para sua utilização como fonte de matéria-prima nas indústrias de celulose e papel, conforme salientado por Barrichello e Brito (1976). Estes autores procuram trabalhar com espécies de densidade básica em torno de 500 kg/m³. Por outro lado, as espécies com maior densidade básica da madeira são as melhores como matéria-prima para a produção de energia e para serraria, quando se exige maior poder calorífico e mais alta resistência físico-mecânica.

CONCLUSÕES

Aos 7,5 anos, na localidade Viçosa (MG), com melhores condições edafoclimáticas, as espécies apresentaram maiores taxas de crescimento e menor densidade básica da madeira, ao nível do DAP. Em Paraopeba (MG), com solo de menor fertilidade, verificaram-se menor taxa de crescimento e maior densidade básica da madeira.

Foi detectado um efeito significativo do local sobre a densidade básica e produção volumétrica, em todas as espécies estudadas.

Não foram verificadas, de um modo geral, correlações significativas entre a densidade básica da madeira das espécies de eucalipto e as características de crescimento.

Na produção de volume e massa foram observadas diferenças entre espécies e locais, destacando a localidade de Viçosa seguindo-se Uberaba e Paraopeba.

Em Uberaba (MG), as espécies de eucalipto que mais se destacaram quanto à produção de volume e massa de madeira sem casca foram E. grandis, E. cloeziana, seguidos de E. pilularis, E. saligna e E. urophylla.

As espécies que alcançaram maior volume e massa de madeira sem casca, em Paraopeba (MG) foram E. grandis e E. saligna, seguidos de E. camaldulensis e E. cloeziana.

Na localidade de Viçosa (MG), as espécies que alcançaram melhores produtividades em volume e massa de madeira sem casca foram E. grandis e E. pilularis, seguidos de E. saligna e E. cloeziana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRICHELLO, L.E.G.; BRITO, J.O. A madeira das espécies de eucalipto como matéria-prima para a indústria de celulose e papel. Série Divulgação. PRODEPEF, Brasília (13):1-45, 1976.
- BRASIL, M.A.M. & FERREIRA, M. Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm., *E. alba* Reinw e *E. grandis* Hill ex Maiden aos 5 anos de idade, em função do local e do espaçamento. IPEF, Piracicaba (2/3):129-49, 1971.
- BRASIL, M.A.M. Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus propinqua* Deane ex Maiden em função do local e do espaçamento. Piracicaba, ESALQ, 1972, Tese Mestrado.
- BRASIL, M.A.M.; VEIGA, R.A.A. & FERREIRA, M. Densidade básica média da árvore no nível do DAP de *Eucalyptus propinqua* Deane ex Maiden. Ciência e Cultura, São Paulo, 28(7):414, 1976.
- BRASIL, M.A.M.; VEIGA, R.A.A. & MELLO, H. do A. Densidade básica da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, aos 3 anos de idade. IPEF, Piracicaba, (19), 63-76, 1979.
- COWN, D.J. Estimation of wood density and the pilodyn wood tester. In: IUFRO WORLD CONGRESS, 17, Kyoto, 1981. Proceedings. IBARAKI, IUFRO Congress Council, 1981. v.5 p. 382.
- CUNHA, R.A. da; PISANI, J.F. & GURGEL, J.T. do A. Variação da densidade básica em *Eucalyptus citriodora* Hook de várias idades. Boletim Técnico do Instituto Florestal, São Paulo, 21(2):1-74, 1982.
- FERREIRA, C.A.; FREITAS, M. & FERREIRA, M. Densidade básica da madeira de plantações comerciais de eucaliptos, na região de Mogi-Guaçu-SP. IPEF, Piracicaba, (18):106-17, 1979.
- FERREIRA, M. Estudo da variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus alba* Reinw e *Eucalyptus saligna* Smith. Piracicaba, ESALQ, 1968. Tese doutorado.
- FERREIRA, M. Estudo da variação da densidade básica da madeira de povoamentos de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Piracicaba, ESALQ, 1970. Tese de Livre Docência.
- FERREIRA, M. Variação da densidade básica da madeira de plantações comerciais de *E. alba* Reinw, *E. urophylla* S.T. Blake, *E. saligna* Smith e *E. grandis* Hill ex Maiden, O papel, São Paulo. 34:151-7, 1973.
- FERREIRA, M. & KAGEYAMA, P.Y. Melhoramento genético da densidade da madeira de eucalipto. Boletim Informativo, IPEF, Piracicaba, 6(20): A-1/A-14, 1978.

- FOELKEL, C.E.B.; BRASIL, M.A.M. & BARRICHELLO, L.E.G. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. IPEF, Piracicaba (2/3):65-74, 1971.
- GOLFARI, L. Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento. Série Técnica. PRODEPEF, Belo Horizonte. (3)1-65, 1975.
- GOLFARI, L.; CASER, R.L. & MOURA, V.P.G. Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil: 2a. aproximação. Série Técnica, PRODEPEF, Brasília, (11):1-66, 1978.
- GOMES, J.M.; PEREIRA, A.R.; BRANDI, R.M. & MACIEL, L.A.F. Variação do crescimento de espécies e procedências de eucalipto cultivadas na região de Viçosa, MG. Revista Árvore, Viçosa, 5(2):233-49, 1981.
- GUIMARÃES, D.P.; MOURA, V.P.G.; REZENDE, G.C.; MENDES, C.J. & SILVA, J.F.V. Avaliação silvicultural, dendrométrica e tecnológica de espécies de Eucalyptus. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1983. 76p. (EMBRAPA-CPAC. Boletim de pesquisa, 20).
- HARRIS, J.M. The influence of environment on the wood density of radiata pine grown in New Zealand. In: WOELS CONSULTATION ON FOREST GENETICS AND TREE IMPROVEMENT, 1. Stockholm, 1963. Proceedings. Rome, FAO, 1963. p.1-9.
- IPEF, Competição de espécies de eucalipto em áreas pertencentes à Docmade, ES, Piracicaba, s.ed. 1983. 31p. (mimeo.).
- KELM, G.S. Quality of wood from fertilized forests. TAPPI, Atlanta, 51(11):99A-103A, 1968.
- KEYWERTH, R. A contribution in qualitative growth analysis. Malz Roh-U Wekstoff, 12(3):77-83, 1954.
- MADERN, J.H. The heritability of wood density. In: IUFRO, MEETING SECTION 41., Melbourne, 1965. v.2. p.1-20.
- MENDES, L.J.; SWITER FILHO, W.; REZENDE, G.C. de & MORAES, T.S.A. Variação da densidade básica da madeira em diversas procedências de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden. In: SIMPÓSIO IUFRO EM MELHORAMENTO GENÉTICO E PRODUTIVIDADE DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE RÁPIDO CRESCIMENTO, Águas de São Pedro, 1980. 17p. (no prelo).
- MOURA, V.P.G.; CASER, R.L.; ALBINO, J.C.; GUIMARÃES, D.P.; MELO, J.T. & COMASTRI, S.A. Avaliação de espécies e procedências de Eucalyptus em Minas Gerais e Espírito Santo; resultados parciais. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1980. 104p. (EMBRAPA-CPAC. Boletim de pesquisa, 1).
- NAHUZ, M.A.R.; ALFONSO, V.A.; ZENIO, G.S.; JARA, E.R.P.; COSTA, A.I.P.; NETO, O. de B. & MARIA, S.K. Variação da densidade básica,

- de acordo com a idade, em Eucalyptus spp do distrito florestal de Mato Grosso do Sul-MS. In: Simpósio IUFRO EM MELHORAMENTO GENÉTICO E PRODUTIVIDADE DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE RÁPIDO CRESCIMENTO, Águas de São Pedro, 1980. 26p. (no prelo).
- NYLINDER, P. Non destructive field sampling systems for determining the wood density of standing timber over large areas, variations within and between species and the influence of environmental and other factors on wood density. In: IUFRO MEETING SECTION, 41., 1965. v.1, p.1-13.
- PANSHIN, A.J. & ZEEUW, C. Textbook of wood technology. 3. ed. New York, McGraw-Hill, 1970. 705p.
- ROSADO, S.C. da S. & BRUNE, A. Avaliação da densidade básica da madeira em árvores vivas. Silvicultura, São Paulo, 8(28):859-62, 1983.
- SAUCIER, J.R. & TARAS, M.A. Specific gravity and fiber length variation within annual dight increment of red maple. Forest Products Journal, Madison, 16(2):33-6, 1966.
- SCARAMUZZI, G. A comparison of some methods for determining the basic density of increment cores of Euramerican poplar hybrids. In: WORLD FORESTRY CONGRESS, 6., Madrid. 1966. Proceedings. v.3, p.3454-9.
- SKOLMEN, R.G. Shrinkage and specific gravity variation in robusta Eucalyptus wood grown in Hawaii. USDA. Forest Service PSW research note, Berkeley, (296):1-6, 1975.
- SOUZA, A.P.; DELLA LUCIA, R.M. & RESENDE, G.C. Estudo da densidade básica da madeira de Eucalyptus microcorys F. Muell, cultivada na região de Dionísio-MG. Revista Árvore, Viçosa, 3(1):16-27, 1979.
- SPURR, S.H. & HSIUNG, W. Growth rate and specific gravity in conifers. Journal of Forestry, Washington, 52(3):191-200, 1954.
- SMITH, D.M. Maximum moisture content method for determining specific gravity of small wood samples. Madison, USDA/FPL, 1954. 8p.
- SMITH, D.M. A comparison of two methods for determining the specific gravity of small samples or second growth Douglas-Fir. Madison, USDA/FPL, 1955. 28p.
- STAMM, A.J. Wood and celuloze science. New York, Ronaldo Press, 1964. 549p.
- SUSMEL, L. The specific gravity of Eucalyptus rostrata Schlecht. Wood from the Pontime Campagna. Ital. Forest e Mont. 8:222-227, 1953. Goud: Forestry Abstracts, Oxford, 15:1753, 1954.
- SUSMEL, L. Le pois spécifique du bois d'Eucalyptus camaldulensis par rapport a quelques factures relatifs a l'individu et au milieu. In:

- IUFRO CONGRESS, Rome, 1953. The influence of environment and Genetics on pulpwood quality; an annotated bibliography. Rome, 1953. p.1065-75.
- TAYLOR, F.W. Anatomical wood properties of South African grown Eucalyptus grandis. South African Forestry Journal, Pretoria, (84):20-4, 1973.
- TAYLOR, F.W. Rapid determination of Southern pine specific gravity with a pilodyn tester. Forest Science, Madison, 27(1):59-61, 1981.
- VINTILA, E. Untersuchunger uber raumgewicht and shwindmasse von frischand satholz bei wadelhalzern, Halz. als Rath-un wekstoff; 2(1):345-7, 1939.
- VITAL, B.R. & DELLA LUCIA, R.M. Procedências de sementes e qualidade da madeira de Eucalyptus grandis W. Hill ex Maiden. Revista Árvore, Viçosa, 4(2):170-8, 1980.
- VITAL, B.R.; FERREIRA, A.R. & DELLA LUCIA, R.M. Influência do espaçamento na qualidade da madeira de Eucalyptus grandis, aos 30 meses de idade. Revista Árvore, Viçosa, 5(2):210-7, 1981.
- ZOBEL, B.J. Inheritance of fiber characteristics in hardwoods: a review. Melbourne, IUFRO, 1965. v.2, 14p.