

VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE DOZE ESPÉCIES DE *Eucalyptus* PLANTADAS EM UBERABA, MG.*

José Alfredo Sturion**
José Carlos Duarte Pereira*****
José Cláudio Albino***
Milton Morita****

RESUMO

Avaliou-se a densidade básica da madeira de doze espécies do gênero *Eucalyptus* que, aos dez anos e meio de idade se destacaram em um ensaio de espécies implantado em Uberaba, Minas Gerais. As espécies consideradas foram *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., *E. citriodora* Hook., *E. cloeziana* F. Muell., *E. grandis* W. Hill ex Maiden, *E. maculata* Hook., *E. microcorys* F. Muell., *E. pellita* F. Muell., *E. pilularis* Smith, *E. propinqua* Deane & Maiden, *E. saligna* Smith, *E. tereticornis* Smith e *E. urophylla* S.T. Blake. Adicionalmente, foram analisadas as variabilidades dentro de indivíduos, no sentido base-topo. Os resultados desse estudo, compreendendo, ainda, subsídios relativos a métodos de amostragem, são discutidos.

PALAVRAS-CHAVE: *Eucalyptus*, densidade básica.

VARIATION IN WOOD DENSITY IN TWELVE *Eucalyptus* SPECIES GROWN IN UBERABA, MG.

ABSTRACT

The variability in wood density among twelve *Eucalyptus* species was determined at the age of ten and a half years. The species studied were *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., *E. citriodora* Hook., *E. cloeziana* F. Muell., *E. grandis* W. Hill ex Maiden, *E. maculata* Hook., *E. microcorys* F. Muell., *E. pellita* F. Muell., *E. pilularis* Smith, *E. propinqua* Deane & Maiden, *E. saligna* Smith, *E. tereticornis* Smith and *E. urophylla* S.T. Blake. The variabilities within individual trees were also determined with samples taken from the base towards the top of the trees. The results of this study, including those related to sampling methods, are discussed.

KEY-WORDS: *Eucalyptus*, wood density.

* Trabalho apresentado no 5º Congresso Florestal Brasileiro.

** Eng. Florestais, M.Sc., Pesquisador da EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Florestas.

*** Eng. Florestal, M.Sc., Pesquisador da EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados.

**** Eng. Florestal, B.Sc., Técnico da COALBRA - Coque e Álcool da Madeira S.A.

***** Eng. Agrônomo, M.Sc., Pesquisador da EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Florestas.

1. INTRODUÇÃO

Em adição aos aspectos silviculturais, a avaliação das características da madeira afigura-se relevante na escolha do material genético adequado para condições específicas de clima, solo e destinação da madeira. Dentre essas características, a densidade básica tem merecido atenção especial, em decorrência de sua íntima relação com alguns aspectos tecnológicos e econômicos importantes. Citam-se, como exemplos, a retratibilidade e o inchamento (NYLINDER 1973; JANKOWSKY 1979), a resistência mecânica (PANSIN & ZEEUW 1970; HARRIS et al. 1976), a produção e a qualidade da polpa (FOELKEL & BARRICHELO 1975; BARRICHELO & BRITO 1978; BARRICHELO 1980), a produção e a qualidade do carvão vegetal (JUVILLAR 1979; BRITO & BARRICHELO 1979, 1980) e os custos operacionais ligados ao transporte e armazenamento da madeira (VAN DER SLOOTEN 1977; BARRICHELO & BRITO 1979).

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar e comparar a densidade básica da madeira de doze espécies de *Eucalyptus* que, aos dez anos e meio de idade, se destacaram silviculturalmente em um ensaio de espécies implantado na região de Uberaba-MG,

2. MATERIAL E MÉTODOS

Em dezembro de 1974, sob um delineamento em blocos ao acaso, com duas repetições, implantou-se um experimento com o objetivo de avaliar o comportamento de 20 espécies de *Eucalyptus* na região de Uberaba-MG. As parcelas continham 25 plantas, sob o espaçamento de 3,0m x 2,0m, e suas linhas externas constituíam-se em bordaduras simples. Na Tabela 1, encontram-se os dados relativos à classificação climática, segundo Thomthwaite, tipo de solo e coordenadas geográficas da região.

TABELA 1. Classificação climática, tipo de solo, temperaturas e coordenadas geográficas da região de Uberaba-MG.

Clima	Temperaturas médias		Precipitação média anual	Tipo de solo	Altitude	Latitude	Longitude
	mês mais quente	mês mais frio					
Subtropical úmido	23,3°C	18,7°C	1450mm	Latossolo roxo distrófico	820m	19°45'S	47°55' W

Entre as vinte espécies, dez anos e meio após o plantio, foram selecionadas aquelas de melhor comportamento silvicultural, expresso através da sobrevivência, altura e DAP. Essas espécies, num total de doze, encontram-se relacionadas e caracterizadas na Tabela 2.

TABELA 2. Espécies e procedências de *Eucalyptus* utilizadas para as avaliações de densidade básica da madeira.

Espécie	Procedências	Estado	Latitude	Longitude	Altitude (m)
<i>E. propinqua</i> Deane et Maiden	Rockhampton Sub-Dist.	QLD	23°30'S	150°33' E	120
<i>E.urophylla</i> S.T.Blake	Queorema	Timor Port.	8°53'S	152°32' E	2540
<i>E. pellita</i> F. Muell.	S. Helenvale	QLD	15°45'S	145°15' E	120
<i>E. tereticornis</i> Sm.	Mackay Dist.	QLD	21°10'S	145°20' E	610
<i>E. microcorys</i> F. Muell.	Gympie Dist.	QLD	26°11'S	152°40' E	120
<i>E. grandis</i> W.Hill ex Maiden	Ahterton Dist.	QLD	17°02'S	145°37' E	792
<i>E. camaldulensis</i> Dehnh.	Petford	QLD	17°17'S	145°59' E	460
<i>E. citriodora</i> Hook.	E. Rockhampton	QLD	23°25'S	150°20' E	30
<i>E. cloeziana</i> F. Muell.	S. W. Kennedy	QLD	18°17'S	145°55' E	122
<i>E. Maculata</i> Hook.	N. Woolgoolga	NSW	30°00'S	153°12' E	30
<i>E. Saligna</i> Sm.	Kenilworth	QLD	26°40'S	152°33' E	532
<i>E. pibularis</i> Sm.	Gallangowan	QLD	26°30'S	152°20' E	580

QLD - Estado de Queensland - Austrália.
NSW - Nova Gales do Sul - Austrália
Timor Port - Indonésia.

Para cada espécie, foram abatidas dez árvores (cinco por bloco), das quais coletaram-se discos transversais de 3,0cm de espessura nas posições correspondentes ao DAP e a 0, 25, 50, 75 e 100% da altura comercial, relativa ao diâmetro de 6,0cm com casca. Desses discos, foram retiradas cunhas opostas, com ângulo interno de 30°, para as análises de densidade básica, desenvolvidas através do método da balança hidrostática — Norma ABCP M 14/70. A densidade básica média dos discos foi calculada através da média aritmética dos valores obtidos para as respectivas cunhas. A densidade básica média da árvore foi determinada de acordo com a metodologia descrita por FERREIRA (1968).

Para a análise de variância, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, considerando-se cada árvore uma parcela, num total de dez repetições.

Análises de regressão foram efetuadas, para cada espécie, com o intuito de detectar possíveis correlações entre a densidade básica média da árvore (variável dependente) e a densidade básica relativa a cada uma das posições (variável independente).

Adicionalmente, determinaram-se os índices de heterogeneidade das diferentes espécies, segundo procedimentos descritos por BARRICHELO & BRITO (1984).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados relativos à densidade básica e ao índice de heterogeneidade encontram-se na Tabela 3.

TABELA 3. Densidade básica e índice de heterogeneidade obtidos para doze espécies de *Eucalyptus*, aos 10,5 anos de idade, na região de Uberaba, MG - médias de 10 repetições.

Espécies	Densidade básica média da árvore (g/cm ³)	Densidade da madeira, por posição em relação à altura comercial da árvore (g/cm ³)					Índice de Heterogeneidade	
		DAP	0%	25%	50%	75%		100%
<i>E. citriodora</i>	0,715 a	0,731 a	0,729 A	0,723 A	0,708 AB	0,706 AB	0,674 B	0,586
<i>E. cloeziana</i>	0,689 ab	0,688 ab	0,699 A	0,686 A	0,698 A	0,690 A	0,666 A	0,598
<i>E. camaldulensis</i>	0,683 ab	0,701 ab	0,692 A	0,694 A	0,677 A	0,662 AB	0,630 B	0,733
<i>E. maculata</i>	0,674 ab	0,677 abc	0,709 A	0,660 B	0,669 AB	0,674 AB	0,676 AB	0,630
<i>E. microcorys</i>	0,642 bc	0,659 bcd	0,673 A	0,650 A	0,632 AB	0,604 BC	0,573 C	0,944
<i>E. propinqua</i>	0,637 bc	0,641 bcde	0,639 A	0,641 A	0,642 A	0,634 A	0,621 A	0,560
<i>E. pellita</i>	0,619 cd	0,621 cdef	0,618 A	0,627 A	0,626 A	0,622 A	0,621 A	0,494
<i>E. pilularis</i>	0,602 cde	0,605 def	0,637 A	0,600 A	0,597 A	0,592 A	0,586 A	0,685
<i>E. tereticornis</i>	0,592 cde	0,592 ef	0,597 A	0,586 A	0,601 A	0,597 A	0,571 A	0,454
<i>E. urophylla</i>	0,581 de	0,585 ef	0,602 A	0,585 A	0,578 A	0,568 A	0,560 A	0,706
<i>E. saligna</i>	0,562 ef	0,586 ef	0,567 A	0,561 A	0,558 A	0,547 A	0,539 A	0,633
<i>E. grandis</i>	0,523 f	0,565 f	0,586 A	0,514 AB	0,517 AB	0,502 AB	0,474 B	1,139
Teste F	23,33**	14,00**						
Coefficiente de Variação (%)	2,62	7,01						

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, para $\alpha = 0,05$. Letras minúsculas - comparação na coluna e letras maiúsculas - comparação nas linhas. A comparação nas linhas foi efetuada somente entre as densidades da madeira nas posições de 0; 25; 50; 75 e 100% da altura comercial da árvore.

Observa-se que *Eucalyptus citriodora*, *E. cloeziana*, *E. camaldulensis* e *E. maculata* produziram madeira de maior densidade e, portanto, são as mais adequadas para usos que requerem resistência mecânica das peças e para a produção de energia. Essas espécies, entretanto, são menos apropriadas para celulose, apresentando problemas de picagem, consumo de reagentes, teor de rejeitos e resistência ao dobramento. Nesse caso, aquelas com densidade compreendida entre 0,45 e 0,65 g/cm³, são as mais recomendadas (FOELKEL 1978).

Comparando-se os valores obtidos para o DAP com aqueles relatados por ALBINO (1983) para o mesmo material genético, aos 7,5 anos de idade, também ao nível do DAP, verifica-se que todas as espécies apresentaram um aumento da densidade básica em função da idade. Esses aumentos foram mais acentuados para *E. pilularis*, *E. urophylla*, *E. grandis*, *E. cloeziana*, *E. camaldulensis* e *E. saligna*, atingindo níveis da ordem de 10 a 16%. Os aumentos menos pronunciados foram observados para *E. citriodora* (3%) e *E. maculata* (4%). Ressalte-se que esses aumentos podem estar superestimados, uma vez que ALBINO (1983) avaliou a densidade através de baguetas; esse método, segundo BARRICHELO et al. (1983), tende a subestimar a densidade do disco por não amostrá-lo proporcionalmente. As espécies *E. maculata*, *E. microcorys*, *E. camaldulensis* e *E. cloeziana*, que, aos sete anos e meio de idade, classificavam-se na segunda, terceira, quarta e quinta posições, quanto à densidade básica, passaram a ocupar a quarta, quinta, segunda e terceira posições, respectivamente, aos dez anos e meio; *E. pilularis* teve sua classificação invertida "com relação a *E. tereticornis*, passando da nona para oitava posição. Para as demais espécies, não houve alterações.

Observa-se, ainda, através do índice de heterogeneidade (Tabela 3), que *E. tereticornis*, *E. pellita*, e *E. propinqua* são as mais homogêneas com relação à variação da densidade no sentido longitudinal. *E. grandis*, *E. microcorys* e *E. camaldulensis*, por outro lado, revelaram-se as mais heterogêneas.

A s Figuras, 1, 2 e 3 mostram as variações da densidade básica no sentido

longitudinal, em termos médios, por espécie.

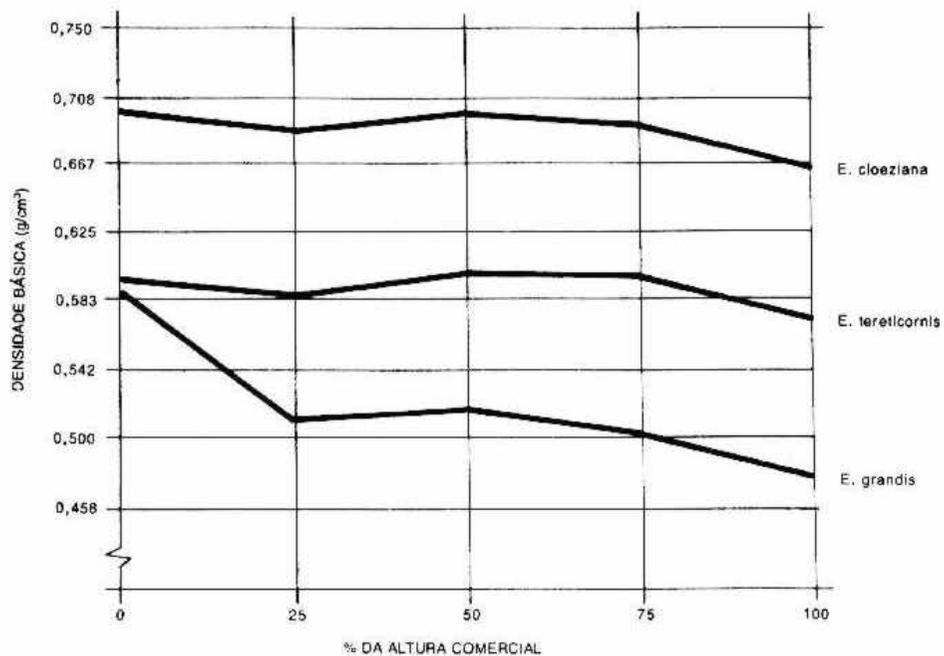


Fig. 1. Variação da densidade básica da madeira de três espécies de *Eucalyptus* no sentido base-topo.

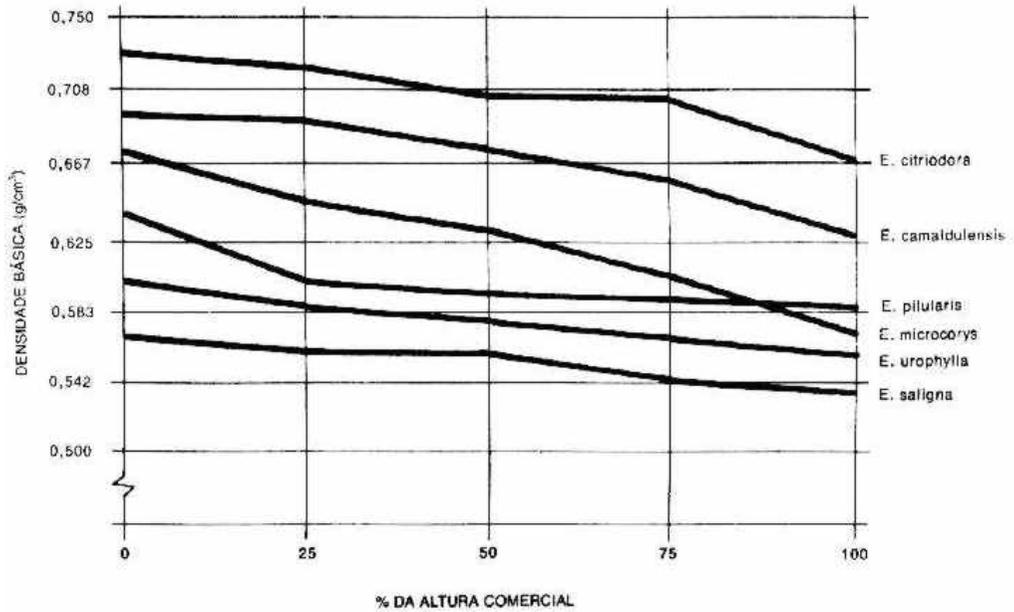


Fig. 2. Variação da densidade da madeira de seis espécies de *Eucalyptus* no sentido base-topo.

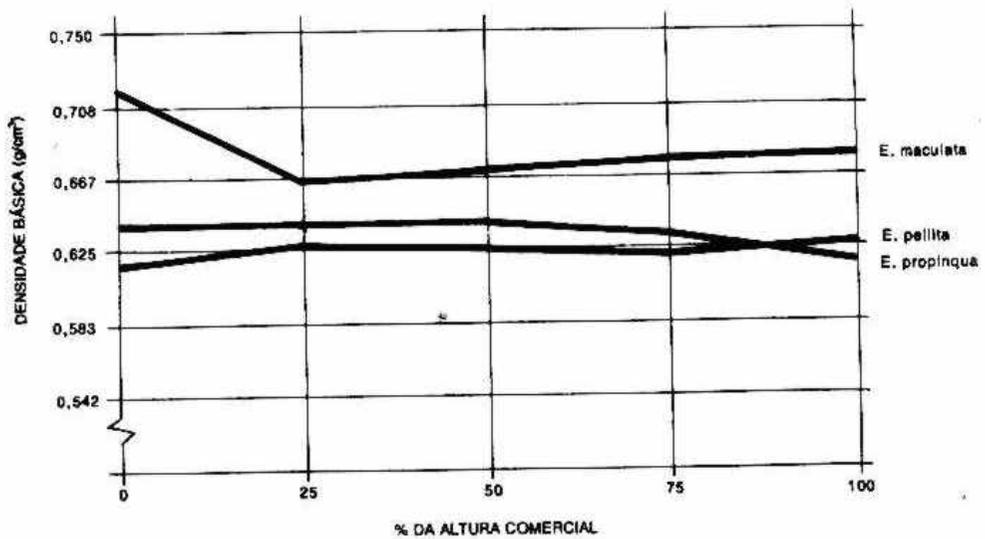


Fig. 3. Variação da densidade da madeira de três espécies de *Eucalyptus* no sentido base-topo.

Observa-se, através da Figura 1, que a densidade de *E. cloeziana*, *E. tereticornis* e *E. grandis* decresce da base para a posição relativa a 25% da altura comercial, apresenta um acréscimo na posição correspondente a 50% e, posteriormente, volta a decrescer. Entretanto, do ponto de vista estatístico, as diferenças entre as densidades obtidas nas diferentes posições só foram significativas para *E. grandis* (Tabela 3). Para *E. citriodora*, *E. camaldulensis*, *E. microcorys*, *E. pilularis*, *E. urophylla* e *E. saligna*, a densidade mostrou-se decrescente no sentido da base para o topo (Figura 2); as diferenças, no entanto, só foram significativas para as três primeiras espécies (Tabela 3). A Figura 3 mostra que, para *E. pellita* e *E. propinqua*, a densidade não varia expressivamente ao longo do fuste enquanto, para *E. maculata*, observa-se um decréscimo da base para a posição relativa a 25% e, posteriormente, um ligeiro acréscimo na direção do topo; para esse grupo, as diferenças estatísticas entre posições só foram significativas para *E. maculata* (Tabela 3).

Na Tabela 4, são apresentadas as equações de regressão linear entre a densidade básica média da árvore (variável dependente) e as densidades básicas dos discos (variáveis independentes) tomados na base, ao DAP e a 25, 50, 75 e 100% da altura comercial.

TABELA 4. Densidade básica média da árvore (y) em função da densidade básica dos discos tomados nas diferentes posições (x)

Espécie	Posição	Teste F	Coefficiente de Determinação(R ²)	Intercepto da Regressão linear (a)	Coefficiente angular (b)
<i>E. citriodora</i>	0	20,62 **	0,7205	0,23388	0,66038
	25	45,44 **	0,8503	0,16051	0,76749
	50	9,40 *	0,5404	0,06513	0,91816
	75	20,04 **	0,7147	0,38445	0,46828
	100	2,33n.s.	0,2255		
	DAP	107,44 **	0,9307	0,19185	0,71589
<i>E. cloeziana</i>	0	1,68n.s.	0,1737		
	25	23,46 *	0,7457	0,27533	0,60395
	50	29,55 **	0,7870	0,28478	0,57977
	75	14,11n.s.	0,6382		
	100	0,05n.s.	0,0065		
	DAP	5,02n.s.	0,3856		
<i>E. camaldulensis</i>	0	3,38n.s.	0,2969		
	25	53,78 **	0,8704	0,18247	0,72141
	50	32,90 **	0,8044	0,12194	0,82952
	75	30,45 **	0,7919	0,23926	0,67071
	100	3,43n.s.	0,3000		
	DAP	42,40 **	0,8412	0,15082	0,75902
<i>E. maculata</i>	0	4,85n.s.	0,3773		
	25	42,77 **	0,8424	0,09666	0,87574
	50	22,59 *	0,7385	0,14244	0,79607
	75	41,69 **	0,8390	0,19382	0,71256
	100	30,07 **	0,7898	0,20942	0,68779
	DAP	21,82 *	0,7317	0,25812	0,61438
<i>E. microcorys</i>	0	18,61 **	0,6994	0,00831	0,94229
	25	20,09 **	0,7152	0,25959	0,58821
	50	13,55 **	0,6288	0,17363	0,74172
	75	20,95 **	0,7236	0,28501	0,59161
	100	4,94n.s.	0,3817		
	DAP	61,08 **	0,8842	0,06225	0,87709
<i>E. propinqua</i>	0	13,58 **	0,6292	0,26288	0,58523
	25	40,28 **	0,8343	0,18490	0,70515
	50	5,06n.s.	0,3876		
	75	5,60 *	0,4116	0,11972	0,81560
	100	1,72n.s.	0,1768		
	DAP	35,42 **	0,8158	0,24123	0,61699
<i>E. pilularis</i>	0	6,00 *	0,4287	0,33686	0,41549
	25	27,00 **	0,7718	0,12442	0,79480
	50	37,31 **	0,8234	0,19087	0,68840
	75	194,48 **	0,9605	0,07286	0,89392
	100	7,37 *	0,4795	0,19000	0,70268
	DAP	30,93 **	0,7945	0,10849	0,81509
<i>E. pellita</i>	0	32,69 **	0,8033	0,16100	0,74179
	25	14,41 **	0,6430	0,08127	0,85828
	50	51,71 **	0,8660	0,08946	0,84698
	75	13,60 **	0,6296	0,07328	0,87746
	100	8,78 *	0,5231	0,08834	0,84231
	DAP	236,28 **	0,9672	0,19004	0,69134
<i>E. tereticornis</i>	0	11,75 **	0,5950	0,22136	0,62044
	25	134,90 **	0,9440	0,14969	0,75429
	50	25,68 **	0,7623	0,04438	1,05819
	75	38,15 **	0,8266	0,08398	0,85102
	100	8,88 *	0,5262	0,23112	0,63193
	DAP	21,52 **	0,7290	0,19195	0,67480
<i>E. urrophylla</i>	0	40,35 **	0,8345	0,10220	0,79433
	25	19,93 *	0,7135	0,07587	0,86355
	50	58,43 **	0,8796	0,13702	0,76788
	75	14,59n.s.	0,6459		
	100	2,85n.s.	0,2629		
	DAP	19,60 *	0,7101	0,15051	0,73575
<i>E. saligna</i>	0	11,90 **	0,5980	0,29310	0,47238
	25	6,28 *	0,4399	0,25875	0,54760
	50	14,97 **	0,6518	0,23839	0,58652
	75	12,20 **	0,6040	0,25837	0,56241
	100	8,52 *	0,5158	0,44166	0,22901
	DAP	21,09 **	0,7250	0,23824	0,55953
<i>E. grandis</i>	0	13,44 **	0,6268	-0,29060	1,40134
	25	131,30 **	0,9426	0,10036	0,82771
	50	212,22 **	0,9637	-0,01417	1,04524
	75	62,18 **	0,8860	-0,03281	1,11254
	100	46,66 **	0,8536	0,24600	0,59017
	DAP	70,67 **	0,8983	0,06780	0,81047

** = Significativo ao nível de 99% de probabilidade.
 * = Significativo ao nível de 95% de probabilidade.

Conforme se observa na Tabela 4, a densidade básica média da árvore mostrou melhor correlação com a densidade básica relativa a: a) ao DAP, para *E. citriodora*, *E. microcorys*, *E. pellita* e *E. saligna*; b) 25% da altura comercial, para *E. camaldulensis*, *E. maculata*, *E. propinqua* e *E. tereticornis*; c) 50% da altura comercial, para *E. cloeziana*, *E. urophylla* e *E. grandis* e d) 75% da altura comercial, para *E. pilularis*. Entretanto, como as correlações relativas ao DAP foram boas para todas as espécies, à exceção de *E. cloeziana*, depreende-se que a densidade básica média da árvore pode também ser estimada, satisfatoriamente, através de equações de regressão, tendo como variável independente, a densidade determinada à altura do peito. Para *E. cloeziana*, sugerem-se estudos complementares envolvendo um maior número de árvores.

4. CONCLUSÕES

- a) *E. citriodora*, *E. cloeziana*, *E. camaldulensis* e *E. maculata* foram as espécies que produziram madeira mais densa;
- b) *E. tereticornis*, *E. pellita* e *E. propinqua* mostraram-se mais homogêneas, enquanto *E. grandis*, *E. microcorys* e *E. camaldulensis* foram as mais heterogêneas com relação à variação da densidade no sentido longitudinal;
- c) para *E. cloeziana*, *E. tereticornis* e *E. grandis*, a densidade básica decresceu da base para a posição relativa a 25% da altura comercial, apresentou um acréscimo na posição relativa a 50% e, posteriormente, voltou a decrescer;
- d) para *E. citriodora*, *E. camaldulensis*, *E. microcorys*, *E. pilularis*, *E. urophylla* e *E. saligna*, a densidade apresentou uma tendência, decrescente no sentido base-topo;
- e) para *E. pellita* e *E. propinqua*, a densidade não variou expressivamente ao longo do tronco;
- f) para *E. maculata*, observou-se um decréscimo da base para a posição correspondente a 25% da altura comercial e, posteriormente, um ligeiro acréscimo na direção do topo;
- g) para todas as espécies, à exceção de *E. cloeziana*, a densidade básica média da árvore pode ser estimada através da densidade relativa ao DAP; entretanto, estimativas mais precisas podem ser obtidas através da densidade relativa a 25% (*E. camaldulensis*, *E. maculata*, *E. propinqua* e *E. tereticornis*), 50% (*E. cloeziana*, *E. urophylla* e *E. grandis*) e 75% da altura comercial (*E. pilularis*).

5. REFERÊNCIAS

- ALBINO, J.C. **Características de crescimento e variação da densidade básica da madeira de 12 espécies de *Eucalyptus* em 3 regiões do Estado de Minas Gerais**. Piracicaba, ESALQ, 1983. 90p. Tese Mestrado.
- ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **Normas de ensaio**. São Paulo, 1968.

- BARRICHELO, L.E.G. *Pinus Caribaea* var. *hondurensis*; principais interações entre as características da madeira e o rendimento e qualidade da celulose. Piracicaba, IPEF, 1980. 10p. (IPEF. Circular Técnica, 86).
- BARRICHELO, L.E.G. & BRITO, J.O. A madeira de *Pinus taeda* como matéria-prima para celulose kraft. I. Influência dos teores de lenhos. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 3., Manaus, 1978. **Anais**. São Paulo, Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1978. v.2. p.13-6.
- BARRICHELO, L. E.G. & BRITO, J.O. **A utilização da madeira na produção de celulose**. Piracicaba, IPEF, 1979. 16p. (IPEF. Circular Técnica, 68).
- BARRICHELO, L.E.G. & BRITO, J.O. Variabilidade longitudinal e radial da madeira de *Eucalyptus grandis*. In: CONGRESSO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL, 17., São Paulo, 1984. **17º Congresso...** São Paulo, Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel, 1984. p.403-9.
- BARRICHELO, L.E.G.; BRITO, J.O.; COUTO, H.T.Z. & CAMPINHOS JÚNIOR, E. Densidade básica, teor de holocelulose e rendimento em celulose de madeira de *Eucalyptus grandis*. In: SIMPÓSIO IUPRO EM MELHORAMENTO GENÉTICO E PRODUTIVIDADE DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE RÁPIDO CRESCIMENTO, Águas de São Pedro, 1980. **Anais**. São Paulo, Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1983. p.802-8.
- BRITO, J.O. & BARRICHELO, L.E.G. **Aspectos florestais e tecnológicos da matéria-prima para carvão vegetal**. Piracicaba, IPEF, 1979. 4p. (IPEF. Circular Técnica, 67).
- BRITO, J.O. & BARRICHELO, L.E.G. Correlações entre características físicas e químicas da madeira e a produção de carvão: 2. Densidade da madeira x densidade do carvão. **IPEF**, Piracicaba, (20):121-6, 1980.
- FERREIRA, M. **Estudo da variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus alba* Reinw e *Eucalyptus saligna* Smith**. Piracicaba, ESALQ, 1968. 71p. Tese Doutorado.
- FOELKEL, C.E.B. Madeira de eucalipto: da floresta ao digestor. **IPEF-Boletim Informativo**, Piracicaba, **6(20):E-1-25**, 1978.
- FOELKEL, C.E.B. & BARRICHELO, L.E.G. **Tecnologia de celulose e papel**. Piracicaba, CALQ, 1975. 207p.
- HARRIS, J.M.; JAMES, R.N. & COLLINS, M.S. Case for improving wood density in radiata pine. **New Zealand Journal of Forestry Science**, Rotorua, **5(3):347-54**, 1976.
- JANKOWSKY, I.P. **Madeira juvenil, formação e aproveitamento industrial**. Piracicaba, IPEF, 1979. 18p. (IPEF. Circular Técnica, 81).
- JUVILLAR, J.B. **O carvoejamento da madeira e seus reflexos na qualidade do carvão**: qualidade da madeira. Piracicaba, IPEF, 1979. 6p. (IPEF-Circular Técnica, 64).
- NYLINDER, P. Wood quality and fiber product. In: IUFRO MEETING, 5., Pretória, 1973. **Proceedings**. Pretoria, 1973. v.2. p.832-44.

PANSHIN, A.J. & ZEEUW, C. de. **Textbook of wood technology**. 3.ed. New York, MacGraw-Hill, 1970. 705p.

VAN DER SLOOTEN, H. **A importância da densidade da madeira na produtividade florestal**. Brasília, PRODEPEF, 1977. 8p. (PRODEPEF-Comunicação Técnica, 13).