

Caracterização da madeira de sete espécies de eucaliptos para a construção civil: 1- avaliações dendrométricas das árvores

Characterization of seven eucalypt wood species to civil construction: 1- dendrometrics evaluations of the trees

José Tarcísio da Silva Oliveira
João César Hellmeister
João Walter Simões
Mário Tomazello Filho

RESUMO: A madeira das espécies do gênero *Eucalyptus* é fonte de matéria-prima, com ampla gama de utilização; rápido crescimento das árvores, plasticidade, boa forma do fuste, desrama natural, apesar de variações das suas propriedades tecnológicas. O presente trabalho tem como objetivo a caracterização dendrométrica de 35 árvores de sete espécies de eucaliptos (*Eucalyptus citriodora*, *E. tereticornis*, *E. paniculata*, *E. pilularis*, *E. cloeziana*, *E. urophylla* e *E. grandis*), com respeito à sua altura e ao diâmetro, produtividade, fator de forma, volume de madeira e casca e relação cerne/alburno. Foram analisadas árvores com idade média de dezesseis anos, provenientes de plantios da Estação Experimental de Ciências Florestais de Anhembi do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP. Quanto à produtividade de madeira sólida por hectare/ano, destacou-se o *E. grandis*, com incrementos de 63 m³/ha/ano, justificando sua utilização intensiva e freqüente nos projetos de reflorestamento. Os valores de altura e diâmetro das árvores mostraram-se bastante próximos, à exceção dos *E. grandis* e *E. paniculata*, com valores nitidamente superiores e inferiores, respectivamente, com troncos de excelentes forma e dimensões. Com exceção do *E. cloeziana*, em todas as demais espécies o teor de casca foi maior na base e no topo do tronco. Com relação ao teor de alburno, destacaram-se, em ordem decrescente, o *E. paniculata*, *E. citriodora*, *E. pilularis*, *E. grandis* e *E. cloeziana*. Essa variação está relacionada com a utilização da madeira, notadamente quando colocada em soluções preservantes.

PALAVRAS-CHAVE: Madeira, Eucalipto, Produtividade, Forma do tronco, Casca, Relação cerne-alburno

ABSTRAC: The wood of species of *Eucalyptus* constitutes an abundant raw material of great spectrum of uses, because of the fast growth of the trees, their plasticity, their well formed stem, their natural pruning, besides variation in the technological properties. This study, the first of a series, had as its objectives to present some dendrometrics characteristics of thirty five trees of seven species of *Eucalyptus*, namely height and diameter of the tree, productivity, form factor, volume of wood and bark and the relationship between heartwood and sapwood. In this study trees of the species *Eucalyptus citriodora*, *E. tereticornis*, *E. paniculata*, *E. pilularis*, *E. cloeziana*

and *E. grandis* were analysed. Their age was about sixteen years and they came from stands of the Forest Sciences Experimental Station of the University of São Paulo, Brazil. In *Eucalyptus* genus, generally *E. grandis* is prominent in productivity, with increments of 63 m³/ha/year, justifying its utilization in reforestation. In relation to height and diameter of the trees, the species showed similar average values, with the exception of *E. grandis*, whose values were markedly higher and *E. paniculata*, with lower averages. All the stems showed excellent form and dimension in a short time. In general, in six of the seven species, bark content is higher at the bottom and at the top of the trees. The percentage of sapwood varies among the species, being higher in *E. paniculata*, followed by *E. citriodora*, *E. pilularis*, *E. grandis* and *E. cloeziana*. This variation in sapwood content has implications in wood utilization and its protection by preservative solutions.

KEYWORDS: Wood, Eucalypt, Productivity, Taper, Bark, Relations heartwood/sapwood

INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus* pertence à família Myrtaceae (Rizzini, 1981), compreendendo 70 gêneros e 3000 espécies de arbustos e árvores. A madeira dessas espécies é na maioria das vezes dura, pesada, resistente, com textura fina e baixa estabilidade dimensional (Record e Hess, 1949). O gênero *Eucalyptus* é representado por árvores com alta taxa de crescimento, plasticidade, forma retilínea do fuste, desrama natural e madeira com variações nas propriedades tecnológicas, adaptadas às mais variadas condições de uso.

Nas últimas décadas, observou-se um significativo aumento nas informações básicas sobre as propriedades da madeira. A utilização inicial da madeira como lenha e como peça estrutural simples observou extraordinária evolução, tanto na forma sólida, como na forma de painéis reconstituídos, exigindo-se em todas as situações, profundo conhecimento tecnológico (Hillis e Brown, 1978).

Dessa forma, a madeira de eucalipto, com elevada taxa de crescimento, deverá apresentar melhoria na eficiência de utilização. Deverá estar adequada ao seu processo de conversão e possuir maior estabilidade para apresentar melhores condições de uso. Ozarska (1998) expressa a preocupação do setor madeireiro australiano na substituição de madeiras importadas por espécies nativas, representadas ba-

sicamente pelo gênero *Eucalyptus*. A autora informa ainda que um programa de pesquisa desenvolvido naquele país objetiva desenvolver tecnologia para fabricar produtos desta madeira com maior valor agregado, com ênfase maior para o suprimento do setor moveleiro. Naquele programa estão sendo avaliadas as madeiras de espécies como *E. grandis*, *E. sideroxylon*, *E. maculata*, *E. globulus*, *E. saligna* e *E. cladocalyx*, cuja idade de rotação dos povoamentos atinge pelo menos 25 anos. Face à necessidade de fabricar produtos de maior valor agregado, Acosta (1998) afirma que países como Argentina, Uruguai, Chile e Paraguai também estão intensificando o emprego desta madeira nas indústrias de segunda transformação, como o caso de revestimentos, molduras, pisos, vigas laminadas, painéis colados lateralmente e principalmente móveis. Além do *E. grandis*, nestes países também se empregam as espécies *E. globulus*, *E. viminalis*, *E. camaldulensis* e *E. tereticornis*.

Aliada às propriedades da madeira, as características silviculturais e dendrométricas das árvores são de elevada importância. O presente trabalho tem como objetivo avaliar as variações do diâmetro e altura, o volume de madeira e de casca, a forma da árvore, e a relação cerne/alburno das árvores de sete espécies de eucalipto.

MATERIAL E MÉTODOS

No presente estudo, analisaram-se árvores de sete espécies: *Eucalyptus citriodora* Hook., *E. tereticornis* Sm., *E. paniculata* Sm., *E. pilularis* Sm., *E. cloeziana* F. Muell., *E. urophylla* S. T. Blake. e *E. grandis* Hill. ex Maiden, procedentes de parcelas experimentais de 1 hectare, da Estação Experimental de Anhembi - SP, pertencente ao Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP. A idade das árvores, a procedência das sementes, o espaçamento de plantio das sete espécies de eucaliptos são apresentados na Tabela 1. Os aspectos geográficos, topográficos, edáficos e climáticos do local são: 22°47' S de latitude; 48°09' W de longitude; 500m de altitude; relevo plano a suavemente ondulado; solo podzólico, arenoso e profundo; clima tipo Cwa, com verões quentes e chuvosos e invernos moderadamente frios e secos, com rara ocorrência de geadas; precipitação média anual de 1.350 mm e déficit hídrico anual de 20 mm, com o período de chuva de outubro-março e de seca de abril-setembro; a temperatura média anual é 21,0; no mês mais frio 17,1 e, 23,7 °C no mês mais quente.

Inicialmente, foram mensurados os DAPs de todas as árvores da parcela, selecionando-

se e demarcando-se cinco árvores/espécie com o DAP em um intervalo de confiança de 5% em relação ao limite inferior-superior, ao valor médio da parcela, com exceção das árvores da bordadura. As árvores foram abatidas e foram obtidos discos, com aproximadamente 5 cm de espessura, na base, 25, 50, 75 e 100% da altura comercial. Os discos de madeira, devidamente identificados, foram envolvidos em sacos plásticos, para evitar a perda de umidade. Para cada árvore avaliaram-se, também, o diâmetro a 1,30 m, na base, a cada 4 m do fuste e na inserção dos primeiros galhos; a altura total, na inserção dos primeiros galhos, no diâmetro de 15 cm (serraria); a coloração do lenho e a distinção entre cerne e alborno.

Com os dados dendrométricos por árvore/espécie obtiveram-se o volume, fator de forma e conicidade.

As mensurações do diâmetro radial e perpendicular com e sem casca, espessura de alborno e presença de canais intercelulares traumáticos foram realizadas no Laboratório de Anatomia e Identificação de Madeiras do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP.

Tabela 1. Espécies e procedências de eucaliptos, idades e espaçamentos dos plantios experimentais.

(Eucalypt species and provenances, age and spacing of the experimental plots).

Espécie	Procedência/Progênie	Época de Plantio	Espaçamento (m)
<i>E. citriodora</i>	34 progênies da Austrália, 5 procedências da CAF-MG.	22/05/80	3 X 2
<i>E. tereticornis</i>	População base - multiprocedências.	22/05/80	3 X 2
<i>E. paniculata</i>	Sementes - Horto de Rio Claro - SP.	20/08/79	3 X 2
<i>E. pilularis</i>	22 progênies da Austrália, procedências de Zimbabue, e 2 procedências de Mogi Guaçu - SP.	30/03/82	3 X 3
<i>E. cloeziana</i>	16 matrizes de diversas procedências da Austrália.	22/05/80	3 X 3
<i>E. urophylla</i>	Procedências de Timor e Indonésia.	27/12/78	3 X 2
<i>E. grandis</i>	25 matrizes de Atherton - Austrália.	03/05/80	3 X 2

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produtividade

Os valores de produtividade da madeira (st/ha/ano, m³/ha/ano) para as sete espécies de eucalipto são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Produtividade volumétrica da madeira das árvores das sete espécies de *Eucalyptus*.

(Tree wood volumetric productivity of the seven eucalypts species).

Espécie	Produtividade	
	(st/ha/ano)	(m ³ /ha/ano)
<i>E. citriodora</i>	57	38
<i>E. tereticornis</i>	55	37
<i>E. paniculata</i>	39	26
<i>E. pilularis</i>	67	45
<i>E. cloeziana</i>	61	41
<i>E. urophylla</i>	60	40
<i>E. grandis</i>	95	63

A unidade de volume de madeira, expressa em estere (mst, st), representa o volume de uma pilha de madeira (altura X largura X comprimento), sendo usualmente empregada nos setores de celulose, chapas, carvão, cerâmica etc. Têm-se dois índices: o fator de empilhamento (Fe), que converte o volume sólido de madeira em metro estere, e o fator de cubicação (Fc), que transforma o volume de madeira, expresso em estere, para volume sólido, situação muito comum no caso de peças serradas. Scolforo e Figueiredo Filho (1995) indicam, para os fatores de empilhamento e de cubicação, os valores fixos de 1,5 e 0,67, respectivamente, para o empilhamento manual de madeira.

A produtividade da madeira varia em função das condições do sítio, do espaçamento e da procedência da semente, considerando as variáveis ecológicas adequadas para a espécie. Schönau e Coetzee (1989) afirmam que, para as espécies de eucalipto, o crescimento volumétrico, diamétrico e em área basal, geral-

mente atingem valores máximos, antes dos 10 anos, e o incremento médio anual (IMA), antes de 15-20 anos. Os valores de produtividade das sete espécies de eucalipto, para esta região da Estação Experimental de Anhembi, são altamente satisfatórios, quando comparados com os de outras espécies de eucalipto, de pinus e de essências nativas em outros locais. Dentre as espécies estudadas, destaca-se o *E. grandis*, com incrementos de 63 m³/ha/ano, justificando sua utilização nos projetos de reflorestamento para produção de madeira. Bouvet e Andrianirina (1990) demonstraram o sucesso do *E. grandis*, aos treze anos na Ilha de Madagascar, com altura média de 40-45 m e produção de 70-80 m³/ha/ano.

As demais espécies de eucalipto, com exceção do *E. paniculata*, apresentaram bom crescimento volumétrico, em torno de 40 m³/ha/ano. Dentre as espécies, destaca-se o *E. pilularis* com produtividade de 45 m³/ha/ano que, em algumas regiões da Austrália, apresenta crescimento volumétrico superior ao do *E. grandis* (Ferreira e Simões, 1994). No Brasil, aos 11 anos, segundo (Golfari et al., 1978) há regiões com condições ecológicas favoráveis para esta espécie, cujas árvores podem atingir 35 m de altura e 25 cm de diâmetro. O *E. paniculata*, com produtividade de 26 m³/ha/ano, possui madeira de densidade elevada, superior à de muitas espécies nativas, como Peroba rosa, Jatobá, além de baixo crescimento. O *E. paniculata*, pela densidade da madeira, constituiu-se em potencial substituto das espécies nativas tradicionais, quando a resistência mecânica da madeira é importante. Em comparação com as espécies de pinus, com produtividade inferior a 40 m³/ha/ano, os eucaliptos mostram vantagem, além do valor mais alto da densidade da madeira.

Altura e diâmetro das árvores

As árvores, aos dezesseis anos, apresentaram valores médios de diâmetro e altura bastante próximos, com exceção do *E. grandis* e do *E. paniculata*, com valores superiores e inferiores respectivamente. (Tabela 3). Como o DAP das árvores de eucalipto se situa no intervalo de confiança de 5% em relação à média da parcela, os valores representam a situação existente na área de 1 hectare.

A altura e o diâmetro do tronco expressam o comprimento comercial da tora para serraria, com o diâmetro igual a 15 cm. Verificam-se toras com comprimentos acima de 12 metros, para o *E. citriodora*, e de 24 metros, para o *E. grandis*, resultados excelentes se comparados às árvores de Peroba Rosa, em parcelas experimentais no Estado de São Paulo, que apresentaram 16 cm de diâmetro e 10 metros de altura

Tabela 3. Valores dendrométricos médios - diâmetro e altura - das árvores das sete espécies de *Eucalyptus*.

(Average of dendrometrics values - diametric and height - of the seven eucalypt species).

ESPÉCIE	DIÂMETRO (cm)			ALTURA (m)			
	DAP	BASE	RAM. ¹	TOTAL	RAM. ¹	DIÂMETRO	
						15 cm	5 cm
<i>E. citriodora</i>	24,9 ²	30,3	16,1	27,33	14,54	12,94	24,13
	0,4 ³	1,4	5,9	2,7	3,2	1,2	2,7
	1,7 ⁴	4,7	36,7	9,9	22,3	9,4	11,1
<i>E. tereticornis</i>	25,3	31,2	16,8	30,63	15,49	15,42	27,33
	1,3	1,7	3,8	1,7	4,9	0,6	2,2
	5,3	5,3	22,7	5,5	31,5	4,2	8,1
<i>E. paniculata</i>	22,9	29,2	19,2	29,20	10,76	16,83	26,70
	2,5	1,3	2,1	1,6	1,2	3,1	1,9
	10,8	4,5	10,8	5,4	11,5	18,6	7,2
<i>E. pilularis</i>	26,4	32,3	15,9	36,92	20,05	20,82	34,36
	1,8	2,5	2,3	0,8	1,5	3,3	0,6
	6,7	7,9	14,3	2,3	7,6	15,9	1,8
<i>E. cloeziana</i>	26,9	32,2	16,6	26,81	13,84	14,98	24,38
	1,4	2,3	4,0	2,2	3,6	1,7	2,1
	5,2	7,1	24,3	8,4	26,1	11,4	8,5
<i>E. urophylla</i>	27,9	34,1	15,2	35,26	21,54	20,54	32,70
	1,0	2,9	2,3	3,0	2,8	3,3	1,8
	3,4	8,4	15,4	8,4	13,2	15,9	5,6
<i>E. grandis</i>	31,6	38,0	17,0	39,50	21,82	24,66	37,35
	3,0	3,6	1,8	1,7	1,8	2,2	1,9
	9,4	9,5	10,4	4,4	8,2	9,0	5,1

(1) - diâmetro e altura do tronco a partir das primeiras ramificações;

(2) - valores médios (cm e m);

(3) - valores de desvio padrão (cm e m);

(4) - valores de coeficientes de variação (%).

total, aos quinze anos (Golfari, 1975). A altura total média das árvores, como índice de crescimento, pode ser utilizada na avaliação da qualidade de sítio, adaptação da espécie etc.

Forma da árvore

A conicidade (ou “taper”) de uma árvore indica o afilamento da base do tronco para o topo nas espécies florestais (Scolforo e Figueiredo Filho, 1995). É definida como a relação entre os diâmetros das extremidades da tora dividida pelo seu comprimento. As espécies de eucalipto apresentaram, de forma geral, fustes com boa forma (Tabela 4), exceto o *E. citriodora*, com fuste de forma regular, e o *E. paniculata*, com fuste prejudicado pela desrama incompleta e por cicatrizes.

A análise da conicidade do tronco restringiu-se às três primeiras toras, evidenciando-se sua redução na segunda e terceira toras, em todas as espécies. Nessas toras são obtidos maiores rendimentos no desdobro, principalmente para peças com grã paralela, com maior resistência mecânica. Na primeira tora, o valor da conicidade não apresentou variação entre as espécies. Para a segunda tora, a conicidade foi pouco menor para o *E. tereticornis* e *E. paniculata* e, na terceira, para o *E. pilularis* e *E. urophylla* (Tabela 5). A conicidade das toras de eucalipto pode ser considerada baixa em rela-

ção ao fuste das espécies nativas de boa forma, como a Pindaíba (*Xylopia sericea*), quando para 43 toras de 18 árvores o índice médio de conicidade foi de 1,18 cm/m e para a primeira e segunda toras de 4 m, com valores de 1,57 e 0,77 cm/m, respectivamente (Oliveira, 1988).

O fator de forma, exprimindo a forma da árvore através da cubagem rigorosa, é utilizado para se obter o volume real do tronco. Como razão entre volumes é influenciado por inúmeras variáveis, entre elas espécie, sítio, espaçamento, desbaste, idade etc. (Scolforo e Figueiredo Filho, 1995), aumentando com o incremento da densidade das plantações de eucalipto (Schönau e Coetzee, 1989). Os valores médios do fator de forma das sete espécies de eucalipto, considerando-se a altura do tronco com diâmetro de 15 cm, são aplicados

Tabela 4. Forma do fuste das árvores das sete espécies de *Eucalyptus*.

(Stem shape of seven eucalypts species).

Espécie	Forma do Fuste
<i>E. citriodora</i>	regular, pouco sinuoso.
<i>E. tereticornis</i>	boa no geral, retilíneo.
<i>E. paniculata</i>	boa, com tortuosidade, desrama natural ineficiente e cicatrizes de ramos no tronco.
<i>E. pilularis</i>	boa, retilíneo e com desrama.
<i>E. cloeziana</i>	boa, retilíneo e com desrama.
<i>E. urophylla</i>	boa, retilíneo e com desrama.
<i>E. grandis</i>	boa, retilíneo a tortuoso.

Tabela 5. Conicidade das três toras iniciais do tronco das árvores das sete espécies de *Eucalyptus*.

(Taper of the first logs of the seven eucalypt species stem).

Espécie	Conicidade das 3 Toras do Tronco (cm/m)		
	1 (0-4m)	2 (4-8m)	3 (8-12m)
<i>E. citriodora</i>	2,02(0,3/16,1) ⁽¹⁾	0,72(0,2/33,2)	0,92(0,2/20,7)
<i>E. tereticornis</i>	2,17(0,4/20,1)	0,45(0,2/42,5)	0,77(0,3/44,8)
<i>E. paniculata</i>	1,80(0,3/16,0)	0,50(0,1/30,3)	0,70(0,2/32,4)
<i>E. pilularis</i>	1,85(0,6/31,2)	0,60(0,1/22,8)	0,47(0,3/65,3)
<i>E. cloeziana</i>	2,06(0,7/33,3)	0,80(0,1/18,0)	0,72(0,4/51,1)
<i>E. urophylla</i>	2,12(0,7/34,8)	0,77(0,1/16,9)	0,47(0,2/47,6)
<i>E. grandis</i>	2,15(0,6/27,7)	0,82(0,2/29,4)	0,62(0,2/31,8)

(1) - os valores indicam o desvio padrão (cm/m) e o coeficiente de variação (%), respectivamente.

para a utilização do fuste em serraria, observando-se menores valores para o *E. urophylla* e *E. grandis* e melhor desempenho para o *E. paniculata* (Tabela 6). Os valores médios de fator de forma, aplicados para a determinação do volume de madeira, com casca de eucalipto, nos Estados do Paraná e Minas Gerais foram de 0,45; para os Pinus nos Estados do Paraná e Santa Catarina, foram de 0,47 e 0,50, respectivamente. Para as espécies nativas, apresentando valor médio de 0,74, como, jatobá (*Hymenaea stilbocarpa*) e o Angico (*Anadenanthera macrocarpa*), os valores de fator de forma foram de 0,78 e 0,72, respectivamente, superiores aos do eucalipto (Scolforo e Figueiredo Filho, 1995). As árvores de *E. grandis*, na Ilha de Madagascar, apresentam fuste de boa conformação, forma cilíndrica e bom diâmetro a 2/3 da altura total (Bouvet e Andrianirina, 1990). De forma geral, para as sete espécies de eucalipto, com 14 -17 anos, foi de 50% a aproximação do volume real ao do cilindro.

Volume de madeira e casca

A definição das espécies potencialmente mais aptas deve ser feita com base na avaliação da produção líquida de madeira. Apesar do uso tradicional do volume para quantificar a produtividade florestal e de índices de qualidade da madeira, é importante se ter a massa de madeira, principalmente para fins estruturais. A porcentagem de casca é, também, importante do ponto de vista florestal e industrial, podendo-se superestimar a produtividade na análise dos fustes de plantações florestais. Os valores de volume de madeira e casca e massa seca da madeira dos fustes das espécies de eucalipto são apresentados na Tabela 7. A massa seca da madeira foi determinada, aplicando-se os valores de densidade básica de amostras radiais de madeira obtidas em seis posições do tronco das árvores de eucalipto, com um total de

Tabela 6. Fator de forma médio para duas alturas do tronco das árvores das sete espécies de *Eucalyptus*.

(Shape factor of two stem heights of the seven eucalypts species).

Espécie	Fator de Forma na Altura do Diâmetro do Tronco	
	5 cm	15 cm
<i>E. citriodora</i>	0,49 (0,02/4,9) ⁽¹⁾	0,75 (0,04/5,3)
<i>E. tereticornis</i>	0,49 (0,04/9,0)	0,74 (0,09/11,7)
<i>E. paniculata</i>	0,60 (0,04/7,2)	0,82 (0,11/13,1)
<i>E. pilularis</i>	0,51 (0,06/11,6)	0,72 (0,05/7,7)
<i>E. cloeziana</i>	0,49 (0,02/4,3)	0,70 (0,06/9,0)
<i>E. urophylla</i>	0,48 (0,05/9,8)	0,67 (0,03/5,1)
<i>E. grandis</i>	0,45 (0,04/9,7)	0,62 (0,07/10,8)
Média	0,50 (0,06/11,5)	0,72 (0,09/12,0)

(1) - os valores indicam o desvio padrão (adimensional) e o coeficiente de variação (%), respectivamente.

1847 determinações. Com relação à massa seca de madeira, observa-se a melhor produtividade em madeira para as árvores de *E. grandis*, seguindo-se o *E. pilularis* e *E. urophylla*. As demais espécies apresentaram fuste com 350 kg de massa seca média, inferior às mencionadas. O maior valor de casca foi de 21%, para o *E. citriodora* e *E. paniculata*, com os valores mais baixos para o *E. grandis* e *E. urophylla*. A casca das árvores de espécies de eucalipto revela, no seu aspecto externo, variações de forma e textura, sendo agrupadas na Austrália, como “stringybark” (casca fibrosa, filamentosa e persistente), “ironbark” (casca rugosa, fortemente sulcada, endurecida) e “gum” (casca lisa e decídua) (Alfonso, 1987). No aspecto quantitativo, há grande variação na porcentagem de casca, para espécies de pinus tropicais jovens, podendo chegar a 50% do volume total das árvores jovens de espécies tropicais de pinus, reduzindo para 12-16%, em árvores de idades mais avançadas. A literatura reporta valores de casca de 15,3%, em árvores de *E. grandis*, no Vale do Aço - MG; de 29,9-13,3%, em *P. caribaea* var. *hondurensis*, de 6-22 anos, em Agudos - SP, respectivamente; de 26-32%, em *Gmelina arborea*, de 8 anos, em

Tabela 7. Volume de madeira (com e sem casca), massa seca e casca das árvores das sete espécies de *Eucalyptus*.

(Wood volume (with and without bark), dry mass bark of seven eucalypt species).

Espécie	Volume (m ³)		Massa Seca (%)	Casca	
	com Casca	sem Casca		(m ³)	(%)
<i>E. citriodora</i>	0,66 (0,05/8,1) ¹	0,52 (0,05/9,1)	380 (40/10,5)	0,14 (0,01/8,8)	21,54 (1,62/7,5)
<i>E. tereticornis</i>	0,73 (0,08/10,6)	0,61 (0,07/11,7)	403 (63/15,7)	0,12 (0,02/13,5)	17,02 (2,28/13,4)
<i>E. paniculata</i>	0,65 (0,15/23,7)	0,51 (0,13/24,8)	366 (83/22,6)	0,14 (0,03/21,3)	21,41 (2,16/10,1)
<i>E. pilularis</i>	1,05 (0,21/19,6)	0,89 (0,19/21,0)	530 (93/17,5)	0,15 (0,02/14,9)	14,91 (1,49/10,0)
<i>E. cloeziana</i>	0,65 (0,10/15,3)	0,50 (0,05/11,1)	385 (59/15,3)	0,11 (0,01/9,2)	17,43 (2,80/16,1)
<i>E. urophylla</i>	1,08 (0,20/18,4)	0,94 (0,19/20,1)	512 (108/21,1)	0,13 (0,01/10,6)	12,75 (1,95/15,3)
<i>E. grandis</i>	1,62 (0,28/17,5)	1,45 (0,27/18,6)	703 (115/16,3)	0,17 (0,02/10,8)	10,82 (1,36/12,6)

¹ - os valores indicam o desvio padrão (m³, Kg, %) e coeficiente de variação (%), respectivamente.

Viçosa - MG; 18%, em *Anadenanthera macrocarpa*, no Alto Rio Grande - MG; de 19,67% para 146 espécies da mata seca, em Lavras - MG (Scolforo e Figueiredo Filho, 1995).

A variação do teor de casca ao longo do tronco das árvores das sete espécies de eucalypto é apresentada na Tabela 8 e na Figura 1. Para seis espécies observa-se uma alta

Tabela 8. Porcentagem de casca ao longo do tronco das árvores das sete espécies de *Eucalyptus*.

(Bark percentage of the stem of the seven eucalypt species).

Espécie	Casca(%)				
	Base	1/4	1/2	3/4	Topo*
<i>E. citriodora</i>	24,42 (4,0/16,2) ¹	20,34 (1,7/8,5)	18,84 (3,0/15,9)	20,77 (1,2/5,9)	28,43 (1,6/5,5)
<i>E. tereticornis</i>	22,55 (3,6/15,9)	13,74 (2,2/16,3)	13,36 (1,9/13,9)	15,93 (3,0/18,8)	24,29 (6,1/25,0)
<i>E. paniculata</i>	24,63 (2,8/11,4)	18,80 (2,3/12,1)	19,65 (1,6/8,4)	23,14 (4,2/18,0)	24,76 (3,0/12,0)
<i>E. pilularis</i>	16,95 (3,7/21,7)	13,88 (2,0/14,5)	12,26 (1,2/10,2)	17,08 (1,8/10,7)	22,05 (2,2/10,0)
<i>E. cloeziana</i>	15,95 (4,7/29,3)	17,18 (3,2/18,7)	18,09 (2,1/11,8)	20,12 (3,6/18,1)	21,58 (5,1/23,4)
<i>E. urophylla</i>	16,59 (5,0/30,4)	9,08 (0,9/9,9)	10,91 (1,4/12,9)	13,54 (1,1/8,3)	26,31 (5,4/20,6)
<i>E. grandis</i>	18,37 (1,7/9,4)	5,40 (0,9/17,3)	6,61 (0,9/13,3)	8,81 (2,0/22,7)	19,92 (4,5/22,7)

* - Altura comercial correspondente ao diâmetro de 5 cm;

¹ - valores indicam o desvio padrão e coeficiente de variação em %, respectivamente.

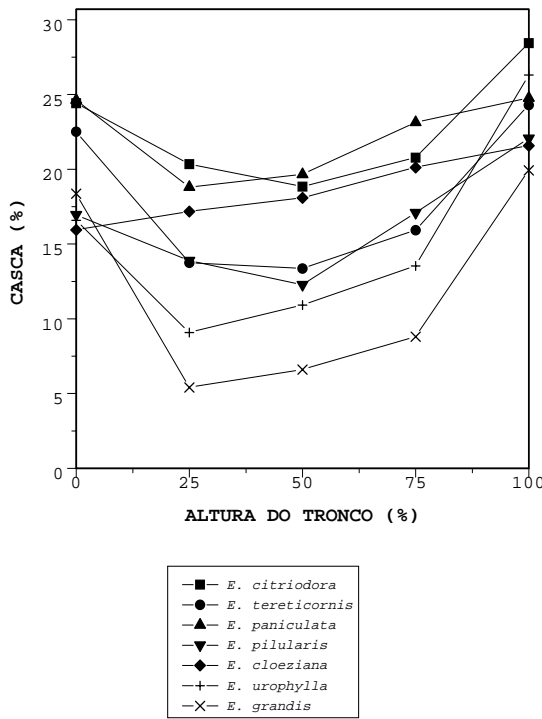


Figura 1. Variação da porcentagem de casca ao longo da altura do tronco das árvores das sete espécies de *Eucalyptus*.

(Variation of bark percentage of the stem of seven eucalypt species).

porcentagem de casca na base do tronco, com redução nas posições intermediárias e aumento no topo das árvores, com exceção do *E. cloeziana*, cujo aumento é quase linear no teor de casca, sentido base-topo. Essa tendência é confirmada por outros estudos realizados para espécies do gênero *Eucalyptus*. Algumas delas apresentam um modelo crescente ou decrescente no sentido base-topo, e para o *E. grandis* e *E. pilularis*, os valores médios de porcentagem de casca foram de 12,7 e 20,6%, respectivamente (Departamento de Silvicultura, 1983). Avaliações de Paula Neto et al. (1992) indicaram que a porcentagem de casca foi maior na região da base do tronco, estabilizando-se na altura de quatro metros, diferenciando-se ao longo do tronco para cada classe de DAP e entre árvores, com o valor de fator de casca no DAP,

representando o fator médio da árvore. Estudo realizado por Campos e Ribeiro (1983), com 486 árvores de *Eucalyptus* spp, mostrou forte correlação entre o valor percentual de casca e a altura do tronco, havendo, entretanto, correlação com o diâmetro. A diferença do *E. grandis* e *E. urophylla*, quanto à menor porcentagem de casca, fica evidente, principalmente, a 25 e 50% da altura do fuste.

Relação cerne-alburno

A quantificação do cerne e do alburno é muito importante dependendo da utilização da madeira. A coloração do alburno no fuste recém abatido das sete espécies foi geralmente amarelo-palha. A coloração do cerne de *E. citriodora*, *E. pilularis* e *E. cloeziana* variou de castanho-claro a escuro; *E. tereticornis* e *E.*

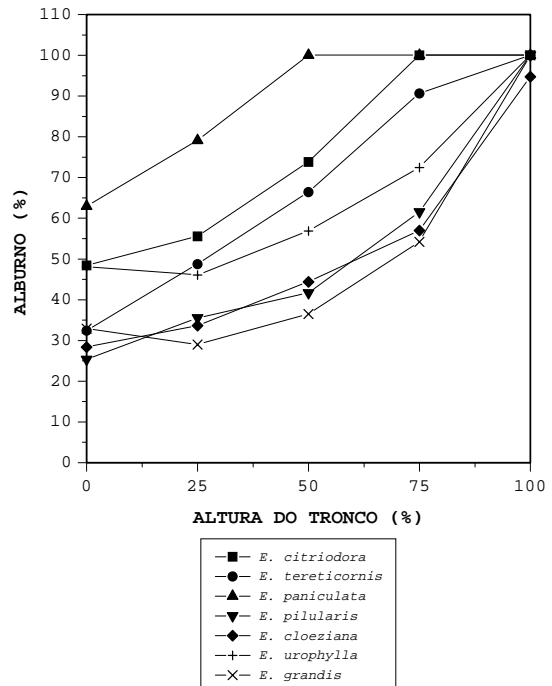


Figura 2. Variation da porcentagem de alburno ao longo da altura do tronco das sete espécies de *Eucalyptus*.

(Variation of sapwood percentage of the stem of seven eucalypt species).

paniculata, vermelho-escuro; *E. urophylla*, rosa claro e *E. grandis*, rosa mais escuro. O *E. citriodora* e *E. paniculata* apresentaram maior espessura do alburno ao longo do tronco; enquanto que *E. pilularis*, *E. cloeziana* e *E. grandis*, apresentaram alburno mais estreito (Tabela 9 e Figura 2).

Para todas as espécies, com exceção do *E. cloeziana*, na altura do tronco, com diâmetro de 5 cm, a percentagem de alburno atingiu um valor máximo, destacando-se o *E. paniculata*, com mais de 60% de alburno na base do tronco da árvore, e a 50% predominância desse tipo de madeira. A percentagem de alburno é

alta para o *E. citriodora* e ligeiramente mais baixa no *E. pilularis*, *E. grandis* e *E. cloeziana*. Para o *E. citriodora*, com 55 anos, em Rio Claro - SP, os valores médios do alburno na porção basal e mediana do fuste foram de 36,5 e 40,9%, respectivamente. Por outro lado, Tomazello Filho (1994) registra a percentagem de alburno para *E. camaldulensis*, mostrando que árvores de 11-20 anos, com maior taxa de crescimento, apresentaram 31% de alburno na base do tronco, enquanto que as de crescimento lento chegaram a 16%. A espessura de alburno no gênero *Eucalyptus* varia de 1,5-4,5 cm, segundo Alfonso (1987), aspecto confirma-

Tabela 9. Espessura e percentagem de alburno ao longo do tronco das árvores de sete espécies de *Eucalyptus*.

(Sapwood thickness and percentage of the stem of the seven eucalypt species).

Espécie	Teores de Alburno									
	Base		1/4		1/2		3/4		Topo*	
	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)
<i>E. citriodora</i>	3,83	48,40	3,35	55,56	3,71	73,81	5,16	100	2,11	100
	(0,70) ¹	(6,72)	(0,79)	(11,18)	(0,48)	(5,94)	(0,53)	-	(0,19)	-
	(18,3) ²	(13,9)	(23,5)	(20,1)	(12,9)	(8,0)	(10,3)	-	(9,00)	-
<i>E. tereticornis</i>	2,40	32,40	2,83	48,74	3,41	66,42	3,99	90,66	2,40	100
	(0,32)	(3,62)	(0,58)	(5,49)	(0,86)	(11,11)	(1,22)	(11,17)	(0,24)	-
	(13,2)	(11,2)	(20,7)	(11,3)	(25,2)	(16,7)	(30,6)	(12,3)	(10,0)	-
<i>E. paniculata</i>	4,65	62,92	5,38	79,08	7,49	100	5,19	100	2,14	100
	(0,47)	(10,1)	(2,08)	(12,33)	(0,79)	-	(0,69)	-	(0,07)	-
	(4,67)	(7,4)	(38,7)	(15,6)	(10,5)	-	(13,3)	-	(3,4)	-
<i>E. pilularis</i>	1,91	25,32	2,04	35,48	1,94	41,66	2,16	61,53	2,33	100
	(1,25)	(17,43)	(0,32)	(7,70)	(0,61)	(15,90)	(10,52)	(16,44)	(0,27)	-
	(65,4)	(68,8)	(15,9)	(21,70)	(31,4)	(38,2)	(23,9)	(26,7)	(11,7)	-
<i>E. cloeziana</i>	2,20	28,37	1,76	33,64	1,96	44,38	1,89	56,98	2,03	94,75
	(0,81)	(9,51)	(0,21)	(4,62)	(0,63)	(10,46)	(0,61)	(9,89)	(0,58)	(11,73)
	(37,0)	(33,5)	(12,0)	(13,7)	(32,4)	(23,6)	(32,5)	(17,3)	(28,8)	(12,4)
<i>E. urophylla</i>	4,51	48,12	2,96	46,05	3,09	56,87	3,54	77,47	2,39	100
	(1,24)	(9,9)	(0,68)	(7,20)	(1,03)	(11,59)	(1,83)	(17,25)	(0,46)	-
	(27,5)	(20,6)	(22,9)	(15,6)	(33,3)	(20,4)	(51,9)	(22,3)	(19,4)	-
<i>E. grandis</i>	3,35	32,90	2,03	28,98	2,05	36,49	2,18	54,21	2,32	100
	(0,61)	(2,38)	(0,31)	(4,16)	(0,37)	(6,36)	(0,36)	(8,94)	(0,23)	-
	(18,1)	(7,2)	(15,3)	(14,4)	(18,0)	(17,4)	(16,5)	(16,5)	(9,9)	-

* - altura comercial correspondente ao diâmetro de 5,0 cm;

¹ - valores de são desvio padrão (cm, %);

² - valores de coeficiente de variação (%).

do para a maioria das sete espécies de eucalipto. A maior permeabilidade da madeira de alburno torna-o menos susceptível ao aparecimento de defeitos de secagem, como fendilhamento e empenamento, decorrentes de colapso, além de tornar possível a absorção de produtos preservantes. O *E. paniculata* e *E. citriodora*, por apresentarem alta proporção de

alburno, a partir da base do tronco, mostraram-se aptos à preservação. Para o *E. grandis*, *E. cloeziana* e *E. pilularis*, a menor quantidade de madeira tratável poderá limitar a utilização da madeira serrada, quando há exigência de alto desempenho em relação a organismos xilófagos.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados do presente trabalho, pode-se concluir que:

- Há variações na produtividade de madeira sólida entre as espécies de eucalipto.
- As espécies de eucalipto se destacam pelas grandes dimensões do fuste e por sua forma mais adequada ao desdobro.
- O *E. paniculata* se destaca pelo fator de forma do fuste, com menor índice de conicidade e maior aproximação do volume real para o cilíndrico.

- Em seis espécies de eucalipto, o teor de casca é maior na base e topo e, menor, na parte média do fuste, exceto o *E. cloeziana*, com modelo de variação distinto.

- A porcentagem de alburno é maior no *E. paniculata* com valor de 60% na base, e quase 100% na posição média do tronco; é elevada, também, para o *E. citriodora*, seguindo-se o *E. pilularis*, *E. grandis* e *E. cloeziana*, indicando-se a necessidade de aplicação de preservantes para a proteção da madeira.

AUTORES

JOSÉ TARCÍSIO DA SILVA OLIVEIRA é Professor do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa – 36570-000 – Viçosa, MG. E-mail: jtsilva@mail.ufv.br

JOÃO CÉSAR HELLMEISTER é Professor Aposentado do Laboratório de Madeiras e Estruturas de madeiras da Escola de Engenharia da Universidade de São Paulo - Av. Dr. Carlos Botelho, 1465 - Caixa Postal 359 - São Carlos, SP - 13560-250

JOÃO WALTER SIMÕES é Professor Aposentado do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP – Caixa Postal 9 – Piracicaba, SP – 13400-970

MÁRIO TOMAZELLO FILHO é Professor Doutor do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP – Caixa Postal 9 – Piracicaba, SP – 13400-970 – E-mail: mtomazel@carpa.ciagri.usp.br

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA, M. S. Estado de la tecnología en usos no tradicionales de la madera de eucalipto en el Mercosur y otros países. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE ALTA TECNOLOGIA E ENCONTRO SOBRE TECNOLOGIAS APROPRIADAS DE DESDOBRO, SECAGEM E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO, 1, Belo Horizonte, 1998. **Anais**. Belo Horizonte: Minascentro, 1998. p.82-105.

ALFONSO, V.A. **Caracterização anatômica do lenho e da casca das principais espécies de *Eucalyptus* L'Herit. cultivadas no Brasil**. São Paulo, 1987. 188p. Tese (Doutorado)- Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

BOUVET, J.M.; ANDRIANIRINA, G. *Eucalyptus grandis* à Madagascar: potentialités, bilan et orientations des travaux d'amélioration génétique. **Bois et forêts des tropiques**, n.226, p.5-19, 1980.

- CAMPOS, J.C.C.;RIBEIRO, J.C. **Produção dos povoamentos de *Eucalyptus spp* na região do Triângulo Mineiro.** Viçosa: SIF, 1983. 43p. (Boletim Técnico,1).
- DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA. **Determinação da porcentagem de casca e variação dentro da árvore.** Piracicaba: ESALQ, 1983. (Informações SQCE, 5)
- FERREIRA. M.; SIMÕES, J.W. Formação de população base de *Eucalyptus pilularis* Smith, visando a produção de madeira para usos múltiplos. **IPEF**, v.47, p.1-21, 1994.
- GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do estado de Minas Gerais para reflorestamento.** Belo Horizonte: PRODEPEF/PNUD/FAO/IBDF-BRA(71/545), 1975. 65p. (Série técnica,3)
- GOLFARI, L.; CASER,R.L.; MOURA,V.P.G. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil.** Belo Horizonte: PRODEPEF/PNUD/FAO/IBDF-BRA (71/545), 1978. 66p. (Série técnica,11)
- HILLIS, W. E.; BROWN, A. G., ed. **Eucalyptus for wood production.** Melbourne: CSIRO, 1978. cap.12.
- OLIVEIRA, J.T.S. **Estudo das propriedades físicas e tecnológicas da madeira da pindaíba (*Xylopia sericea* St. Hil.).** Viçosa, 1988. 106p. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
- OZARSKA, B. A review of current research of native Australian species for value-added opportunities. **Forest products journal**, v.48, n.10, p.23-27, 1998.
- PAULA NETO, F. et al. Variação da porcentagem de casca ao longo do tronco e entre árvores de eucalipto. **Revista árvore**, v.16, n.3, p.309-318, 1992.
- RECORD, S.J.; HESS, R.W. **Timbers of the new world.** New Haven: Yale University Press, 1949. 640p.
- RIZZINI, C.T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia.** 2.ed. São Paulo: Edgard Brücher, 1981. 294p.
- SCHÖNAU, A.P.G.; COETZEE, J. Initial spacing, stand density and thinning in eucalypt plantations. **Forest ecology and management**, v.29, p.245-266, 1989.
- SCOLFORO, J. R.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Mensuração florestal - módulo 2: volumetria.** Lavras: Esal, 1995. 126p.
- TOMAZELLO FILHO, M. **Notas de aula de formação, anatomia, propriedades e identificação de madeiras.** Piracicaba: ESALQ / Departamento de Ciências Florestais, 1994. (não publicado)