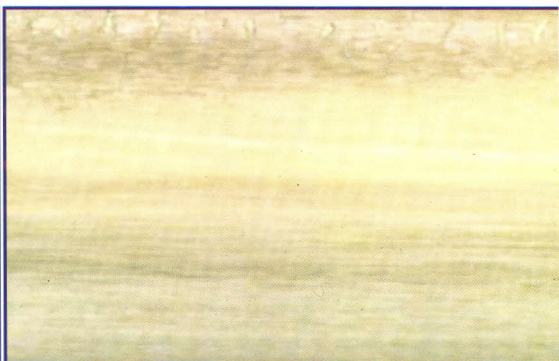


Características da Madeira de Seis Espécies de Eucalipto Plantadas em Colombo-PR



República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva

Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Roberto Rodrigues

Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa

Conselho de Administração

José Amauri Dimázio

Presidente

Clayton Campanhola

Vice-Presidente

Nome dos membros

Dietrich Gerhard Quast

Alexandre Kalil Pires

Sérgio Fausto

Urbano Campos Ribeiral

Diretoria Executiva da Embrapa

Clayton Campanhola

Diretor-Presidente

Gustavo Kauark Chianca

Hebert Cavalcante de Lima

Mariza Marilena Tanajura Luz Barbosa

Diretores-Executivos

Embrapa Florestas

Vitor Afonso Hoeflich

Chefe-Geral

João Antonio Pereira Fowler

Chefe Adjunto de Administração

Moacir José Sales Medrado

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Moacir José Sales Medrado

Chefe Adjunto de Comunicação, Negócios e Apoio

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 15

Características da Madeira de Seis Espécies de Eucalipto Plantadas em Colombo - PR

José Carlos Duarte Pereira
Patrícia Póvoa de Mattos
Erich Gomes Schaitza

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira km 111 - CP 319

83411-000 - Colombo, PR - Brasil

Fone: (41) 666-1313 / Fax: (41) 666-1276

Home page: www.cnpf.embrapa.br

E-mail (sac): sac@cnpf.embrapa.br

"Para reclamações e sugestões *Fale com o Ouvidor*"

ouvidoria@sede.embrapa.com.br / www.embrapa.br/ouvidoria

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Moacir José Sales Medrado

Secretária-Executiva: Guiomar Moreira Braguinha

Membros: Antônio Maciel Botelho, Edilson B. de Oliveira, Jarbas Y.

Shimizu, José Alfredo Sturion, Patrícia P. de Mattos, Susete do

Rocio C. Penteado

Supervisor editorial: Moacir José Sales Medrado

Normalização bibliográfica: Elizabeth Câmara Trevisan

Lidia Woronkoff

Tratamento de ilustrações: Cleide Fernandes de Oliveira

Foto(s) da capa: Patrícia Póvoa de Mattos

Revisão gramatical: Glaci Kokuka

Editoração eletrônica: Cleide Fernandes de Oliveira

1ª impressão (2003): 500 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.

Embrapa Florestas

Pereira, José Carlos Duarte

Características das madeiras de seis espécies de eucalipto plantadas em Colombo-PR / José Carlos Duarte Pereira, Patrícia Póvoa de Mattos e Erich Gomes Schaitza. Colombo : Embrapa Florestas, 2003.

14 p. (Embrapa Florestas. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 15).

ISSN 1676-9449

1. Propriedade físico-química. 2. Madeira. 2. *Eucalyptus*. I. Mattos, Patrícia Póvoa de. II. Schaitza, Erich Gomes. III. Título. IV Série.

CDD 674.13

© Embrapa 2003

Sumário

Resumo	5
1. Introdução	6
2. Material e métodos	7
3. Resultados e discussão	10
4. Conclusões	13
5. Referências bibliográficas	14

Características das Madeiras de Seis Espécies de Eucalipto Plantadas em Colombo - PR

*José Carlos Duarte Pereira*¹

*Patrícia Póvoa de Mattos*²

*Erich Gomes Schaitza*³

Resumo

Foram analisadas as propriedades da madeira de seis espécies de *Eucalyptus* plantadas em Colombo, PR. As espécies estudadas foram *Eucalyptus badjensis*, *E. paniculata*, *E. robusta*, *E. smithii*, *E. viminalis* e o híbrido cambiju. As variáveis foram densidade básica, poder calorífico, composição química, retratibilidade e o processo de secagem. Adicionalmente, os resíduos do tronco e os ramos foram quantificados e analisados como fonte de energia. Foram observadas diferenças significativas entre espécies para algumas propriedades da madeira. *E. paniculata* produziu a madeira mais densa e mais homogênea com relação à variação da densidade no sentido longitudinal. A madeira do híbrido cambiju mostrou-se dimensionalmente mais estável e, juntamente com a madeira de *E. paniculata*, foram aquelas de melhor comportamento no processo de secagem. *E. paniculata* e *E. smithii* produziram lenha de melhor qualidade.

Palavras-chave: *Eucalyptus badjensis*; *E. paniculata*; *E. robusta*; *E. smithii*; *E. viminalis*; híbrido cambiju; propriedades da madeira.

¹ Engenheiro-Agrônomo, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*. jcarlos@cnpf.embrapa.br

² Engenheira-Agrônoma, Doutora, Pesquisadora da *Embrapa Florestas*. povoa@cnpf.embrapa.br

³ Engenheiro Florestal, Bacharel, Pesquisador da *Embrapa Florestas*. erich@cnpf.embrapa.br

Wood Properties of Six Eucalypt Species Planted in Colombo-PR

Abstract

The wood quality of six *Eucalyptus* species planted in Colombo, PR, was compared. The species were *Eucalyptus badjensis*, *E. paniculata*, *E. robusta*, *E. smithii*, *E. viminalis* and the hybrid cambiju. The traits studied were basic density, heat content, chemical composition, shrinkage and drying process. Additionally, residues and branches were quantified and qualified as fuel wood. Significant differences among species were found. The hybrid cambiju had a better dimensional stability and together with *E. paniculata* had the best behaviour during drying. *E. paniculata* and *E. smithii* produced better quality firewood.

Key words: *Eucalyptus badjensis*; *E. paniculata*; *E. robusta*; *E. smithii*; *E. viminalis*; hybrid cambiju; wood properties.

1. Introdução

Em consequência da escassez de madeiras de folhosas nativas, especialmente nas regiões sul e sudeste, as espécies do gênero *Eucalyptus* passaram a despertar as atenções de empresas e instituições de pesquisa como fontes de matéria-prima também para os setores da movelaria e da construção civil. Os esforços de pesquisa e desenvolvimentò - antes voltados para a produção de biomassa para celulose e energia - vêm-se sucedendo e abordando alguns dos

principais problemas encontrados nessas madeiras, como aqueles decorrentes da presença de tensões de crescimento e defeitos de secagem, antes pouco importantes. Por outro lado, a necessidade do aproveitamento integral das árvores para usos múltiplos, com os propósitos de aumentar a rentabilidade dos empreendimentos, reduzir os impactos ambientais negativos pela geração de resíduos e ampliar as perspectivas de mercado quando de oscilações de preços, faz com que se amplie a abrangência da pesquisa e multipliquem-se os esforços na avaliação da matéria-prima. Muitas espécies estão sendo reavaliadas face às mudanças do mercado em busca de novos produtos.

No Sul, uma das principais limitações para a produção de madeira de eucalipto é a ocorrência de geadas. Embora este gênero compreenda centenas de espécies, poucas são aquelas resistentes ao frio e à ocorrência das geadas típicas da região, com variações bruscas de temperatura. Este trabalho teve os objetivos de comparar a qualidade da madeira de seis espécies de eucalipto que se desenvolveram bem em Colombo-PR e de ampliar a base de dados dessas espécies para usos múltiplos.

2. Material e métodos

As amostras de madeira foram coletadas em um arboreto implantado em Colombo, PR. As coordenadas geográficas são 25° 20' S e 49° 14' W, a altitude é de 920 m e o clima, sempre úmido, segundo Köppen, do tipo Cfb. A temperatura média do mês mais quente é inferior a 22 °C e a do mês mais frio, superior a 10 °C, ocorrendo mais de cinco geadas anuais. O solo, de baixa fertilidade, caracteriza-se como Cambissolo A proeminente. O espaçamento de plantio adotado foi de 3 m por 2 m e as parcelas continham 25 plantas. As espécies estudadas encontram-se caracterizadas na Tabela 1.

TABELA 1. Características das espécies estudadas e época de plantio.

Espécie	Procedência/Origem	Latitude	Longitude	Altitude	Plantio
<i>E. badjensis</i>	Austrália	36° 32´	149° 15´	900 m	09/03/1984
<i>E. paniculata</i>	Ouro Fino, MG	-	-	-	09/03/1984
<i>E. robusta</i>	Austrália	29° 58´	153° 00´	13 m	09/03/1984
<i>E. smithii</i>	Austrália	36° 17´	150° 03´	305 m	09/03/1984
<i>E. viminalis</i>	Austrália	29° 01´	152° 06´	1100 m	09/03/1984
Híbrido cambiju	Ponta Grossa, PR	25° 04´	50° 08´	912 m	31/10/1985

As amostras foram coletadas quando as árvores estavam com quinze anos, à exceção de *E. cambiju*, com 13 anos e sete meses de idade. Foram derrubadas três árvores de cada espécie. Após as medições dos diâmetros a 1,30 m do solo (DAP) e das alturas totais, os fustes foram divididos em toras de 3,0 m até o diâmetro mínimo de 20,0 cm, com casca. Na base de cada árvore e nas posições compreendidas entre duas toras consecutivas, foram coletados discos com 2,5 cm de espessura. De cada disco, retiraram-se quatro cunhas com ângulo interno de 30°. Duas delas, de posições opostas, foram utilizadas para as determinações da densidade básica e, as demais, para formar duas amostras compostas por árvore. A primeira foi utilizada na determinação do poder calorífico da madeira e da casca. A outra, foi transformada em serragem, em moinho tipo Wiley, para a determinação dos teores de extrativos totais, lignina e holocelulose.

Densidade básica

A densidade básica da madeira, de cada cunha, foi determinada pelo método da balança hidrostática, Norma ABCP M 14/70 (Associação...1968). A densidade média do disco foi calculada através da média aritmética dos valores obtidos para as respectivas cunhas. Para a obtenção da densidade básica média da árvore, calcularam-se os volumes de madeira das toras compreendidas entre dois discos sucessivos e os respectivos pesos secos, expressos pelo produto desses volumes pelas médias aritméticas das densidades básicas dos discos. A densidade básica média da árvore foi, então, calculada pelo quociente entre as somatórias dos pesos secos e dos volumes de suas toras.

A densidade básica da casca foi determinada utilizando-se uma amostra composta por árvore formada pelas frações de casca retiradas de cada cunha. O método utilizado também foi o da balança hidrostática, norma ABCP M 14/70 (Associação...1968).

Composição química

Os teores de extrativos totais foram determinados pela norma ABCP M3/69, os de lignina pela norma ABCP M 10/71 (Associação...1968) e os de holocelulose, pela diferença entre a soma dos dois primeiros e o total (100%).

Poder calorífico

O poder calorífico superior foi determinado pelo método da bomba calorimétrica, utilizando-se duas repetições por árvore.

Desdobro

Todas as toras foram desdobradas em tábuas de uma polegada de espessura. O desdobro foi feito em serra-de-fita, com cortes paralelos até o centro da tora, seguido de giro de 180° e, novamente, cortes paralelos até o centro da tora. Nas toras da base de cada árvore, foram retirados os pranchões centrais, contendo a medula, com espessuras compreendidas entre 8 e 10 cm.

Retratibilidade

Da prancha central, obtida no processo de desdobro, foram coletados os corpos de prova para as determinações de retratibilidade, conforme as normas ISO 4469-1981 (International...1981) e ISO 4858-1982 (International...1982). O coeficiente de anisotropia foi calculado pela relação entre as contrações tangencial e radial.

Estudos de secagem

Das tábuas obtidas para cada espécie, foram coletadas dez amostras de madeira com 100 mm de largura, 25 mm de espessura e 200 mm de comprimento para os estudos de secagem, desenvolvidos pelo método rápido de Terezawa (1965).

Caracterização da lenha

O remanescente do tronco de cada árvore, com diâmetro inferior a 20,0 cm com casca, assim como os ramos laterais, foram transformados em lenha e empilhados. Após a medição dos comprimentos e diâmetros com e sem casca, foram coletadas dez amostras de cada espécie para as determinações da densidade básica e do poder calorífico da madeira e da casca, conforme metodologia já citada anteriormente.

3. Resultados e discussão

Foram observadas diferenças significativas, entre espécies, para a densidade básica da madeira e para a densidade e poder calorífico superior da casca (Tabela 2). Para o poder calorífico da madeira, as diferenças não foram significativas. *E. paniculata* produziu a madeira mais densa e, tomando-se os coeficientes de variação como índices de homogeneidade, mostrou-se a mais homogênea quanto à distribuição da densidade básica no sentido base-topo (CV = 4,2%). A madeira de *E. badjensis* foi a mais heterogênea (CV = 15,2%).

TABELA 2. Densidade básica e poder calorífico superior da madeira e da casca. Médias de três árvores por espécie.

Espécies	Densidade básica (g/cm ³)		Poder calorífico (Kcal/kg)	
	Madeira	Casca	Madeira	Casca
<i>E. badjensis</i>	0,523 a 15,2*	0,314 cd	4561	3425 a b
<i>E. paniculata</i>	0,732 d 4,2	0,263 b	4579	4285 c
<i>E. robusta</i>	0,519 a 11,5	0,196 a	4706	4231 c
<i>E. smithii</i>	0,605 c 7,6	0,334 d	4569	3842 b c
<i>E. viminalis</i>	0,557 b 7,3	0,291 bc	4552	3169 a
Cambiju	0,513 a 8,2	0,265 b	4614	3294 a b
Médias	0,579	0,278	4597	3708
CVe (%)	8,8	21,2	2,9	8,6
F	45,82	29,596	1,135	13,925
p <	0,0001	0,0001	0,3635	0,0001

Observação: Médias seguidas por letras idênticas não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

* Coeficientes de variação relativos às densidades básicas das cunhas.

Com relação à composição química, *E. smithii* produziu madeira com os menores teores de extrativos totais e de lignina e com os maiores de holocelulose, características favoráveis para a produção de celulose (Tabela 3). A madeira de *E. robusta* apresentou o maior teor de lignina, devendo proporcionar maior rendimento no processo de carbonização e maior teor de carbono fixo no carvão produzido; sua densidade, no entanto, foi a menor delas

e, por isso, deve-se esperar menor quantidade de energia por unidade de volume e carvão com densidade aparente inferior, conforme resultados obtidos por Brito e Barrichelo (1977; 1980).

TABELA 3. Teores de extrativos totais, lignina e holocelulose da madeira. Médias de três árvores por espécie.

Espécies	Composição química (%)		
	Extrativos	Lignina	Holocelulose
<i>E. badjensis</i>	4,7 a	23,9 b	71,4 c
<i>E. paniculata</i>	4,9 ab	23,7 b	71,3 c
<i>E. robusta</i>	6,7 c	28,5 d	64,8 a
<i>E. smithii</i>	3,9 a	20,2 a	75,9 d
<i>E. viminalis</i>	6,1 bc	23,7 b	70,2 c
Cambiju	5,1 ab	27,2 c	67,7 b
CVe (%)	13,3	2,7	1,5
F	5,65	54,85	33,04
p <	0,0066	0,0001	0,0001

Observação: Médias seguidas por letras idênticas não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

A madeira do híbrido cambiju apresentou os menores índices de retratibilidade e de anisotropia de contração (Tabela 4), mostrando-se, portanto, dimensionalmente estável e apropriada para processamento mecânico. Contrariamente, *E. smithii* e *E. viminalis* produziram as madeiras mais instáveis.

TABELA 4. Coeficientes de retratibilidade e anisotropia de contração. Médias de três árvores por espécie.

Espécies	Retratibilidade (%)				Anisotropia
	Longitudinal	Radial	Tangencial	Volumétrica	
<i>E. badjensis</i>	0,38 c	6,1	12,7 a	19,2 ab	2,6 ab
<i>E. paniculata</i>	0,21 ab	6,5	13,5 a	20,2 b	2,2 a
<i>E. robusta</i>	0,29 bc	5,6	12,5 a	18,5 ab	2,4 a
<i>E. smithii</i>	0,27 b	7,5	18,6 b	26,4 c	3,1 b
<i>E. viminalis</i>	0,28 bc	6,6	17,7 b	24,5 c	3,2 b
Cambiju	0,11 a	5,5	11,6 a	17,2 a	2,3 a
CVe (%)	145,5	43,5	34,0	27,1	45,9
F	6,00	2,23	10,85	12,37	3,70
p <	0,0001	0,0533	0,0001	0,0001	0,0032

Observação: Médias seguidas por letras idênticas não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

Também no processo de secagem as madeiras do híbrido cambiju e de *E. paniculata* mostraram-se de boa qualidade, com baixos índices de colapso, podendo ser submetidas a programa de secagem mais acelerados (Tabela 5).

TABELA 5. Comportamento da madeira durante o processo de secagem em laboratório. Médias de três árvores por espécie.

Espécies	Índices de rachadura		Variação de espessura	Classes de secagem
	De topo	Internas		
<i>E. badjensis</i>	1,8	2,4	1,64 b	3,1 b
<i>E. paniculata</i>	1,2	1,8	0,73 a	1,9 a
<i>E. robusta</i>	1,5	1,3	0,84 a	2,3 ab
<i>E. smithii</i>	1,5	1,9	0,95 ab	2,3 ab
<i>E. viminalis</i>	1,8	2,2	0,96 ab	2,3 ab
Cambiju	1,7	1,4	0,64 a	1,8 a
CVe (%)	47,0	60,8	54,5	37,6
F	0,969	1,504	4,609	2,852
p <	0,4449	0,2038	0,0014	0,0234

Observação: Médias seguidas por letras idênticas não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

Com relação à lenha produzida, as pilhas foram agrupadas por espécie e, assim, caracterizadas e quantificadas (Tabelas 6 e 7). Destacaram-se *E. paniculata* e *E. smithii*, com lenha mais densa e de melhor qualidade.

TABELA 6. Densidade básica e poder calorífico superior da lenha. Médias de dez amostras por pilha.

Espécies	Densidade básica (g/cm ³)		Poder calorífico (Kcal/kg)	
	Madeira	Casca	Madeira	Casca
<i>E. badjensis</i>	0,619	0,365	4430	3927
<i>E. paniculata</i>	0,732	0,329	4192	3886
<i>E. robusta</i>	0,510	0,361	4500	3637
<i>E. smithii</i>	0,664	0,421	4298	3637
<i>E. viminalis</i>	0,571	0,337	4174	4049
Cambiju	0,523	0,374	4453	3659
Médias	0,603	0,364	4341	3799

TABELA 7. Volumes, matéria seca e energia contida na lenha produzida. Valores totais de três árvores por espécie.

Espécies	Volumes (m ³)		Peso Seco (kg)		Energia (Kcal)	
	Madeira	Casca	Madeira	Casca	Madeira	Casca
<i>E. badjensis</i>	0,26	0,05	162,8	17,8	720.993	70.033
<i>E. paniculata</i>	0,54	0,32	397,4	106,6	1.665.816	414.395
<i>E. robusta</i>	0,24	0,04	124,4	15,7	559.655	57.150
<i>E. smithii</i>	2,08	0,27	1381,2	112,4	5.936.416	408.817
<i>E. viminalis</i>	0,40	0,06	226,7	20,2	946.082	81.931
Cambiju	0,35	0,07	184,8	24,9	823.110	90.976

Comparando-se os valores relatados nas Tabelas 2 e 6, depreende-se que, em geral, a lenha obtida dos resíduos da exploração de toras para serraria é de boa qualidade, com densidades básicas um pouco superiores às do fuste e com poder calorífico da madeira ligeiramente inferior. Esses resultados são compatíveis àqueles relatados por Carvalho & Nahuz (2001), os quais concluíram ser perfeitamente viável o aproveitamento dos resíduos da exploração, incluindo os galhos, para a produção de energia. Os autores relatam, ainda, um estudo desenvolvido em 1996 pela equipe da Eucatex cujos resultados indicam a lucratividade do uso da lenha de eucalipto em caldeiras de biomassa, em substituição parcial do óleo combustível na geração de energia para o processo produtivo.

4. Conclusões

Foram observadas diferenças significativas entre espécies para algumas propriedades da madeira. *E. paniculata* produziu a madeira mais densa e mais homogênea com relação à variação da densidade no sentido longitudinal (base-topo). A madeira do híbrido cambiju mostrou-se dimensionalmente mais estável. As madeiras de *E. paniculata* e do híbrido cambiju foram aquelas de melhor comportamento no processo de secagem. *E. paniculata* e *E. smithii* produziram lenha de melhor qualidade.

5. Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **Normas de ensaio**. São Paulo, 1968. Não paginado.

BRITO, J. O. de; BARRICHELO, L. E. G. Correlações entre características físicas e químicas da madeira e a produção de carvão vegetal: 1. Densidade e teor de lignina da madeira de eucalipto. **IPEF**, Piracicaba, n. 24, p. 9-20, 1977.

BRITO, J. O. de; BARRICHELO, L. E. G. Correlações entre características físicas e químicas da madeira e a produção de carvão vegetal: 2. Densidade da madeira X densidade do carvão. **IPEF**, Piracicaba, n. 20, p. 121-126, 1980.

CARVALHO, A. M. de; NAHUZ, M. A. R. Valorização da madeira do híbrido *Eucalyptus grandis* X *urophylla* através da produção conjunta de madeira serrada em pequenas dimensões, celulose e lenha. **IPEF**, Piracicaba, n. 59, p. 61-76, 2001.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Wood determination of radial and tangential shrinkage, ISO 4469-1981 (E)**. [S.l.], 1981.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Wood determination of volumetric shrinkage, ISO 4858-1982 (E)**. [S.l.], 1982.

PEREIRA, J. C. D.; SCHAITZA, E. G.; HIGA, A. R. **Caracterização dos resíduos da madeira de *Eucalyptus dunnii* como fonte de energia**. Colombo: Embrapa-CNPQ, 1997. 3 p. (Embrapa-CNPQ. Pesquisa em Andamento, 36).

STURION, J. A.; PEREIRA, J. C. D.; CHEMIN, M. S. Qualidade da madeira de *Eucalyptus viminalis* para fins energéticos em função do espaçamento e idade de corte. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 16, p. 55-59, jun./dez. 1988.

SUMI, H.; SULAIMAN, I. B.; LEE, E. F. P.; LIAH, T. J. **Kiln drying properties and kiln drying schedules of 9 species of Sarawak timbers**. [S.l.]: TRTTC, 1995. (Technical Report, 17). 15 p.

TERAZAWA, S. Methods for easy determination of kiln drying schedules of wood. **Wood Industry**, v. 20, n. 5, p. 1-8, 1965.

Embrapa

Florestas



Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

