

Variação da qualidade da madeira entre grupos
fenotípicos de clones de *Eucalyptus urophylla*
S.T. Blake da Ilha de Flores, Indonesia

Wood quality variation among phenotypic
groups of clones *Eucalyptus urophylla*
S.T. Blake from Flores Island, Indonesia

Osmar Francisco Ruy
Mário Ferreira
Mário Tomazello Filho

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi estudar parâmetros de qualidade da madeira (densidade básica, comprimento, largura, diâmetro e espessura da parede das fibras) de clones de *Eucalyptus urophylla*, da Ilha de Flores, Indonésia, agrupados pelas características silviculturais e botânicas. A população base constituiu-se de um banco clonal, com 6 anos de idade, implantado no Horto Florestal Nossa Senhora Aparecida, Município de Aguaí, SP. Os clones foram classificados em 4 grupos fenotípicos, sendo selecionados 3 clones para cada grupo fenotípico, com um total de 12 clones. Para cada clone foram selecionados os rametes em 3 classes de diâmetro, com um total de 108 rametes. Destes foram cortados discos de madeira com casca, em 5 alturas do tronco, determinando-se a espessura da casca, densidade básica e dimensões das fibras do lenho. A análise mostrou que as características fenotípicas de cada grupo não têm relação com as variações de qualidade da madeira e percentagem de casca nos rametes analisados. Com base nos resultados indica-se que na seleção de clones superiores de *E. urophylla* sejam incluídos os parâmetros de qualidade da madeira juntamente com os fenotípicos.

PALAVRAS-CHAVE: *Eucalyptus urophylla*, Clones, Qualidade da madeira

ABSTRACT: The main objectives of this research were to analyse the wood quality parameters (wood basic density, fiber length, width, diameter and wall thickness) in *E. urophylla* clones from Flores Island, Indonesia, grouped by silvicultural and botanical characteristics. The clonal bank of the species – the basic population – was a 6 years-old plantation located in Aguaí, SP, Brazil. The clones were classified in to 5 phenotypic groups, according Lopez (1992), considering the silvicultural (yield, height, natural pruning, survival, tree form etc.) and botanical (trunk, bark, leaf, fruit etc.) characteristics. Three clones were selected for each phenotype group, with a total of 12 clones, excluding the group 5 for not attending the selection criterion. The trees (ramets) of 3 different diameters (small, medium, large) in a total of 108 were selected form each clone. After felling the trees, wood samples including bark were obtained in 5 positions of the trunk. The wood samples were analysed for bark thickness, wood basic density and fiber dimensions. The results obtained from the 4 phenotypic groups, regarding the

wood parameters quality, showed that there is no significative differences among groups. Considering the results of this research it is recommended that, during further genetic selection programm, wood quality parameters have to be included together with phenotypic parameters, in order to select superior clones of *E. urophylla*.

KEYWORDS: *Eucalyptus urophylla*, Clones, Wood quality

INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus* com mais de 600 espécies e inúmeras procedências e variedades distribui-se quase que exclusivamente na Austrália. Das espécies que ocorrem fora da Austrália, citam-se 3 no arquipélago da Indonésia: *E. urophylla*, *E. alba* e *E. deglupta*. Neste arquipélago o *E. urophylla* é relatado nas ilhas de Timor, Flores, Andora, Lomblen, Pantar, Alor e Wetar. (Vieira e Bucsan, 1980). Ocorre em populações isoladas na maior parte de sua área de distribuição, à exceção de algumas regiões das ilhas de Timor, Alor, Lomblen, Wetar e Flores, onde se associa ao *E. alba*, em altitudes de até 500 m (Lopez, 1992).

O *E. urophylla* foi introduzido no Brasil em 1919, por Edmundo Navarro de Andrade, em Rio Claro, SP, sendo identificado como *E. alba*. A descrição do *E. urophylla* foi oficialmente adotada em 1977, após estudos de S.T. Blakely (Pásztor et al., 1990), sendo uma das espécies mais importantes para os países tropicais, principalmente os do hemisfério sul. No Brasil, até 1966, o *E. urophylla* juntamente com o *E. saligna* e *E. grandis*, era uma das espécies mais plantadas nas regiões de cerrado, com estações secas pronunciadas. A partir de 1966, vem sen-

do substituído pelo *E. grandis* para a produção de celulose e papel e pelo *E. citriodora*, *E. tereticornis* e *E. camaldulensis* para fins energéticos, estimando-se que existam cerca de 600.000 ha com *E. urophylla* e seus híbridos no Brasil (Ferreira, 1994). Pásztor (1975) ressalta que o *E. urophylla* e seus híbridos, têm sido utilizados em razão do seu desenvolvimento em regiões tropicais, pela qualidade da madeira para carvão, celulose e serraria e pela sua resistência ao fungo *Cryphonectria cubensis*.

O *E. urophylla*, pela sua variabilidade fenotípica, pode assumir uma posição estratégica no melhoramento genético em áreas com vocação para a silvicultura intensiva clonal. A utilização de clones resistentes a doenças e ao déficit hídrico, com alta produtividade e homogeneidade da madeira constitui, atualmente, a base de novos povoamentos florestais.

Pelo exposto, o presente trabalho teve como objetivos analisar os parâmetros de qualidade da madeira e a percentagem de casca em clones de *E. urophylla*, da Ilha de Flores, Indonésia, classificados pelas características silviculturais e botânicas.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido em um banco clonal de *E. urophylla* instalado em janeiro / fevereiro de 1986, no Horto Florestal Nossa Senhora Aparecida, Aguai, SP, pertencente à Champion Papel e Celulose Ltda. O banco clonal foi implantado com estacas de 55 rametes de *E. urophylla*, selecionadas pela predominância

de casca lisa, na Estação Experimental de Ciências Florestais de Anhembi, SP. A população clonal foi implantada em um delineamento inteiramente casualizado, no espaçamento 3x3m, constituída por 317 parcelas. Os clones utilizados no trabalho foram classificados em 4 grupos fenotípicos pelas suas características

silviculturais e botânicas: tronco, casca, copa, folha, fruto e sobrevivência, detalhadas por Lopez (1992) e Ruy (1998). Para cada grupo foram selecionadas 3 parcelas e dentro destas selecionados os clones de maior produtividade.

Para cada grupo fenotípico foram selecionados 3 clones com um total de 12 clones, sendo que para cada clone foram selecionados rametes em 3 classes de diâmetro, segundo os valores de desvio-padrão, totalizando 108 rametes.

Do tronco de cada ramete com 9 anos foram retirados discos de madeira, com 3 cm de espessura, da base e a 25, 50, 75 e 100% da altura comercial. Em seguida cada disco de madeira foi dividido em 4 partes e escolhidas 2 amostras opostas para a determinação da densidade básica da madeira e da casca, através do método da balança hidrostática, conforme (TAPPI, 1995). A partir da densidade da madeira de cada disco determinou-se a densidade básica média da madeira do ramete. (Barrichelo et al., 1983). Pelos valores de densidade básica da casca de cada disco, calculou-se a percentagem de casca em volume para todos os rametes.

As dimensões das fibras foram avaliadas através de amostra composta representativa de cada ramete, constituída de pequenos cavacos de madeira de 3 posições do raio (próximo à medula, a 50 e 100% do raio). Pelo método de maceração ácido nítrico-acético (Barrichelo e Foelkel, 1983), os elementos anatômicos da

madeira foram dissociados, preparando-se 2 lâminas histológicas com as fibras de cada amostra representativa do ramete. As dimensões das fibras avaliadas foram comprimento, espessura da parede, largura e diâmetro do lume.

Os dados foram analisados pelo pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System), em um delineamento estatístico de estrutura hierárquica para percentagem de casca, densidade básica da madeira e dimensões das fibras, conforme modelo (1) para o efeito de grupo e clones dentro de grupo.

$$Y_{ijkl} = \mu + G_i + C_{j(i)} + e_{k(ij)} \quad (1)$$

onde:

Y_{ijkl} = variável dependente analisada

μ = média geral dos dados, constante inerente a todas as observações

G_i = é o efeito do i -ésimo grupo; sendo $i = 1, 2, 3, 4$

C_j = é o efeito do j -ésimo clone do i -ésimo grupo; sendo $j = 1, 2, 3$

e_k = erro experimental

Após a análise de variância pelo procedimento "proc glm", foi aplicado o teste de médias (Tukey), ao nível de significância de 5% de probabilidade, para as causas de variação com as variáveis com diferenças significativas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores das características de qualidade da madeira analisadas para os 4 grupos fenotípicos, compreendendo 12 clones de *E. urophylla*, são apresentados por Ruy (1998).

A análise da variância para as características mostrou diferenças significativas, ao nível de 1% de probabilidade, entre grupos fenotípicos para a densidade básica da madeira, comprimento e diâmetro do lume das fibras.

Os testes de comparação de médias entre grupos fenotípicos, para as características de qualidade da madeira e percentagem de casca são apresentados nas Tabelas 2, 4 e 5.

A densidade básica da madeira possibilitou separar os grupos fenotípicos: os de número 1 e 3 apresentam maior densidade da madeira em relação aos de número 2 e 4. Para a densidade básica houve diferença significativa entre os gru-

pos fenotípicos 1 e 2, 1 e 4, 2 e 3, 3 e 4, indicando que o agrupamento dos clones pelas suas características fenotípicas não se aplica para a densidade da madeira. Essa informação é importante na seleção de clones superiores devendo-se considerar, conjuntamente, as características fenotípicas do clone e a densidade da sua madeira, conforme valores dos coeficientes de determinação (r^2) (Tabela 3).

A densidade básica média da madeira dos clones de *E. urophylla*, aos 9 anos de idade foi de $0,63 \text{ g/cm}^3$, sendo 28,6 e 30,2% superior aos encontrados por Brasil (1983) e Ferreira (1994) para árvores de *E. urophylla* com 3 e 4 anos, respectivamente. Da mesma forma Gouvêa et al. (1997) obtiveram clones de densidade bá-

sica da madeira de $0,55$ a $0,58 \text{ g/cm}^3$ para árvores de *E. urophylla*, aos 6 anos de idade. A literatura tem relatado que a densidade básica da madeira normalmente aumenta com a idade das árvores, em função da formação da madeira adulta, pela atividade do câmbio (Tomazello Filho, 1985).

A análise da variância da percentagem de casca para os clones nos grupos fenotípicos não mostrou diferença significativa, podendo ser devida à seleção de clones com "casca lisa". A percentagem de casca variou de 13,2 a 14,9% para os clones dos 4 grupos, sendo próxima à relatada para a espécie por Gouvêa et al. (1997) e Oliveira (1998).

Tabela 1. Análise da variância (teste F) para os parâmetros de qualidade da madeira: dados de valores do quadrado médio.

(Analysis of the variance (test F) to the parameters of the wood quality: data of the medium square values).

C.V.	G.L	Q. M.					
		Densidade básica	Percentagem casca	Comprimento fibra	Largura fibra	Diâmetro lume	Espessura parede
Grupo	3	0.004**	7.33	0.009**	0.608	1.383**	0.126
Clone (Gr)	8	0.002**	13.05**	0.003**	0.535	0.871**	0.301**
Resíduo	24	0.0032	2.98	0.0011	0.2894	0.1836	0.0522
Total	35						
C.V (%)		2.85	12.30	3.23	3.25	5.92	4.93

** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; n.s. não significativo ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 2. Resultados do teste de Tukey para parâmetros de qualidade da madeira: densidade básica.

(Result of the Tukey test to the parameters of the wood quality: basic density)

Densidade Básica média (g/cm^3)	Grupo fenotípico	1	2	3	4
0.64	1	.	0.0014**	0.1204	0.0017**
0.61	2	.	.	0.0001**	0.9341
0.65	3	.	.	.	0.0001**
0.61	4	.	.	.	.

** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade

O teste de comparação de médias para o comprimento das fibras dos clones dos grupos fenotípicos mostrou que os de números 1, 2 e 3 podem ser reunidos em relação ao de número 4, com diferenças significativas entre os grupos 4 e 1, 4 e 2, 4 e 3. Da mesma forma os resultados indicam que o agrupamento dos clones pelas características fenotípicas não tem relação com

o comprimento das fibras, conforme os valores de coeficientes de determinação (r^2) (Tabela 3). O comprimento médio das fibras dos clones com 1,0 mm é próximo ao relatado por Oliveira (1998) para *E. urophylla*. Para o gênero *Eucalyptus*, Tomazello Filho (1985) relatou variação no comprimento médio das fibras de 0,60 a 1,40 mm, com valores médios de 1 mm.

Tabela 3. Correlação entre parâmetros de qualidade da madeira e características fenotípicas quantitativas de clones de *E. urophylla*, segundo Lopez (1992).

(Correlation between the parameters of the wood quality and quantitative phenotypic characteristics of *E. urophylla* clones according to Lopez (1992).

	Volume (m ³)	C/L das folhas	Comprimento peciolo	Diâmetro cálice	Comprimento cálice	Comprimento pedicelo
Densidade básica (g/cm ³)	a= 0.605 b= 0.084 r ² =0.034 F=0.353 _{ns}	a=0.5804 b=0.0101 r ² =0.039 F=0.409 _{ns}	a=0.4923 b=0.0590 r ² =0.487 F=9.508 [*]	a=0.5846 b=0.0514 r ² =0.051 F=0.542 _{ns}	a=0.6225 b=0.0043 r ² =0.0002 F=0.002 _{ns}	a=0.6202 b=0.0133 r ² =0.008 F=0.084 _{ns}
% Casca (vol.)	a=17.039 b=-12.27 r ² =0.171 F=2.074 _{ns}	a=16.218 b=-0.472 r ² =0.020 F=0.205 _{ns}	a=12.693 b=0.6224 r ² =0.012 F=0.131 _{ns}	a=5.7356 b=10.395 r ² =0.500 F=10.025 [*]	a=14.278 b=-0.218 r ² =0.0001 F=0.001 _{ns}	a=15.214 b=-2.526 r ² =0.071 F=0.773 _{ns}
Comprimento fibras (mm)	a=0.9404 b=0.2775 r ² =0.212 F=2.701 _{ns}	a=0.9616 b=0.0101 r ² =0.022 F=0.228 _{ns}	a=1.0016 b=0.0023 r ² =0.0004 F=0.004 _{ns}	a=1.0301 b=-0.028 r ² =0.009 F=0.095 _{ns}	a=1.0569 b=-0.062 r ² =0.027 F=0.282 _{ns}	a=0.9801 b=0.0609 r ² =0.101 F=1.124 _{ns}
Espessura parede (mm)	a=4.2148 b=1.7261 r ² =0.149 F=1.758 _{ns}	a=3.7623 b=0.1934 r ² =0.148 F=1.743 _{ns}	a=3.9285 b=0.3084 r ² =0.139 F=1.625 _{ns}	a=4.7998 b=-0.214 r ² =0.009 F=0.094 _{ns}	a=4.9477 b=-0.354 r ² =0.016 F=0.163 _{ns}	a=4.6202 b=0.0169 r ² =0.0001 F=0.001 _{ns}

Tabela 4. Resultados do Teste de Tukey para parâmetros de qualidade da madeira: comprimento das fibras

(Result of the Tukey test to the parameters of the wood quality: fiber length).

Comprimento médio das fibras (mm)	Grupo fenotípico	1	2	3	4
1.00	1	.	0.0521	0.2868	0.0001**
1.00	2	.	.	0.3495	0.0088**
1.02	3	.	.	.	0.0009**
0.96	4	.	.	.	.

** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade

A análise da variância para largura das fibras do lenho dos rametes dos 4 grupos fenotípicos não mostrou diferenças significativas (Tabela 1). A largura média das fibras foi de 16,3 μm , estando compreendida entre os valores de 15,6 – 20,1 μm , relatados por Ferreira (1994), Ferreira e Santos (1995) e Oliveira (1998) para o *E. urophylla*.

Para o diâmetro do lume das fibras os grupos fenotípicos 1, 3 e 4 podem ser reunidos, havendo diferenças significativas entre os grupos fenotípicos 1 e 2, 2 e 3, 2 e 4. Da mesma forma, diferenças encontradas na morfologia externa dos grupos fenotípicos não têm relação

com o diâmetro das fibras (Tabela 5), conforme valores coeficientes de determinação (r^2) (Tabela 3).

A largura da fibra foi inferior aos valores de 9,8 – 11,4 μm , obtidos por Ferreira (1994), Ferreira e Santos (1995) e Oliveira (1998).

A análise da variância para espessura da parede das fibras dos 4 grupos fenotípicos não mostrou diferença significativa para os rametes (Tabela 1), conforme o valor de coeficiente de determinação (r^2). A espessura da parede da fibra está próxima de 4,1 – 4,8 μm indicada por Ferreira (1994), Ferreira e Santos (1995) e Oliveira (1998).

Tabela 5. Resultados do Teste de Tukey para parâmetros de qualidade da madeira: diâmetro do lume das fibras.

(Result of the Tukey test to the parameters of the wood quality: diameter of the lumen of the fiber).

Diâmetro médio do lume (mm)	Grupos fenotípicos	1	2	3	4
7.03	1	.	0.0011**	0.2694	0.4704
7.77	2	.	.	0.0169*	0.0002**
7.26	3	.	.	.	0.0746
6.88	4	.	.	.	.

** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade

CONCLUSÕES

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

✓ Os clones de *E. urophylla* agrupados com base em características silviculturais e botânicas, podem também ser agrupados pelas características de qualidade da madeira, (densidade básica da madeira, comprimento e diâmetro do lume das fibras).

✓ Nos ensaios de seleção de clones superiores de *E. urophylla* devem ser incluídos, conjuntamente, parâmetros de qualidade da madeira e botânicos / silviculturais.

✓ A avaliação dos parâmetros de qualidade da madeira em clones de *E. urophylla* é fundamental para a definição do uso final da madeira, em relação aos parâmetros botânicos.

AUTORES E AGRADECIMENTOS

OSMAR FRANCISCO RUY é Engenheiro Florestal, Mestre em Ciências Florestais pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo.

MÁRIO FERREIRA é Professor Titular Aposentado do Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo – Caixa Postal 9 – 13400-970 – Piracicaba, SP.

MÁRIO TOMAZELLO FILHO é Professor Doutor do Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo – Caixa Postal 9 – 13400-970 – Piracicaba, SP- E-mail: mtomazel@esalq.usp.br

Os autores agradecem à Champion Papel e Celulose Ltda. pela disponibilidade de material para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRICHELO, L.E.G.; BRITO, J.O.; MIGLIORINI, J.A. Estudo da variação longitudinal da densidade básica de *Eucalyptus* spp. **Silvicultura**, n.8, v.28, p.726-731, 1983.
- BARRICHELO, L.E.G.; FOELKEL, C.E.B. Processo nítrico-acético para a maceração de madeiras. **Silvicultura**, v.8, n.28, p.732-733, 1983.
- BRASIL, M.A.M. **Variação da densidade básica da madeira entre e dentro de procedências de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake**. Botucatu, 1983. 95p. Tese (Livre-Docência) - Universidade Estadual Paulista.
- FERREIRA, M. Características da madeira de espécies / procedências / árvores superiores e clones de *Eucalyptus*: revisão aplicada ao melhoramento para produção de pasta celulósica. In: REUNIÃO REGIONAL SOBRE CLONAGEM INTENSIVA EM EUCALYPTUS, 1, Aracruz, 1994. **Anais**. Piracicaba: IPEF, 1994. p.1-18.
- FERREIRA, M.; SANTOS, P.E.T. Eucalypts wood traits for species / provenances / plus tree and clones planted in Brazil: a review applied to genetic improvement for pulp production. In: POTTS, B.M.; BORRALHO, N.M.G.; REID, J.B., ed. ***Eucalyptus* plantations: improving fibre yield and quality: proceedings**. Hobart: CRCTHF/IUFRO, 1995. v.1, p.258-260.
- GOUVÊA, C.A.; MORI, E.S.; BRASIL, M.A.M. et al. Seleção fenotípica por padrão de proporção de casca rugosa persistente em árvores de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, visando formação de população base de melhoramento genético: qualidade da madeira. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTUS, Salvador, 1997. **Anais**. Colombo: EMBRAPA/CNPQ, 1997. v.1, p.355-360.
- LOPEZ, C.R. **Variações fenotípicas e genéticas de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake da Ilha de Flores (Indonésia)**. Piracicaba, 1992. 125p. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- OLIVEIRA, T.S. **Caracterização da madeira de eucalipto para construção civil**. São Paulo, 1998. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- PÁSZTOR, Y.P.C. Estudo comparativo do comportamento das espécies *Eucalyptus alba* Reinw e *Eucalyptus decaisneana* Blume, na região de São Paulo. **IPEF**, n.11, p.1-16, 1975.
- PÁSZTOR, Y.P.C et al. Teste internacional de procedências de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. **Revista do Instituto Florestal**, v.2, n.2, p.207-214, 1990.
- RUY, O.F. **Variação da qualidade da madeira em clones de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake da Ilha de Flores, Indonésia**. Piracicaba, 1998. 69p. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- TAPPI. **Test methods: T 258 om – 94**. Atlanta, 1995.
- TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptus saligna* e *E. grandis*. **IPEF**, n.29, p.37-45, 1985.
- VIEIRA, F.S.; BUCSAN, B. Ocorrências naturais do *Eucalyptus urophylla* na Indonésia. **Silvicultura**, v.3, p.359-361, 1980.

