

**Parâmetros Genéticos da Densidade Básica da Madeira de *Pinus oocarpa***



ISSN 1676-918X

Julho, 2008

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Cerrados  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 212***

## **Parâmetros Genéticos da Densidade Básica da Madeira de *Pinus oocarpa***

*Sebastião Pires de Moraes Neto  
José Teodoro de Melo*

Embrapa Cerrados  
Planaltina, DF  
2008

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Cerrados**

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73310-970 Planaltina, DF

Fone: (61) 3388-9898

Fax: (61) 3388-9879

<http://www.cpac.embrapa.br>

[sac@cpac.embrapa.br](mailto:sac@cpac.embrapa.br)

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: *José de Ribamar N. dos Anjos*

Secretária-Executiva: *Maria Edilva Nogueira*

Supervisão editorial: *Fernanda Vidígal Cabral de Miranda*

Equipe de Revisão: *Fernanda Vidígal Cabral de Miranda*

*Francisca Elijani do Nascimento*

*Jussara Flores de Oliveira Arbués*

Normalização bibliográfica: *Rosângela Lacerda de Castro*

Editoração eletrônica: *Leila Sandra Gomes Alencar*

Capa: *Leila Sandra Gomes Alencar*

Foto(s) da capa: *Sebastião Pires de Moraes Neto*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza*

*Alexandre Moreira Veloso*

Impresso no Serviço Gráfico da Embrapa Cerrados

**1ª edição**

1ª impressão (2008): tiragem 100 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).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

**Embrapa Cerrados**

---

M827p Moraes Neto, Sebastião Pires de.

Parâmetros genéticos da densidade básica da madeira de *Pinus oocarpa* / Sebastião Pires de Moraes Neto, José Teodoro de Melo. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2008.

18 p. — (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X ; 212)

1. Pinus. 2. Melhoramento genético. 3. Genética vegetal.  
I. Melo, José Teodoro de. II. Título. III. Série.

---

634.9751 - CDD 21

© Embrapa 2008

# Sumário

Resumo .....	5
Abstract .....	6
Introdução .....	7
Material e Métodos .....	8
Resultados e Discussão .....	14
Conclusões .....	17
Referências .....	17

# Parâmetros Genéticos da Densidade Básica da Madeira de *Pinus oocarpa*

*Sebastião Pires de Moraes Neto*<sup>1</sup>

*José Teodoro de Melo*<sup>2</sup>

## Resumo

Um ensaio com 6 procedências e 46 progênies de polinização aberta de *Pinus oocarpa* foi instalado na região do Cerrado do Distrito Federal, em 1983. As procedências incluídas no teste foram: Camotan, El Castaño, La Lagunilla e San Luiz Jilotpeque, da Guatemala, e San Marcos e Tablazon, de Honduras. O objetivo deste trabalho foi analisar os parâmetros genéticos da densidade básica da madeira (DBM) desse povoamento para obter subsídios para programa de melhoramento. Para a determinação da DBM, amostras não-destrutivas de madeira foram extraídas aos 23 anos do povoamento. Somente as progênies dentro da procedência de San Luiz mostraram aptidão para programa de melhoramento.

Termos para indexação: variabilidade genética, melhoramento, procedências, herdabilidade.

---

<sup>1</sup>Engenheiro Florestal, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados, spmoraes@cpac.embrapa.br

<sup>2</sup>Engenheiro Florestal, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados, teodoro@cpac.embrapa.br

# **Genetic Parameters of *Pinus oocarpa* wood basic density**

---

## **Abstract**

*A Pinus oocarpa trial with 6 provenances and 46 open-pollinated families was planted on Cerrado region in 1983. The provenances included in the test were: Camotan, El Castaño, La Lagunilla and San Luiz Jilotpeque from Guatemala and San Marcos and Tablazon from Honduras. The objective of this work was to analyze the genetic parameters of the wood basic density (DBM) this stand for obtaining subsidies for breeding program. For the determination of DBM, non-destructive samples of wood were extracted to 23 years of the stand. Only the progenies within the provenance of San Luiz showed aptitude for breeding program.*

*Index terms: genetic variability, breeding, provenances, heritability.*

## Introdução

*Pinus oocarpa* Schiede é uma importante conífera nativa do México e América Central. Sua distribuição vai de Sinaloa, México (28°10' N de latitude) até o centro da Nicarágua (12°40' N de latitude). Ele é o pinheiro mais comum da metade sul do México e da América Central. No início de 1970, durante o programa de incentivo florestal, grandes áreas de *P. oocarpa* foram estabelecidas no Brasil Central, especialmente em áreas de Cerrado (MOURA et al., 1998). Sua madeira é utilizada em laminação, particulados [aglomerado, painel de partículas orientadas (OSB), painel de partículas retangulares de comprimento e espessura controlados (waferboard)], resina e serraria (MARTO et al., 2006).

Nos programas de melhoramento, a seleção de árvores matrizes é baseada principalmente em características externas, tais como: retidão do fuste, forma da copa, inserção e espessura dos galhos, altura, diâmetro e taxa de crescimento, negligenciando-se com uma certa frequência a qualidade da madeira. Essa seleção baseada somente nas características fenológicas pode resultar em uma segunda geração com indivíduos de madeira não adequada para vários usos e finalidades (MOURA; PARCA, 1993). Entre os parâmetros que definem a qualidade da madeira, a densidade básica é um excelente indicador das propriedades mecânicas (NOGUEIRA; VALE, 1997), podendo ser obtido de amostras não-destrutivas por meio da sonda Pressler. Atualmente, existe uma grande tendência em se obter dados qualitativos da madeira por métodos acústicos, ou seja, instrumentos que emitem ondas através do tronco e pela sua ressonância dão indicativos relativos às propriedades físicas e mecânicas da madeira sem causar danos às árvores (KUMAR, 2004). Contudo, necessitam, em sua fase exploratória, do abate de algumas árvores para obter correlações.

Um dos delineamentos mais usados em um programa de melhoramento é o teste de procedência e progênie, no qual são avaliados, por exemplo, progênies de meios-irmãos, de irmãos completos ou de plantas resultantes de autofecundação (CRUZ, 2005). Os testes de

procedências e progênies fornecem subsídios genéticos importantes para a aplicação de métodos de seleção. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo verificar os parâmetros genéticos da densidade básica da madeira de um povoamento de *Pinus oocarpa* instalado na forma de procedências e progênies.

## Material e Métodos

Um ensaio com 6 procedências e 46 progênies centro-americanas de polinização aberta de *Pinus oocarpa* foi estabelecido em Planaltina, Distrito Federal, em dezembro de 1983, em área de Cerrado, com latitude de 15°35' Sul, longitude 47°42' Oeste, altitude de 1.100 m e com precipitação pluviométrica média de 1.500 mm/ano, com pronunciada estação seca de quase seis meses de duração (Tabela 1). O solo onde está instalado o experimento é laterítico (oxisol), profundo, altamente lixiviado e de baixa fertilidade (Tabela 2). Na ocasião do plantio (adubação na cova) e 90 dias após (adubação de cobertura), as mudas foram fertilizadas com uma mistura de 100 g de superfosfato simples, 40 g de KCl, 3 g de bórax e 2 g de ZnSO<sub>4</sub>. Cinquenta por cento dessa mistura foram usados em cada aplicação. Não foi realizada mais nenhuma adubação até a coleta dos dados do presente trabalho.

O experimento seguiu um delineamento experimental de blocos ao acaso, num total de nove repetições, compostos por parcelas lineares de seis indivíduos por progênie. O espaçamento utilizado foi 3 m x 3 m. As árvores do ensaio foram avaliadas aos 23 anos de idade para o parâmetro densidade básica da madeira, o qual foi determinado por amostras (baguetas), realizadas com sonda tipo Pressler, retiradas diametralmente no sentido leste-oeste. As amostras foram retiradas de 4 repetições, 3 plantas de cada uma das 46 progênies, perfazendo 552 amostras.

O cálculo da densidade básica (DB) foi efetuado conforme proposto por Smith (1954):

$$DB = \frac{1}{\frac{Psat}{Psec} - 0,346}$$



em que:

DB = densidade básica;

Psat = peso da amostra saturada;

Pseco = peso da amostra completamente seca.

**Tabela 1.** Informações das procedências de *Pinus oocarpa* de 23 anos instaladas em Planaltina, DF.

Procedências	País	Elevação (m)	Latitude	Precipitação anual (mm)
1 - Camotan	Guatemala	833	14°49' N	926
2 - El Castaño	Guatemala	1.130	15°01' N	900
3 - La Lagunilla	Guatemala	1.685	14°42' N	936
4 - San Luiz	Guatemala	980	14°37' N	895
5 - San Marcos	Honduras	1.120	13°24' N	877
6 - Tablazon	Honduras	1.040	14°09' N	1.548

**Tabela 2.** Características químicas e texturais do solo.

pH em água	P mg kg <sup>-1</sup>	K	Ca	Mg	Al	H+Al	argila	silte	areia
		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					%		
4,6	0,1	0,11	0,13	0,06	0,42	6,13	48	20	32

A análise de variância foi realizada segundo o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + G/P_{ij} + B_k + \varepsilon_{ij} + \delta_{ijk}$$

em que:

$\mu$  = média geral;

$P_i$  = efeito da i-ésima procedência ( $i = 1, 2, \dots, p$ );

$G/P_{ij}$  = efeito da j-ésima progênie (ou família) dentro da i-ésima procedência

( $j = 1, 2, \dots, p_i$  sendo  $g = \sum_{i=1}^p p_i$ );

$B_k$  = efeito do k-ésimo bloco ( $j = 1, 2, \dots, r$ );

$\varepsilon_{ij}$  = efeito que mede a variação entre parcelas; e

$\delta_{ijk}$  = efeito que mede a variação dentro de parcelas

**Tabela 3.** Esquema da análise de variância.

FV	GL	E(QM)	QM	F
Blocos	$r-1$	$\sigma_d^2 + n\sigma_e^2 + ng\sigma_b^2$	QMB	QMB/QME
Progênies	$g-1$	$\sigma_d^2 + n\sigma_e^2 + nr\sigma_g^2$	QMF	QMF/QME
Procedências (P)	$p-1$	$\sigma_d^2 + n\sigma_e^2 + nr\phi_p$	QMPc	QMPc/QME
Progênies/ $P_1$	$p_1-1$	$\sigma_d^2 + n\sigma_e^2 + nr\sigma_{g1}^2$	QMP $g_1$	QMP $g_1$ /QME
...	...	...	...	...
Progênies/ $P_5$	$p_5-1$	$\sigma_d^2 + n\sigma_e^2 + nr\sigma_{g5}^2$	QMP $g_5$	QMP $g_5$ /QME
Entre parcelas	$(r-1)(g-1)$	$\sigma_d^2 + n\sigma_e^2$	QME	QME/QMD
Dentro de parcelas	$(n-1)gr$	$\sigma_d^2$	QMD	

Os parâmetros genéticos foram calculados como descritos por Cruz (2006):

*i. Para efeito de procedência, são estimados:*

- Componente quadrático, que expressa a variabilidade:

$$\phi_p = \frac{QMP_c - QME}{nr}$$

- Coeficiente de determinação genotípica:  $h^2 = \frac{\phi_p}{QMP_c / nr}$

- Coeficiente de variação genético:  $CV_g = \frac{100\sqrt{\phi_p}}{m}$

*ii. Para efeito de progênies/procedências, estimam-se*

- Componente de variabilidade genotípica:  $\sigma_{gi}^2 = \frac{QMPg_i - QME}{nr}$

- Herdabilidade:  $h_i^2 = \frac{\sigma_{gi}^2}{QMPg_i / nr}$

- Coeficiente de variação genético:  $CV_{gi} = \frac{100\sqrt{\sigma_{gi}^2}}{m_i}$

*iii. Para efeito de famílias (considerando todas as famílias), são estimadas:*

- Variância de blocos:  $\sigma_b^2 = \frac{QMB - QME}{ng}$

- Variância fenotípica entre médias de família (independentemente da procedência):

$$\sigma_f^2 = \frac{QMF}{rn}$$

-Variância fenotípica dentro de parcela:

$$\sigma_d^2 = \text{QMD}$$

- Variância ambiental entre parcelas:

$$\sigma_e^2 = \frac{\text{QME} - \text{QMD}}{r}$$

-Variância genotípica entre médias de famílias:

$$\sigma_g^2 = \frac{\text{QMF} - \text{QME}}{rn}$$

- Variância genotípica dentro de progênies:

$$\sigma_{gd}^2 = \frac{\theta_d}{\theta_e} \sigma_g^2 \text{ para famílias de meios-irmãos } \theta_d = 3/4 \text{ e } \theta_e = 1/4$$

- Variância fenotípica total:

$$\sigma_{f(\text{total})}^2 = \sigma_d^2 + \sigma_e^2 + \sigma_g^2 + \sigma_b^2$$

- Herdabilidade (unidade de seleção = média de família):

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\text{QMF} / n}$$

- Herdabilidade (unidade de seleção = entre plantas ou dentro da família):

$$h^2 = \frac{\sigma_{gd}^2}{\sigma_d^2}$$

- Herdabilidade (unidade de seleção = indivíduo no bloco):

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2 + \sigma_{gd}^2}{\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + \sigma_g^2}$$

- Herdabilidade (unidade de seleção = indivíduo no experimento):

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2 + \sigma_{gd}^2}{\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + \sigma_g^2 + \sigma_b^2}$$

- Coeficiente de variação experimental, comparável ao de blocos ao acaso, sem informação dentro da parcela:

$$CV_e \% = CV_1 = \frac{100\sqrt{QME/n}}{m}$$

- Coeficiente de variação experimental:

$$CV_e \% = CV_2 = \frac{100\sqrt{\sigma_e^2}}{m}$$

- Coeficiente de variação genético entre progênies:

$$CV_g \% = CV_3 = \frac{100\sqrt{\sigma_g^2}}{m}$$

- Coeficiente de variação genético dentro de progênies:

$$CVg\% = CV_4 = \frac{100\sqrt{\sigma_{gd}^2}}{m}$$

- Razão CV<sub>g</sub>/CV<sub>e</sub> dada por:

$$CV_g / CV_e = \frac{CV_3}{CV_2}$$

$$CV_g / CV_e = \frac{CV_4}{CV_2}$$

A análise de variância de procedências e progênies foi realizada por meio do Programa Genes (CRUZ, 2006).

## Resultados e Discussão

A Tabela 4 mostra que não houve diferença significativa na densidade básica da madeira entre as progênies e as procedências. Apenas foi detectada diferença significativa entre, pelo menos, duas progênies dentro da procedência 4.

**Tabela 4.** Análise de variância da variável densidade básica da madeira de *Pinus oocarpa* aos 23 anos de idade, em Planaltina, DF.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Probabilidade
Blocos	3	0,106211	0,035404		
Progênies	45	0,244686	0,005437	0,929881	100,0
Procedência	5	0,021013	0,004203	0,718703	100,0
Prog/p 1	6	0,034505	0,005751	0,983466	100,0
Prog/p 2	7	0,018911	0,002702	0,461998	100,0
Prog/p 3	6	0,011096	0,001849	0,316273	100,0
Prog/p 4	7	0,092256	0,013179	2,253852	0,0335
Prog/p 5	7	0,036045	0,005149	0,8806	100,0
Prog/p 6	7	0,03086	0,004409	0,753932	100,0
Entre parcelas	135	0,789412	0,005847		
Dentro parcelas	368	1,441612	0,003917		

P1 = Camotan; P2 = El Castaño; P3 = La Lagunilla; P4 = San Luiz; P5 = San Marcos; P6 = Tablazon.

Na Tabela 5, nota-se que todas as formas de herdabilidade mostraram valores nulos, ou seja, não se pode garantir que o caráter densidade básica da madeira possa ser transmitido quando se usam essas unidades de seleção. Por sua vez, a variância genética entre e dentro de progênies também foi nula, demonstrando não existir condições em se

avançar num programa de melhoramento, quando se consideram todos os indivíduos do povoamento.

Observa-se, na Tabela 6, que a variância genética, herdabilidade ( $h^2$ ) e coeficiente de variação genético (CVg), a nível de médias de progênies, praticamente inexistiram nas procedências e nas progênies dentro de cada procedência, exceção feita as progênies dentro da procedência 4 (San Luiz). Amaral et al. (1977) observaram, na região de Agudos, SP, que a densidade de árvores de *Pinus oocarpa* de 6 anos tiveram média de  $0,362 \text{ g cm}^{-3}$ , e as de 13 anos,  $0,441 \text{ g cm}^{-3}$ . Moura e Parca (1993) verificaram, em quatro procedências de *Pinus oocarpa* de 12 anos, na região de Planaltina, DF, que a média da densidade foi de  $0,42 \text{ g cm}^{-3}$ .

**Tabela 5.** Parâmetros genéticos do caráter densidade básica da madeira, considerando todas as procedências e progênies, de *Pinus oocarpa* de 23 anos de idade.

Parâmetros	Valores
Variância entre blocos	0,000214
Variância genética entre progênies	0,000034
Variância genética dentro de progênies	-0,000103
Variância fenotípica dentro de progênies	-0,003917
Variância residual	0,000643
Variância total	0,00474
Herdabilidade (média de progênies)	0,0754
Herdabilidade (dentro de progênies)	-0,0262
Herdabilidade (indivíduo no bloco)	-0,0302
Herdabilidade (indivíduo no experimento)	-0,0288
Cv experimental - $100 * \text{raiz}(qme/n) / \text{media}(cv1)$	8,7534
Cv experimental - $100 * \text{raiz}(\text{var.amb.entre}) / \text{media}(cv2)$	5,029
Cv genético entre progênies(cv3)	0,0
Cv genético dentro de progênies (cv4)	0,0
Cv3/cv2	0,0
Cv4/cv2	0,0

**Tabela 6.** Estimativas da média, variância genética (VG), herdabilidade ( $h^2$ ) e coeficiente de variação genético (CVg) para procedência e progênies dentro de procedências, para o caráter densidade básica da madeira de *Pinus oocarpa* de 23 anos de idade.

Descrição	Média	VG	$h^2$	CVg
Procedência	0,5044	-0,0001	0,0	0,0
Prog/Proc 1	0,5124	0,0	0,0	0,0
Prog/Proc 2	0,5111	-0,0003	0,0	0,0
Prog/Proc 3	0,5075	-0,0003	0,0	0,0
Prog/Proc 4	0,4979	0,0006	0,5563	4,9648
Prog/Proc 5	0,5024	-0,0001	0,0	0,0
Prog/Proc 6	0,4964	-0,0001	0,0	0,0

Decompondo a procedência de San Luiz (Tabela 7), ou seja, excluindo-se todas as outras procedências, verifica-se que a herdabilidade entre médias de progênies e o coeficiente de variação genético entre parcelas foram um tanto menores que na Tabela 6. Nessa, o quadrado médio entre parcelas (QME), do experimento como um todo, foi menor do que somente o da procedência de San Luiz (QME = 0,006509). As herdabilidades individuais (dentro de progênies, no bloco e no experimento) (Tabela 7) mostraram valores razoáveis de transmissão do caráter para novas gerações. Os quatro tipos de herdabilidades mencionados nas Tabelas 6 e 7 são usadas tanto para determinar o ganho genético como em índices de seleção (RESENDE; HIGA, 1994; CORNACCHIA et al., 1995; SHIMIZU; SPIR, 1999). No entanto, os coeficientes de variação genética entre progênies e dentro delas (Tabela 7) denotam existir uma certa variabilidade no caráter, que, com valores razoáveis de herdabilidades, podem tornar viável um programa de melhoramento tanto para densidades maiores como menores. As médias de densidade da madeira das progênies da procedência de San Luiz variaram de 0,43 g cm<sup>-3</sup> a 0,55 g cm<sup>-3</sup>. Em geral, quanto maior a densidade da madeira, maior será sua resistência mecânica e, dependendo de sua magnitude, pode ser indicada para artefatos que suportem maior pressão. Por outro lado, existem materiais, como o lápis, cuja densidade, em torno de 0,38 g cm<sup>-3</sup>, pode ser a ideal.



**Tabela 7.** Parâmetros genéticos da densidade básica da madeira de progênies da procedência de San Luiz de *Pinus oocarpa* de 23 anos de idade.

Parâmetros genéticos	
Var. blocos	-0,000058
Var. genética entre progênies	0,000556
Var. genética dentro progênies	0,001668
Var. fenotípica dentro de progênies	0,004942
Var. residual	0,000523
Var. total	0,005962
Herdabilidade (us = média progênies)	0,5061
Herdabilidade (us = dentro progênie)	0,3374
Herdabilidade (us = indivíduo no bloco)	0,3693
Herdabilidade (us = indivíduo no experimento)	0,3729
Cv experimental - $100 * \text{raiz}(qme/n) / \text{media}$ (cv1)	9,3561
Cv experimental - $100 * \text{raiz}(\text{var.amb.entre}) / m$ (cv2)	4,5915
Cv genético entre (cv3)	4,7355
Cv genético dentro (cv4)	8,2021

## Conclusões

- Somente as progênies dentro da procedência de San Luiz (P4) mostraram aptidão para programa de melhoramento.
- Nessa procedência, existem progênies que podem ser direcionadas, em processo seletivo, tanto para densidades menores como maiores.

## Referências

- AMARAL, A. C.; FERREIRA, M.; COUTO, H. T. Z. Métodos de avaliação da densidade básica da madeira de populações de pinheiros tropicais. **IPEF**, Piracicaba, n. 15, p. 47-67, 1977.
- CORNACCHIA, G.; CRUZ, C. D.; PIRES, W. Seleção combinada e seleção entre e dentro de famílias de meio-irmãos de três espécies do gênero *Pinus*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 19, n. 2, p. 200-212, 1995.

CRUZ, C. D. **Princípios de genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 2005. 394 p.

CRUZ, C. D. **Programa GENES: estatística experimental e matrizes**. Viçosa: UFV, 2006. 285 p.

KUMAR, S. Genetic parameter estimates for wood stiffness, strength, internal checking, and resin bleeding for radiata pine. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v. 34, n. 12, p. 2601-2610, 2004.

MARTO, G. B. T.; BARRICHELO, L. E. G.; MÜLLER, P. C. H. **Indicações para escolha de espécies de pinus**. Disponível em: <[http://www.ipef.br/silvicultura/escolha\\_pinus.asp](http://www.ipef.br/silvicultura/escolha_pinus.asp)>. Acesso em: 13 out. 2006.

MOURA, V. P. G.; PARCA, M. L. S. **Estudo comparativo entre densidade básica e penetração do pilodyn em espécies/procedências de pinus centro-americanos em três locais dos cerrados**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1993. 19 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 36).

MOURA, V. P. G.; DVORAK, W. S.; HODGE, G. R. Provenance and family variation of *Pinus oocarpa* grown in the Brazilian cerrado. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 109, p. 315-322, 1998.

NOGUEIRA, M. V. P.; VALE, A. T. Densidade básica da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* proveniente de cerrado: relação com a densidade básica média e variação radial e axial. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 21, n. 4, p. 547-554, 1997.

RESENDE, M. D. V.; HIGA, A. R. Maximização da eficiência da seleção em testes de progênies de Eucalyptus através da utilização de todos os efeitos do modelo matemático. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 28/29, p. 37-55, 1994.

SHIMIZU, J. Y.; SPIR, I. H. Z. Seleção de *Pinus elliottii* pelo valor genético para alta produção de resina. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 38, p. 103-117, jan./jun. 1999.

SMITH, D. M. **Maximum moisture content method for determining specific gravity of small samples**. Madison: Forest Products Laboratory, 1954. 8 p. (FPL Report 2014).