

**Propriedades Físicas da Madeira  
de Cinco Procedências de  
*Pinus caribaea* var. *hondurensis*  
Implantadas no Cerrado do  
Distrito Federal, DF**



ISSN 1676-918X  
ISSN online 2176-509X  
Março, 2009

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

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 243***

## **Propriedades Físicas da Madeira de Cinco Procedências de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Implantadas no Cerrado do Distrito Federal, DF**

*Sebastião Pires de Moraes Neto  
Ricardo Faustino Teles  
Thiago Oliveira Rodrigues  
Ailton Teixeira do Vale  
Mario Rabelo de Souza*

Planaltina, DF  
2009

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: *Fernando Antônio Macena da Silva*

Secretária-Executiva: *Marina de Fátima Vilela*

Secretária: *Maria Edilva Nogueira*

Supervisão editorial: *Jussara Flores de Oliveira Arbués*

Equipe de revisão: *Francisca Elijani do Nascimento*

*Jussara Flores de Oliveira Arbués*

Assistente de revisão: *Elizelva de Carvalho Menezes*

Normalização bibliográfica: *Paloma Guimarães Correa de Oliveira*

Editoração eletrônica: *Wellington Cavalcanti*

*Jéssica Spíndula*

Capa: *Wellington Cavalcanti*

Foto(s) da capa: *Ricardo Faustino Teles*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza*

*Alexandre Moreira Veloso*

**1ª edição**

1ª impressão (2009): tiragem 100 exemplares

Edição online (2009)

**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**

---

P965 Moraes Neto, Sebastião Pires.

Propriedades físicas da madeira de cinco procedências de *Pinus Caribaea* Var. *hondurensis* implantadas no Cerrado do Distrito Federal, DF / Sebastião Pires de Moraes Neto... [et al.]. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2009.

19 p. – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X, ISSN online 2176-509X ; 243).

1. Madeira – *Pinus*. 2. Plantio – Cerrado. I. Moraes Neto, Sebastião Pires de. II. Série.

575.46 - CDD 21

---

© Embrapa 2009

# Sumário

Resumo .....	5
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	8
Massa específica básica.....	10
Contração tangencial.....	11
Contração radial.....	11
Resultados e Discussão.....	12
Conclusões.....	17
Referências .....	18

# Propriedades Físicas da Madeira de Cinco Procedências de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Implantadas no Cerrado do Distrito Federal, DF

*Sebastião Pires de Moraes Neto*<sup>1</sup>; *Ricardo Faustino Teles*<sup>2</sup>; *Thiago Oliveira Rodrigues*<sup>3</sup>; *Ailton Teixeira do Vale*<sup>4</sup>; *Mario Rabelo de Souza*<sup>5</sup>

## Resumo

*Pinus caribaea* var. *hondurensis* é uma espécie tropical que ocorre naturalmente nas terras baixas da América Central e no leste do México. No Brasil, existem plantios comerciais dessa espécie para fins de serraria, resina e celulose, especialmente. Para seu uso em estruturas, existe a necessidade do conhecimento de suas propriedades físicas e mecânicas. As propriedades físicas variam, significativamente, entre espécies, entre árvores de uma mesma espécie e, mesmo, entre diferentes partes de uma mesma árvore. Este trabalho tem como objetivo analisar as variações das propriedades físicas da madeira de cinco procedências de *P. caribaea* var. *hondurensis*. Para tanto, amostras foram retiradas para teste quando as árvores tinham 23 anos de idade. A procedência de El Porvenir apresentou maior massa específica básica e a de Los Limones, a menor. Essas duas procedências mostraram os menores coeficientes anisotrópicos.

Termos para indexação: retrabilidade, massa específica básica, *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

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

<sup>2</sup>Engenheiro Florestal, M.Sc., Consultor técnico da Fundação de Tecnologia Florestal e Geoprocessamento (Funtec/DF), rfteles@gmail.com

<sup>3</sup>Engenheiro Florestal, M.Sc., Diretor da Fundação de Tecnologia Florestal e Geoprocessamento (Funtec/DF), thor79br@yahoo.com.br

<sup>4</sup>Engenheiro Florestal, D.Sc., Professor do Departamento de Ciências Florestais da UnB, ailtontv@unb.br

<sup>5</sup>Físico, Ph.D., Pesquisador do Ibama, mario.souza@ibama.gov.br.

# Physical Properties of Wood from Five Provenances of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* located in District Federal Savannah

---

## Abstract

*Pinus caribaea* var. *hondurensis* is a tropical species that occurs naturally in the lowlands of Central America and eastern Mexico. In Brazil, there are commercial plantations of this species for the sawmill, pulp and resin, in particular. For its use in structures is necessary, knowledge of its physical and mechanical properties. The physical properties vary significantly among species, among trees of the same species and even among different parts of the same tree. This paper aims to examine changes in physical properties of wood from five provenances of *P. caribaea* var. *hondurensis*. Samples were removed for testing when the trees were 23 years of age. The provenance from El Porvenir showed higher basic density and Los Limones the lowest. These two provenances showed the lowest anisotropic coefficients.

*Index terms: shrinkage, basic density, Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

## Introdução

*Pinus caribaea* var. *hondurensis* é uma espécie tropical que ocorre naturalmente nas terras baixas de Belize, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicarágua, e numa localidade do Estado de Quintana Roo, México. A espécie tem grande importância comercial em locais como Queensland, Austrália, Região Norte e Central do Brasil, Ilhas Fiji e Venezuela (MOURA; DVORAK, 2001). Essa espécie pode ser usada para arborização de parques e jardins; celulose; estacas e moirões; laminação; lenha e carvão; particulados (aglomerado, OSB, waferboard); resina e serraria (MARTO et al., 2009).

A madeira é originária de um sistema biológico complexo, tornando-se um material de extrema variabilidade. Sua ultraestrutura e composição química, bem como suas propriedades físicas e mecânicas, variam significativamente entre espécies, entre árvores de uma mesma espécie e, mesmo, entre diferentes partes de uma mesma árvore. A variabilidade, geralmente encontrada dentro de uma árvore individual, deve-se provavelmente às mudanças sofridas pelo câmbio durante o envelhecimento e modificações impostas pelas condições ambientais. Todo material higroscópico, como a madeira e vários outros materiais celulósicos, apresenta contração quando o seu teor de umidade do ponto de saturação das fibras (psf) é reduzido até à condição absolutamente seca ou anidra. A contração e a expansão higroscópica da madeira são dois dos mais importantes problemas práticos que ocorrem durante a sua utilização, como consequência da mudança do teor de umidade. A magnitude das variações dimensionais depende de inúmeros fatores, como o teor de umidade; a direção estrutural (radial, tangencial ou longitudinal); a posição dentro da árvore; a massa específica da madeira; a temperatura; o grau de estresse de secagem causada pelo gradiente de umidade, entre outros (OLIVEIRA; SILVA, 2003).

Segundo Siau (1984), a contração na direção longitudinal para a maioria das madeiras pode ser considerada desprezível (varia entre 0,1 % e 0,3 %). A contração na direção tangencial é usualmente o dobro da contração na direção radial, tanto que se pode assumir que dois terços da contração volumétrica é devido a contração tangencial, e um terço, a radial. Panshin e Zeeuw (1970) atribuem a menor contração na direção radial por causa da presença das células dos raios, as quais possuem faixas de madeira juvenil de baixa massa específica intercaladas com faixas de madeira tardia de alta massa específica.

Outra característica física é a massa específica básica da madeira, que está estreitamente ligada à qualidade da madeira e é uma característica bastante utilizada por pesquisadores e melhoristas na determinação do seu uso final. Em espécies, procedências e progênies de *Pinus*, a massa específica básica tem se mostrado bastante variável e tem demonstrado alta herdabilidade, inclusive superior às herdabilidades das características de crescimento (MOURA et al., 1991).

A magnitude das diferentes contrações estruturais auxilia na análise da estabilidade dimensional da madeira, e a massa específica básica, em relação a sua resistência. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo determinar as propriedades físicas da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* de cinco procedências da América Central implantadas no Cerrado do Distrito Federal.

## Material e Métodos

As sementes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* foram coletadas de 172 árvores mães em Honduras e na Guatemala pela *Central America and Mexico Coniferous Resources Cooperative* (Camcore) e a *National School of Forest Science* (ESNACIFOR), localizadas em Siguatepeque, Honduras.

Dessas árvores colhidas, parte das sementes foi enviada para o Brasil, para a Colômbia e para a Venezuela. No Brasil, foi estabelecido um ensaio, na Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, com cinco procedências



centro-americanas, representado por 47 progênies ou progênies de polinização aberta (Tabela 1). O ensaio foi instalado em dezembro de 1984, 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<sup>-1</sup>, com pronunciada estação seca de quase seis meses de duração. O solo do experimento é Latossolo, altamente lixiviado e de baixa fertilidade. As características químicas e texturais estão discriminadas na Tabela 2.

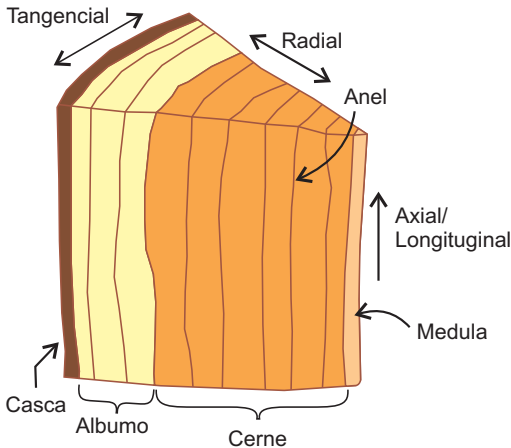
**Tabela 1.** Informações sobre as procedências de *P. caribaea* var. *hondurensis* incluídas no ensaio.

Procedência	País	Latitude	Altitude (m)	Precipitação média anual (mm)
El Porvenir	Honduras	14° 23' N	550-600	805
Gualjoco	Honduras	14° 55' N	240-355	1.200
Los Limones	Honduras	14° 8' N	660-750	616
Poptun	Guatemala	16° 21' N	470-580	1.688
Santa Cruz de Yojoa	Honduras	14° 53' N	530-720	2.758

**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>						%		
4,8	0,1	0,07	0,17	0,07	0,38	6,16	52	13	35

Discos de 15 cm de espessura foram retirados da base, altura do peito, 25 %, 50 % e 75 % da altura do fuste comercial em três árvores por procedência. Os discos foram destinados para a análise de massa específica básica e da variação dimensional (contração tangencial, radial e volumétrica), sendo retirados dois corpos-de-prova por disco, nas dimensões de 2,5 cm x 2,5 cm de seção transversal e 10,0 cm de comprimento. Na Fig. 1, observa-se uma cunha de madeira com os três planos dimensionais.



**Fig. 1.** Cunha de madeira mostrando os três planos dimensionais.

Fonte: Secagem (2009).

Os ensaios foram realizados conforme a norma ASTM D 143/2000. Após a coleta das árvores, os discos foram retirados e mantidos em um tanque com água. Em seguida, os corpos-de-prova foram retirados da parte mediana entre a casca e a medula, e mantidos em água, preservando a saturação. As faces e o topo dos corpos-de-prova foram medidos com paquímetro digital com precisão de 0,01 mm e pesados em uma balança digital com precisão de 0,001 g. Após a mensuração, as amostras foram secas em estufa com temperatura média de  $103 \pm 2$  °C, até atingir massa constante.

As propriedades físicas determinadas neste trabalho foram descritas em Araújo (2002).

### Massa específica básica

É uma massa específica convencional da madeira definida pela razão entre a massa seca ( $M_s$ ) em estufa, em grama (g), ao teor de umidade (t.u.) de 0 %, e o volume verde ( $V_v$ ), em centímetro cúbico ( $\text{cm}^3$ ), ao teor de umidade saturado. É dada por:

$$ME_b = \frac{M_s}{V_v}$$

em que:

$MEb$  = massa específica básica, em  $\text{g.cm}^{-3}$ .

$Ms$  = massa seca em estufa, ao t.u. de 0 %, em grama.

$Vv$  = volume verde, ao t.u. saturado, em  $\text{cm}^3$ .

### Contração tangencial

É a propriedade de retração da dimensão da madeira na direção tangencial ( $Lt$ ) aos anéis de crescimento ou na direção perpendicular aos raios, em centímetro (cm), que ocorre quando o teor de umidade (t.u.) passa do saturado para 0 % seco em estufa.

É expressa em porcentagem e dada por:

$$CTt = \left( \frac{Lt_{sat} - Lt_{0\%}}{Lt_{sat}} \right) \times 100$$

em que:

$CTt$  = contração tangencial, em %.

$Lt_{sat}$  = dimensão da direção tangencial aos anéis de crescimento ao t.u. saturado, em cm.

$Lt_{0\%}$  = dimensão da direção tangencial aos anéis de crescimento ao t.u. de 0 %, em cm.

### Contração radial

É a propriedade de retração da dimensão da madeira na direção longitudinal ( $Lr$ ) aos raios ou na direção perpendicular aos anéis de crescimento, que ocorre quando o teor de umidade (t.u.) passa do saturado para 0 % em estufa, em centímetro (cm).

É expressa em porcentagem e dada por:

$$CTr = \left( \frac{Lr_{sat} - Lr_{0\%}}{Lr_{sat}} \right) \times 100$$

em que:

$CTr$  = contração radial, em %.

$Lr_{sat}$  = dimensão da direção longitudinal aos raios ao t.u. saturado, em cm.

$Lr_{0\%}$  = dimensão da direção longitudinal aos raios ao t.u. de 0 %, em cm.

A contração volumétrica é a somatória das contrações radial, tangencial e axial. Nessa última, o cálculo é similar às outras duas, em que são usadas as dimensões no sentido paralelo às fibras (Fig. 1) nos corpos-de-prova saturado e seco.

O coeficiente de anisotropia é utilizado para prever o comportamento da madeira quanto à variação dimensional. Matematicamente é a razão entre a contração tangencial e a radial.

A diferença entre as médias foi obtida pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade, utilizando o programa SAS (SAS Institute, 2003). Quando necessário, foram feitas transformações dos dados para homogeneizar as variâncias e adequá-los à distribuição normal.

## Resultados e Discussão

Nas Tabelas de 3 a 7, observam-se os valores médios, ao longo do tronco, de massa específica básica; contrações tangencial, radial e volumétrica; e coeficiente anisotrópico de cinco procedências de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. Excluíram os valores das propriedades físicas em amostras de madeira a 1,30 m, no cálculo da média, para evitar ponderação dos dados. A massa específica básica da base, apesar de apresentar significância estatística somente na procedência de Gualjoco, mostrou tendência a diminuir no sentido base-topo. No geral, esse parâmetro alcançou uma estabilidade entre 25 % e 75 % da altura comercial do tronco. As contrações tangencial e radial e o coeficiente de anisotropia não mostraram um padrão definido de variação ao longo do tronco. Já a contração volumétrica mostrou uma tendência de queda de valores à medida em que se aumentava a altura da retirada dos corpos-de-prova.

**Tabela 3.** Valores médios, ao longo do tronco, de massa específica básica (MEb); contrações tangencial (Ct); radial (Cr) e volumétrica (Cv); e coeficiente anisotrópico (Ct/Cr) da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, procedência de El Porvenir, aos 23 anos de idade, em Planaltina, DF.

Posição vertical <sup>(1)</sup>	MEb (g/cm <sup>3</sup> )	Ct	Cr	Cv	Ct/Cr
1 (base)	0,48 a <sup>(2)</sup>	6,92 a	4,32 a	11,58 a	1,63 a
2 (1,30 m)	0,45 a	7,57 a	3,87 a	11,48 a	1,97 a
3 (a 25 %)	0,42 a	6,29 a	4,21 a	11,36 a	1,63 a
4 (a 50 %)	0,39 a	7,02 a	2,85 a	10,07 a	2,63 a
5 (a 75 %)	0,43 a	6,30 a	4,17 a	10,83 a	1,57 a
Média de 4 posições <sup>(3)</sup>	0,43	6,63	3,89	10,96	1,87

<sup>1</sup>As porcentagens são relativas à altura comercial da árvore.

<sup>2</sup>As médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente ao nível de 5 % pelo teste de Tukey.

<sup>3</sup>Base, 25 %, 50 % e 75 %.

**Tabela 4.** Valores médios, ao longo do tronco, de massa específica básica (MEb); contrações tangencial (Ct); radial (Cr) e volumétrica (Cv); e coeficiente anisotrópico (Ct/Cr) da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, procedência de Gualjoco, aos 23 anos de idade, em Planaltina, DF.

Posição vertical <sup>(1)</sup>	MEb (g/cm <sup>3</sup> )	Ct	Cr	Cv	Ct/Cr
1 (base)	0,50 a <sup>(2)</sup>	7,29 a	4,82 a	12,52 a	1,53 a
2 (1,30 m)	0,42 ab	7,67 a	3,69 ab	11,79 a	2,07 a
3 (a 25 %)	0,38 b	6,64 a	3,02 ab	10,03 a	2,13 a
4 (a 50 %)	0,37 b	6,41 a	3,09 ab	9,8 a	2,10 a
5 (a 75 %)	0,39 b	6,13 a	2,96 b	9,3 a	2,10 a
Média de 4 posições <sup>(3)</sup>	0,41	6,62	3,47	10,43	1,97

<sup>1</sup>As porcentagens são relativas à altura comercial da árvore.

<sup>2</sup>As médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente ao nível de 5 % pelo teste de Tukey.

<sup>3</sup>Base, 25 %, 50 % e 75 %.

**Tabela 5.** Valores médios, ao longo do tronco, de massa específica básica (MEb); contrações tangencial (Ct); radial (Cr) e volumétrica (Cv); e coeficiente anisotrópico (Ct/Cr) da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, procedência de Los Limones, aos 23 anos de idade, em Planaltina, DF.

Posição vertical <sup>(1)</sup>	MEb (g/cm <sup>3</sup> )	Ct	Cr	Cv	Ct/Cr
1 (base)	0,44 a <sup>(2)</sup>	6,88 a	3,70 a	10,90 a	2,00 a
2 (1,30 m)	0,40 a	7,29 a	2,98 a	10,93 a	2,67 a
3 (a 25 %)	0,38 a	5,63 a	4,88 a	10,88 a	1,37 a
4 (a 50 %)	0,38 a	5,75 a	4,35 a	10,46 a	1,53 a
5 (a 75 %)	0,38 a	5,63 a	3,14 a	10,08 a	2,10 a
Média de 4 posições <sup>(3)</sup>	0,39	6,22	4,02	10,58	1,75

<sup>1</sup>As porcentagens são relativas à altura comercial da árvore.

<sup>2</sup>As médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente ao nível de 5 % pelo teste de Tukey.

<sup>3</sup>Base, 25 %, 50 % e 75 %.

**Tabela 6.** Valores médios, ao longo do tronco, de massa específica básica (Db); contrações tangencial (Ct); radial (Cr) e volumétrica (Cv); e coeficiente anisotrópico (Ct/Cr) da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, procedência de Poptun, aos 23 anos de idade, em Planaltina, DF.

Posição vertical <sup>(1)</sup>	MEb (g/cm <sup>3</sup> )	Ct	Cr	Cv	Ct/Cr
1 (base)	0,49 a <sup>(2)</sup>	7,26 a	4,60 a	12,62 a	1,60 a
2 (1,30 m)	0,47 a	7,25 a	3,07 a	10,94 a	2,43 a
3 (a 25 %)	0,37 a	7,27 a	2,97 a	10,77 a	2,57 a
4 (a 50 %)	0,41 a	7,05 a	3,55 a	10,96 a	2,07 a
5 (a 75 %)	0,39 a	7,54 a	4,30 a	12,47 a	1,77 a
Média de 4 posições <sup>(3)</sup>	0,42	7,28	3,85	11,71	2,00

<sup>1</sup>As porcentagens são relativas à altura comercial da árvore.

<sup>2</sup>As médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente ao nível de 5 % pelo teste de Tukey.

<sup>3</sup>Base, 25 %, 50 % e 75 %.

**Tabela 7.** Valores médios, ao longo do tronco, de massa específica básica (Db); contrações tangencial (Ct); radial (Cr) e volumétrica (Cv); e coeficiente anisotrópico (Ct/Cr) da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, procedência de Santa Cruz de Yojoa, aos 23 anos de idade, em Planaltina, DF.

Posição vertical <sup>(1)</sup>	MEb (g/cm <sup>3</sup> )	Ct	Cr	Cv	Ct/Cr
1 (base)	0,53 a <sup>(2)</sup>	7,40 a	4,77 ab	12,79 a	1,70 a
2 (1,30 m)	0,47 a	6,25 a	6,00 a	12,70 a	1,07 a
3 (a 25 %)	0,41 a	8,17 a	4,52 ab	12,19 a	2,43 a
4 (a 50 %)	0,37 a	7,55 a	2,87 b	10,89 a	2,77 a
5 (a 75 %)	0,36 a	7,15 a	3,45 ab	11,01 a	2,27 a
Média de 4 posições <sup>(3)</sup>	0,42	7,57	3,65	11,72	2,29

<sup>1</sup>As porcentagens são relativas à altura comercial da árvore.

<sup>2</sup>As médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente ao nível de 5 % pelo teste de Tukey.

<sup>3</sup>Base, 25 %, 50 % e 75 %.

Na Tabela 8, observam-se o valor médio das propriedades físicas da madeira, em relação as quatro posições amostradas para cada procedência, e a média geral das cinco procedências. Não houve diferença significativa entre as procedências, em todas as propriedades. Contudo houve propensões de distinção entre as procedências. Em relação a massa específica básica, a procedência de El Porvenir mostrou maior valor comparativo. De maneira geral, quanto maior a massa específica básica maior a resistência da madeira a rupturas. A procedência de Los Limones apresentou a menor contração tangencial e coeficiente anisotrópico e a procedência de Gualjoco, a menor contração radial.

Na Tabela 9, observa-se a utilização indicada para a madeira de acordo com o seu coeficiente de anisotropia e, na Tabela 10, os possíveis efeitos na madeira quanto à magnitude da contração volumétrica. Comparando os dados de coeficiente de anisotropia da Tabela 8 com a interpretação da Tabela 9, observa-se que a qualidade da madeira da maioria das procedências, à exceção de Santa Cruz de Yojoa,

é normal. De uma forma geral, quanto menor os coeficientes de anisotropia e menores os valores absolutos da contração tangencial e radial, mais estáveis são as madeiras (GALVÃO; JANKOWSKI, 1985). Pela classificação da Tabela 10, a contração volumétrica das cinco procedências é considerada média.

**Tabela 8.** Valores médios de massa específica básica (MEb); contração tangencial (Ct); contração radial (Cr); contração volumétrica (Cv); e coeficiente anisotrópico (Ct/Cr) da madeira de cinco procedências de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aos 23 anos de idade, em Planaltina, DF.

Procedências	MEb (g/cm <sup>3</sup> )	Ct	Cr	Cv	Ct/Cr
El Porvenir	0,43 a <sup>(1)</sup>	6,63 a	3,89 a	10,96 a	1,87 a
Gualjoco	0,41 a	6,62 a	3,47 a	10,43 a	1,97 a
Los Limones	0,39 a	6,22 a	4,02 a	10,58 a	1,75 a
Poptun	0,42 a	7,28 a	3,85 a	11,71 a	2,00 a
Santa Cruz de Yojoa	0,42 a	7,57 a	3,65 a	11,72 a	2,29 a
Média das 5 procedências	0,41	6,86	3,78	11,08	1,97

<sup>1</sup> As médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente ao nível de 5 % pelo teste de Tukey.

**Tabela 9.** Coeficiente de anisotropia dimensional na retração, qualidade e uso da madeira.

Coeficiente de anisotropia na Retração, $A_r$	Qualidade da madeira	Utilização indicada para a madeira
1,2 a 1,5	Excelente	Móveis finos, esquadrias, barcos, aparelhos musicais, aparelhos de esporte e etc..
1,5 a 2,0	Normal	Estantes, mesas, armários, enfim usos que permitam pequenos empenamentos.
Acima de 2,0	Ruim	Construção civil (observadas as características mecânicas), carvão, lenha e etc..

Fonte: Nock et al. (1975).



**Tabela 10.** Contração volumétrica, classificação e possíveis efeitos.

Contração volumétrica (%)	Classificação	Possíveis efeitos
15 a 20	Forte	Toras com grandes fendas de secagem. Devem ser rapidamente desdobradas.
10 a 15	Média	Toras com fendas médias de secagem. Podem ser conservadas e usadas em forma cilíndrica (galerias de minas, pontaletes). Resinosas em geral.
5 a 10	Fraca	Toras com pequenas fendas, aptas para marcenaria e laminados.

Fonte: Adaptado de Rosa (2009).

Vale et al. (2005) observaram que, em amostras de madeira de *Pinus tecunumanii* de 19 anos, procedência de San Jeronimo, retiradas da base, a 25 %, 50 %, 75 % e 100 % da altura comercial da árvore, e considerando a média dessas cinco posições, os valores para as propriedades físicas foram: 0,38 g/cm<sup>3</sup> para massa específica básica; 5,37 % para contração tangencial; 2,78 % para contração radial; 8,41 % para contração volumétrica; e 2,00 para coeficiente anisotrópico. Em amostras de madeira retiradas nas mesmas posições do estudo, Vale et al. (2005), Siqueira et al. (2001) verificaram que, em *Pinus merkusii* de 37 anos, a densidade básica foi de 0,46 g/cm<sup>3</sup>; as contrações foram 6,7 % (tangencial), 3,4 % (radial) e 10,2 % (volumétrica); e o coeficiente de anisotropia foi de 1,9.

## Conclusões

Entre as cinco procedências, El Porvenir apresentou maior massa específica básica e Los Limones, a menor.

A contração volumétrica das cinco procedências foi considerada média, ou seja, poderão ocorrer fendas médias durante a secagem das toras dessas procedências.

As procedências El Porvenir, Gualjoco, Los Limones e Poptun apresentaram o coeficiente anisotrópico normal, portanto a madeira dessas procedências é indicada para usos que permitam pequenos empenamentos. No entanto, a procedência Santa Cruz de Yojoa apresentou coeficiente anisotrópico ruim, ou seja, sua madeira é indicada somente para usos com menor valor agregado.

## Referências

- ARAUJO, H.J.B. **Agrupamento das espécies madeiras ocorrentes em pequenas áreas sob manejo florestal do Projeto de Colonização Pedro Peixoto (AC) por similaridade das propriedades físicas e mecânicas.** 2002. 168 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais, área de Tecnologia de Produtos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba.
- GALVÃO, A. P. M.; JANKOWSKY, I. P. **Secagem racional da madeira.** São Paulo: Nobel, 1985. 111 p.
- 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: 03 mar. 2009.
- MOURA, V. P. G.; DVORAK, W. S. Provenance and family variation of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* from Guatemala and Honduras, grown in Brazil, Colômbia and Venezuela. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 2, p. 225-234, 2001.
- MOURA, V. P. G.; VALE, A. T.; ISAIAS, F. B. Variação da densidade básica da madeira de espécies e procedências de *Pinus* centro-americanos em três locais na região dos Cerrados. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n. 22/23, p. 29-44, 1991.
- NOCK, H. P.; RICHTER, H. G.; BURGER, L. M. **Tecnologia da madeira.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná. Departamento de Engenharia e Tecnologia Rurais, 1975. 216 p.
- OLIVEIRA, J. T. S.; SILVA, J. C. Variação radial da retrabilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 381-385, 2003.
- PANSHIN, A. J.; ZEEUW, C. **Textbook of wood technology.** 3. ed., New York: McGraw-Hill, 1970. v. 1. 705 p.
- ROSA, W. A. Madeiras. Disponível em: <<http://www.profwillian.com/sistemas/madeiras.ppt>> . Acesso em: 07 abr. 2009.
- SAS INSTITUTE. **The SAS-system for windows:** release 9.1 (software). Cary, 2003.

SECAGEM da madeira: resistência da madeira. Disponível em : <[http://www.madeiras.cc/secagemda %20madeira.html](http://www.madeiras.cc/secagemda%20madeira.html)> . Acesso em: 27 fev. 2002.

SIAU, J.F. **Transport processes in wood**. Berlim: Springer-Verlag, 1984.223 p.

SIQUEIRA, M. M.; PEREIRA, J. C. D.; MATTOS, P. P.; SHIMIZU, J. **Características físicas, químicas e anatômicas da madeira de *Pinus merkusii***. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2001. 3 p. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 65).

VALE, A. T.; MOURA, V. P. G.; FIORENTINI, A. A.; SOUZA, M. R. **Varição radial e axial da massa específica básica e das contrações da madeira de quatro procedências de *Pinus***. Brasília, DF: Cenargen, 2005. 29 p (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de Pesquisa, 98).