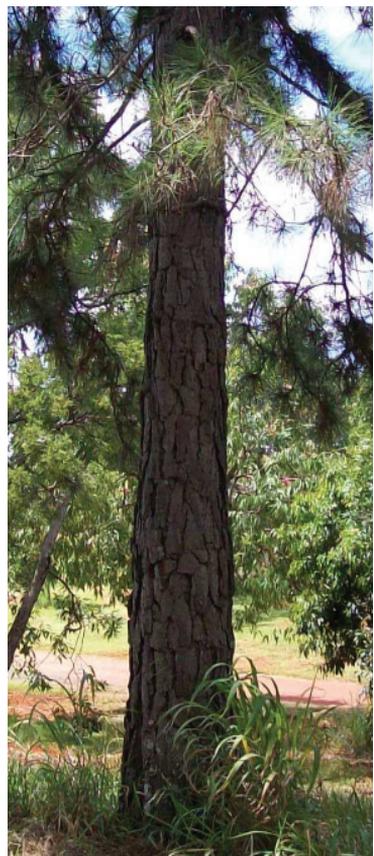


Variação Axial das Propriedades Físicas da Madeira de cinco Procedências de *Pinus tecunumanii* no Cerrado do Distrito Federal, DF



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

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

***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* 252**

Variação Axial das Propriedades Físicas da Madeira de cinco Procedências de *Pinus tecunumanii* no Cerrado do Distrito Federal, DF

*Sebastião Pires de Moraes Neto
José Teodoro de Melo
Ricardo Faustino Teles
Thiago Oliveira Rodrigues*

Embrapa Cerrados
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

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: *Marilaine Schaun Pelufé*

Editoração eletrônica: *Fabiano Bastos*

Capa: *Fabiano Bastos*

Foto da capa: *Sebastião Pires de Moraes Neto*

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

-
- V299 Variação axial das propriedades físicas da madeira de cinco procedências de *Pinus tecunumanii* no Cerrado do Distrito Federal, DF / Sebastião Pires de Moraes Neto... [et al.]. – Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. 20 p. — (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X, ISSN online 2176-509X ; 252).

1. *Pinus tecunumanii*. 2. Densidade da madeira. 3. Cerrado.
I. Moraes Neto, Sebastião Pires de. II. Série.

634.9 - CDD 21

© Embrapa 2009

Sumário

Resumo	5
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	8
Densidade básica	11
Contração tangencial.....	11
Contração radial.....	11
Contração volumétrica.....	12
Coeficiente anisotrópico.....	12
Resultados e Discussão.....	12
Conclusões.....	18
Referências	19

Variação Axial das Propriedades Físicas da Madeira de cinco Procedências de *Pinus tecunumanii* no Cerrado do Distrito Federal, DF

*Sebastião Pires de Moraes Neto*¹; *José Teodoro de Melo*²; *Ricardo Faustino Teles*³; *Thiago Oliveira Rodrigues*⁴

Resumo

Pinus tecunumanii é uma espécie nativa das partes elevadas do Sul do México e da América Central. Apesar do excelente crescimento e da qualidade da madeira, é pouco plantada comercialmente. Para 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 a variação axial das propriedades físicas da madeira de cinco procedências de *P. tecunumanii*. Para tanto, amostras de quatro posições foram retiradas para teste: base a 25 %, 50 % e 75 % da altura comercial do tronco (ACT), quando as árvores tinham 23 anos de idade. Em quatro das cinco procedências, a densidade básica da madeira diminuiu da base até 25 % da ACT e, a partir dessa posição, manteve-se constante até 75 % da ACT.

Termos para indexação: retrabilidade, densidade básica.

¹ Engenheiro Florestal, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados, spmoraesn@cpac.embrapa.br

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

³ Engenheiro Florestal, M.Sc., Consultor técnico da Fundação de Tecnologia Florestal e Geoprocessamento (Funtec/DF), rfteles@gmail.com

⁴ Engenheiro Florestal, M.Sc., Diretor da Fundação de Tecnologia Florestal e Geoprocessamento (Funtec/DF), thor79br@yahoo.com.br

Axial Variation of Physical Properties of Wood from five Provenances of *Pinus tecunumanii* in the District Federal Savanah

Abstract

Pinus tecunumanii is a native species of the high lands of the southern Mexico and Central America. Despite its excellent growth and wood quality, it is few planted commercially. For its use in structures it is necessary to know its physical and mechanical properties. The physical properties may vary significantly among species, among trees of the same species and even among different parts of the same tree. This paper aims at examining axial variation of physical properties of wood from five provenances of *P. tecunumanii*. For this, samples were removed for testing at four positions: base, 25 %, 50 % and 75 % of trunk trade height (TTH) when the trees were 23 years old. In four provenances, the basic density of wood decreased from base up to 25 % of TTH, and from this position, remained constant up to 75 % of the TTH.

Index terms: shrinkage, basic density.

Introdução

Pinus tecunumanii é uma espécie nativa das partes elevadas das terras do Sul do México e da América Central. O desenvolvimento do *P. tecunumanii* tem sido superior ao do *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e do *Pinus oocarpa* na maioria dos ensaios realizados no Cerrado. Ademais, tem uma excelente forma, ramos finos e uma boa desrama natural (MOURA; VALE, 2002). Essa espécie é utilizada em arborização, parques e jardins, celulose, contruções, laminação, particulados (aglomerado, OSB, “waferboard”) e lápis (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, 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 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 densidade 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 à contração tangencial e um terço, à radial. Panshin e Zeeuw (1970) atribuem a menor contração na direção radial à presença nos raios de faixas de madeira juvenil de densidade baixa, intercaladas com faixas de madeira tardia de densidade alta.

Outra característica física de grande importância é a densidade 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 densidade 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 densidade básica, em relação a sua resistência. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo determinar a variação axial das propriedades físicas da madeira de *Pinus tecunumanii* de cinco procedências da América Central implantadas no Cerrado do Distrito Federal.

Material e Métodos

Um povoamento de *Pinus tecunumanii* foi instalado em Planaltina, DF, no início de 1985, num espaçamento de 3 m x 3 m, 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. As cinco procedências deste estudo estão caracterizadas na Tabela 1. O solo 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 ZnSO₄. Cinquenta por cento dessa mistura foi usada em cada aplicação.

Tabela 1. Informações sobre as procedências de *P. tecunumanii* incluídas no ensaio.

Procedência	País	Latitude	Altitude (m)	Precipitação média anual (mm)
Celaque	Honduras	14° 33' N	1.785	1.273
La Soledad	Guatemala	14° 31' N	2.427	1.543
Las Trancas	Honduras	14° 07' N	2.130	1.579
San Lorenzo	Guatemala	15° 05' N	2.000	1.700
San Vicente	Guatemala	15° 05' N	1.945	1.700

Tabela 2. Características químicas e texturais do solo.

pH em água	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al	argila	silte	areia
	mg kg ⁻¹	-----cmol _c dm ⁻³ -----				-----%-----			
4,6	0,1	0,10	0,14	0,07	0,40	6,20	50	16	34

Discos de 15 cm de espessura foram retirados da base, 25 %, 50 % e 75 % da altura do fuste comercial em três árvores por procedência. Os discos foram destinados para a análise de densidade 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.

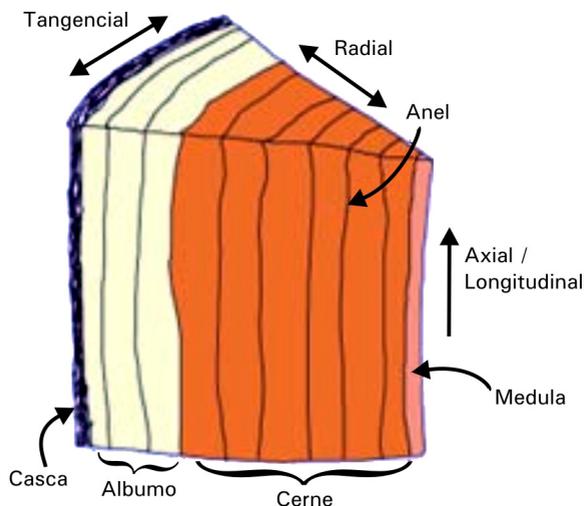


Fig. 1. Cunha de madeira mostrando os três planos dimensionais.

Fonte: SECAGEM (2009).

Os ensaios físicos foram realizados conforme a norma D 143/2000 (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 2004), no Laboratório de Produtos Florestais do Ibama, em Brasília, e o desdobro dos troncos foi feito na serraria da Universidade de Brasília (UnB). Após o corte 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, 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 ± 2 °C até massa constante.

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

Densidade 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 (cm^3), ao teor de umidade saturado. É dada por:

$$DE_b = \frac{M_s}{V_v} \quad \text{em que:}$$

DE_b = densidade básica ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)

M_s = massa seca em estufa ao t.u. de 0 % (g)

V_v = volume verde ao t.u. saturado (cm^3)

Contração tangencial

É a propriedade de retração da dimensão da madeira na direção tangencial (L_t) 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:

$$CT_t = \left(\frac{L_{t_{\text{sat}}} - L_{t_{0\%}}}{L_{t_{\text{sat}}}} \right) 100 \quad \text{em que:}$$

CT_t = contração tangencial (%)

$L_{t_{\text{sat}}}$ = dimensão da direção tangencial aos anéis de crescimento ao t.u. saturado (cm)

$L_{t_{0\%}}$ = dimensão da direção tangencial aos anéis de crescimento ao t.u. de 0 % (cm)

Contração radial

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

É expressa em porcentagem e dada por:

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

em que:

CTr = contração radial, em %

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

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

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) no corpo- de-prova saturado e seco.

Coefficiente anisotrópico

É a razão entre a contração tangencial e a radial (CTt/CTr).

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, são mostrados os valores médios de densidade básica, contrações tangencial, radial e volumétrica e coeficiente anisotrópico de cinco procedências de *Pinus tecunumanii*, ao longo do tronco. A densidade básica da procedência de Celaque foi estável da base até 25 % da altura comercial e, depois, foi decrescendo até 75 %. Nas outras quatro procedências, decresceu da base até 25 % e, após, ficou constante até 75 % da altura comercial.

A contração tangencial, na procedência de Celaque, manteve-se constante da base até 25 % da altura comercial, decrescendo

em seguida até 75 %. Na procedência de La Soledad, a contração tangencial se elevou da base até 25 % e, após, foi decrescendo até 75 % da altura comercial, enquanto, nas procedências de Las Trancas e San Lorenzo, a contração tangencial manteve-se constante da base até 25 %, decresceu até 50 % e, em seguida, aumentou até 75 % da altura comercial. A contração tangencial na procedência de San Vicente manteve-se constante da base até 75 % da altura comercial.

A contração radial na procedência de Celaque manteve-se constante da base até 25 % da altura comercial e, em seguida, foi decrescendo até 75 %. Na procedência de La Soledad, a contração radial decresceu da base até 25 % da altura comercial e, após, permaneceu constante até 75 %. Na procedência de Las Trancas, a contração radial manteve-se constante da base até 25 %, elevou-se até 50 % e, após, decresceu para 75 % da altura comercial. Na procedência de San Lorenzo, a contração radial decresceu da base até 50 % da altura comercial, após manteve-se constante até 75 %; enquanto, na procedência de San Vicente, manteve-se constante da base até 75 % da altura comercial.

A contração volumétrica, na procedência de Celaque, manteve-se constante da base até 25 % da altura comercial e, em seguida, foi decrescendo até 75 %. Nas procedências de La Soledad e San Vicente, a contração volumétrica manteve-se constante da base até 75 % da altura comercial. Na procedência de Las Trancas, a contração volumétrica manteve-se constante da base até 50 % da altura comercial, decrescendo após até 75 %, enquanto, na procedência de San Lorenzo, manteve-se constante da base até 25 %, decresceu até 50 %, permanecendo constante até 75 % da altura comercial.

O coeficiente de anisotropia, nas procedências de Celaque e Las trancas, elevou-se da base até 25 % da altura comercial, decresceu até 50 % e, após, elevou-se até 75 %. Nas procedências de La Soledad e San Vicente, o coeficiente de anisotropia elevou-se da base até 25 %, decrescendo gradativamente até 75 % da altura comercial; enquanto, na procedência de San Lorenzo, manteve-se constante da base até 75 % da altura comercial.

Tabela 3. Valores médios de densidade básica (Db), contrações tangencial (Ct), radial (Cr) e volumétrica (Cv) e coeficiente anisotrópico (Ct/Cr) da madeira de *Pinus tecunumanii*, procedência de Celaque, ao longo do tronco.

Posição vertical ⁽¹⁾	Db (g/cm ³)	Ct	Cr	Cv	Ct/Cr
		%			
1 (base)	0,49 a ⁽²⁾	7,7 a	5,2 a	13,7 a	1,50 a
2 (a 25 %)	0,50 a	8,4 a	5,0 a	14,1 a	1,73 a
3 (a 50 %)	0,46 a	7,0 a	4,5 a	12,0 a	1,57 a
4 (a 75 %)	0,41 a	6,8 a	4,0 a	11,1 a	1,83 a
Média	0,47	7,5	4,7	12,7	1,66

¹ As porcentagens são relativas à altura comercial da árvore.

² As médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente ao nível de 5 % pelo Teste de Tukey.

Tabela 4. Valores médios de densidade básica (Db), contrações tangencial (Ct), radial (Cr) e volumétrica (Cv) e coeficiente anisotrópico (Ct/Cr) da madeira de *Pinus tecunumanii*, procedência de La Soledad, ao longo do tronco.

Posição vertical ⁽¹⁾	Db (g/cm ³)	Ct	Cr	Cv	Ct/Cr
		%			
1 (base)	0,43 a ⁽²⁾	6,9 a	3,7 a	11,2 a	1,90 a
2 (a 25 %)	0,35 a	8,0 a	2,9 a	11,1 a	3,73 a
3 (a 50 %)	0,34 a	7,0 a	2,7 a	10,0 a	2,60 a
4 (a 75 %)	0,37 a	6,7 a	3,1 a	10,1 a	2,13 a
Média	0,37 a	7,1	3,1	10,6	2,59

¹ As porcentagens são relativas à altura comercial da árvore.

² As médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente ao nível de 5 % pelo Teste de Tukey.

Tabela 5. Valores médios de densidade básica (Db), contrações tangencial (Ct), radial (Cr) e volumétrica (Cv), e coeficiente anisotrópico (Ct/Cr) da madeira de *Pinus tecunumanii*, procedência de Las Trancas, ao longo do tronco.

Posição vertical ⁽¹⁾	Db (g/cm ³)	Ct	Cr	Cv	Ct/Cr
		%			
1 (base)	0,46 a ⁽²⁾	7,7 a	4,2 a	12,4 a	1,87 a
2 (a 25 %)	0,39 a	8,1 a	3,8 a	12,3 a	2,13 a
3 (a 50 %)	0,39 a	6,1 a	5,5 a	11,8 a	1,40 a
4 (a 75 %)	0,38 a	7,0 a	2,9 a	10,1 a	3,10 a
Média	0,41	7,2	4,1	11,6	2,12

¹ As porcentagens são relativas à altura comercial da árvore.

² As médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente ao nível de 5 % pelo Teste de Tukey.

Tabela 6. Valores médios de densidade básica (Db), contrações tangencial (Ct), radial (Cr) e volumétrica (Cv) e coeficiente anisotrópico (Ct/Cr) da madeira de *Pinus tecunumanii*, procedência de San Lorenzo, ao longo do tronco.

Posição vertical ⁽¹⁾	Db (g/cm ³)	Ct	Cr	Cv	Ct/Cr
		%			
1 (base)	0,48 a ⁽²⁾	7,7 a	4,3 a	12,7 a	1,83 a
2 (a 25 %)	0,38 a	7,8 a	3,7 a	11,7 a	2,13 a
3 (a 50 %)	0,41 a	6,1 a	2,9 a	9,6 a	2,10 a
4 (a 75 %)	0,36 a	6,2 a	2,9 a	9,4 a	2,13 a
Média	0,41	6,9	4,1	10,8	2,05

¹ As porcentagens são relativas à altura comercial da árvore.

² As médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente ao nível de 5 % pelo Teste de Tukey.

Tabela 7. Valores médios de densidade básica (Db), contrações tangencial (Ct), radial (Cr) e volumétrica (Cv) e coeficiente anisotrópico (Ct/Cr) da madeira de *Pinus tecunumanii*, procedência de San Vicente, ao longo do tronco.

Posição vertical ⁽¹⁾	Db (g/cm ³)	Ct	Cr	Cv	Ct/Cr
					%
1 (base)	0,45 a ⁽²⁾	7,1 a	3,9 a	11,2 a	1,93 a
2 (a 25 %)	0,39 a	7,2 a	3,6 a	11,0 a	2,23 a
3 (a 50 %)	0,40 a	7,2 a	3,7 a	11,2 a	1,90 a
4 (a 75 %)	0,40 a	6,5 a	3,6 a	10,6 a	1,83 a
Média	0,41	7,0	3,7	11,0	1,97

¹ As porcentagens são relativas à altura comercial da árvore.

² As médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente ao nível de 5 % pelo Teste de Tukey.

Na Tabela 8, mostram-se os valores médios das propriedades físicas da madeira, em relação as quatro posições amostradas para cada procedência e as médias gerais das cinco procedências. Em termos de significância estatística, somente existiu nos parâmetros densidade básica e na contração radial, em que, em ambos os casos, a procedência de Celaque apresentou valores maiores que La Soledad. Houve tendência a valores maiores de contração volumétrica e tangencial, e menor para coeficiente de anisotropia, para a procedência de Celaque comparativamente a outras procedências.

Vale et al. (2005) observaram que os valores para as propriedades físicas foram 0,40 g/cm³ para densidade básica; 5,6 % para contração tangencial; 3,1 % para contração radial; 8,8 % para contração volumétrica; e 1,85 para coeficiente anisotrópico, em amostras de madeira de *Pinus tecunumanii* das procedências de San Jeronimo, Mount Pine Ridge e Montebello de 19 anos de idade, retiradas da base a 25 %, 50 %, 75 % e 100 % da altura comercial da árvore, considerando a média dessas cinco posições por procedência e a média geral das três procedências.

Em amostras de madeira retiradas nas mesmas posições do estudo de Vale et al. (2005), Siqueira et al. (2001) verificaram que, em *Pinus merkusii*

de 37 anos, a densidade básica foi de 0,46 g cm³; as contrações foram 6,7 % (tangencial), 3,4 % (radial), 10,2 % (volumétrica); e o coeficiente de anisotropia foi de 1,9. Também para *P. merkusii* de 26 anos de idade, amostras retiradas nos primeiros 5 m (a partir da base), Bortoletto Júnior (2008) observou que a densidade básica foi de 0,44 g cm⁻³; a contração tangencial de 7,4 %; a contração radial de 4,0 %; a contração volumétrica de 11,6 %; e o coeficiente de anisotropia de 1,9.

Tabela 8. Valores médios de densidade básica (Db), contração tangencial (Ct), contração radial (Cr), contração volumétrica (Cv) e coeficiente anisotrópico (Ct/Cr) da madeira de cinco procedências de *Pinus tecunumanii* aos 23 anos de idade, em Planaltina, DF.

Procedências	Db (g cm ³)	Ct	Cr	Cv	Ct/Cr
Celaque	0,47 a ⁽¹⁾	7,5 a	4,7 a	12,7 a	1,66 a
La Soledad	0,37 b	7,1 a	3,1 b	10,6 a	2,59 a
Las Trancas	0,41 ab	7,2 a	4,1 ab	11,6 a	2,12 a
San Lorenzo	0,41ab	6,9 a	3,4 ab	10,8 a	2,05 a
San Vicente	0,41ab	7,0 a	3,7 ab	11,0 a	1,97 a
Média das 5 procedências	0,41	7,1	3,8	11,4	2,07

¹ As médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente ao nível de 5 % pelo Teste de Tukey.

Na Tabela 9, mostra-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. Pela classificação da Tabela 9, a procedência de Celaque é a que mais se aproxima de uma qualidade excelente da madeira e a de La Soledad, de ruim. Entretanto, em relação à Tabela 10, as cinco procedências se enquadram na classificação média, confirmando a especificação de resinosas. O coeficiente anisotrópico é utilizado para prever o comportamento da madeira quanto à variação dimensional. De forma geral, quanto menor os coeficientes e menores os valores absolutos da contração tangencial e radial, mais estáveis são as madeiras (GALVÃO; JANKOWSKI, 1985). Por essa definição, a procedência de Celaque mostra potencial de ser mais estável que as outras procedências.

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).

Conclusões

A densidade básica da madeira de quatro procedências, com exceção de Celaque, diminuiu da base até 25 % da altura comercial do tronco, permanecendo constante até 75 %.

A contração volumétrica da madeira das procedências de La Soledad e San Vicente e o coeficiente de anisotropia das procedências de Celaque e San Lorenzo mantiveram-se constantes da base até 75 % da altura comercial do tronco.

Entre as cinco procedências, a de Celaque apresentou tendência a maior densidade básica e estabilidade dimensional.

Referências

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM. Standard Methods of Small Clear Specimens of Timber. In: AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM. **Annual book of ASTM standards**. Danvers, 2004. p. 23-53. (Designation: D 143-2000).
- ARAUJO, H. J. B. **Agrupamento das espécies madeireiras 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.
- BORTOLETTO JÚNIOR, G. Estudo de algumas propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Pinus merkusii*. **Scientia forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 79, p. 237-243, 2008.
- 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.; MULLER, P. C. H. Indicações para escolha de espécies de pinus. Disponível em: <http://www.ipef.br/silvicultura/escolha_pinus.asp>. Acesso em: 03 mar. 2009.
- MOURA, V. P. G.; VALE, A. T. Variabilidade genética na densidade básica da madeira de *Pinus tecunumanii* procedente do México e da América Central, no cerrado. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 62, p. 104-113, 2002.
- 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: Departamento de Engenharia e Tecnologia Rurais, Universidade Federal do Paraná, 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**, 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. 2009.

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. **Variação radial e axial da massa específica básica e das contrações da madeira de quatro procedências de *Pinus***. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. 29 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 98).