

**Brasília, DF**  
**Outubro 2005**

**Autores**

**Vicente Pongitory Gifoni**  
**Moura**

Engenheiro Florestal, Dr.  
Pesquisador da Embrapa  
Recursos Genéticos e  
Biotecnologia.

**Ailton Teixeira do Vale**

Professore do  
Departamento de  
Engenharia Florestal,  
Faculdade de Tecnologia,  
Universidade de Brasília.

**Iuri da Rocha Marmo de**  
**Oliveira**

Engenheiro Florestal,  
Faculdade de Engenharia  
Florestal, Universidade de  
Brasília

## **CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MECÂNICA DA MADEIRA DE *Pinus tecunumanii* COM VISTAS À PRODUÇÃO DE MÓVEIS**

### **RESUMO**

O interesse no uso da madeira de *Pinus tecunumanii* vem aumentando consideravelmente nos últimos anos. Isto se deve principalmente à sua boa adaptação às condições subtropicais e tropicais e ao seu bom desenvolvimento em volume e principalmente sua forma. Os estudos realizados com essa espécie se referem principalmente ao crescimento e forma das árvores, e pouco se sabe sobre a qualidade da sua madeira. Neste trabalho a caracterização física e mecânica da madeira de uma população de *P. tecunumanii*, plantada em Planaltina, DF com 18 anos de idade é realizado. A média da massa específica básica foi de 0,45 g/cm<sup>2</sup> com um coeficiente de variação de 8% para uma amostragem de 18 indivíduos; o teor de umidade máxima foi de 153, 1 %, com um coeficiente de variação de 12 %.Em comparação as outras espécies a madeira de *P. tecunumanii* apresenta menores módulos de ruptura e de elasticidade em flexão estática; valores intermediários para o módulo de ruptura em compressão paralela e valores superiores para resistência máxima de cisalhamento. Os estudos feitos com as espécies acima, todas já comprovadamente utilizadas na fabricação de móveis, mostram características de MOR, MOE, etc, bastante variado, porém os valores encontrados para o *P. tecunumanii*, o colocam como espécie potencial para entre outros usos nobres da madeira, o da movelaria.

## INTRODUÇÃO

A madeira é um material com fibras altamente resistentes e composta dos mais diferentes arranjos celulares. Para o conhecimento da sua qualidade e utilização se faz necessário estudos aprofundados, principalmente quando se trata de espécies de uso ainda pouco conhecido como é o caso do *Pinus tecunumanii*.

O interesse no uso da madeira de *Pinus tecunumanii* (Scwd.) Eguluz & Perry (syn. *P. patula* ssp. *tecunumanii* (Eguluz & Perry) Styles)), vem aumentando consideravelmente nos últimos anos. Isto se deve principalmente à sua boa adaptação às condições subtropicais e tropicais e ao seu bom desenvolvimento em volume e principalmente sua forma. Nos Cerrados brasileiros procedências desta espécie, como as de Mount Pine Ridge de Belize e de Camélias, Nicarágua (de baixas altitudes) têm apresentado excelente desempenho nos testes genéticos realizados, o que vem despertando o interesse de muitas companhias florestais no uso desta espécie em plantios comerciais. Procedências de

altas altitudes de *P. tecunumanii* também estão apresentando resultados promissores nos locais onde estão sendo testadas (Dvorak et al., 1989, Moura et al., 1996 e Dvorak & Moura, 1998).

Apesar do excelente crescimento do *P. tecunumanii* muitas companhias florestais ainda hesitam em plantá-lo em extensas áreas, pois necessitam saber se a qualidade da madeira produzida é igual ou superior a de outras espécies que já vêm sendo cultivadas em escala comercial nos trópicos e sub-trópicos, tais como *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barr & Golf, *Pinus oocarpa* Schiede, *Pinus elliottii* Engelm, *Pinus patula* Schiede & Deppe ou *Pinus taeda* L.

Qualificar uma madeira não é tarefa fácil, pois isso depende de uma organização para outra e também do uso que será dado ao produto final. O parâmetro densidade é considerado como um dos mais importantes nessa qualificação, pois quase sempre está associado com a resistência da madeira e a outras propriedades físicas e mecânicas. Os estudos de qualidade da madeira realizados com

*P. tecunumanii* ainda são poucos, podendo destacar os realizados com procedências de áreas de baixa altitude, principalmente com as procedências de Mount Pine Ridge e Yucul nos Cerrados, por Moura & Santiago (1998) e Moura et al, (1995) e Lima (1991),

Em 1983 foram instalados pela CAMCORE/EMBRAPA testes de procedências e progênies de *P. tecunumanii* da América Central e México, nas dependências da Embrapa cerrados com o objetivo de estudar as variações genéticas entre procedências/progênies e também de se fazer seleção dos melhores indivíduos para produção de sementes melhoradas geneticamente. Os estudos realizados se referem principalmente ao crescimento e forma das árvores, porém se faz necessário que estes estudos sejam feitos também sobre a qualidade da madeira. O presente trabalho propõe a caracterização física e mecânica da madeira de uma população de *P. tecunumanii*, plantada em Planantina, DF.

## **METODOLOGIA**

A coleta de dados foi realizada em um plantio de *Pinus tecunumanii*, procedente de uma coleta realizada na região de San Jerónimo, Guatemala, em altitude variando de 1690<sup>a</sup> 2200m, latitude 15° 03'N e longitude de 90° 18'W, com precipitação anual média de 1700 mm.

O plantio, na época da coleta das amostras tinha 18 anos de idade e era composto de 2040 árvores plantadas num espaçamento 3x3 m, perfazendo uma área total de 17.820 m<sup>2</sup> (talhão com 180 m de comprimento por 99 mm de largura), situado na região de Planantina, DF.

Antes da coleta do material, todas os indivíduos do talhão foram mensurados (DAP e altura), para a confecção de equações de volume em outros estudos com esse material. Para cada classe diamétrica, foram selecionadas nove árvores, (5 a 10 cm; 10 a 15 cm; 15 a 20 cm; 20 a 25 cm; 25 a 30 cm; 30 a 35 cm; 35 a 40 cm; 40 a 45 cm; 45 a 50 cm). A localização das árvores selecionadas foi feita com auxílio de um croqui do plantio. Estas árvores foram abatidas, desgalhadas, destopadas e o fuste

divido em toras de três metros. A partir da tora da base foram retiradas amostras para a caracterização física da madeira, determinando a massa específica básica pelo método do máximo teor de umidade (MTU), segundo Vital (1984).

No total de amostras foram retiradas de 21 árvores somando 17 m<sup>3</sup> de madeira, correspondendo a 39 toras, que foram processadas e transformadas em tábuas para posterior confecção de protótipos de móveis a serem testados em outra linha de pesquisa.

Dentre as 21 árvores abatidas, foram selecionadas as cinco com maiores diâmetros para os testes mecânicos,

retirando-se caibros de 5 x 5x 100 cm, evitando a medula.

Os caibros úmidos foram empilhados em local arejado para secagem natural. Ao atingir 22% de umidade foram transformados em corpos de prova, baseados nas normas COPANT 458 (1972) e armazenados em uma câmara de climatização para estabilização da umidade em 12% quando, então, foram submetidos aos testes mecânicos. Em seguida a umidade foi determinada pelo método da estufa (Vital 1997). Para teores de umidade diferentes de 12% , os valores foram corrigidos para 12% conforme Tabela 1, segundo Pfeil (1985).

Tabela 1 – Variação de resistência da madeira para cada 1% de variação da umidade.

Resistência	% de mudança para 1% de variação da umidade
Compressão paralela às fibras Resistência máxima	6
Compressão perpendicular às fibras Resistência no limite proporcional	5,5
Flexão estática Módulo de ruptura	4
Módulo de elasticidade	2

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média da massa específica básica foi de 0,45 g/cm<sup>2</sup> com um coeficiente de variação de 8% para uma amostragem de 18 indivíduos; o teor de umidade máxima foi de 153, 1 %, com um coeficiente de variação de 12 %.

Para efeito comparativo estão apresentados nas tabelas abaixo dados de densidade básica de espécies/ procedências de *Pinus*, em condições ambientais similares aos dos testes realizados nesse trabalho, porém com diferentes idades.

espécie	Procedência	local	Idade (anos)	Densidade básica	Autor
<i>P. tecunumanii</i>	San Jerónimo	Planaltina	18	0,45	Trabalho atual
<i>P. tecunumanii</i>	Mt. Pine Ridge	Planaltina	12	0,39	Moura et al 1991
<i>P. tecunumanii</i>	Yucul	Planaltina	12	0,40	Moura et al 1991
<i>P. tecunumanii</i>	Mt. Pine Ridge	Planaltina	12	0,42	Moura et al. 2003
<i>P. tecunumanii</i>	Mt. Pine Ridge	Planaltina	17	0,43	Moura et al. 2003
<i>P. tecunumanii</i>	San Jerónimo	Planaltina	15		Moura & Vale, 2002
<i>P. oocarpa</i>	Dipilto	Planaltina	12	0,41	Moura et al 1991
<i>P. caribaea</i> var <i>hondurensis</i>	Mount Pine Ridge	Planaltina	12	0,40	Moura et al 199
<i>P. caribaea</i> var <i>hondurensis</i>	poptun	Planaltina	12	0,42	Moura et al 1991
<i>P. caribaea</i> var <i>bahamensis</i>	Ilha Andros	Planaltina	12	0,39	Moura et al 1991
<i>P. caribaea</i> var <i>hondurensis</i>	-	Brasília	12	0,40	Nogueira & Vale 1997

A densidade calculada de *P. tecunumanii* foi superior a todas apresentadas na tabela acima, não só de outras procedências de *P. tecunumanii* como também de procedências de outras espécies de

*Pinus* crescendo em ambientes próximos ao da população de *P. tecunumanii* em estudo. Como já é fato bastante conhecido que espécies florestais madeireiras apresentam aumento de densidade da madeira

com o aumento da idade, pode-se afirmar que grande parte das diferenças de densidade do material

estudado é devido a diferença de idade.

Tabela 3. Dados dos valores médios Flexão Estática , Compressão paralela e Cisalhamento da madeira de *Pinus tecunumanii* procedência de San Jerónimo, com 18 anos de idade, plantado em Planaltina, DF.

Condição	Flexão Estática (kg/cm <sup>2</sup> )		Compressão (kg/cm <sup>2</sup> )		Cisalhamento MOR(kg/cm <sup>2</sup> )
	MOR	MOE	Paralela: MOR	Perpendicular: MOR	
Seca à	705	86.327	313	41	100
12%	13 16	17 16	12 16	15 16	10 16

- (1) Os valores centrais representam as médias;
- (2) Os valores inferiores à esquerda representam o Coeficiente de Variação;
- (3) Os valores inferiores à direita representam o Número de Amostra.

Tabela 4. Valores médios das propriedades mecânicas (CU = Condição de umidade; DB = densidade básica; FE= flexão estática; COMP= compressão; CIS=Cisalhamento); calculadas para madeiras de diferentes espécies de coníferas, testadas no Brasil e no Canadá

Espécie	CU (%)	DB (g/cm <sup>3</sup> )	FE (kg/cm <sup>2</sup> )		COMP (kg/cm <sup>2</sup> )		CISo (kg/cm <sup>2</sup> )
			MOR	MOE	C//	C⊥	
<i>P. Tecunumanii</i> *	12	0,45	705	86.327	314	41,0	100,0
<i>Pseudotsuga meziensii</i> **	12	0,54	-		500	30,6	88.6
<i>Tsuga Heterophylla</i> **	12	0,48	-		467	29,3	81,1
<i>Larix occidentalis</i> **	12	0,64	-		609	36,2	107,0
<i>Pinus. Strobus</i> **	-	0,42	-		362	26,3	65,0
<i>P. taeda</i> (juvenil)***	12	0,54	870	108.940	-	-	
<i>P. taeda</i> (adulto)***	12	0,67	1276	167.300			

MOR – módulo de ruptura; MOE – módulo de elasticidade; C// - compressão paralela à grã ; C⊥ - compressão perpendicular ágrã.

Fontes: \* Dados do presente trabalho; \*\* JESSOM (1986) \*\*\*BALLARIN & PALMA (2003)

Em comparação as outras espécies a madeira de *P. tecunumanii* apresenta menores módulos de ruptura e de elasticidade em flexão estática; valores intermediários para o módulo de ruptura em compressão paralela e valores superiores para resistência máxima de cisalhamento. Os estudos feitos com as espécies acima, todas já comprovadamente utilizadas na fabricação de móveis, mostram características de MOR, MOE, etc, bastante variado, porém os valores encontrados para o *P. tecunumanii*, o

colocam como espécie potencial para entre outros usos nobres da madeira, o da movelaria. Os resultados conseguidos no trabalho desenvolvido por Jessome 1986 onde realizou testes com quatro espécies de coníferas canadenses (Tabela 4), vem corroborar com essa afirmação. Estas espécies foram consideradas pela organização Canadense “Value-Created Resources” como espécies favoritas para fabricação de móveis por apresentarem uma relativa alta densidade e também por

suas características estéticas.. O autor atesta que quanto menor a dureza da madeira de coníferas (consideradas madeiras moles) as mesmas são excluídas para uso em movelaria, pois móveis são sujeitos a fortes tensões devido a suportarem materiais pesados, como é o caso de tampos de mesa, pernas de cadeiras e cadeiras de balanço e etc.. Se considerarmos apenas a densidade básica encontrada para *P. tecunumanii* neste trabalho, verificamos que a mesma, apesar da população ser considerada ainda jovem (18 anos) apresenta densidade em patamar próximo de três espécies canadenses e superior a de *Pinus strobus*, espécie usada largamente para a fabricação de móveis, produtos de marcenaria, brinquedos, e menor do que a densidade da madeira de *P. taeda*, com 37 anos (Ballarin e Palma 2003). Como já dito a respeito da relação direta da densidade com a idade pode-se afirmar que populações de *P. tecunumanii* com idade superior a 30 anos, terão densidade igual ou mesmo superior às espécies mostradas na tabela (qual tabela?), e

poderá ser utilizadas na fabricação de móveis e outros utensílios.

## CONCLUSÃO

Os resultados apresentados neste trabalho correspondem às médias dos valores conseguidos através de testes tecnicamente controlados obedecendo à norma COPANT. A madeira da espécie *Pinus tecunumanii* apresenta características tecnológicas que a coloca em condições similares a outras espécies de coníferas, que têm sido utilizadas para a fabricação de móveis, viga laminada, etc.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALLARIN, A. W.; PALMA, H. A. L. Propriedades de resistência e rigidez da madeira juvenil e adulta de *P. Taeda* L. Revista Arvore v. 27. n. 3, p. 371-380
- DVORAK W.S. & DONAHUE. **Reseña de investigaciones de la cooperativa CAMCORE**. Universidad Estatal de Carolina del Norte. 94 p. ,1980 – 1992
- FERNANDES, P. S.,. QUALIDADE DA MADEIRA E OS FATORES DO MEIO. Publicação Instituto Florestal - I. F. nº. 12, São Paulo - Brasil. 12p. 1977

LISBOA, C. D.; MATOS, J. L. M. & MELO, J. E., **Amostragem e Propriedades Físico-Mecânicas de Madeiras Amazônicas**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis Coleção Meio-Ambiente; Série Estudos - Floresta, nº 1. Brasília : IBAMA 107p. 1993.

MOURA, P. G.; DVORAK, W. S. & NOGUEIRA M. V. P., (1998). Variação da densidade básica da madeira, volume e matéria seca do tronco de Pinus tecunumanii, procedência de Mount Pine Ridge, Belize, em Planaltina, Distrito Federal, Brasil.. **Scientia Forestalis** n.53, p. 7-14, 1998

NOACK, C. A.C. Evaluation of properties of tropical timber. Hamburgo: IUFRO, 1970.

PFEIL, W. (1985). **Estruturas de Madeira**. Livros técnicos e Científicos Ed. S.A.; Rio de Janeiro - RJ. 296p.

COMISSÃO PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. MADERAS: método de determinación de la: compressión axial o paralela al grano (30:1-008); del cezalhamento paralelo al grano (463); del peso específico aparente (30:1-004). Jun. 1971.

COMISSION PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. Maderas: método de determinación de la flexión estática (30:1-006); compressión perpendicular al grano (466);

selección y collección de muestras (458).. 1972.

VITAL, B.R. Métodos de determinação da densidade da madeira. SIF – Sociedade de Investigações Florestais. Boletim Técnico nº 01. 21 p. Viçosa-MG. 1984.

MOURA, V.P.G.; PARCA, M. L. S. & SILVA, M. A. Variação da densidade básica da madeira de espécies e procedências de pinus centro americanos em três locais na região dos cerrados. Bol. Pesq. Fl. , Colombo, nº 22/23, p. 29-44, jan./dez. 1991

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**, v.21, n.4, p.547-554, 1997.

JESSOM, A.P. e *Strength and Related Wood properties of Woods Grown in Canada*, Forintek Canada Corp. 1986  
(<http://www.valuecreatedreview.com/softwoods.htm>)

VITAL, B. R. Métodos para Determinação do Teor de Umidade da Madeira, Viçosa, MG: SIF, 1997. 33 p. il. **Boletim Técnico SIF, 13.**

<p><b>Circular, Técnica</b></p> <p>Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento</p>	<p>Exemplares desta edição podem ser adquiridos na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia Serviço de Atendimento ao Cidadão Parque Estação Biológica, Av. W/5 Norte (Final) – Brasília, DF CEP 70770-900 – Caixa Postal 02372 PABX: (61) 3448-4739 Fax: (61) 3340-3624 <a href="http://www.cenargen.embrapa.br">http://www.cenargen.embrapa.br</a> e.mail:sac@cenargen.embrapa.br</p> <p>1ª edição 1ª impressão (2005):</p>	<p><b>Comitê de Publicações</b></p> <p>Expediente</p>	<p><b>Presidente:</b> <i>Maria Isabel de Oliveira Penteadó</i> <b>Secretário-Executivo:</b> <i>Maria da Graça Simões Pires Negrão</i> <b>Membros:</b> Arthur da Silva Mariante Maria Alice Bianchi Maria da Graça S. P. Negrão Maria de Fátima Batista Maria Isabel de O. Penteadó Maurício Machain Franco Regina Maria Dechechi</p> <p>Carneiro Sueli Correa Marques de Mello Vera Tavares de Campos</p> <p>Carneiro</p> <p><b>Supervisor editorial:</b> <i>Maria da Graça Simões Pires Negrão</i> Normalização Bibliográfica: <i>Maria Alice Bianchi</i> <b>Editoração eletrônica:</b> <i>Altevir de Carvalho Freitas</i></p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------