

**VARIAÇÃO RADIAL E AXIAL DA MASSA ESPECÍFICA BÁSICA E DAS
CONTRAÇÕES DA MADEIRA DE QUATRO PROCEDÊNCIAS DE *PINUS***

República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva
Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Roberto Rodrigues
Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Conselho de Administração

Luis Carlos Guedes Pinto
Presidente

Silvio Crestana
Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires
Ernesto Paterniani
Helio Tollini
Marcelo Barbosa Saintive
Membros

Diretoria-Executiva da Embrapa

Silvio Crestana
Diretor Presidente

José Geraldo Eugênio de França
Kepler Euclides Filho
Tatiana Deane de Abreu Sá
Diretores Executivos

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

José Manuel Cabral de Sousa Dias
Chefe-Geral

Maurício Antônio Lopes
Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Maria Isabel de Oliveira Penteado
Chefe-Adjunto de Comunicação e Negócios

Maria do Rosário de Moraes
Chefe-Adjunto de Administração

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 98

**VARIAÇÃO RADIAL E AXIAL DA MASSA ESPECÍFICA
BÁSICA E DAS CONTRAÇÕES DA MADEIRA DE QUATRO
PROCEDÊNCIAS DE *PINUS***

**Ailton Teixeira do Vale Vicente
Vicente Pongitory Gifoni Moura
Eliane Aparecida Fiorentini
Mário Rabelo de Souza**

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) 3348-4739 Fax: (61)

3340-3666 <http://www.cenargen.embrapa.br>

e.mail:sac@cenargen.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: *Maria Isabel de Oliveira Penteado*

Secretário-Executivo: *Maria da Graça Simões Pires Negrão*

Membros: *Arthur da Silva Mariante*

Maria Alice Bianchi

Maria de Fátima Batista

Maurício Machain Franco

Regina Maria Dechechi Carneiro

Sueli Correa Marques de Mello

Vera Tavares de Campos Carneiro

Supervisor editorial: *Maria da Graça S. P. Negrão*

Normalização Bibliográfica: *Maria Iara Pereira Machado*

Editoração eletrônica: *Maria da Graça S. P. Negrão*

1ª edição

1ª impressão (2005):

- V 299 Variação radial e axial da massa específica básica e das contrações da madeira de quatro procedências de *Pinus* / Ailton Teixeira do Vale Vicente ... [et al.]. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. 27 p. – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1676 – 1340; 98)

1. *Pinus caribaea* - var. *hondurensis* - análise - variação da massa específica - sentido radial e axial – madeira. 2. *Pinus tecunumani* - análise - variação da massa específica - sentido radial e axial – madeira. 3. Planaltina – DF. I. Vicente, Ailton Teixeira do Vale. II. Série.

582.16 – CDD 21.

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
1 - INTRODUÇÃO	8
2 - METODOLOGIA	9
3 - RESULTADOS	14
3.1 – Propriedades físicas da madeira do gênero <i>Pinus</i>	14
3.1.1.– Densidade da madeira de <i>Pinus</i>	16
3.1.1.1 - Densidade básica da madeira próximo à medula e da madeira próximo à casca.....	16
3.1.2 - Contrações da madeira	23
4- CONCLUSÕES	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

VARIAÇÃO RADIAL E AXIAL DA MASSA ESPECÍFICA BÁSICA E DAS CONTRAÇÕES DA MADEIRA DE QUATRO PROCEDÊNCIAS DE *PINUS*.

Ailton Teixeira do Vale¹
Vicente Pongitory Gifoni Moura²
Eliana Aparecida Fiorentini³
Mario Rabelo de Souza⁴

RESUMO

Existem mais de 100 espécies do gênero *Pinus* e entre elas, o *Pinus tecunumanii*. A espécie se desenvolve bem em experimentos, porém os plantios comerciais são poucos, devido principalmente à pequena oferta de sementes e do pouco conhecimento de suas necessidades silviculturais e tecnológicas. Este trabalho tem o objetivo analisar a variação da massa específica no sentido radial e axial da madeira de uma procedência de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e de três procedências de *P. tecunumanii*, plantadas em Planaltina – DF. Amostras de madeira foram retiradas para testes quando as árvores tinham 19 anos de idade, com exceção das árvores da procedência de Mount Pine Ridge que era de 20 anos. As densidades das madeiras próximo à casca foram sempre superiores às densidades das madeiras próximo à medula. As contrações radiais e tangenciais da madeira próximo à casca foram superiores às próximas à medula e as contrações longitudinais próximo à medula foram superiores às próximas a casca. A procedência de Mountain Pine Ridge apresentou as densidades superiores da procedência de San Jerónimo, porém ambos apresentaram o mesmo valor para coeficiente anisotrópico. A contração longitudinal foi menor para o *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, seguido das procedências de *P. tecunumanii* de San Jerónimo, Mountain Pine Ridge e Montebello nessa ordem.

¹ Professore do Departamento de Engenharia Florestal, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília. Campus Universitário Darcy Ribeiro. CEP 70910-900. Brasília-DF. ailton@unb.br

² Engenheiro Florestal, Dr. Pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Parque Estação Biológica. Final da Av. W5 Norte. CEP: 70.770-900. Brasília-DF. vmoura@cenargen.embrapa.br

³ Engenheira Florestal, Coordenadora de Pesquisa e Desenvolvimento da Divisão Madeira da Faber-Castell. Rua Primeiro de Maio, 61 Centro CEP 13560-911, CP 19, São Carlos, SP, Brasil. eliane.fiorentini@faber-castell.com.br

⁴ Laboratório de Produtos Florestais. IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e de Recursos Naturais Renováveis. msouza@ibama.org.br

ABSTRACT

There are more than 300 species of the genus *Pinus* and amongst them the *Pinus tecunumannii*. This species grows well on trials but there are few commercial plantations, due mainly to the lack of seeds and knowledge of its silvicultural and technical needs. The objective of this work is to analyse the variation of the wood basic density on the radial and axial directions of a *Pinus caribaea* var *hondurensis* provenances and of three provenances of *P. tecunumannii* grown in Planaltina - Federal District. Wood samples were taken out for testing when the trees were 19 years old with the exception of the provenance from Mount Pine Ridge, 20 years old. The wood density near the bark were always greater than the wood density close to the pith. The radial and tangential contractions near to the bark were greater than the ones near to the pith and the longitudinal contractions were greater near to the pith in comparison with the ones near to the bark. The wood density of the Mount Pine region provenance was greater than the one of the San Jerónimo provenance, but both presented anisotropic coefficient of same value. The wood longitudinal contraction of the *P. caribaea* var *hondurensis* was the smallest followed by the provenances of *P. tecunumannii* from San Jerónimo, Mountain Pine Ridge and Montebello in this sequence..

1 - INTRODUÇÃO

O gênero *Pinus* é o mais antigo da família *Pinaceae*, tendo surgido há aproximadamente 180 milhões de anos. Seu centro de origem é o Hemisfério Norte, ocorrendo entre latitudes de 0° a 70° e altitudes de 0 a 3.500 m.

Existem mais de 100 espécies pertencentes a esse gênero e, entre elas, o *P. tecunumanii* (Schwd) Eguluz e Perry, o qual se destacou nas características de crescimento, forma do fuste e densidade da madeira em testes com espécies/procedência de *Pinus* tropicais, realizados em diversos países, inclusive na região dos Cerrados (WRIGHT et al., 1986a; WRIGHT, 1987; WRIGHT et al., 1990; WRIGHT, 1990; BIRKS e BARNES, 1990 e MOURA e SANTIAGO, 1991). Apesar dos bons resultados obtidos em crescimento, os plantios comerciais com essa espécie ainda são poucos, devido principalmente à pequena oferta de sementes e do pouco conhecimento de suas necessidades silviculturais, principalmente em se tratando de plantios em grande escala (MOURA et al., 1996).

O *P. tecunumanii* ocorre naturalmente entre as latitudes 13° e 28° N, nas montanhas da América Central e do Sul do México. Essa espécie possui alto valor econômico, atingindo 55 m de altura, com pelo menos 30 m de fuste livre de galhos e até 120 cm de diâmetro a altura do peito (DAP). O tronco apresenta forma cilíndrica e sua copa é compacta (EGUILUZ-PIEDRA e PERRY, 1983).

Dentre as características silviculturais a altura, o diâmetro e a densidade básica da madeira são as mais importantes, pois estão relacionadas com a produtividade das florestas, orientando a elaboração e a condução de planos de cortes (ROSADO e BRUNE, 1983).

A densidade básica 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, 1991)

Nos estudos genéticos e de melhoramento florestal as seleções normalmente são dirigidas pelos parâmetros volume e forma. Pouca atenção tem sido dada inicialmente aos aspectos tecnológicos e de qualidade da madeira. Estes são considerados apenas nos processos de seleção secundária (BRASIL et al., 1980).

Este trabalho tem o objetivo analisar a variação da massa específica no sentido radial e axial da madeira de uma procedência de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e de três procedências de *P. tecunumanii* (EGUILUZ e PERRY, 1983) Styles visando utilizar como parâmetro inicial no programa de melhoramento genético as variações de densidade da madeira. Este trabalho foi desenvolvido numa parceria entre o Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília (UnB), o Laboratório de Produtos Florestais do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (LPF/IBAMA), a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (CENARGEN) e a FABER-CASTELL .

2 – METODOLOGIA

Em experimentos com espécies, procedências e progênies de *Pinus* instalados em áreas da Embrapa Cerrados em Planaltina, DF, foram amostradas cinco árvores (NOACK, 1970) das procedências que mais se destacaram em crescimento. Da espécie *P. tecunumanii*, foram selecionadas as procedências de Montebello, San Jerónimo e Mount Pine Ridge, cujos detalhes dos locais onde foram coletadas as sementes estão demonstrados na Tabela 1.

Para efeito comparativo, foi incluído no teste o *Pinus caribaea* var *hondurensis*, procedência de Poptun, por ser um material bastante conhecido e usado amplamente em plantios comerciais no Brasil.

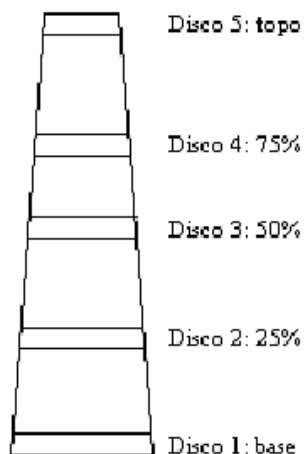
Tabela 1: Dados geográficos e de precipitação dos locais de origem das espécies e procedências de *Pinus*. plantadass em Planaltina, DF nos anos de 1983, 1984, 1985..

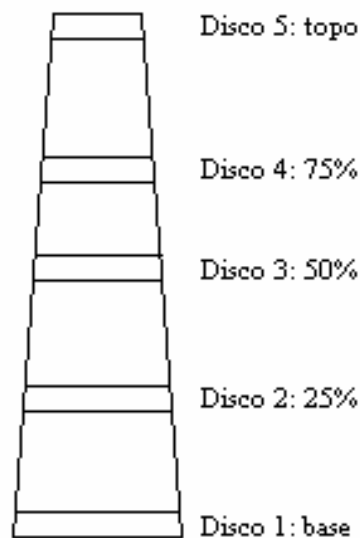
Espécie	Procedência	País	Altitude (m)	Latitude	Longitude	Precipitação*	Plantio
<i>P. tecunumanii</i>	Mount Pine Ridge	Belize	470-580	16° 58' N	89° 00' W	1688	dez/83
<i>P. tecunumanii</i>	San Jerónimo	Guatemala	1690-2200	15° 03' N	90° 18' W	1700	jan/85
<i>P. tecunumanii</i>	Montebello	México	1660-1750	16° 06' N;	91° 45' W	1909	jan/85
<i>P. caribaea</i> var <i>hondurensis</i>	Poptun	Guatemal	470-580	16° 21'	89° 25' W	1688	dez/84

* Média anual em mm

Em novembro de 2003 quando foram retiradas as amostras, as árvores tinham 19 anos de idade, com exceção das árvores da procedência de Mount Pine Ridge que era de 20 anos.

De cada uma das cinco árvores amostradas, foram tomadas a altura comercial do tronco e retirados cinco discos de 9 cm de espessura cada, de forma eqüidistante ao longo do tronco, conforme mostra a Figura 1, totalizando 25 discos por procedência.





Esquema de amostragem e retirada dos discos nos tronco

Figura 1: Esquema de retirada das amostras na forma de disco em cinco posições ao longo do tronco

No campo os discos foram etiquetados com placas de alumínio, afixadas com grampos. As etiquetas de identificação seguiram o padrão: procedência / árvore / altura. Como exemplo: disco 123, representa a procedência 1 (Montebello), a árvore 2, o disco 3 (50% da altura).

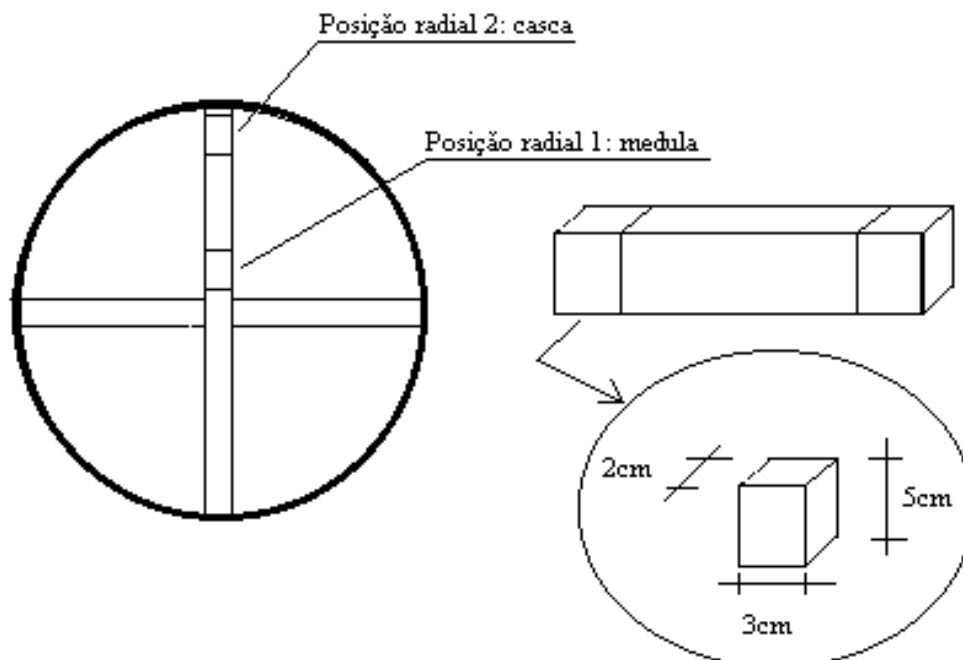
Foi estabelecida a seguinte codificação para procedência, árvore e disco:

- Procedência: 1 (Montebello), 2 (Poptum), 3 (San Jerónimo) e 4 (Mount. Pine Ridge)
- O número da árvore, escolhida aleatoriamente: 1, 2, 3, 4 e 5
- O número do disco, correspondente à posição no tronco: 1 (base), 2 (25% da altura), 3 (50% da altura), 4 (75% da altura) e 5 (topo)

Cada disco foi acondicionado em saco plástico e transportado para a marcenaria do Laboratório de Produtos Florestais (LPF). Todos foram processados em serra circular retirando-se duas peças de madeira ao longo do diâmetro passando pela medula, conforme mostra a Figura 2.

Uma das peças foi utilizada para a retirada de corpos de provas para o estudo anatômico. A outra peça do par foi utilizada para obtenção dos corpos de prova para a determinação da densidade básica e das contrações.

Os corpos de provas para determinação da densidade e dos índices de contração seguiram as dimensões estabelecidas pela NBR 7190 (ASSOCIAÇÃO..., 1997), ou seja, 2 cm na dimensão tangencial, 3 cm na dimensão radial e 5 cm na dimensão longitudinal, conforme mostra a Figura 2.



Esquema d

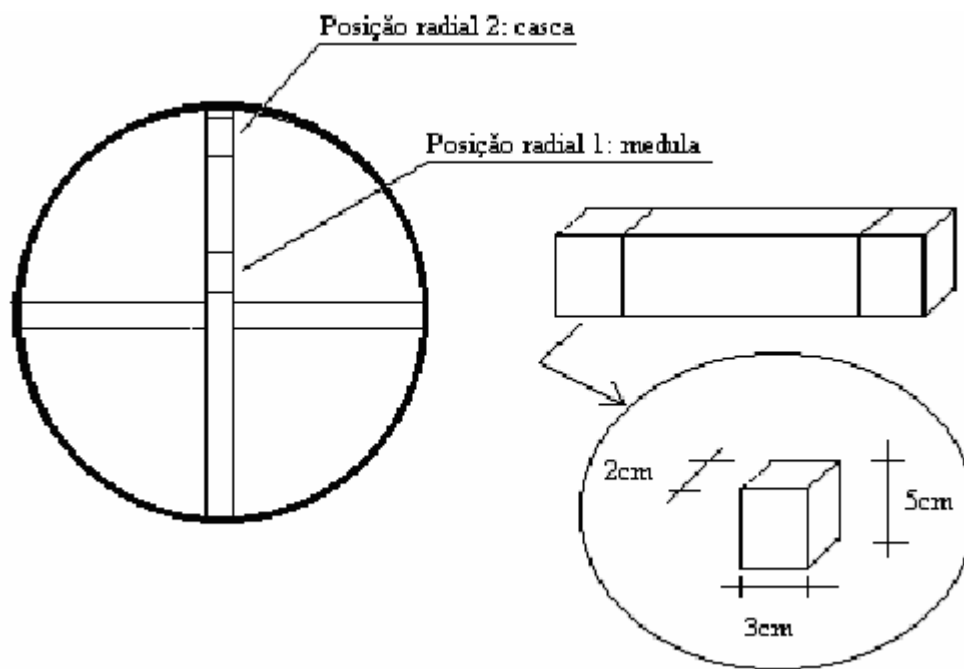


Figura 2: Esquema de localização, retirada e tamanho dos corpos de prova para determinação da densidade e dos índices de contração.

Os corpos de prova foram identificados utilizando placas de alumínio, acrescentando um quarto dígito indicando a posição radial dele na árvore.

Foi estabelecida a seguinte codificação para posição radial: 1 (medula) e 2 (casca). Exemplo: a amostra 1232 representa a procedência de Montebello, a árvore. 2, o disco. 3, a amostra próxima à casca.

Foram utilizadas neste estudo duas amostras por disco, 10 amostras por árvore e 50 amostras por procedência, totalizando 200 amostras.

As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e transportadas para o laboratório de propriedades físicas onde foram colocadas submersas em água. Em seguida foram feitas as medições de massa saturada e das dimensões radiais, tangenciais e longitudinais das mesmas. As amostras ficaram expostas ao ar por um período de 10 dias e em seguida foram colocadas em estufa a $103 \pm 2^\circ \text{C}$ até massa constante, o que foi detectado quando as diferenças entre as duas últimas leituras foram inferiores a 0,02%.

Em seguida as amostras foram retiradas da estufa e colocadas em dessecador com sílica gel para realização das leituras.

3 - RESULTADOS

3.1 – Propriedades físicas da madeira do gênero *Pinus*.

As Tabelas 1, 2, 3 e 4 apresentam os dados médios das propriedades físicas da madeira próximo à medula e da casca, em diferentes posições ao longo do tronco.

Tabela 1 - Médias da: densidades básicas (Db); contrações: longitudinal (Cl), radial (Cr), tangencial (Ct), volumétrica (Cv) e coeficiente anisotrópico (Ct/Cr) para *P. tecunumanii*, procedência de Montebello

Posição Vertical	Posição Horizontal	Db	Cl	Cr	Ct	Cg	Ct/Cr
1 (base)	Medula	0,36	0,57	2,20	4,44	7,07	2,02
	Casca	0,48	0,28	3,93	7,49	11,37	1,98
Média da base		0,42	0,42	3,06	5,96	9,22	2,00
2 (à 25%)	Medula	0,32	0,47	2,37	4,37	6,78	1,90
	Casca	0,45	0,35	3,67	6,61	10,25	1,80
Média à 25%		0,38	0,41	3,02	5,49	8,52	1,85
3 (à 50%)	Medula	0,31	0,41	2,22	4,30	6,81	1,93
	Casca	0,39	0,35	2,93	5,35	8,44	1,81
Média à 50%		0,35	0,38	2,58	4,83	7,62	1,87
4 (à 75%)	Medula	0,34	0,43	2,22	4,37	6,89	2,11
	Casca	0,38	0,34	3,33	6,24	9,67	1,96
Média à 75%		0,36	0,38	2,78	5,30	8,28	2,04
5 (topo)	Medula	0,33	0,43	2,50	5,02	8,69	2,09
	Casca	0,41	0,32	2,42	5,52	8,10	2,36
Média do topo		0,37	0,37	2,46	5,27	8,39	2,22
Média geral medula		0,33	0,46	2,30	4,50	7,25	2,01
Média geral casca		0,42	0,33	3,26	6,24	9,56	1,98
Média geral		0,38	0,39	2,78	5,37	8,41	2,00

Tabela 3 - Médias das densidades básicas (Db); contrações: longitudinal (Cl), radial (Cr), tangencial (Ct), volumétrica (Cv) e coeficiente anisotrópico (Ct/Cr) para *P. tecunumanii*, procedência de San Jerónimo

Posição Vertical	Posição Horizontal	Db	Cl	Cr	Ct	Cg	Ct/Cr
1 (base)	Medula	0,34	0,50	2,73	3,95	7,03	1,53
	Casca	0,45	0,24	3,78	6,14	9,75	1,64
Média da base		0,40	0,37	3,25	5,04	8,39	1,58
2 (à 25%)	Medula	0,34	0,41	2,50	4,02	6,80	1,65
	Casca	0,41	0,24	3,44	6,38	9,73	1,92
Média à 25%		0,38	0,32	2,97	5,20	8,27	1,78
3 (à 50%)	Medula	0,33	0,39	2,30	3,83	6,41	1,69
	Casca	0,41	0,27	2,99	6,26	9,31	2,21
Média à 50%		0,37	0,33	2,65	5,05	7,86	1,95
4 (à 75%)	Medula	0,31	0,42	2,28	4,12	6,70	1,79
	Casca	0,39	0,30	4,03	6,06	10,37	1,59
Média à 75%		0,35	0,36	3,16	5,09	8,53	1,69
5 (topo)	Medula	0,33	0,26	2,77	4,26	7,41	1,71
	Casca	0,36	0,16	2,80	5,46	8,61	1,96
Média do topo		0,35	0,21	2,79	4,86	8,01	1,83
Média geral medula		0,33	0,39	2,52	4,04	6,87	1,68
Média geral casca		0,4	0,24	3,41	6,06	9,55	1,86
Média geral		0,37	0,32	2,96	5,05	8,21	1,77

Tabela 4 - Médias das densidades básicas (Db); contrações: longitudinal (Cl), radial (Cr), tangencial (Ct). volumétrica (Cv) e coeficiente anisotrópico (Ct/Cr) para *P. tecunumanii*, procedência de Mount Pine Ridge

Posição Vertical	Posição Horizontal	Db	Cl	Cr	Ct	Cg	Ct/Cr
1 (base)	Medula	0,39	0,34	3,43	5,28	8,83	1,55
	Casca	0,51	0,22	4,47	7,19	11,51	1,60
Média da base		0,45	0,28	3,95	6,24	10,17	1,57
2 (à 25%)	Medula	0,37	0,40	3,27	6,51	9,92	2,02
	Casca	0,49	0,25	3,92	7,41	10,81	1,94
Média à 25%		0,43	0,32	3,59	6,96	10,37	1,98
3 (à 50%)	Medula	0,39	0,45	3,47	5,80	9,47	1,73
	Casca	0,49	0,45	3,92	6,84	10,61	1,79
Média à 50%		0,44	0,45	3,70	6,32	10,04	1,76
4 (à 75%)	Medula	0,41	0,36	3,25	5,98	9,35	1,84
	Casca	0,46	0,31	3,96	7,38	11,04	1,81
Média à 75%		0,43	0,33	3,60	6,68	10,20	1,83
5 (topo)	Medula	0,41	0,38	2,74	4,72	7,55	1,75
	Casca	0,44	0,30	3,63	6,16	9,10	1,70
Média do topo		0,42	0,34	3,19	5,44	8,33	1,72
Média geral medula		0,39	0,38	3,23	5,66	9,03	1,78
Média geral casca		0,48	0,30	3,98	6,99	10,62	1,77
Média geral		0,44	0,34	3,60	6,33	9,82	1,77

3.1.1.– Densidade da madeira de *Pinus*.

3.1.1.1 - Densidade básica da madeira próximo à medula e da madeira próximo à casca.

A densidade básica da madeira próximo à casca foi significativamente superior à densidade básica da madeira próximo à medula ($p < 0,05$), em média, 23% (Tabela 5). Os valores médios de densidade básica de *P. tecunumanii* (Mount Pine Ridge) e *Pinus caribaea* var *hondurensis*, próximo à medular e próximo a casca não diferiram estatisticamente entre si.. Entretanto a densidade básica da madeira de ambos foram estatisticamente superiores às outras procedências de *P. tecunumanii* estudadas (San Jerónimo e Montebello) (Tabela 5).

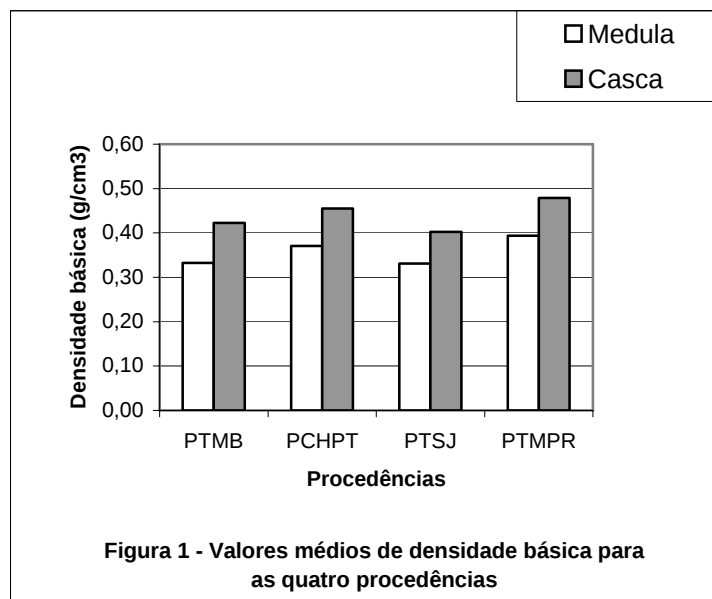
Em estudos realizados por MOURA et al (2004) a procedência de Mount Pine Ridge, região de baixa altitude, tem mostrado superioridade em densidade básica às procedências de *P. tecunumanii* oriundas de altitudes mais elevadas tanto na região dos Cerrados (MOURA et al 1991), como também em outros países onde esta espécie tem sido cultivada (OSÓRIO e DVORAK, 1993; MALAN 1992). Entretanto em estudo mais amplo, onde outras procedências também foram estudadas, as procedências de Montebello e San Jerónimo, com 15 anos de idade apresentaram densidades bastante próximas, 0,421 e 0,418 respectivamente (MOURA e VALE, 2002)

Tabela 5 – Teste de média da densidade básica para as espécies/procedências de Pinus.

Procedência	Medula (g/cm ³)	Casca (g/cm ³)	Diferença (%)
<i>P. tecunumanii</i> - San Jerónimo	0,33 a	0,40 a	21,21
<i>P. tecunumanii</i> - Montebello	0,33 ab	0,42 ab	27,27
<i>P. caribaea</i> var <i>hondurensis</i> - Poptun	0,37 bc	0,45 bc	21,62
<i>P. tecunumanii</i> - Mountain Pine Ridge	0,39 c	0,48 c	23,07

Obs.: Valores na coluna seguidos da mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 1 Comportamento da densidade básica da madeira de *P. tecunumanii* - Montebello (PTMB), *Pinus caribaea* var *hondurensis* - Poptun (PCHPT), *P. tecunumanii* - San Jerónimo (PTSJ) e *P. tecunumanii* - Mount Pine Ridge (PTMPR).



3.1.1.2 – Densidade básica ao longo do tronco

O comportamento da densidade básica da madeira das espécies em estudo em função da posição no tronco, da base até o topo, segue o mesmo padrão, com a densidade da madeira próxima à casca significativamente maior do que a densidade das madeiras próximas à medula. É relevante destacar que a diferença entre ambas tende a diminuir à medida que se aproxima do topo. A variação média da densidade básica entre a madeira próxima à medula e aquela próxima à casca foi de $0,12 \text{ g/cm}^3$ e no topo de $0,04 \text{ g/cm}^3$.

As Figuras 2, 3, e 5 apresentam o comportamento da densidade básica ao longo do tronco com as linhas de tendências baseado em análise de regressão e a Tabela 6 apresenta as equações de regressão da densidade básica em função da posição no tronco com seus coeficientes de determinação correspondentes. Com exceção das madeiras de *Pinus caribaea* (Poptun) e *Pinus tecunumanii* (San Jerónimo), para todas as outras procedências e posições radiais foi possível ajustar uma equação, conforme Tabela 6.

Usando os valores médios de densidade básica, tendências semelhante foram encontrados para as espécies *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl, com 14 anos de idade (MENDES et al., 1999), *P. elliottii* (PALERMO et al., 2003) e *Pinus caribaea* de 12 anos (NOGUEIRA e VALE, 1997).

Tabela 6 – Equações de regressão para a densidade em função da posição no tronco.

Posição	Procedências	R ²	Sign.
Medula	<i>P. tecunumanii</i> , Montebello		
	Db = 0,4036 – 0,05634P + 0,00886P ²	0,24	*
Casca	Db = 0,5700 – 0,09320P + 0,01200P ²	0,51	*
Medula	<i>Pinus caribaea</i> var <i>hondurensis</i> , Poptun		
	Db = 0,4316 – 0,05837P + 0,01043P ²	0,18	ns
Casca	Db = 0,5796 – 0,07486P + 0,09140P ²	0,33	*
Medula	<i>P. tecunumanii</i> , San Jerónimo		
	Db = 0,3668 – 0,02366P + 0,00340P ²	0,07	ns
Casca	Db = 0,4668 – 0,02343P + 0,00057P ²	0,46	*
Medula	<i>P. tecunumanii</i> , Mountain Pine Ridge		
	Db = 0,4004 – 0,01589P + 0,03710P ²	0,25	*
Casca	Db = 0,5104 – 0,00017P – 0,02370P ²	0,25	*

Obs.: * - significativo ao nível de 5% de probabilidade.

ns – não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Db – densidade básica.

P – posição no tronco (1-base,...,5-topo)

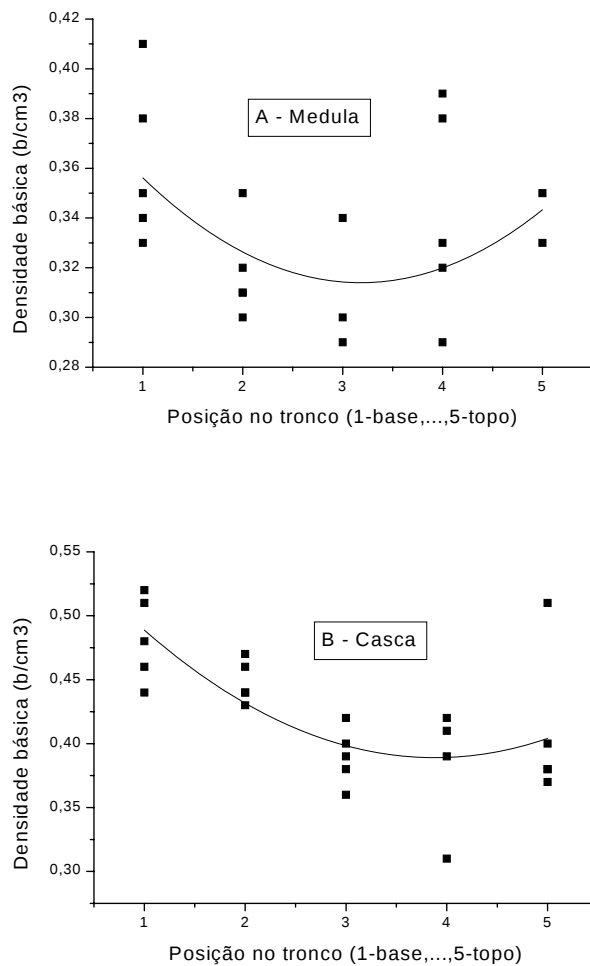


Figura 2 - Densidade básica de madeira de *P. tecunumanii*, Montebello em função da posição no tronco.

Observa-se para o *P. tecunumanii* de Montebello um decréscimo da densidade básica ao longo do tronco próximo à casca até 50% da altura, aumentando a partir daí até o topo, porém com a Db do topo menor que a Db da base. Para a madeira próxima à casca há um decréscimo da Db até 75% da altura, aumentando ligeiramente até o topo com esta Db menor que a da base. Esta tendência de aumento da Db próximo ao topo pode ser explicado pela presença de galhos cujas bases são formadas de tecido mais denso (nós).

Este comportamento difere daqueles encontrados para outras espécies do gênero *Pinus*, onde há um decréscimo da Db da base para o topo, como encontrado por Nogueira e Vale (1997).

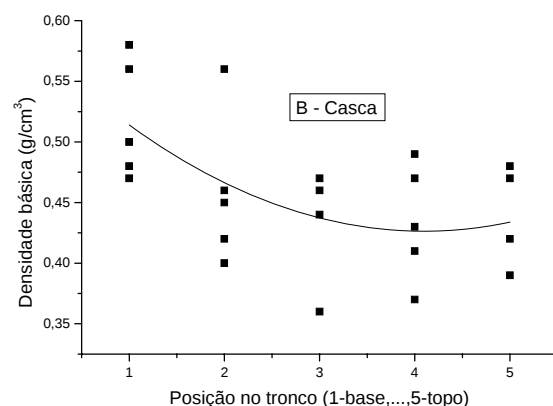


Figura 3.5 - Densidade básica de madeira de *Pinus caribaea var hondurensis*, Poptun em função da posição no tronco

O *Pinus caribaea* apresenta um comportamento não significativo para a Db próximo à medula. Próximo à casca o comportamento é semelhante ao apresentado pelo *Pinus tecunumanii* de Montebello, ou seja, diminuição até 50% da altura e ligeiro aumento até o topo, com a Db neste ponto menor que a da base.

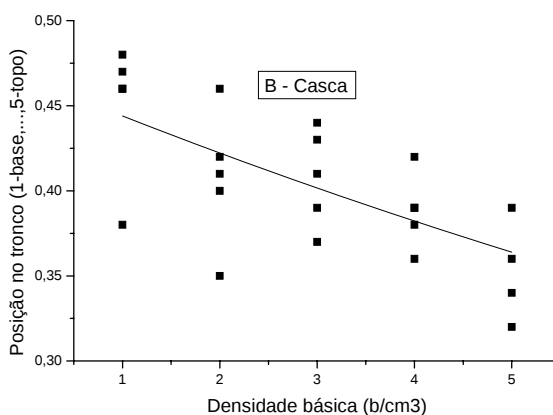


Figura 4 - Densidade básica de *P. tecunumanii*, San Jerónimo em função da posição no tronco.

Para a madeira próximo à medula, o *P. tecunumanii* de San Jerónimo apresentou comportamento não significativo ao longo do tronco, mas para a madeira próxima à casca houve um decréscimo da Db da base para o topo e ao contrário das demais procedências o comportamento foi linear, semelhante a resultados encontrados por Nogueira e Vale (1997).

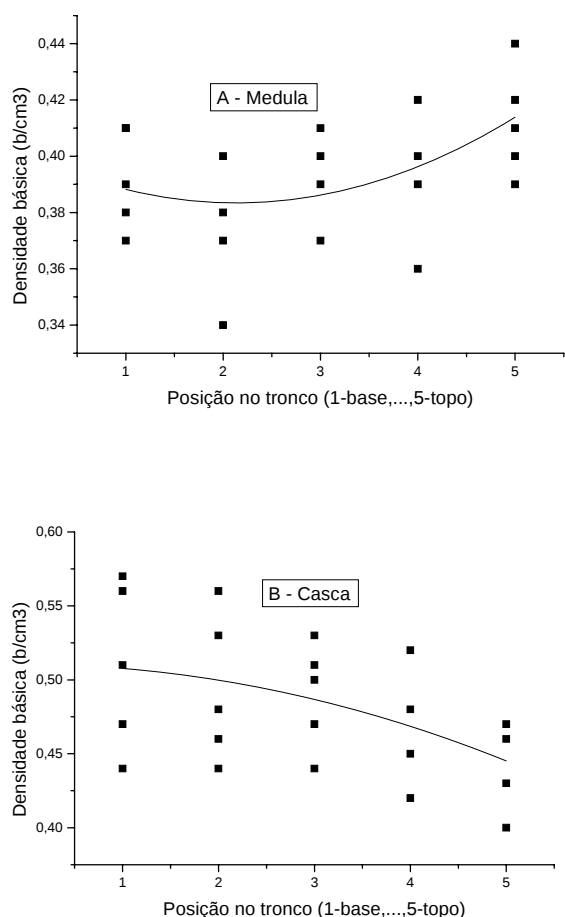


Figura 5 - Densidade básica da madeira de *P. tecunumanii*, Mountain Pine Ridge em função da posição no tronco.

Para o *P. tecunumanii* de Mount Pine Ridge a Db diminui ligeiramente da base até 25% da altura, quando aumenta mais acentuadamente até o topo, com a Db no

topo maior que aquela da base. Na posição próximo à casca há um decréscimo da Db da base até o topo, havendo, no entanto, um pequeno aumento a 50% de altura do tronco. Este comportamento é discutido no trabalho de PALERMO et al. (2003), e a explicação sugerida é uma possível formação de lenho de reação devido a ação dos ventos.

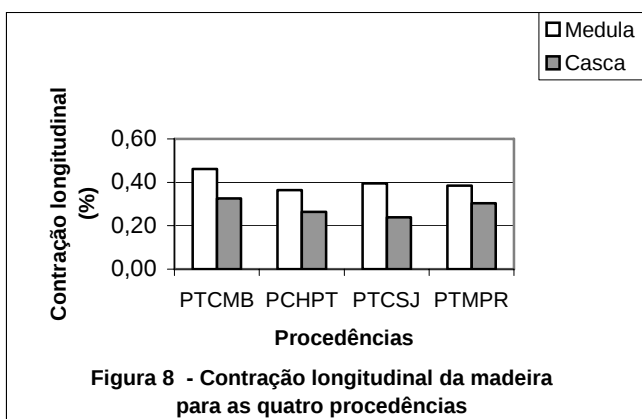
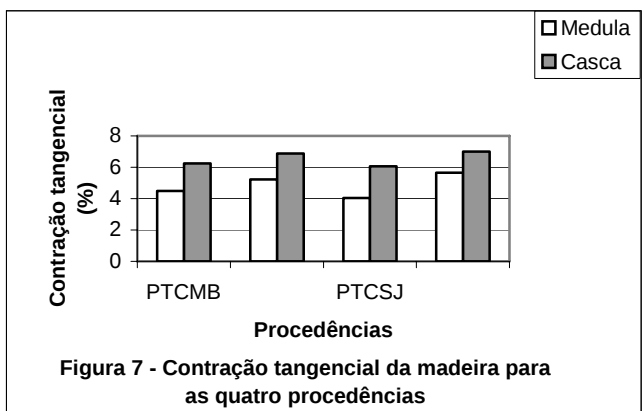
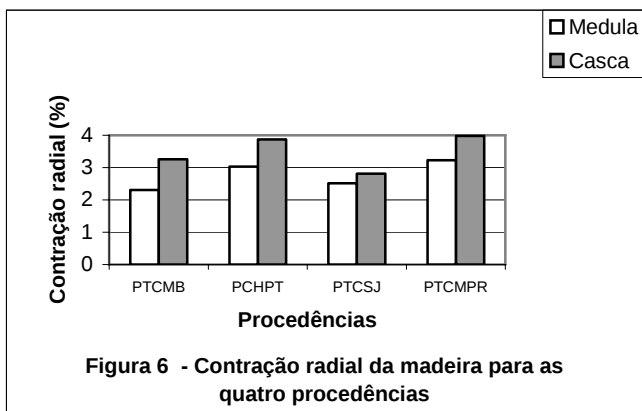
3.1.2 - Contrações da madeira

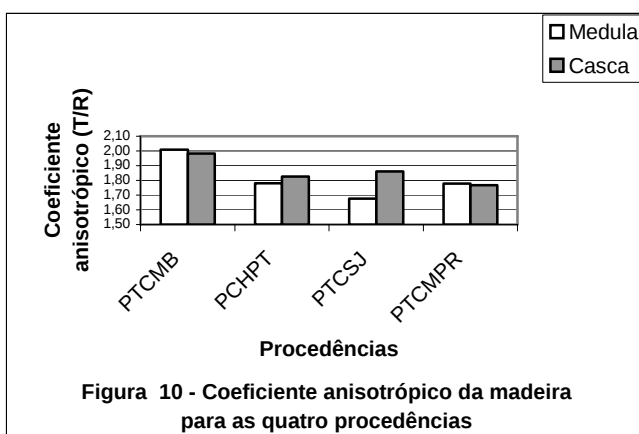
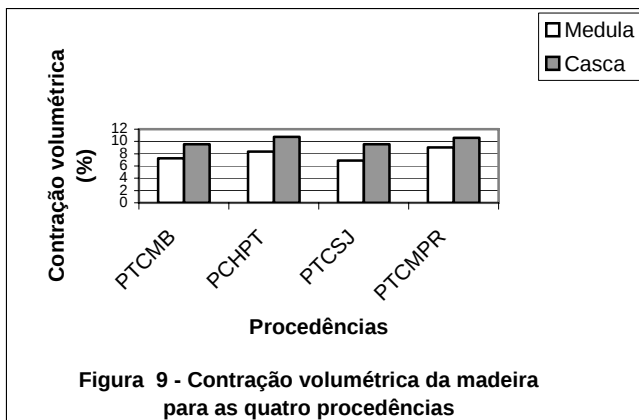
As Figuras 6, 7, 8 9 e 10 apresentam o comportamento das contrações e da razão (Ct/Cr) para a madeira próximo à medula e próximo à casca. Os resultados das contrações radiais, tangenciais e volumétricas da madeira próximo à casca foram sempre superiores às da madeira próximo à medula. Ao contrário, a contração longitudinal apresenta valores maiores para as madeiras próximo à medula. Mesmo havendo diferenças entre as contrações radiais e tangenciais da madeira de medula e de casca, a razão Ct/Cr não difere entre elas ao nível de 5% de probabilidade. O comportamento da contração acompanha aquele da densidade básica, ou seja, em média quanto maior a densidade básica, maior a contração. Este comportamento diferenciado da madeira está ligado à presença de lenho juvenil e lenho adulto. Em torno da medula por alguns anos durante o crescimento da árvore há formação de um lenho com características físicas, químicas, anatômicas e mecânicas diferentes daquele formado após este período o qual é denominado lenho adulto, representado neste trabalho pela porção próximo à casca.

O coeficiente anisotrópico é utilizado para predizer o comportamento da madeira quanto à variação dimensional. De uma forma geral quanto menor os coeficientes anisotrópicos e menores os valores absolutos da contração tangencial e radial, mais estáveis são as madeiras (GALVÃO e YANKOWSKY, 1985).

Analizando as contrações das madeiras das quatro procedências (Tabelas 1, 2, 3 e 4) observa-se que o *P. tecunumanii* de Mount Pine Ridge e o *P. tecunumanii* de San Jerónimo foram as procedências que apresentaram os menores coeficientes anisotrópicos (Ct/Cr = 1,77) e entre estas duas procedências o *P. tecunumanii* de San Jerónimo além de uma menor razão Ct/Cr, apresentou também os menores valores

absolutos de contração tangencial ($C_t=5,05\%$) e radial ($C_r=2,96\%$) produzindo, portanto, madeira mais estáveis.





A análise de variância entre as contrações da madeira próximo à medula e próximo à casca indica diferença significativa ($P < 0.05$) para as contrações radiais, tangenciais e volumétricas para todas as procedências. .

Tabela 7 – Teste de média para a contração radial entre procedências

Procedências	Medula	Procedências	Casca
PTMB	2,302 a	PTMB	3,256 a
PTSJ	2,516 a	PTSJ	3,408 a b
PCHPT	3,032 b	PCHPT	3,870 b
PTMPR	3,232 b	PTMPR	3,980 b

Tabela 8 – Teste de média para a contração tangencial entre procedências

Procedências	Medula	Procedências	Casca
PTSJ	4,032 a	PTSJ	6,060 a
PTMB	4,500 b	PTMB	6,242 a b
PCHPT	5,222 b c	PCHPT	6,882 b
PTMPR	5,658 c	PTMPR	6,996 b

Tabela 9 – Teste de média para a contração longitudinal entre procedências

Procedências	Medula	Procedências	Casca
PCHPT	0,366 a	PTSJ	0,242 a
PTMPR	0,386 a	PCHPT	0,266 a b
PTSJ	0,396 a	PTMPR	0,306 b
PTMB	0,462 a	PTMB	0,328 b

Tabela 10 – Teste de média para a contração volumétrica entre procedências

Procedências	Medula	Procedências	Casca
PTSJ	6,870 a	PTSJ	9,554 a
PTMB	7,248 a b	PTMB	9,566 a
PCHPT	8,342 b c	PTMPR	10,614 a
PTMPR	9,024 c	PCHPT	10,724 a

Tabela 11 – Teste de média para a razão Ct/Cr entre procedências

Procedências	Medula	Procedências	Casca
PTSJ	1,674 a	PTMPR	1,768 a
PCHPT	1,778 a	PCHPT	1,826 a
PTMPR	1,778 a	PTSJ	1,864 a
PTMB	2,010 b	PTMB	1,982 a

4- CONCLUSÕES

1 – As densidades das madeiras próximo à casca foram sempre superiores às densidades das madeiras próximo à medula.

2 – As contrações radiais e tangenciais da madeira próximo à casca são superiores às aquelas próximas à medula.

3 – As contrações longitudinais das madeiras próximo à medula são superiores às aquelas próximas à casca.

4 – O *P. tecunumanii* procedência de Mountain Pine Ridge apresentou as maiores densidades e o *P. tecunumanii* San Jerónimo apresentou as menores densidades, porém ambos apresentaram o mesmo valor para coeficiente anisotrópico.

5 – A contração longitudinal foi menor para o *Pinus caribaea* var *hondurensis*, seguido pelo *P. tecunumanii* procedência de San Jerónimo, *P. tecunumanii* procedência de Mountain Pine Ridge e *P. tecunumanii* procedências de Montebello.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**. Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997. 107p.

BIRKS, J. S.; BARNES, R. D. **Provenance variation in *P. caribaea*, *P. oocarpa* and *P. patula* ssp. *P. tecunumanii***. Oxford: University of Oxford, Oxford Forestry Institute - Department of Plant Sciences, 1990. (Tropical Forestry Papers, 21)

BRASIL, M. A. M.; NICOLLELO, N.; VEIGA, R. A. A. Variação da densidade básica da madeira de *Pinus oocarpa* Schiede em diversas idades na região de Agudos – SP. **Revista Floresta**, Curitiba-PR, v. 11, n. 1, p. 33-39, 1980.

EGUILUZ-PIEDRA, T; PERRY JUNIOR, J. *Pinus tecunumanii*: Una Espécie Nueva de Guatemala. **Ciência Florestal**, v. 8, n. 41, p. 3-22, 1983.

GALVÃO, A. P. M. e YANKOWSKY, I. P. **Secagem Racional da Madeira**. São Paulo: Nobel, 1985. 111p.

HIGA, A. R.; KAGEYAMA, P. Y.; FERREIRA, M. Variação da densidade básica da madeira de *P. elliottii* var. *elliottii* e *P. taeda*. **IPEF**, Piracicaba, n. 7, p. 79-91, 1973.

MALAN, F. S. **Wood properties of 46 families of *Pinus tecunumanii***: FOR-DEA589. Pretoria: Department of Water Affairs and Forestry, 1992. 13p.

MENDES, L. M.; SILVA, J. R. M. da; TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T. Variação da densidade da madeira de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl. no sentido longitudinal dos caules. **Cerne**, v. 5, n. 1, p. 7, 1999.

MOURA, V. P. G. e VALE, A. T. do. 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.; OLIVEIRA, J. B.; REZEK JUNIOR, J. Variabilidade e ganho genético em progênies de meio-irmãos de *Pinus patula* ssp. *P. tecunumanii* em Planaltina-DF. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS FLORESTAIS, 4, 1996. Belo Horizonte. **Anais...** [S.l.]: Sociedade Brasileira para a Valorização do Meio Ambiente – Biosfera, 1996. p. 230-233.

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. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n. 22/23, p. 29-44, 1991.

MOURA, V. P. G.; VALE, A. T. do e ISAIAS, F. B. Comparação entre dois métodos de avaliação da variabilidade genética em volume, densidade básica da madeira e matéria seca de *Pinus tecunumanii* (Schwd) Eguluz e Perry. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 1, p. 77-84, 2004.

MOURA, V. P. G.; SANTIAGO, J. **Densidade básica da madeira em espécies de *Pinus* tropicais determinada através de métodos não destrutivos**. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1991. 14p. (EMBRAPA-CPAC. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 33).

NOGUEIRA, M. V. P.; VALE, A. T. do. 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.

NOVAK, D. **Evaluation of properties of tropical timber**. Hamburgo: IUFRO, 1970.

OSÓRIO, L. F. e DVORAK, D. W. Volume and wood density results for *Pinus tecunumanii* at eight years of age in Colombia. In: SOUTHERN FOREST TREE IMPROVEMENT CONFERENCE, 22, Atlanta, 1993. **Proceedings...** Atlanta: [s.n.], 1993. p. 348-356.

PALERMO, G. P. de M.; LATORRACA, J. V. de F.; REZENDE, M. A.; REZENDE, A. M. de; SEVERO, E. T. F. Análise da densidade da madeira de *P. elliottii* Engelm. por meio de radiação gama de acordo com as direções estruturais (longitudinal e radial) e a idade de crescimento. **Floresta e Ambiente**, v. 10, n. 2, p. 47-57, 2003.

ROSADO, S. C. S. e BRUNE, A. Crescimento de árvores: estimativas de correlações entre idades e sua influência na densidade básica da madeira em *Eucalyptus spp.* **Revista Árvore**, Viçosa, v. 7, n.1, p.11-22, 1983.

WRIGHT, J. A. Results of micro pulping wood samples of *Pinus caribaea*, *P. elliottii*, *P. oocarpa* and *P. patula* ssp. *P. tecunumanii* in the Eastern Transvaal and Zululand. In: SIMPOSIO SOBRE SILVICULTURA Y MEJORAMIENTO DE ESPECIES

FORESTALES, 1987, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires, Argentina: CIEF, 1987. Tomo IV, p. 247-256.

WRIGHT, J. A. Variation in wood properties of *Pinus oocarpa* and *Pinus patula* ssp. *P. tecunumanii* at six sites. **Silvae Genetica**, v. 39, n. 1, p. 1-5. 1990.

WRIGHT, J. A.; GIBSON, G. L. e BARNES, R. D. Variation in volume and wood density of eight provenances of *Pinus oocarpa* and *Pinus patula* ssp. *P. tecunumanii* in Conocotto. São Paulo, Brasil. **IPEF**, Piracicaba, v. 41, p. 55-57, 1990.

WRIGHT, J. A.; GIBSON, G. L.; BARNES, R. D. Variation in stem volume and wood density of *P. caribaea*, *P. oocarpa* and *P. patula* ssp. *tecunumanii* in Zambia. **Commonwealth Forestry Review**, v. 65, n. 1, p. 202, 1986.