

**DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA
DE ESPÉCIES DE PINUS TROPICAIS
DETERMINADA ATRAVÉS
DE MÉTODOS NÃO-DESTRUTIVOS**



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - **EMBRAPA**
Vinculada ao Ministério da Agricultura e Reforma Agrária - **MARA**
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - **CPAC**
Planaltina, DF

**DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE ESPÉCIES
DE PINUS TROPICAIS DETERMINADA ATRAVÉS
DE MÉTODOS NÃO-DESTRUTIVOS**

Vicente Pongitory Gifoni Moura
Joanildo Santiago



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - **EMBRAPA**
Vinculada ao Ministério da Agricultura e Reforma Agrária - **MARA**
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - **CPAC**
Planaltina, DF

Copyright © EMBRAPA - 1991

Exemplares desta publicação podem ser solicitados ao:

CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DOS CERRADOS - CPAC

BR 020 - km 18 - Rodovia Brasília-Fortaleza

Caixa Postal 70-0023 - Telex: (061) 1621

FAX (061) 389-2853

Telefone: (061) 389-1171 - 73301 Planaltina, DF

Tiragem: 500 exemplares

Editor: Comitê de Publicações

Alexandre de Oliveira Barcellos, Ariovaldo Luchiari Júnior (Presidente), Carlos Roberto Spehar, Dauí Antunes Correa, Juscelino Antonio de Azevedo, Regina de Almeida Moura e Sueli Matiko Sano.

Revisão gramatical: Theresa Catharina de Goés Campos

Normalização/Composição/Desenho/Arte-final: Área de Transferência de Tecnologia - ATT

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

1. Silvicultura - Região Tropical. I. Santiago, J., colab. II. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Planaltina, DF. III. Título. IV. Série.

CDD 634.95013

SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT	6
1. INTRODUÇÃO	6
2. MATERIAL E MÉTODOS	7
3. RESULTADOS	9
4. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO	12
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14

DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE ESPÉCIES DE PINUS TROPICAIS DETERMINADA ATRAVÉS DE MÉTODOS NÃO-DESTRUTIVOS

Vicente Pongitory Gifoni Moura¹

Joanildo Santiago²

RESUMO - Avaliou-se a densidade de *Pinus oocarpa* Schiede, *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis* (Senecl.) Barret & Golfari, *P. caribaea* Morelet var. *bahamensis* (Griseb.) Barret & Golfari e *P. patula* Schiede & Deppe subsp. *tecunumanii* (Eguiluz & Perry) Styles utilizando-se a sonda Pressler e o "pilodyn" em um teste de procedência de pinus tropicais estabelecidos em região de Cerrado em 1979. A densidade básica variou de 0,419 g/cm³ (*P. oocarpa* de Pimientilla) a 0,342 g/cm³ (*P. caribaea* var. *bahamensis* de Andros Island). As procedências de *P. oocarpa* foram as que apresentaram as maiores densidades básicas demonstradas por ambos os métodos de avaliação. Algumas procedências como *P. oocarpa* de Pimientilla e San Juan, *P. caribaea* var. *hondurensis* de Poptun e Mountain Pine Ridge, apresentaram diferenças estatísticas significativas entre as densidades básicas determinadas em lados diferentes do fuste (direções leste-oeste). Em geral houve uma inversa e significativa correlação entre a densidade básica da madeira e a penetração do "pilodyn". Entretanto ao nível de procedências o coeficiente variou de 0,29 a 0,81, sendo significativo para quase todas as procedências, exceto *P. caribaea* var. *hondurensis* de Alamicamba.

Termos para indexação: *Pinus* spp., teste de Procedências, variabilidade genética, densidade da madeira, "pilodyn".

¹ Eng. Florestal, PhD, EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), Caixa Postal 700023, CEP 73301 Planaltina, DF.

² Eng. Florestal, bolsista CNPq.

WOOD DENSITY OF TROPICAL PINE ESPECIES MEASURED BY NON-DESTRUCTIVE METHODS

ABSTRACT - Twelve provenances of *Pinus oocarpa* Schiede, *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis* (Seneccl.) Barret & Golfari and *P. patula* Schiede & Deppe subsp. *tecunumanii* (Eguiluz & Perry) Styles were planted in a randomized block in a Cerrado area at Planaltina, DF., Brazil. Using an increment borer a core of wood was extracted at breast height from three randomized trees per replication for wood density calculation; at the same position but from a larger number of trees (maximum 25) per replication measurements with the pilodyn were also made. The basic density for all provenances, varied from 0,342 to 0,419 g/cm³ with provenances of *P. oocarpa* and *P. patula* subsp. *tecunumanii* presenting the highest values, and the lowest for *P. caribaea*. In general, there was an inverse and significative correlation between wood density and pilodyn penetration. At the provenance level the correlation coefficient (r) varied from -0,29 to -0,81 being significant for almost all provenances except *P. caribaea* var. *hondurensis* from Alamicamba.

Index terms: *Pinus* spp., provenance test, genetic variability, pilodyn.

1. INTRODUÇÃO

O estudo das variações entre procedências e conservação de germoplasma tem sido objeto de atenção de organismos internacionais, em especial do "Oxford Forestry Institute", o qual coordena um grande número de teste de espécies/procedências de *Pinus* spp. instalados em vários países tropicais, inclusive o Brasil. Tanto a parte biológica quanto a tecnológica têm sido estudadas (Gibson 1982), entretanto, no Brasil, foram apenas para experimentos isolados na região norte do País. Em áreas de cerrado, quase nenhum trabalho explorando a parte tecnológica foi realizado, porém, estudos de densidade da ma-

deira são de extrema importância como guia para sua utilização final.

O objetivo deste trabalho é estudar as variações existentes entre procedências de *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis* (Senecl.) Barret & Golfari, *P. caribaea* Morelet var. *bahamensis* (Griseb.) Barret e Golfari, *P. oocarpa* Schiede e *P. patula* Schiede & Deppe subsp. *tecunumanii* (Eguiluz & Perry) Styles, em experimento instalado em Planaltina, DF, região de cerrado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As medidas foram feitas em um ensaio de competição entre espécies/procedências de *Pinus* tropicais com idade de oito anos, conduzido em Planaltina, DF. O local apresenta uma altitude de 1.190m, com precipitação anual de 1.546mm, e suas coordenadas geográficas são: latitude de 15°33' S, longitude de 47°42' W. O solo, Latossolo Vermelho-Escuro, é de baixa fertilidade natural e elevada acidez com concentração de alumínio de média para alta. A vegetação é caracterizada por cerrado ralo com extrato herbáceo predominante de gramíneas.

As espécies/procedências com suas respectivas localizações geográficas e dados climáticos da região de origem estão na Tabela 1 e na Figura 1.

TABELA 1. Lista das espécies e procedências com seus respectivos locais de origem e coordenadas geográficas.

Espécie	Procedência	País	Coord. Geográficas
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Los Limones	LLI Honduras	14°03'N 86°42'W
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Poptum	POP Guatemala	16°21'N 89°25'W
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Mt. Pine Ridge	MPC Belize	17°00'N 88°55'W
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Alamicamba	ALA Nicarágua	13°34'N 84°17'W
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Culmi	CUL Honduras	15°06'N 85°37'W
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	A. Andros Is.	ALS Bahamas	24°53'N 78°07'W
<i>Pinus oocarpa</i>	Dipilto	DIP Nicarágua	13°43'N 86°37'W
<i>Pinus oocarpa</i>	San Juan	SJU Honduras	14°24'N 88°23'W
<i>Pinus oocarpa</i>	Pimientilla	PIM Honduras	14°54'N 87°30'W
<i>Pinus oocarpa</i>	Mal Paso	MPA Guatemala	15°11'N 89°21'W
<i>Pinus patula</i> subsp. <i>tecunumanii</i>	Yucul	YUC Nicarágua	12°55'N 85°47'W
<i>Pinus patula</i> subsp. <i>tecunumanii</i>	Mt. Pine Ridge	MPR Belize	17°00'N 88°55'W

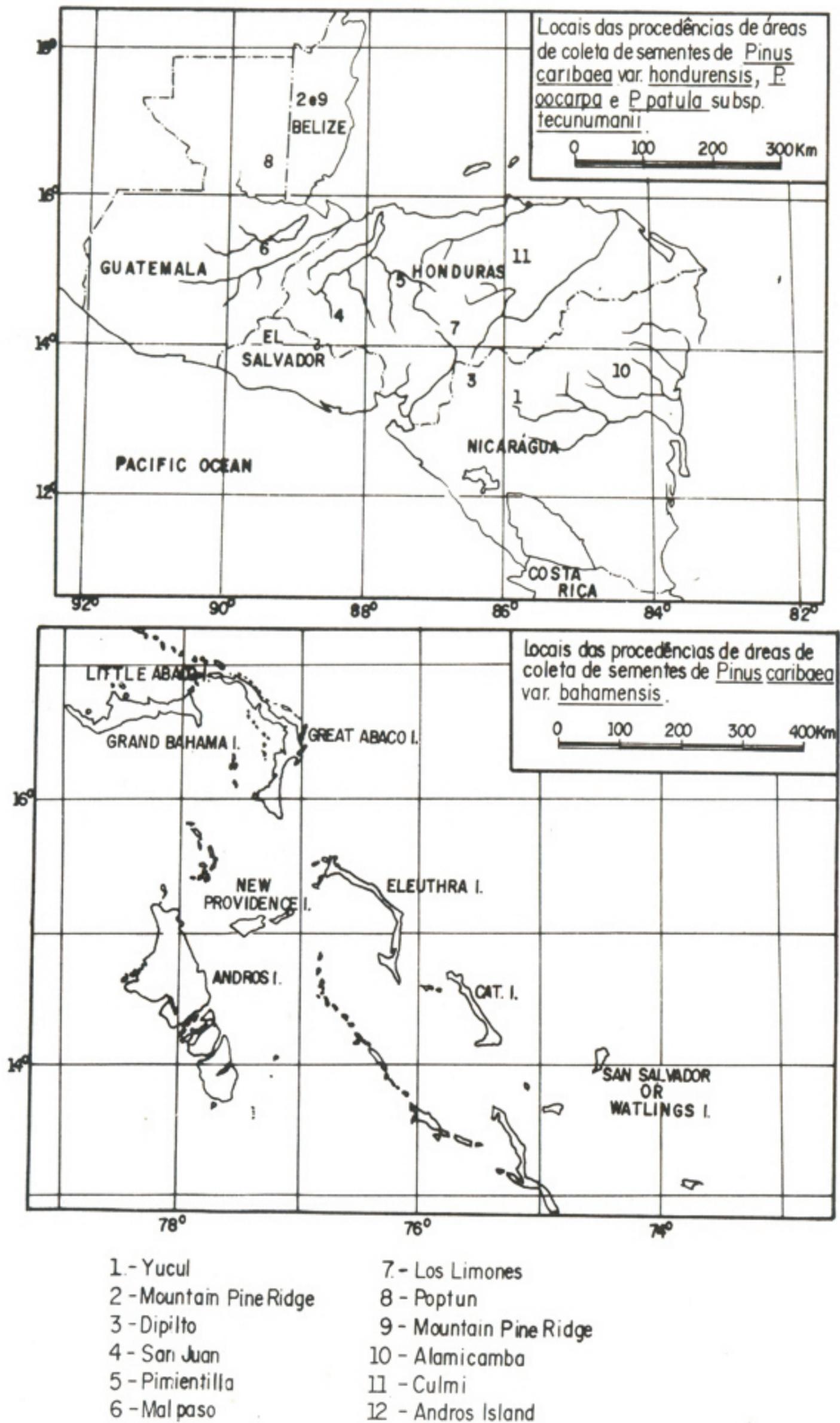


FIG. 1. Área de ocorrência natural das procedências de coníferas tropicais avaliadas.

O delineamento experimental usado foi o de blocos ao acaso com doze tratamentos e cinco repetições, sendo que as parcelas são quadradas, com 49 plantas dispostas num espaçamento de três metros.

Dois métodos foram utilizados para o estudo da densidade. O primeiro foi feito conforme descrito por Moura et al. (1987) utilizando-se o "pilodyn", aparelho que não mede a densidade propriamente dita, e sim, a reação que a madeira oferece à penetração de um pino. Para estas medições foram utilizadas as 25 árvores centrais de cada parcela, enquanto para o segundo método, cálculo da densidade básica (DB) (Galvão & Jankowsky 1985), foram utilizadas apenas três árvores por parcela, selecionadas aleatoriamente entre 25 plantas centrais. Das três árvores, foram coletadas baguetas em toda a extensão do diâmetro na direção leste-oeste e à altura do peito, utilizando-se, para tal, sonda Pressler. Nesta mesma altura e posição, realizaram-se as medidas com o "pilodyn".

No cálculo da DB, as baguetas foram subdivididas, sempre que possível, na região da medula, obtendo-se os pesos das partes leste e oeste; tal procedimento tem por finalidade detectar diferenças de densidade entre as partes analisadas. No intuito de representar melhor a parte da madeira avaliada pelo "pilodyn" foi calculada a DB dos três centímetros externos da bagueta, uma vez que o pino do aparelho penetra superficialmente e raramente ultrapassa os dois centímetros externos do disco.

3. RESULTADOS

Na Tabela 2 estão sumarizadas as médias das densidade básica (DB), densidade básica interna (DBI) e densidade básica externa (DBE) da madeira, assim como os valores de penetração do "pilodyn" (PYN).

Os resultados da análise de variância são apresentados resumidamente na Figura 2 onde, também, é apresentada a comparação entre os dois métodos utilizados para avaliar a densidade. As procedências de *P. oocarpa* e *P. patula* subsp. *tecunumanii* apresentaram as maiores densidades básicas, não diferindo significativamente entre si.

TABELA 2. Valores de densidade básica (DB), densidade básica interna (DBI), densidade básica externa (DBE), medidos em g/cm³, e de penetração do “pilodyn” (PYN) em mm, em teste de espécie/procedência de *Pinus* spp..

Código	DB	DBI	DBE	PYN	(x10-1)
PIM	0,419 a	0,395 a	0,448 a	108,00	a
DIP	0,404 ab	0,376 ab	0,445 a	116,78	cd
MPA	0,398 ab	0,368 ab	0,435 ab	107,39	a
SJU	0,397 ab	0,356 ab	0,450 a	109,22	ab
YUC	0,396 ab	0,372 ab	0,441 a	117,92	cd
POP	0,382 abc	0,362 ab	0,408 abc	114,74	bc
MPR	0,375 bcd	0,343 ab	0,427 abc	116,52	cd
CUL	0,373 bcd	0,361 ab	0,394 bc	129,20	e
MPC	0,372 bcd	0,341 ab	0,409 abc	118,13	cd
LLI	0,371 bcd	0,344 ab	0,404 abc	122,46	d
ALA	0,350 cd	0,321 b	0,386 c	132,86	e
AIS	0,342 d	0,316 b	0,383 c	114,65	bc

Foi detectada uma alta correlação entre as densidades básicas medidas na parte leste e oeste ($r = 0,64$; $p = 0,001$), entretanto, quando se considerou apenas a parte externa da bagueta, verificou-se uma diferença entre os valores que estão entre 0,39 a 0,45 g/cm³ e 0,36 a 0,46 g/cm³, respectivamente leste e oeste. *P. oocarpa* de Pimientilla e *P. caribaea* var. *hondurensis* de Poptun e Mountain Pine Ridge (Figura 2) apresentaram diferenças entre as densidades leste e oeste.

Quanto à DBI, esta foi sempre inferior à DBE (Figura 2), e apenas *P. oocarpa* de Pimientilla apresentou diferença estatística, sendo também superior às outras procedências.

Na Tabela 3 estão os coeficientes de correlação para as espécies/procedências. *P. oocarpa* de Dipilto apresenta o maior coeficiente de correlação ($r = 0,8$ $p < 0,003$), enquanto *P. caribaea* var. *hondurensis* de Alamicamba apresentou o coeficiente mais baixo ($r = 0,29$), sendo este não-significativo.

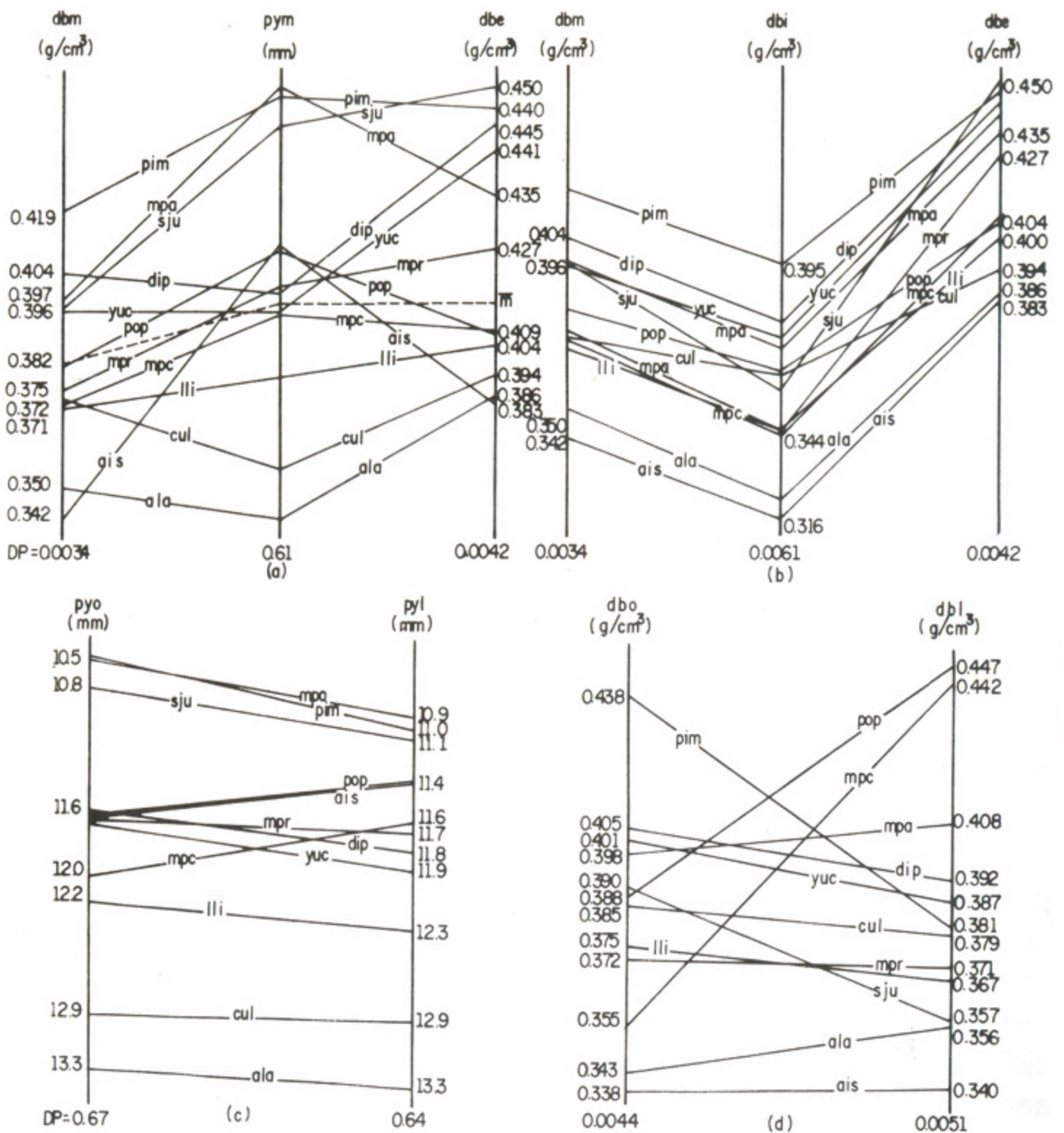


FIG. 2. Média e desvio-padrão (DP) para a análise de variância, densidade básica e profundidade de penetração do "pilodyn" (a); comparação entre as densidades interna e externa da madeira (b) e comparação entre as densidades básicas leste e oeste fazendo uso do "pilodyn" (c) e da balança de precisão (d).

TABELA 3. Coeficiente de correlação (r) entre densidade básica externa e valores de penetração do "pilodyn" medidos à altura do peito em teste de espécie/procedência de *Pinus* spp.

Código	r
AIS	- 0,71***
CUL	- 0,58***
LLI	- 0,79***
POP	- 0,68***
MPC	- 0,56**
ALA	- 0,29 ns
DIP	- 0,81***
MPR	- 0,79***
SJU	- 0,56**
MPA	- 0,55**
PIM	- 0,56**
YUC	- 0,65***

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Analisando-se os dados contidos na Tabela 2, nota-se que as procedências de *P. oocarpa* e *P. patula* subsp. *tecunumanii* foram as que apresentaram as maiores densidades básicas. Os resultados encontrados para *P. oocarpa* variaram entre 0,397 e 0,419 g/cm³, e são inferiores aos encontrados por Brasil et al. (1980) para a mesma espécie, com idade de 13 a 14 anos e por Wright et al. com idade de sete anos. Estas diferenças devem-se a idade dos povoamentos, às condições edafo-climáticas das regiões florestadas responsáveis pelas interações genótipo/ambiente e às diferenças genéticas entre procedências. As diferenças de densidade entre o trabalho de Wright et al. (1986) (Base seca) e deste (Base úmida) devem-se também aos métodos utilizados.

P. oocarpa de Pimientilla e *P. caribaea* var. *hondurensis* de Pop-tun de Mountain Pine Ridge apresentaram as maiores diferenças entre

as densidades básicas leste-oeste, também perceptíveis quando se usou o "pilodyn". Estas diferenças, certamente, devem-se à variabilidade genética do material utilizado no trabalho, pois, Brasil et al. (1980), trabalhando com *P. oocarpa* na região de Agudos, SP, não encontraram diferenças significativas entre medidas feitas em quatro direções do tronco. A formação de lenho com densidades diferentes nas posições leste-oeste, para as espécies acima citadas, podem indicar a existência de algum fator genético e/ou ambiental influenciando a formação de lenho de compressão.

A DB externa foi sempre superior à interna, confirmando o encontrado por Tomazello Filho (1985) de que existe um aumento da DB no sentido medula-casca. Embora algumas procedências de *P. oocarpa* tenham apresentado os maiores valores quando as medidas foram feitas com o uso do "pilodyn", a utilização de tal método não foi tão sensível para detectar as variações de densidade, haja vista que *P. oocarpa* var. *bahamensis* apresentou a mais baixa DB, ao passo que, se utilizando o "pilodyn", a DB situou-se acima da média numa quarta posição em ordem decrescente (Figura 2).

De acordo com a Figura 2, os resultados mostram claramente que as variações da DB externa estão melhor correlacionadas com as medidas feitas pelo "pilodyn" ($r = 0,64$ $p < 0,001$), fato este, já esperado, pois o "pilodyn" penetra apenas na parte mais superficial do fuste. Percebe-se também que houve uma maior amplitude de variação quando a DB foi medida na parte leste do tronco.

As procedências que mais contribuíram para a diminuição do coeficiente de correlação entre a medida de DB no sentido leste-oeste (*P. oocarpa* de Pimientilla e San Juan e *P. caribaea* de Mountain Pine Ridge), foram as mesmas que contribuíram para a diminuição do coeficiente de correlação, destas mesmas medidas, feitas pelo "pilodyn". Mais uma vez, tanto se usando um sentido como outro, podemos chegar à conclusão da influência do material genético na variação entre densidades medidas em sentidos diferentes.

O coeficiente de correlação entre a densidade básica da madeira e a penetração do "pilodyn" foi altamente significativa ($r = 0,64$, $p < 0,001$) considerando-se todas as árvores amostradas. Entretanto, ao nível de procedências, este coeficiente variou de -0,29 a -0,81 (Tabela 3), sendo significativa para quase todas procedências, exceto *P.*

caribaea var. *hondurensis* de Alamicamba. Isto mostra que a eficiência do "pilodyn" varia de acordo com a espécie/procedência em estudo. Comportamento similar foi observado por Moura et al. (1987) para procedências de *Eucalyptus camaldulensis* e por Gough & Barnes (1984) para famílias de *P. elliottii*. Estes resultados mostram que o "pilodyn" pode ser um eficiente instrumento na seleção de árvores a nível de população. Entretanto, cuidados devem ser observados quando estas seleções forem feitas a nível de procedências. Recomenda-se que estudos adicionais sejam feitos no sentido de melhorar a eficiência deste aparelho.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL, M.A.M.; NICOLIELO, N.; VEIGA, R.A.A. Variação da densidade básica da madeira de *Pinus oocarpa* Schiede em diversas idades na região de Agudos, SP. **Floresta**, **11**(1):33-40, 1980.
- GALVÃO, A.P.M. & JANKOWSKY, I.P. **Secagem racional da madeira**. São Paulo, Nobel. 112p., 1985.
- GIBSON, G.L. **Genotype-environmental interaction in *Pinus caribaea***. Unit of Tropical Silviculture, Interim Report. Oxford, Commonwealth Forestry Institute, 1982. 112 p.
- GOUGH, G. & BARNES, R.D. A comparison of three methods of wood density assessment in a *Pinus elliottii* progeny test. **South African Forestry Journal**, **128**: 23-25, 1984.
- MOURA, V.P.G.; BARNES, R.D.; BIRKS, J.S. A comparison of three methods of assessing wood density in provenances of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, and other *Eucalyptus* species in Brazil. **Australian Forest Research**, **17**(2):83-90, 1987.
- TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica e estrutura anatômica da madeira de *Eucalyptus gummifera*, *E. microcorys* e *E. pilularis*. **IPEF**, **30**:45-54, 1985.
- WRIGHT, J.A.; GIBSON, G.L.; BARNES, R.D. Variation of stem volume and wood density of provenances of *Pinus oocarpa* and *P. patula* subsp. *tecunumanii* at Agudos, São Paulo, Brazil. **IPEF**, **32**:21-23, 1986.

IMPRESSO NA



EDIBRA

Editora Brasília Ltda.

Fone: (061) 371-2601

