

# VARIAÇÃO LONGITUDINAL DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE ESPÉCIES DE PINUS TROPICAIS

Rosilani Trianoski<sup>1</sup>, Jorge Luis Monteiro de Matos<sup>2</sup>, Setsuo Iwakiri<sup>2</sup>, José Guilherme Prata<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eng<sup>a</sup>. Industrial Madeireira, Dr<sup>a</sup>., Depto. de Engenharia e Tecnologia Florestal, UFPR, Curitiba, PR, Brasil - rosilani@ufpr.br  
<sup>2</sup>Eng. Florestal, Dr., Depto. de Engenharia e Tecnologia Florestal, UFPR, Curitiba, PR, Brasil - jmatos@ufpr.br; setsuo@ufpr.br; prata@ufpr.br

Recebido para publicação: 26/07/2012 – Aceito para publicação: 14/08/2013

---

## Resumo

O conhecimento das propriedades da madeira é de fundamental importância, pois está associado às diversas formas de transformação e utilização. Nesse contexto, este trabalho busca avaliar a variação longitudinal da densidade básica da madeira de espécies de pinus tropicais. Foram avaliadas sete espécies de pinus tropicais: *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, *Pinus caribaea* var. *caribaea*, *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Pinus chiapensis*, *Pinus maximinoi*, *Pinus oocarpa* e *Pinus tecunumanii*, além do *Pinus taeda* (referência), coletadas em plantios experimentais com 17 e 18 anos, localizados nas regiões de Itararé (SP) e Ventania (PR). Foram selecionadas cinco árvores por espécie, as quais foram seccionadas nas posições de 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial, para obtenção das amostras. A densidade básica foi determinada segundo a norma 461 da *Comisión Panamericana de Normas Técnicas*, ao passo que o percentual de lenho tardio foi quantificado pelo *software* Windendro, com base na análise de imagens digitalizadas dos discos das diferentes posições. Os resultados mostraram que todas as espécies apresentam densidade básica baixa (0,389 a 0,489 g/cm<sup>3</sup>), com coeficientes de variação entre 5,09% e 9,77%, podendo ser consideradas promissoras para plantios em escala comercial, aumentando a oferta de madeira para os diversos segmentos da indústria madeireira.

*Palavras-chave:* *Pinus* spp.; propriedades da madeira; lenho tardio.

## Abstract

*Longitudinal variation of basic density of wood of tropical pine species.* The wood properties knowledge has fundamental importance since it is associated to many processing and using ways. In this context, this paper aims to evaluate longitudinal variation of basic density of wood of tropical pines species. It evaluated seven species of tropical pines: *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, *Pinus caribaea* var. *caribaea*, *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Pinus chiapensis*, *Pinus maximinoi*, *Pinus oocarpa*, *Pinus tecunumanii*, beyond *Pinus taeda* (reference), collected in experimental plantations at 17 and 18 years of age, located in the regions of Itararé (SP) and Ventania (PR). Five trees were selected by species, which were sectioned at positions 0%, 25%, 50%, 75% and 100% of the commercial height for samples. Basic density was determined according to the standard 461 of *Comisión Panamericana de Normas Técnicas*, besides the percentage of latewood, quantified by *Windendro* software, based on analysis of scanned images of disks of different positions. The results revealed that all species presented low basic density (0.389 to 0.489 g/cm<sup>3</sup>) with coefficients of variation between 5.09% to 9.77%, and can be considered promising for commercial scale cultivation, in this way increasing the wood supply for different segments of timber industry.

*Keywords:* *Pinus* spp.; wood properties; laterwood.

---

## INTRODUÇÃO

O conhecimento das propriedades da madeira é de fundamental importância, pois está associado às diversas formas de transformação e utilização do material. Dentre as várias propriedades, a densidade merece destaque, sendo considerada a mais importante para avaliação da qualidade da madeira (BOWYER *et al.*, 2007), pois proporciona inúmeras informações sobre as suas características e sua relação com as demais propriedades (PINHEIRO, 1999), determinando muitas vezes a sua utilização final (KLOCK, 2000). Além disso, o conhecimento da densidade pode ser utilizado na otimização da produção

da madeira e dos tratamentos silviculturais; no melhoramento florestal, para evidenciar o potencial de seleção de espécies e procedências; no manejo florestal, para determinar o tipo de prática a ser aplicada em função do produto final e a produtividade da floresta, em termos de quantidade de massa seca por hectare (SHIMOYAMA, 1990); na elaboração e condução dos planos de corte (ROSADO; BRUNE, 1983); e ainda como subsídio para avaliação econômica da floresta (TRUGILHO *et al.*, 1990).

A densidade varia entre espécies, bem como dentro da mesma espécie e da mesma árvore, tanto no sentido longitudinal como no sentido radial. Essa variabilidade se deve ao fato de que as espécies apresentam estruturas internas distintas, com ocorrência de elementos anatômicos em diferentes tamanhos e proporções, e nos mais variados arranjos estruturais, assim como pela complexa combinação, quantidade e distribuição dos componentes químicos no lenho (BOWYER *et al.*, 2007).

Um dos fatores que exerce considerável influência na densidade e sua variabilidade é o percentual de lenho tardio:inicial, que está relacionado ao crescimento da árvore de acordo com o período vegetativo anual. Em períodos de intensa atividade fisiológica, o crescimento é acentuado, formando células de lúmens grandes e paredes celulares finas, que dão origem ao lenho inicial. Com a aproximação do fim do período vegetativo, as células vão diminuindo gradativamente sua atividade fisiológica e, em consequência, as paredes das células vão se tornando gradualmente mais espessas e os lúmens menores, dando origem ao lenho tardio (BURGER; RICHTER, 1991). Assim, quanto maior for o percentual de lenho tardio, maior será a densidade de uma dada seção ou mesmo da árvore toda. Klock (2000) acrescenta que a variação do percentual de lenho tardio é coincidente com a da densidade, tanto no sentido transversal como no sentido longitudinal da árvore, diminuindo com a altura e aumentando no sentido medula-casca, cuja relação, para espécies do gênero *Pinus*, é ainda mais acentuada.

Nesse contexto, considerando a escassez de informações de propriedades da madeira de espécies de *Pinus* pouco conhecidas tecnologicamente, este trabalho busca avaliar a variação longitudinal da densidade básica da madeira de sete espécies de pinus tropicais. Como hipótese, tem-se o aumento da densidade básica com o aumento do lenho tardio.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento da pesquisa, foram utilizadas sete espécies de pinus tropicais: *Pinus caribaea* var. *bahamensis* Bar. & Golf., *Pinus caribaea* var. *caribaea* Morelet, *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Bar. & Golf., *Pinus hondurensis* Bar. & Golf., *Pinus chiapensis* Andresen, *Pinus maximinoi* Moore, *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl. e *Pinus tecunumanii* Eguluz & Perry. O *Pinus taeda* L. foi utilizado como referência por ser a espécie mais plantada e processada pela indústria madeireira no Sul do Brasil. Todas as espécies são provenientes de plantios experimentais com 17 e 18 anos de idade, localizados nas regiões de Itararé (SP) e Ventania (PR), de propriedade da empresa Valor Florestal. Os plantios são resultado de uma parceria com a *Central América and México Coniferous Resources Cooperative* (CAMCORE) e o Centro de Conservação Genética e Melhoramento de Pinus Tropicais (CCGMPT).

Foram amostradas cinco árvores por espécie, as quais foram derrubadas e seccionadas em 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial (diâmetro mínimo: 8 cm), obtendo-se discos em duplicata para determinação da densidade básica e do percentual de lenho tardio. As características médias de crescimento das espécies estudadas são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1. Características de crescimento das espécies de pinus tropicais e *Pinus taeda* (referência).  
Table 1. Growth characteristics of species of tropical pines and *Pinus taeda* (control).

| Espécie   | Diâmetro médio (cm) | Altura comercial (m) | Altura total (m) |
|---|---------------------|----------------------|------------------|
| <i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i> <sup>1</sup>  | 33,16               | 22,96                | 26,86            |
| <i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i> <sup>1</sup>    | 34,45               | 22,54                | 26,34            |
| <i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> <sup>2</sup> | 38,17               | 22,60                | 25,28            |
| <i>P. chiapensis</i> <sup>2</sup>                       | 48,53               | 25,00                | 29,80            |
| <i>P. maximinoi</i> <sup>2</sup>                        | 44,26               | 22,60                | 27,60            |
| <i>P. oocarpa</i> <sup>2</sup>                          | 38,31               | 21,80                | 26,72            |
| <i>P. tecunumanii</i> <sup>2</sup>                      | 44,40               | 23,00                | 26,33            |
| <i>P. taeda</i> (referência) <sup>2</sup>               | 33,95               | 16,25                | 18,50            |

<sup>1</sup>: características para árvores com 17 anos; <sup>2</sup>: características para árvores com 18 anos.

A determinação da densidade básica seguiu os procedimentos da norma 461 da Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT, 1972), sendo que, para a obtenção das médias nas diferentes posições ao longo do fuste, foi efetuada a média aritmética simples, e para a média por árvore, efetuou-se a média ponderada, conforme a Equação 1. Após a determinação da média ponderada de cada árvore, realizou-se a média aritmética por espécie.

$$\rho_{pb} = \frac{0,5 \times \{[(D_1^2 + D_2^2) \times (d_1 + d_2)] + \dots + [(D_{n-1}^2 + D_n^2) \times (d_{n-1} + d_n)]\}}{[D_1^2 + D_n^2 + 2 \times (D_2^2 + \dots + D_{n-1}^2)]}$$

Em que:  $\rho_{pb}$  = densidade básica média ponderada ( $\text{g/cm}^3$ );  
 $D_1$  = diâmetro médio da base (cm);  
 $D_2$  = diâmetro médio a 25% da altura comercial (cm);  
 $D_{n-1}$  = diâmetro médio do penúltimo disco (cm);  
 $D_n$  = diâmetro médio do último disco (cm);  
 $d_1$  = densidade básica do disco da base ( $\text{g/cm}^3$ );  
 $d_2$  = densidade básica do disco a 25% da altura comercial ( $\text{g/cm}^3$ );  
 $d_{n-1}$  = densidade básica do penúltimo disco ( $\text{g/cm}^3$ );  
 $d_n$  = densidade básica do último disco ( $\text{g/cm}^3$ ).

Para a determinação do percentual de lenho tardio, um dos discos de cada altura relativa foi secado naturalmente, sendo posteriormente lixado. Após o lixamento, foi determinado o raio de maior comprimento, e a  $45^\circ$  do mesmo foram traçadas linhas perpendiculares entre si, estabelecendo-se quatro raios de medição no sentido medula-casca. Os discos foram digitalizados e a quantificação da característica desejada foi efetuada no programa *WinDENDRO*<sup>TM</sup>, versão 2009g. Todo o procedimento encontra-se ilustrado na figura 1.

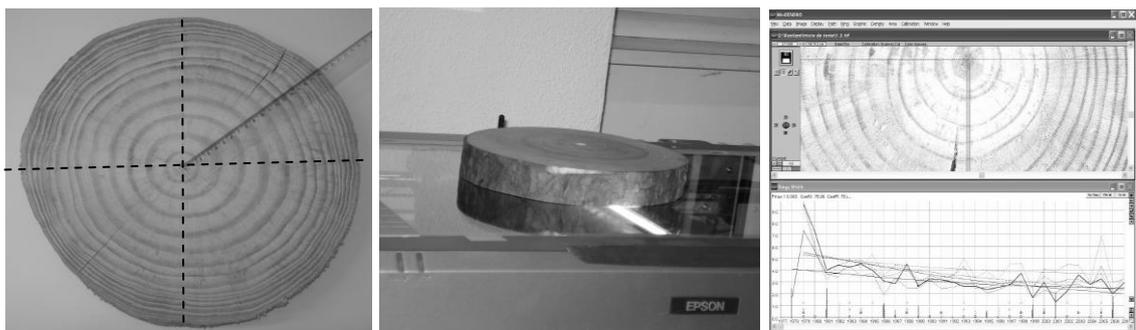


Figura 1. Procedimentos para quantificação do percentual de lenho tardio em discos de pinus tropicais.  
 Figure 1. Procedures to quantify percentage of latewood in discs of tropical pines.

Os dados obtidos foram submetidos a análise estatística por meio do teste de Grubbs, para verificar a ocorrência de *outliers*, do teste Shapiro Wilks, para avaliação da normalidade de dados, do teste de Bartlett, para averiguar a homogeneidade de variâncias, e da análise de variância. Quando rejeitada a hipótese de nulidade, foi efetuada a comparação de médias, por meio do teste de Tukey. Correlações de Pearson também foram efetuadas para avaliar o grau de associação entre o percentual de lenho tardio e a densidade básica. Todas as análises foram efetuadas no programa *Statgraphics Centurion XV*, em nível de até 95% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Densidade básica

Na tabela 2 são apresentadas as médias da densidade básica por espécie e sua variação ao longo do fuste.

Tabela 2. Médias de densidade básica da madeira de espécies de pinus tropicais e *Pinus taeda* (referência).

Table 2. Basic density means of wood of tropical pines and *Pinus taeda* (control).

| Espécie                                    | Altura comercial                  |                                  |                                   |                                  |                                 | Média geral<br>(g/cm <sup>3</sup> ) |
|--|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
|  | 0%<br>(g/cm <sup>3</sup> )        | 25%<br>(g/cm <sup>3</sup> )      | 50%<br>(g/cm <sup>3</sup> )       | 75%<br>(g/cm <sup>3</sup> )      | 100%<br>(g/cm <sup>3</sup> )    |                                     |
| <i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>  | <sup>A</sup> 0,431 bc<br>(8,13)   | <sup>A</sup> 0,435 ab<br>(16,19) | <sup>A</sup> 0,433 ab<br>(10,12)  | <sup>A</sup> 0,416 a<br>(8,24)   | <sup>A</sup> 0,399 a<br>(4,67)  | 0,423 abc<br>(9,77)                 |
| <i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>    | <sup>A</sup> 0,450 abc<br>(12,37) | <sup>AB</sup> 0,391 b<br>(9,97)  | <sup>B</sup> 0,381 b<br>(5,83)    | <sup>AB</sup> 0,396 a<br>(8,22)  | <sup>B</sup> 0,370 a<br>(4,59)  | 0,418 bc<br>(8,82)                  |
| <i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> | <sup>A</sup> 0,493 ab<br>(8,79)   | <sup>AB</sup> 0,446 ab<br>(5,40) | <sup>AB</sup> 0,421 ab<br>(11,10) | <sup>AB</sup> 0,417 a<br>(11,41) | <sup>B</sup> 0,376 a<br>(9,29)  | 0,431 abc<br>(8,58)                 |
| <i>P. chiapensis</i>                       | <sup>A</sup> 0,389 c<br>(6,83)    | <sup>A</sup> 0,384 b<br>(7,38)   | <sup>A</sup> 0,395 b<br>(9,67)    | <sup>A</sup> 0,424 a<br>(10,86)  | <sup>A</sup> 0,356 a<br>(2,55)  | 0,389 c<br>(7,52)                   |
| <i>P. maximinoi</i>                        | <sup>A</sup> 0,493 ab<br>(8,28)   | <sup>AB</sup> 0,441 ab<br>(2,14) | <sup>B</sup> 0,424 ab<br>(3,93)   | <sup>AB</sup> 0,459 a<br>(10,60) | <sup>B</sup> 0,421 a<br>(5,75)  | 0,467 ab<br>(5,28)                  |
| <i>P. oocarpa</i>                          | <sup>A</sup> 0,512 ab<br>(7,29)   | <sup>AB</sup> 0,485 a<br>(6,29)  | <sup>AB</sup> 0,455 ab<br>(7,56)  | <sup>AB</sup> 0,475 a<br>(15,12) | <sup>B</sup> 0,421 a<br>(8,64)  | 0,485 ab<br>(5,09)                  |
| <i>P. tecunumanii</i>                      | <sup>A</sup> 0,531 a<br>(6,23)    | <sup>A</sup> 0,489 a<br>(11,82)  | <sup>A</sup> 0,481 a<br>(10,68)   | <sup>A</sup> 0,455 a<br>(8,10)   | <sup>A</sup> 0,420 a<br>(23,04) | 0,489 a<br>(7,94)                   |
| <i>P. taeda</i> (referência)               | <sup>A</sup> 0,515 a<br>(8,48)    | <sup>A</sup> 0,455 ab<br>(4,95)  | <sup>A</sup> 0,449 ab<br>(4,39)   | <sup>A</sup> 0,467 a<br>(9,84)   | <sup>A</sup> 0,450 a<br>(15,93) | 0,485 ab<br>(6,08)                  |

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula em uma coluna não diferem significativamente, de acordo com o teste de Tukey a 95% de probabilidade. Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula em uma linha não diferem significativamente, de acordo com o teste de Tukey a 95% de probabilidade. Resultados entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação.

Pode-se verificar, pelos resultados apresentados na tabela 2, que todas as espécies são classificadas como madeira de baixa densidade, segundo a classificação mencionada por Melo, Coradin e Mendes (1990), que estabelecem o valor de até 0,500 g/cm<sup>3</sup> para essa classe. Nota-se também que a espécie que apresentou a maior média absoluta foi o *Pinus tecunumanii*, contudo não diferiu significativamente de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Pinus maximinoi*, *Pinus oocarpa* e *Pinus taeda* (referência). Por outro lado, a espécie que apresentou a menor média absoluta foi o *Pinus chiapensis*, com 0,389 g/cm<sup>3</sup>, que foi a única que diferiu significativamente da referência, representando assim uma classe de densidade inferior, de acordo com esse critério de comparação.

Em relação à variação longitudinal, nas espécies *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus oocarpa* foi constatada diferença estatística significativa apenas entre os extremos da árvore (0% e 100%). Já as espécies *Pinus caribaea* var. *caribaea* e *Pinus maximinoi* foram as que apresentaram valores médios, com diferenças estatísticas significativas entre mais posições ao longo do fuste. Ainda em relação à variabilidade da densidade, em termos de valores absolutos, é possível verificar que, na posição relativa a 75% da altura comercial, a maioria das espécies (cinco em oito) demonstrou aumento na densidade quando comparada com a posição a 50%. Aumento da densidade nessa posição do tronco em *Pinus* spp. também foi verificado por outros pesquisadores (AMARAL *et al.*, 1977; SHIMOYAMA; WIECHETECK, 1993; KLOCK, 1989; VICENTE *et al.*, 2005; VALE *et al.*, 2009). Panshin e De Zeeuw (1980) discutem que não existe um padrão definido que explique o comportamento da densidade no sentido longitudinal e, embora o decréscimo ao longo do fuste seja o mais comum, existem modelos de variação em que a densidade decresce na parte inferior do tronco, seguida de um acréscimo regular nos níveis superiores da árvore, e acréscimo em direção ao topo, porém desuniforme. Em *Pinus* spp., 2/3 das espécies demonstram redução da densidade ao longo do fuste, o que foi observado ao serem comparadas as médias absolutas das posições relativas a 50 e 100% da altura comercial das espécies avaliadas.

Pela análise dos valores médios de densidade das espécies de pinus tropicais com relação à do *Pinus taeda* (tradicionalmente empregada como matéria-prima pela indústria madeireira do Sul do Brasil), algumas espécies de pinus tropicais destacaram-se, como por exemplo o *Pinus tecunumanii*, que apresentou valor médio ligeiramente superior ao *Pinus taeda*, e as espécies *Pinus maximinoi* e *Pinus oocarpa*, que apresentaram o menor coeficiente de variação na propriedade.

De maneira geral, as espécies de pinus tropicais podem ser consideradas promissoras para plantios em escala comercial, aumentando a oferta de madeira para os diversos segmentos da indústria madeireira, e ainda, em alguns casos, podendo produzir madeira dimensionalmente estável e de maior resistência mecânica.

### Percentual de lenho tardio

Na tabela 3 são apresentadas as médias do percentual de lenho tardio por espécie e sua variabilidade ao longo do fuste.

Tabela 3. Médias do percentual de lenho tardio em espécies de pinus tropicais e *Pinus taeda*.

Table 3. Means of the proportion of latewood along the stem of tropical pine species and *Pinus taeda* (control).

| Espécie                                    | Altura                |                       |                        |                       |                      | Média (%)          |
|--|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|
|  | 0% (%)                | 25% (%)               | 50% (%)                | 75% (%)               | 100% (%)             |                    |
| <i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>  | A 18,47 bc<br>(5,87)  | A 19,27 b<br>(24,15)  | AB 13,87 bc<br>(20,91) | BC 11,49 b<br>(23,47) | C 7,44 b<br>(28,97)  | 15,64 b<br>(13,93) |
| <i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>    | A 17,90 bc<br>(11,63) | A 15,79 bc<br>(5,38)  | AB 14,53 b<br>(17,25)  | BC 11,59 b<br>(19,54) | C 8,47 b<br>(33,23)  | 15,53 b<br>(10,21) |
| <i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> | A 17,69 bc<br>(10,68) | B 14,50 bc<br>(7,04)  | BC 12,12 bc<br>(15,11) | CD 9,51 b<br>(15,96)  | D 6,87 b<br>(15,04)  | 13,67 b<br>(7,31)  |
| <i>P. chiapensis</i>                       | A 14,24 c<br>(11,02)  | B 11,43 c<br>(7,76)   | B 10,83 bc<br>(9,92)   | C 7,35 b<br>(25,92)   | C 6,08 b<br>(12,90)  | 11,95 b<br>(8,88)  |
| <i>P. maximinoi</i>                        | A 18,70 bc<br>(6,59)  | B 14,69 bc<br>(8,10)  | C 9,74 c<br>(13,05)    | C 9,43 b<br>(18,47)   | C 8,25 b<br>(9,74)   | 13,96 b<br>(8,07)  |
| <i>P. oocarpa</i>                          | A 19,74 bc<br>(11,80) | B 14,61 bc<br>(10,51) | BC 11,77 bc<br>(12,20) | C 9,47 b<br>(18,72)   | D 6,08 b<br>(1,16)   | 14,11 b<br>(11,83) |
| <i>P. tecunumanii</i>                      | A 22,10 b<br>(11,37)  | B 14,68 bc<br>(10,91) | BC 11,74 bc<br>(6,63)  | C 10,37 b<br>(2,24)   | C 8,22 b<br>(0,85)   | 15,53 b<br>(6,91)  |
| <i>P. taeda</i> (referência)               | A 39,21 a<br>(18,80)  | B 27,71 a<br>(18,14)  | AB 23,35 a<br>(15,26)  | AB 23,11 a<br>(18,13) | C 14,23 a<br>(24,87) | 28,96 a<br>(15,67) |

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula em uma coluna não diferem significativamente, de acordo com o teste de Tukey a 95% de probabilidade. Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula em uma linha não diferem significativamente, de acordo com o teste de Tukey a 95% de probabilidade. Resultados entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação das amostras.

Pode-se observar que todas as espécies de *Pinus* tropicais apresentaram médias de percentual de lenho tardio estatisticamente inferiores ao *Pinus taeda*, e entre as espécies de pinus tropicais não houve diferença significativa. Uma maior proporção de lenho tardio normalmente é desejada quando se avalia esse parâmetro como indicativo de madeira para uso estrutural, proporcionando matéria-prima com maior quantidade de células com parede celular mais espessa, o que implica maior densidade e, conseqüentemente, maior resistência mecânica.

Em relação à variabilidade do percentual de lenho tardio ao longo do fuste, é possível observar um padrão de redução da base para o topo em todas as espécies, o que indica que toras localizadas mais próximas à base das árvores normalmente apresentam melhor qualidade para uso estrutural ou que demandem maior resistência mecânica.

### Correlações entre densidade básica e percentual de lenho tardio

Na tabela 4 são apresentadas as correlações entre densidade básica e percentual de lenho tardio.

Em relação às correlações obtidas entre densidade básica e lenho tardio, foram observados valores positivos em todas as espécies, o que significa que o aumento do percentual de lenho tardio

implica aumento da densidade básica. A explicação para esse resultado se encontra na anatomia das células de lenho tardio, que possuem paredes espessas e lumes pequenos, representando maior proporção de massa por volume ocupado.

Tabela 4. Correlações entre densidade básica e percentual de lenho tardio.

Table 4. Correlations between basic density and proportion of latewood.

| <b>Espécie</b>                             | <b>Lenho tardio</b> |
|--|---------------------|
| <i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>  | 0,59*               |
| <i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>    | 0,49                |
| <i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> | 0,60*               |
| <i>P. chiapensis</i>                       | 0,13                |
| <i>P. maximinoi</i>                        | 0,52*               |
| <i>P. oocarpa</i>                          | 0,61*               |
| <i>P. tecunumanii</i>                      | 0,56*               |
| <i>P. taeda</i> (referência)               | 0,63*               |

\* Correlações significativas a 95% de probabilidade.

Embora sejam esperadas elevadas correlações entre densidade e percentual de lenho tardio em coníferas, principalmente nas espécies de *Pinus* spp., este fato não foi encontrado nesta condição de estudo. Uma possível explicação foi apresentada por Kellinson (1981), que menciona que, em árvores de rápido crescimento, com elevada proporção de madeira juvenil, a correlação entre essas duas propriedades tende a ser menor, por causa da maior variabilidade na densidade e nas características morfológicas dos traqueídeos e do alto teor de polioses.

## CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, as seguintes conclusões podem ser estabelecidas:

- Todas as espécies foram classificadas como de baixa densidade básica.
- A espécie *Pinus tecunumanii* apresentou valor médio de densidade básica ligeiramente superior ao *Pinus taeda*, o *Pinus oocarpa* valor médio similar e as demais espécies valores médios inferiores. Apenas o *Pinus chiapensis* foi estatisticamente inferior à espécie de referência.
- A análise da variação longitudinal da densidade básica demonstrou que, nesta condição de estudo, as espécies *Pinus maximinoi* e *Pinus oocarpa* apresentaram-se como as mais homogêneas (menor coeficiente de variação). Já a espécie *Pinus caribaea* var. *bahamensis* apresentou o maior coeficiente de variação na propriedade em questão.
- O *Pinus taeda* apresentou maior percentual de lenho tardio que as espécies de pinus tropicais, não sendo constatada diferença estatística significativa entre as últimas.
- O percentual de lenho tardio ao longo do fuste foi decrescente da base para o topo, com o *Pinus tecunumanii* apresentando a menor variação média.
- As espécies de pinus tropicais podem ser consideradas promissoras para plantios em escala comercial, aumentando a oferta de madeira para os diversos segmentos da indústria madeireira, e ainda, em alguns casos, podem produzir madeira dimensionalmente estável e de maior resistência mecânica.

## AGRADECIMENTOS

À Empresa Valor Florestal, pela doação do material da pesquisa, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudos.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, A. C.; FERREIRA, M.; COUTO, H. T. Z. Métodos de avaliação da densidade básica da madeira de populações de pinus tropicais. **IPEF**, Piracicaba, n. 15, p. 47 - 67, 1977.

- BOWYER, J. L.; SHMULSKY, R.; HAYGREEN, J. G. **Forest products and wood science: an introduction**. Wiley-Blackwell; 5 ed., 2007. 576 p.
- BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. **Anatomia da madeira**. São Paulo: Nobel, 1991. 154 p.
- COMISSÃO PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. **COPANT 461**. Determinación del peso específico aparente. 1972.
- KELLINSON, R. C. Characteristics affecting quality of timber from plantations, their determination and scope for modification. In: IUFRO XVII WORLD CONGRESS, 5, 1981, Kyoto. **Proceedings...** Kyoto, 1981. p. 77 - 87.
- KLOCK, U. **Qualidade da madeira de *Pinus oocarpa* Schiede e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr e Golf**. 143 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1989.
- \_\_\_\_\_. **Qualidade da madeira de *Pinus maximinoi* H. E. Moore**. 291 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.
- MELO, J. E.; CORADIN, V. T. R.; MENDES, J. C. Classes de densidade para madeiras da Amazônia Brasileira. In: 6º CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, FLORESTAS E MEIO AMBIENTE: CONSERVAÇÃO E PRODUÇÃO, PATRIMÔNIO SOCIAL. **Anais...** Campos do Jordão, SP, 1990, p. 695 - 699.
- PANSHIN, A.; DE ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**. New York, McGraw Hill. 1980. 722 p.
- PINHEIRO, A. L. **Considerações sobre taxonomia, filogenia, ecologia, genética, melhoramento florestal e a fertilização mineral e seus reflexos na anatomia e qualidade da madeira**. Viçosa, SIF, 1999. 144 p.
- ROSADO, S. C. S.; BRUNE, A. Crescimento de árvores: estimativa de correlações entre idades diferentes e sua influência da densidade básica da madeira em *Eucalyptus* spp. **Árvore**, Viçosa, v. 7, n. 1, p. 11 - 22, 1983.
- SHIMOYAMA, V. R. S. **Variações da densidade básica e características anatômicas da madeira em *Eucalyptus* spp.** 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Departamento de Ciências Florestais, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1990.
- SHIMOYAMA, V. R. S.; WIECHETECK, M. S. S. Características da madeira e da pasta termomecânica de *Pinus patula* var. *tecunumanii* para produção de papel imprensa. **IPEF**, Piracicaba, v. 9, n. 27, p. 63 - 80, 1993.
- TRUGILHO, P. F.; SILVA, D. A.; FRAZÃO, F. J. L.; MATOS, J. L. M. Comparação de métodos de determinação da densidade básica em madeira. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 20, p. 307 - 319, 1990.
- VALE, A. T.; ROCHA, L. R.; DEL MENEZZI, C. H. S. Massa específica básica da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* cultivado em cerrado. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 84, p. 387 - 394, 2009.
- VICENTE, A. T. V.; MOURA, V. P. G.; FIORENTINI, E. A.; SOUZA, M. R. Variação radial e axial da massa específica básica e das contrações de madeira de quatro procedências de *Pinus*. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Embrapa, n. 28, 2005. 27 p.

