

## **CORRELAÇÕES ENTRE ANATOMIA, VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO DO SOM, DENSIDADE APARENTE E RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO EM TRÊS MADEIRAS NATIVAS**

**Eduardo Luiz Longui** (elongui@if.sp.gov.br) - IFSP; **Carolina Giuli Menk** (); **José Nivaldo Garcia** () - ESALQ/USP; **Edenise Segala Alves** () - IBOT/SP

**RESUMO:** Objetivou-se determinar as correlações entre características anatômicas, velocidade de propagação do som ( $v$ ), densidade aparente ( $\rho_{ap}$ ) e resistência ao cisalhamento ( $fv_0$ ) nas madeiras de *Astronium lecointei*, *Dipteryx* spp. e *Hymenaea* spp. As análises anatômicas foram desenvolvidas segundo métodos usuais, a ( $v$ ) foi mensurada com equipamento de ultrassom, a  $\rho_{ap}$  pelo método da balança hidrostática e a  $fv_0$  pela norma NBR-7190/97, modificada. Determinaram-se as correlações por meio de análises de correlação de Pearson. Para *A. lecointei*, revelaram-se correlações negativas entre a ( $v$ ) e o diâmetro dos vasos, comprimento e lume das fibras e correlações positivas com a espessura da parede das fibras. Em *Dipteryx* spp. ocorreram correlações positivas entre a  $\rho_{ap}$  o comprimento e diâmetro dos vasos, comprimento, diâmetro e lume das fibras, e correlação negativa para a frequência dos vasos. Em *Hymenaea* spp. ocorreram correlações negativas entre o diâmetro dos vasos e a ( $v$ ) e  $\rho_{ap}$ , e correlação positiva entre o diâmetro dos vasos e a  $fv_0$ ; correlações positivas entre a altura dos raios e a ( $v$ ) e  $\rho_{ap}$ , e correlação negativa com a  $fv_0$ ; correlações positivas entre a largura dos raios e a  $\rho_{ap}$  e  $fv_0$ ; além de correlações positivas entre comprimento das fibras e a ( $v$ ) e  $\rho_{ap}$ , e negativa com a  $fv_0$ . As características anatômicas das três madeiras influenciaram distintamente as propriedades. Em número de correlações, as fibras foram as células que mais influenciaram na ( $v$ ). A  $\rho_{ap}$  é determinada por variações nas fibras, vasos e raios. A  $fv_0$  recebe maior influência dos raios.

**Palavras-chave:** anatomia da madeira, densidade aparente, madeiras nativas, resistência ao cisalhamento, velocidade

## **CORRELATIONS AMONG ANATOMY, SPEED OF SOUND PROPAGATION, SPECIFIC GRAVITY AND SHEAR STRENGTH IN THREE NATIVE WOODS**

**ABSTRACT:** The aim of this study was to determine the correlation among anatomical features, speed of sound propagation ( $v$ ), specific gravity ( $\rho_{ap}$ ) and shear strength ( $fv_0$ ) in the woods of *Astronium lecointei*, *Dipteryx* spp. and *Hymenaea* spp. Were employed the usual methods for wood anatomy, the speed of sound propagation was measured with ultrasound equipment, the specific gravity by the method of hydrostatic balance and the shear strength by the standard NBR-7190/97, modified. Relations were determined by Pearson correlation analysis. For *A. lecointei* was observed negative correlations between vessel diameter, length and lumen diameter of fibers and positive correlations between the fiber wall thickness and ( $v$ ). In *Dipteryx* spp. there were positive correlations between the length and diameter of vessels, length, diameter and lumen diameter of fibers, and a negative correlation between the vessels frequency and the  $\rho_{ap}$ . *Hymenaea* spp. showed negative correlations between vessel diameter and ( $v$ ) and  $\rho_{ap}$ , and a positive correlation between vessel diameter and  $fv_0$ , positive correlations between the rays height the and ( $v$ ) and  $\rho_{ap}$ , and negative correlation with  $fv_0$ , positive correlations between the rays width and  $\rho_{ap}$  and  $fv_0$ , in addition to positive correlations between fiber length and ( $v$ ) and  $\rho_{ap}$ , and negatively with  $fv_0$ . In number of correlations, the fibers were the cells that most influenced the ( $v$ ). The  $\rho_{ap}$  is determined by variations in the fibers, vessels and rays. The  $fv_0$  receives a higher influence of the rays.

**Keywords:** wood anatomy, specific gravity, native woods, shear strength, speed of sound propagation.

## **Introdução**

O entendimento das correlações entre as características anatômicas e as propriedades físico mecânicas das madeiras é essencial para a compreensão das possibilidades de uso das diferentes espécies madeireiras. Panshin e De Zeeuw (1980), Metcalfe (1983), Zobel (1992) citam que as diferentes madeiras possuem variações naturais em suas características, que provêm de diferenças genotípicas, condições ambientais e de manejo.

Estudos com diferentes madeiras, principalmente em países como o Brasil, onde há grande diversidade de espécies madeireiras em florestas naturais (Zenid, 2009), são essenciais para qualificá-las e adequá-las convenientemente aos diferentes usos.

Dentre as propriedades das madeiras, a densidade tem sido a mais estudada, uma vez que por meio dela é possível estimarem-se outras propriedades físicas e mecânicas. Varia entre espécies diferentes, indivíduos da mesma espécie ou, ainda, na mesma árvore, nas direções radial e axial (Castro et al., 1993; Woodcock e Shier, 2002). Tais variações devem-se às diferenças nas dimensões e frequências das diferentes células e características da parede celular, além da presença e teor de extrativos (Kollmann e Côté Jr 1968; Hoadley 2000).

Características anatômicas, como a largura dos raios ou a variação entre os lenhos tardio e juvenil também influenciam propriedades mecânicas como a resistência ao cisalhamento (Hoadley, 2000).

Nas últimas décadas têm-se buscado o uso de técnicas mais rápidas e não destrutivas de avaliação de madeiras citando-se como exemplo o ultrassom, caracterizado por frequências acima de 20.000 Hz. O entendimento de como estas ondas se propagam nos materiais permitiu a utilização de equipamentos que avaliam diferentes propriedades da madeira (Gonzalez et al., 2001; Tsehaye et al., 2002 e Feio, 2004). Diversos estudos têm sido realizados para se entender as correlações entre as características anatômicas e as propriedades físicas, mecânicas e acústicas das madeiras (Feeney, 1998, Nogueira e Ballarin, 2003; Huang et al., 2003; Miná et al., 2004; Oliveira e Sales, 2006; Alves et al., 2008 e Longui, 2009), e permitir, de forma indireta e por meio de uma propriedade de mais fácil medição, a indicação de usos potenciais para diferentes espécies.

Objetivou-se determinar as correlações entre características anatômicas, velocidade de propagação do som, densidade aparente e tensão de cisalhamento nas madeiras de *Astronium lecontei*, *Dipteryx* spp e *Hymenaea* spp para testar a hipótese de que as estruturas anatômicas das diferentes madeiras influenciam de maneira distinta as suas propriedades acústicas, físicas e mecânicas.

## **Material e Métodos**

### **Obtenção das madeiras**

Adquiriram-se pranchas, caibros ou ripas de *Astronium lecontei* (muiracatiara), *Dipteryx* spp (cumaru) e *Hymenaea* spp (jatobá) em madeireiras da cidade de São Paulo. Foram selecionadas 3 peças de cada espécie, mas apenas uma peça de cada espécie foi tomada em cada madeireira visitada para assegurar a amostragem de árvores diferentes.

### **Preparo dos corpos de prova**

Com auxílio de máquinas de marcenaria obtiveram-se 9 corpos de prova de (5 x 1,5 x 1,5) cm de cada uma das peças coletadas nas madeireiras perfazendo 27 repetições por espécie. Todos eles foram utilizados na determinação da densidade aparente e da velocidade de propagação do som empregando-se ensaios não destrutivos. Depois desses ensaios os corpos de prova foram destopados e reduzidos ao comprimento de 3 cm e em uma das extremidades foi feito o rebaixo característico do corpo de prova de cisalhamento ficando do mesmo formato do corpo de prova da norma ASTM 7190/97, porém, com as dimensões nominais de (2,5 x 1,5) cm para a área potencial de cisalhamento.

### **Velocidade de propagação do som (v)**