



Anais do 10º Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira - EBRAMEM 2006

30 de Julho a 02 de Agosto, São Pedro – SP

CEVEMAD/UNESP - IBRAMEM

RELAÇÕES ENTRE A DUREZA PARALELA E NORMAL ÀS FIBRAS EM MADEIRAS

Mário Henrique Ferreira do Amaral Dal Pogetto (mhfadpogetto@fca.unesp.br)

Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agronômicas

Adriano Wagner Ballarin (awballarin@fca.unesp.br)

Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agronômicas

Roberto Antonio Colenci (colenci@uol.com.br) – FATEC – Botucatu

RESUMO: Dentre as diversas propriedades mecânicas empregadas como ferramentas para avaliação da qualidade da madeira e de seu potencial tecnológico, tem ganhado destaque a dureza Janka. Estudos recentes indicam que a esperada relação de 25% entre as durezas normal (f_{H90}) e paralela às fibras (f_{H0}) — $f_{H90}/f_{H0} \approx 0,25$ — aos moldes do que acontece efetivamente com outras propriedades, pode não se confirmar, podendo, ainda, apresentar correlações com a densidade da madeira. Considerando-se a importância dessa propriedade como classificador da madeira, este trabalho teve como objetivo estudar as relações entre resistências à dureza nas duas direções. Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Ensaio de Materiais do Departamento de Engenharia Rural – Faculdade de Ciências Agronômicas – FCA/UNESP - Botucatu, utilizando uma amostra composta de 48 dormentes. Os dois ensaios (dureza paralela e normal às fibras) foram realizados em um único corpo-de-prova, respeitando o caráter “pontual” desse ensaio e minimizando, assim, influências da variação da região da peça onde a propriedade é avaliada. A relação média entre as duas propriedades ($f_{H90,12}/f_{H0,12}$) foi igual a 1,00, com valor mínimo igual a 0,59 e máximo igual a 1,46. Os resultados revelaram ainda, um aumento da relação entre as duas propriedades com o aumento da densidade, tendo destaque o eucalipto, por apresentar maior densidade no lote de espécies analisadas.

Palavras-chave: madeira, dormentes, dureza Janka, resistência mecânica

RELATIONSHIPS BETWEEN HARDNESS PARALELL AND NORMAL TO GRAIN IN WOOD

ABSTRACT: On the various mechanical properties applied to evaluate wood quality and its technological potential, Janka hardness has gained importance. Recent studies conducted in Brazil has shown the expected relationship of the 25 % between normal and parallel to grain hardness — $f_{H90}/f_{H0} \approx 0,25$ — in the same way it occurs with others properties, could not be confirmed, being yet dependent on wood density. Considering the importance of this property as a tool in the wood classification process, this paper had the main objective of studying the relationships between the hardness in these two orthotropic directions (parallel and normal to grain). The tests were conducted on the Material Tests Laboratory of Rural Engineering Department – College of Agronomic Sciences – Sao Paulo State University – UNESP – at Botucatu, using the 48 sleepers (railroad cross ties). The two tests (parallel and normal hardness) were made using the same specimen, respecting the punctual aspect of the test and decreasing influences of local variation in wood properties. The average relationship between the two properties ($f_{H90,12}/f_{H0,12}$) was equal to 1,00, with minimum value equal to 0,59 and maximum equal to 1,46. The results also revealed that the relationship increases with density increases, with special prominence of *Eucalyptus citriodora*, which presented the highest density in the sample.

Keywords: wood, sleepers, Janka harness, mechanical resistance.

1. INTRODUÇÃO

No caso particular das aplicações da madeira para fins estruturais, o eucalipto revela suas potencialidades. Utilizando-se de procedimentos preconizados pela NBR 7190/97 – norma brasileira para o projeto de estruturas de madeira ABNT (1997), verifica-se, através de resultados médios de propriedades mecânicas que, não raras vezes, algumas espécies desse gênero atingem a mais elevada classe de resistência (Classe C60, equivalente a uma resistência à compressão de 60 MPa), como é o caso do *Eucalyptus citriodora*. Nessas situações, a espécie equipara-se a outras nativas de grande importância econômica como é o caso do Jatobá (*Hymenaea spp*) e da Sucupira (*Diplotropis spp*).

Do ponto de vista de seu comportamento mecânico, a madeira, devido a suas características anatômicas e fisiológicas, apresenta uma elasticidade ortotrópica, isto é, possui comportamento diferenciado em três direções principais (longitudinal, radial e tangencial). Simplificadamente, por conta da grande proximidade de comportamento entre as direções radial e tangencial, pode-se admitir comportamento diferenciado em duas direções básicas: paralela às fibras (longitudinal) e normal às fibras (radial e tangencial).

Por essa razão, o código normativo apresenta parâmetros médios de desempenho mecânico do material sempre referenciado a essas duas direções principais. Complementarmente, fornece relações médias das propriedades mecânicas consideradas nas duas direções principais. No caso geral, a resistência mecânica na direção normal às fibras é da ordem de 25% da resistência obtida na direção paralela às fibras.

Dentre as diversas propriedades mecânicas empregadas como ferramentas para avaliação da qualidade da madeira e de seu potencial tecnológico tem ganhado destaque o uso da dureza Janka. De forma semelhante aos ensaios de dureza em outros materiais (Dureza Shore, Brinell), a dureza Janka avalia a resistência oferecida pela madeira à penetração superficial de uma pequena esfera de aço, constituindo-se num ensaio simples, rápido, de fácil realização em condições de campo e com boas correlações com a resistência à compressão paralela às fibras da madeira, IBAMA (1993) e COLENCI (2002), referência maior na classificação estrutural deste material.

Além da compressão – paralela e normal – a dureza na madeira possui correlação direta com a densidade do material, principalmente quanto à comparação dos resultados obtidos nos dois principais planos ortotrópicos, normal e paralelo. MÖRAT (1932), nos estudos desta propriedade observou que a razão entre a dureza paralela e normal ($f_{H0,12}/f_{H90,12}$), avaliadas na mesma amostra, decresce com o aumento da densidade.

Segundo BODIG e JAYNE (1993) os valores obtidos nos ensaios de dureza servem de importante ferramenta na caracterização das espécies.

A NBR 7190/97 (ABNT, 1997), não especifica nem sugere valores para a correlação existente entre a dureza paralela e normal às fibras da madeira. Numa análise simplista da questão poder-se-ia, por extensão do raciocínio utilizado na avaliação de outras propriedades, supor que essa relação fosse da ordem de 25%.

COLENCI (2002), em estudos preliminares sobre o assunto, constatou que a esperada relação de 25% entre as durezas normal (f_{H90}) e paralela às fibras (f_{H0}) — $f_{H90}/f_{H0} \approx 0,25$ — aos moldes do que acontece efetivamente com outras propriedades, não se confirmou. Os valores