Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira
XVIII EBRAMEM
05 a 07 de maio de 2025
Curitiba, Paraná, Brasil

ANÁLISE NÃO DESTRUTIVA PARA DETERMINAÇÃO DE DUREZA DE MADEIRA EM CAMPO

Cassiano Souza[1]*, Takashi Yojo[1]; Maria José A. C. Miranda[1]; Suelem M. F. Macena[1]
*Autor de contato: cassianos@ipt.br

[1] Laboratório de Tecnologia e Desempenho de Sistemas Construtivos, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, Brasil

RESUMO

O uso de dormentes de madeira é significativo no setor ferroviário, com produção em diversas partes do Brasil. A seleção de peças que atendam aos critérios definidos na norma brasileira NBR 7511 ainda em campo traz inúmeras vantagens, em termos de custos e prazos. O desenvolvimento e a utilização de equipamentos portáteis, capazes de avaliar o material no próprio fabricante torna-se uma necessidade. Neste contexto é fundamental garantir e demonstrar a qualidade dos resultados destes equipamentos. O presente trabalho analisa o uso de um durômetro portátil, equipamento utilizado para determinação da dureza Janka. Os resultados de quatro unidades de durômetros (D_1, D_2, D_3 e D_4) foram comparadas com um equipamento de referência calibrado, obtendo-se os coeficientes de correlação D_1 = 0,9744, D_2 = 0,9626, D_3 = 0,9798 e D_4 = 0,9831. A análise estatística entre os equipamentos, realizada através de comparação de médias por análise de variância apresentou $F_{3,106,5\%}$ = 1,12, demonstrando não haver diferença estatística significativa entre equipamentos. Assim, o durômetro portátil apresenta-se como uma alternativa viável para determinação da dureza Janka em campo.

Palavras-chave: dureza Janka; equipamento portátil; análise estatística; qualidade; madeira.

ABSTRACT

The use of wooden sleepers is significant in the railway sector, with production in several parts of Brazil. The selection of parts that meet the criteria defined in the Brazilian standard NBR 7511 while still in the field brings numerous advantages, in terms of costs and deadlines. The development and use of portable equipment, capable of evaluating the material at the manufacturer itself, becomes a necessity. In this context, it is essential to guarantee and demonstrate the quality of the results for these equipment. The present work analyzes the use of a portable durometer, equipment used to determine Janka hardness. The results from four hardness measurement units (D_1, D_2, D_3 and D_4) were compared with calibrated reference equipment, obtaining the correlation coefficients D_1 = 0.9744, D_2 = 0.9626, D_3 = 0.9798 and D_4 = 0.9831. The statistical analysis between the equipment, carried out through comparison of means by analysis of variance, presented F3,106.5% = 1.12, demonstrating that there was no significant statistical difference between equipment. Thus, the portable hardness tester presents itself as a viable alternative for determining Janka hardness in field.

Keywords: Janka hardness; portable equipment; statistical analysis; quality; wood.

1. INTRODUÇÃO

A madeira com função estrutural está presente no setor ferroviário desde sua origem, na forma de dormentes. Sua presença ainda é de vital importância para o setor. Estima-se que a malha de ferrovias nacionais possui cerca de 3,8 milhões de toneladas de madeira em forma de dormentes (Sena, 2016). Estudos mostram que o uso da madeira como dormente ferroviário se mantém devido à sua disponibilidade, experiência das equipes com o material, compatibilidade dos equipamentos existentes em via, simplicidade na sua fabricação, manuseio e baixo custo frente a outros materiais (Carrasco; Passos; Mantilla, 2012).

A qualidade da madeira utilizada é fundamental para a manutenção do sistema sendo primordial o conhecimento das características mecânicas do material. A norma brasileira de dormentes NBR 7511 estabelece valores para as propriedades mecânicas, classificando-a em madeira de primeira ou segunda classe, para que a madeira possa ser utilizada como dormente (ABNT, 2013). Dentre as propriedades indicadas encontra-se a dureza Janka, determinada pela tensão que, atuando em uma das faces de um corpo de prova prismático, produz a penetração de uma semiesfera de aço com área diametral de 1 cm2 (ABNT, 2022). A dureza Janka mostrou-se um estimador de outras propriedades físicas e mecânicas tais como densidade aparente e resistências à compressão e flexão, tanto para madeiras nativas (Yojo *et al.*, 2020) (Lahr *et al.*, 2010), quanto para eucalipto (Yojo *et al.*, 2019).

Modelos de equipamentos portáteis para avaliações da madeira em campo tornam-se cada vez mais comuns (Ballarin; Colenci; Palma, 2010) e o uso de equipamentos deste porte para determinação da dureza Janka, um método simples e não destrutivo, mostra-se adequado para identificar se a madeira apresenta características adequadas para uso como dormente.

Entretanto, o prestador de serviço deve primar pela confiabilidade e garantia da qualidade dos resultados, satisfazendo as necessidades e expectativas dos clientes. Para atendimento a essas premissas deve-se atentar para a reprodutibilidade do método, quando se observam diferentes equipamentos e/ou diferentes operadores.

Este trabalho considera o uso de durômetros em campo para determinação da dureza pelo método Janka, através de análise estatística, considerando-se diferentes equipamentos, buscando-se a demonstração da garantia da qualidade de resultados.

2. OBJETIVOS

Este trabalho teve os objetivos apresentados a seguir:

- Analisar a viabilidade de uso do durômetro em campo;
- Analisar o comportamento dos equipamentos utilizados em campo frente a um equipamento de fixo em laboratório (referência);
- Demonstrar que os resultados obtidos por diferentes equipamentos são estatisticamente equivalentes.