



DESENVOLVIMENTO DE UM DURÔMETRO PORTÁTIL PARA MADEIRAS COM O USO DE TRANSDUTOR DE DESLOCAMENTO

¹Adriano Wagner Ballarin(awballarin@fca.unesp.br),¹Albert de Assis(albert_assis@fca.unesp.br),
²Rogério Pinto Alexandre (rpalexandre@fca.unesp.br)

¹Faculdade de Ciências Agrônômicas – FCA/Unesp
Departamento de Engenharia Rural, Botucatu-SP, Brasil

²Instituto Federal de São Paulo – IFSP Campus Birigui
Departamento de Informática, Birigui-SP, Brasil

RESUMO: A propriedade mecânica denominada dureza é largamente utilizada na especificação de materiais. Especificamente para a madeira, utiliza-se tradicionalmente o ensaio de dureza Janka, que avalia a relação entre uma força de penetração superficial de uma pequena esfera de aço na madeira e a endentação promovida por esta esfera. Mais recentemente, estudos internacionais têm relatado o uso de dureza Brinell para avaliação da dureza da madeira em condições de campo, principalmente devido à menor magnitude das forças envolvidas. Duas gerações de um equipamento portátil com este objetivo – durômetro portátil para madeiras - já foram desenvolvidas pelo Grupo de Pesquisa em Produtos Florestais da FCA / UNESP - Botucatu, para avaliação dinâmica da dureza. Este trabalho apresenta os resultados obtidos no desenvolvimento da terceira geração do durômetro portátil, que utiliza transdutor de deslocamento a fim de automatizar a avaliação da endentação na madeira. Os ensaios funcionais do equipamento foram realizados usando-se sete espécies de eucalipto e revelaram associação moderada para forte com o ensaio convencional de dureza Janka ($R^2=0,86$) e forte associação com o ensaio de dureza Janka operado com endentação de 2,82 mm ($R^2=0,91$), confirmando o potencial de uso do equipamento na classificação da madeira.

Palavras Chave: dureza Janka, dureza Brinell, equipamento portátil, transdutor de deslocamento

DEVELOPMENT OF A PORTABLE HARDNESS TESTER FOR WOOD USING DISPLACEMENT TRANSDUCER

ABSTRACT: Hardness is largely used in material specifications. Specifically for timber, Janka hardness is traditionally performed by quantifying the necessary force to promote a predefined indentation of a small steel sphere in wood, in a simple, quick and easy test. More recently, international studies have reported the use of Brinell hardness for timber quality assessment in field conditions, especially due to the lower magnitude of the involved force. Two generation of portable equipment with these purposes were already developed by the Research Group on Forest Products from FCA/UNESP, Brazil for dynamic evaluation of hardness, with very good correlations with Janka hardness and several other mechanical properties of the material. This paper presents results obtained in the development of the third generation of this equipment, which uses displacement transducer in order to automate the indentation evaluation in wood. Functional tests of the equipment were carried out using seven species of Eucalyptus. Results already obtained revealed moderate to strong correlation to conventional Janka hardness ($R^2=0,86$) and strong correlation to Janka hardness test performed with half indentation - 2.82 mm ($R^2=0,91$), confirming the potential of the equipment in the classification of wood.

Keywords: Janka hardness, Brinell hardness, portable equipment, displacement transducer

1. INTRODUÇÃO

A dureza é amplamente utilizada na especificação de materiais. Dentre as propriedades de resistência da madeira, a dureza revela suas potencialidades (boa correlação com outras propriedades mecânicas e facilidade de aplicação) e pode ser usada como ferramenta na classificação das espécies florestais (IBAMA, 1993; COLENCI, 2002).

Os métodos para avaliação da dureza da madeira são divididos em dois grupos (HOLMBERG, 2000). No primeiro grupo a dureza é medida pela força requerida para promover a penetração (endentação) de uma peça – uma esfera, por exemplo – com deformação previamente determinada. No segundo grupo, é medida a deformação provocada por um instrumento de dimensão e carga de endentação pré-estabelecidos. As dimensões e formatos das peças utilizadas, bem como a magnitude das forças envolvidas no ensaio, são determinados pelo método adotado.

Para avaliação da dureza na madeira, considerando suas propriedades visco-elásticas, especialmente sua resiliência e a baixa relação entre o módulo de elasticidade e a tensão de plastificação perpendicular à grã (E/Y), pode-se facilmente notar uma melhor apropriação do ensaio de dureza Janka quando comparado com o ensaio Brinell. Quando a força que promove a endentação é removida, o material automaticamente recupera a parte elástica da deformação total promovida, e, para o ensaio de dureza Brinell, a avaliação da endentação (normalmente o diâmetro de uma calota esférica na superfície do material) pode ser imprecisa, a não ser que a medição fosse realizada imediatamente após a remoção da força.

Apesar da melhor apropriação do ensaio de dureza Janka para medição da dureza na madeira, alguns pesquisadores (COLENCI, 2006; BEKTAS et al., 2001) tem sugerido o método Brinell para avaliação da dureza da madeira em condições de campo, considerando a baixa magnitude das forças envolvidas na endentação e a dificuldade de se controlar a profundidade de penetração da esfera metálica requerida no ensaio de dureza Janka.

Duas gerações de um equipamento portátil com este objetivo já foram desenvolvidas pelo Grupo de Pesquisa em Produtos Florestais da FCA / UNESP - Botucatu, para avaliação dinâmica da dureza na madeira – Durômetro Portátil para Madeiras – DPM.

A primeira geração deste equipamento foi reportada como um instrumento de baixo custo – quando comparado com as alternativas comerciais disponíveis – e com grande funcionalidade de operação; além disso, apresentou boa correlação com os resultados de dureza Janka e boa performance no processo de classificação de madeiras (COLENCI, 2006; BALLARIN et al., 2010; BALLARIN et al., 2012).

A segunda geração foi desenvolvida com o objetivo principal de automatizar a leitura da endentação por meio de acelerômetros. Os resultados também revelaram a possibilidade de associação da aceleração, velocidade e deslocamento do equipamento com propriedades visco-elásticas da madeira (BALLARIN et al., 2012), porém algumas limitações foram observadas, impostas principalmente pela técnica indireta de avaliação da endentação utilizada (por integração).

Não foram encontrados registros de equipamentos com propósito - avaliação da dureza na madeira - e princípio de funcionamento semelhantes na literatura internacional.

Este trabalho apresenta os resultados obtidos no desenvolvimento da terceira geração do Durômetro Portátil – DPM3, que utiliza transdutor de deslocamento a fim de automatizar a avaliação da endentação na madeira.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O Durômetro Portátil para Madeiras - DPM3 (Fig. 1) – patente requerida – é um equipamento eletro-mecânico que opera com princípio similar ao utilizado no ensaio de dureza Brinell, ou seja, uma ponteira com formato esférico e diâmetro conhecido é endentada na madeira com o uso de uma energia conhecida. Neste caso, a energia mobilizada para a promoção da endentação é obtida pela queda livre de uma massa, e a