



CORRELAÇÕES ENTRE IMPACTO ESCLEROMÉTRICO E RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DA MADEIRA

¹Nádia S. da Veiga (nadiasveiga@gmail.com), ¹Julio Soriano (julio.soriano@feagri.unicamp.br),
¹Ingrid Z. Martins (ingrid.martins@feagri.unicamp.br), ¹Alex J. Trinca (ajtrinca@mxbr.com.br)

¹Universidade Estadual de Campinas

Faculdade de Engenharia Agrícola, Laboratório de Ensaio Não Destrutivos
Avenida Cândido Rondon, 501 – Distrito de Barão Geraldo
13083-875 – Campinas - SP

RESUMO: Os ensaios não destrutivos (END) da madeira são de grande importância por prescindir da extração de corpos de prova, com aplicações *in situ*. Pesquisas buscam correlações de resultados dos END com a resistência da madeira. Neste trabalho, com o objetivo de contribuir com novas técnicas de END foram correlacionados resultados da esclerometria com a resistência à compressão paralela e normal às fibras, empregando-se, para tanto, três espécies com resistências distintas: *Dipteryx odorata*, *Apuleia leiocarpa* e *Cedrela ssp.* Foram utilizadas 12 peças prismáticas de cada espécie, com dimensões 80 mm x 200 mm x 300 mm, extraídas de pranchas distintas. Para aplicação dos impactos esclerométricos cada prisma foi fixado em uma máquina de ensaios, com impactos aplicados nas três direções anatômicas da madeira: 18 impactos na direção radial, e 10 nas direções longitudinal e tangencial. De cada prisma foi extraído um corpo de prova para obtenção da resistência à compressão paralela e outro para a resistência à compressão normal às fibras, conforme ABNT NBR 7190 (1997). Com os resultados dos ensaios foram obtidas as relações constitutivas, com ajustes lineares e exponenciais, que mostrou ser possível a estimativa da resistência à compressão da madeira pelo método esclerométrico.

Palavras Chave: ensaio não destrutivo, Garapa, Cedro, Cumaru.

CORRELATIONS BETWEEN ESCLEROMETRIC IMPACT AND COMPRESSIVE STRENGTH OF WOOD

ABSTRACT: The nondestructive testing (NDT) of wood are important by dispense the extraction of specimens, with *in situ* applications. Researches seek correlations to the NDT results with strength of wood. In this paper, aiming to contribute new NDT techniques were correlated the esclerometer test results with compressive strength parallel and compressive strength perpendicular to grain, using three species with different strength: *Dipteryx odorata*, *Apuleia leiocarpa* and *Cedrela ssp.* Were used 12 prismatic specimens for each species, with dimensions of 80 mm x 200 mm x 300 mm, taken from different boards. For the purposes of esclerometric impacts each prism was fixed in a testing machine, with impacts applied on the three anatomical directions of wood: 18 impacts on the radial direction, and 10 on longitudinal and tangential directions. Of each prism was extracted a specimen for obtaining compressive strength parallel and another for the compressive strength perpendicular to grain, according to ABNT NBR 7190 (1997). Through the test results constitutive relations have been established by linear and exponential adjustments, which proved to be possible to estimate the compressive strength of wood by esclerometer test methods.

Keywords: nondestructive testing, Garapa, Cedar, Cumaru.

1. INTRODUÇÃO

A utilização da madeira em concepções estruturais depende da conformidade de suas propriedades aos valores de resistência estabelecidos em projeto. A ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT - NBR 7190 (1997) descreve resistência como a capacidade da madeira de suportar tensões. Para determinação da resistência, convencionalmente são realizados ensaios em laboratório com corpos de prova livres de defeitos. A madeira por ser um material natural, apresenta grandes variabilidades nas suas propriedades, mesmo quando isenta de defeitos (UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE, USDA, 2010).

O ensaio de compressão consiste na aplicação de uma força a um corpo de prova padronizado com seção transversal de 50 mm x 50 mm até que se atinja a ruptura ou deformação específica excessiva. Para o ensaio de resistência à compressão paralela às fibras o comprimento do corpo de prova é de 150 mm, na direção longitudinal, enquanto que para o ensaio de resistência à compressão normal às fibras o comprimento é de 100 mm, na direção perpendicular às fibras.

WILCOX (1978) mostra que anteriormente à década de 70, já eram realizados estudos com uso da compressão normal às fibras, porém poucos pesquisadores realizavam pesquisas sobre a resistência paralela às fibras da madeira. MIZUMOTO (1966), por exemplo, foi um dos primeiros pesquisadores a utilizar o ensaio de compressão paralela às fibras, em uma pesquisa com objetivo de determinação do módulo de elasticidade de peças de *Japanese Red Pine*.

Ao longo do tempo surgiu a necessidade de inspeção *in situ*, para a qual é ideal o uso de métodos não destrutivos, rápidos e com uso de equipamentos leves. Alguns métodos não destrutivos já foram estudados para utilização na determinação das propriedades mecânicas da madeira. Um exemplo é o equipamento Fractometro, utilizado por MATTECH *et al.* (1995), que mostraram o possível uso para determinação de resistência em espécies de coníferas e folhosas, com um furo de apenas 5 mm de diâmetro na árvore. O Fractometro também foi utilizado por CHIU *et al.* (2006) na determinação de resistência da espécie Taiwaniana (*Taiwania cryptomerioides* Hay), onde comprovaram que o equipamento é rápido e permite a obtenção da resistência ao esmagamento causando um dano mínimo à amostra.

Outro método não destrutivo utilizado na determinação de propriedades da madeira é a espectroscopia por infravermelho próximo (NIR). O método foi utilizado para determinação de propriedades mecânicas da madeira por GINDL *et al.* (2001), que ao correlacionarem os resultados do NIR a resistência à compressão obtiveram coeficiente de determinação (R^2) superiores a 0,90. HEDRICK *et al.* (2004), obtiveram coeficientes R^2 da ordem de 0,83 ao correlacionarem resultados da espectroscopia e o módulo de elasticidade.

A esclerometria é um método de ensaio não destrutivo utilizado para avaliação da homogeneidade de peças de concreto, com aplicações em campo. O equipamento portátil é composto por um sistema mola-martelo e uma haste. A haste é pressionada contra o material inspecionado e quando é atingido o curso máximo a mola do sistema é disparada, registrando a porcentagem da energia restituída em relação à energia aplicada. Os procedimentos para ensaios em concreto são normatizados por ABNT NBR 7584 (1995).

O método esclerométrico foi preliminarmente aplicado à madeira por SORIANO *et al.* (2011), que ao pesquisarem um lote de *Eucalypto saligna* concluíram que a esclerometria apresentou tendência adequada à utilização na classificação de madeiras. Levando-se em conta que os corpos de prova foram extraídos de uma única espécie e em condições de madeira verde, concluíram que os resultados esclerométricos foram diferentes para as três direções anatômicas da madeira e, que os resultados obtidos pela esclerometria podem ser correlacionados aos resultados de compressão paralela, com coeficiente de determinação igual a 92,4%. Entretanto, tal correlação não se mostrou tão significativa para as direções normais às fibras.

No presente trabalho objetivou-se avaliar a existência de correlações entre os resultados da esclerometria e dos ensaios à compressão paralela e normal às fibras para três espécies folhosas.