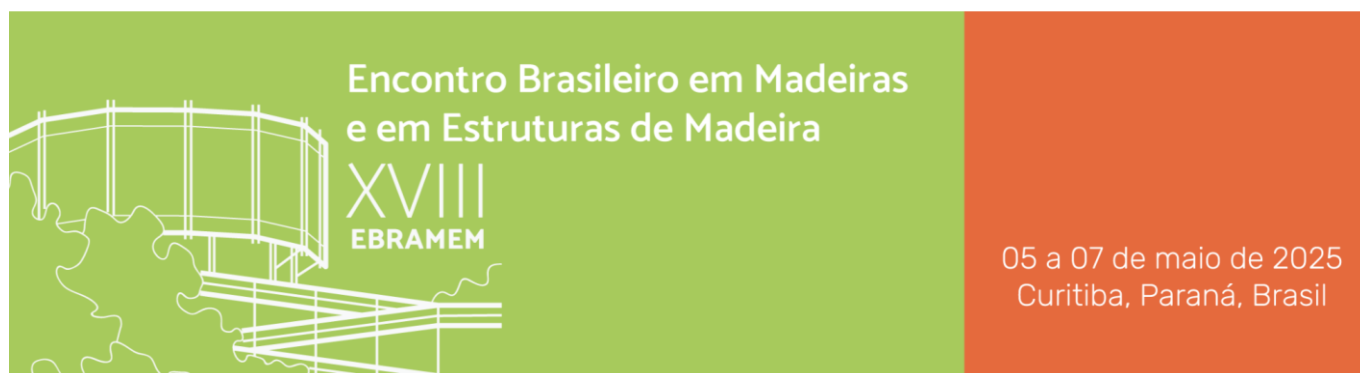




MÉTODOS NÃO DESTRUTIVOS PARA AVALIAÇÃO E MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE TELHADOS DE MADEIRA EM PATRIMÔNIOS HISTÓRICOS

Ana Lúcia Crespo Oliveira^{1*}, Rayane Gomes Costa¹; Edgar Vladimiro Mantilla Carrasco¹

* Autor de contato: anacrespo.oliveira@gmail.com

¹Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil

RESUMO

A preservação de edificações históricas exige uma avaliação precisa das condições estruturais e fitossanitárias de seus elementos. Ausência de identificação das propriedades das madeiras presentes nas estruturas prejudicam o diagnóstico. Este estudo apresenta uma proposta para estimar a densidade relativa e a integridade estrutural de elemento de madeira. A metodologia inclui a utilização combinada de dois métodos de ensaios não destrutivos: penetração por impacto e ondas de estresse. A pesquisa avaliou dados de penetração em madeiras de nove espécies folhosas de média a alta densidades, que possibilitou definir uma equação para estimar a densidade aparente de madeiras com coeficiente de correlação de 88,50% e coeficiente ajustado de 86,86%. A equação foi utilizada para estimar a densidade da madeira de elemento estrutural bastante deteriorado que foi, na sequência, submetido a ensaios de ondas de estresse, o qual indicou deteriorações de 27%, 23% e 12% em três seções pré-definidas. Os resultados obtidos indicam que a metodologia integrada proposta é eficaz para diagnósticos preventivos, permitindo intervenções mais assertivas e a preservação do patrimônio edificado.

Palavras-chave: conservação de patrimônio histórico; telhados de madeira; ensaios não destrutivos; manutenção preventiva; tomografia acústica.

ABSTRACT

The preservation of historic buildings requires an accurate assessment of the structural and phytosanitary conditions of their elements. Failure to identify the properties of the wood present in the structures hinders the diagnosis. This study presents a proposal to estimate the relative density and structural integrity of a wooden element. The methodology includes the combined use of two non-destructive testing methods: impact penetration and stress wave. The research evaluated penetration data in wood from nine medium to high density hardwood species, which made it possible to define an equation to estimate the apparent density of wood with a correlation coefficient of 88.50% and an adjusted coefficient of 86.86%. The equation was used to estimate the density of the wood of a highly deteriorated structural element that was subsequently subjected to stress wave tests, which indicated deterioration of 27%, 23% and 12% in three pre-defined sections. The results obtained indicate that the proposed integrated methodology is effective for preventive diagnostics, allowing more assertive interventions and the preservation of the built heritage.

Keywords: historical heritage conservation; wooden roofs; non-destructive testing; preventive maintenance; acoustic tomography.

1. INTRODUÇÃO

A madeira é um dos materiais mais utilizados em coberturas de edificações históricas brasileiras. Segundo Carrasco *et al.* (2024), os telhados não apenas protegem os edifícios das intempéries, mas também fornecem coesão estrutural entre alvenaria e vigas, contribuindo para a segurança e integridade dos ocupantes, além de garantirem que esses edifícios continuem a desempenhar um papel ativo na sociedade. Contudo, a durabilidade dessas estruturas encontra-se constantemente ameaçada por diferentes agentes que aceleram o processo de degradação.

O Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN, 2020) enfatiza a importância de uma abordagem criteriosa e planejada para a manutenção de edificações tombadas. Penagos *et al.* (2024) e Thibaut *et al.* (2024) destacam a relevância da investigação de características físicas e diversas propriedades das madeiras históricas presentes nas edificações para previsão das propriedades necessárias aos materiais em futuras obras de manutenção e restauração. Segundo Ross; Pellerin (1994), a avaliação não destrutiva de materiais é a ciência de identificar propriedades físicas e mecânicas de uma amostra de material sem alterar suas capacidades de uso final utilizando técnicas de ensaios não destrutivos (END) para fornecer informações precisas referentes às propriedades, desempenho ou condição do material em estudo.

A utilização de técnicas de END é especialmente relevante em estruturas de madeira onde a deterioração interna pode comprometer gravemente a integridade da edificação (Carrasco; Mantilla, 2024). Dentre as técnicas de END, destacam-se a técnica de penetração por impacto e a técnica por ondas de estresse, que inclui a tomografia acústica. As medições de resistência à penetração com um dispositivo Pilodyn, conforme Tannert *et al.* (2014), representam um método de teste simples e rápido para determinar as condições da madeira na superfície e em uma profundidade limitada. Enquanto a tomografia acústica, segundo Dackermann; Crews; Kasal (2013), pode ser aplicada a elementos estruturais de madeira para investigação de heterogeneidades que afetam a resistência e provocam danos.

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho de pesquisa é apresentar uma proposta de metodologia para estimativa da densidade e da integridade estrutural de uma linha alta de madeira, com alto estágio de deterioração, a partir da combinação das técnicas de END de penetração por impacto e de ondas de estresse. A partir dos resultados, discute-se a importância de estratégias de manutenção preventiva como uma abordagem indispensável para a preservação de patrimônios históricos construídos no Brasil.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Conservação e manutenção preventiva do patrimônio histórico brasileiro

A conservação é considerada uma ação preventiva com o objetivo de retardar a degradação e dificultar desgastes, priorizando mecanismos mais precisos para a conservação dos bens