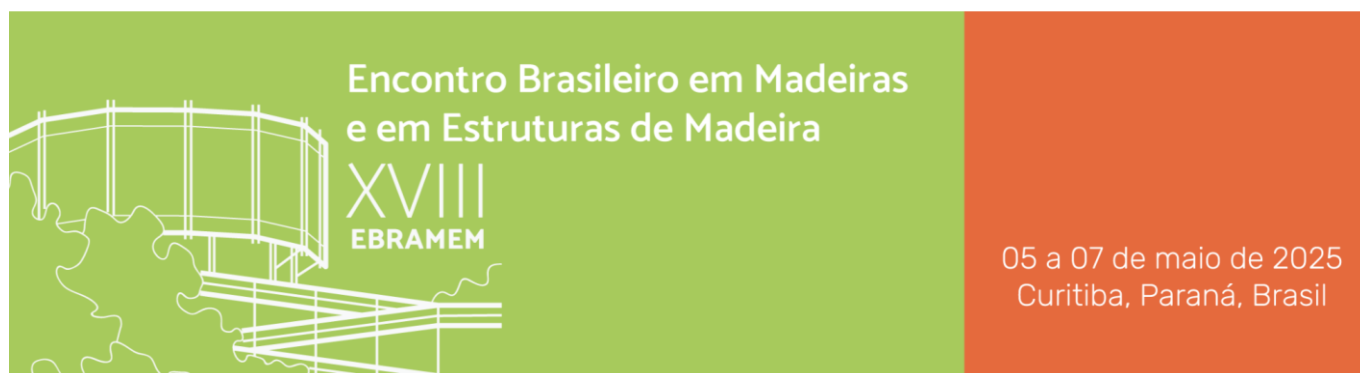




O USO DO PILODYN PARA A DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DA ESPÉCIE *APULEIA LEIOCARPA*

Suelem Maurício Fontes Macena^{1,2*}, Fabiana Lopes de Oliveira¹ e Takashi Yojo²

*Autor de contato: suelemmacena@usp.br, sumacena@ipt.br.

¹ Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil

² Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, Brasil

RESUMO

Métodos não destrutivos são úteis para a caracterização da madeira e imprescindíveis na avaliação de estruturas de madeira, especialmente quando se trata de patrimônio histórico, onde a preservação do elemento é essencial. A densidade é uma propriedade importante e necessária nesses tipos de avaliação, podendo ser obtida por meio do equipamento Pilodyn, que praticamente não compromete a integridade do elemento analisado. O objetivo deste estudo é avaliar a correlação entre a densidade da espécie *Apuleia leiocarpa*, obtida pelo método convencional, e os parâmetros obtidos por meio do Pilodyn, como a profundidade de penetração e o valor da escala. Foram utilizados quarenta e quatro corpos de prova, nos quais foram determinados o valor da densidade e do teor de umidade, conforme a ABNT NBR 7190-3 (2022), além da profundidade de penetração e do valor da escala obtidos com o uso do Pilodyn. Os resultados mostraram uma correlação negativa entre densidade e a profundidade de penetração, com R^2 igual a 0,56, e uma correlação positiva entre a densidade e o valor da escala, com R^2 igual a 0,46. O teste do coeficiente de correlação evidenciou a existência de correlação entre estes parâmetros. Com isso, conclui-se que o Pilodyn se mostra uma alternativa prática com potencial para a avaliação da densidade de elementos estruturais de madeira de edificações históricas.

Palavras-chave: Pilodyn; método não destrutivo; madeira; densidade.

ABSTRACT

Non-destructive methods are useful for wood characterization and essential in the assessment of wooden structures, especially when it comes to historical heritage. Density is an important and necessary property in these types of assessments, and can be obtained using the Pilodyn device, which practically does not compromise the integrity of the analyzed element. The aim of this study is to evaluate the correlation between the density of the species *Apuleia leiocarpa* obtained by the conventional method and the parameters obtained through the Pilodyn, such as penetration depth and scale value. Forty-four specimens were used, in which density value and moisture content were determined according to ABNT NBR 7190-3 (2022), in addition to the penetration depth and the scale value obtained with the use of the Pilodyn. The results showed a negative correlation between density and penetration depth, with an R^2 of 0.56, and a positive correlation between density and scale value, with an R^2 of 0.46. The correlation coefficient test evidenced the existence of a correlation between these parameters. Thus, it is concluded that the Pilodyn proves to be a practical alternative with potential for assessing the density of wooden structural elements in historic buildings.

Keywords: Pilodyn; non-destructive method; wood; density.

1. INTRODUÇÃO

A avaliação da integridade de estruturas de madeira requer a análise de parâmetros como teor de umidade, resistência mecânica e densidade, essenciais para um diagnóstico adequado e para garantir a segurança estrutural. Dentre esses parâmetros, a densidade, que é uma das propriedades físicas mais importantes da madeira (Desch e Dinwoodie, 1996; Bowyer *et al.*, 2003 *Apud* Wiedenhoeft e Eberhardt, 2021), pois possui correlação com diversas outras (Senalik e Farber, 2021), é fundamental nesse contexto e relativamente simples de ser determinada em laboratório a partir de uma amostra. No entanto, em estruturas já edificadas, sobretudo as de valor histórico, a extração de amostras não é recomendável, uma vez que contraria o princípio da mínima intervenção. Assim, a utilização de uma técnica não destrutiva para essa finalidade é imprescindível, permitindo avaliar e monitorar o estado de conservação dos bens culturais sem danificá-los.

Diante dessa necessidade, um equipamento comumente utilizado para a determinação da densidade de árvores de forma não destrutiva é o Pilodyn (Görlacher, 1987; Karlinasari *et al.*, 2021; Xianyin *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2019; Chen *et al.*, 2015; Pádua *et al.*, 2019; Pecegueiro *et al.* 2022), porém ainda pouco explorado em avaliação de estruturas edificadas (Teder *et al.*, 2011; Rohanová, 2020; Cunha, 2013), principalmente no caso de construções relacionadas ao patrimônio histórico brasileiro.

Resultados animadores de correlação entre a densidade e a profundidade de penetração obtida com o Pilodyn foram encontrados por Chen *et al.* (2015), que avaliaram árvores e obtiveram um R^2 de 0,99; por Karlinasari *et al.* (2021), que avaliaram 25 espécies indonésias de angiospermas e obtiveram um R^2 de 0,50 na direção longitudinal, R^2 de 0,58 na direção radial e R^2 de 0,65 na direção tangencial; por Pecegueiro *et al.* (2022), que avaliaram a balsa e obtiveram um R^2 de 0,46 na base e R^2 de 0,72 em pontos mais altos ao longo do tronco; e por Teder *et al.* (2011), que obtiveram um R^2 de 0,4866 em seu estudo com enfoque na avaliação estrutural. Essas correlações apresentam-se de moderadas a muito fortes, e essa variação nos resultados pode ocorrer em função de uma série de fatores como o tamanho da amostra, a espécie, a direção avaliada e o desvio do ângulo de posicionamento do equipamento.

Embora seja um equipamento simples e avalie apenas a porção mais externa dos elementos de madeira, o Pilodyn se destaca como um método não destrutivo, capaz de fornecer uma estimativa quantitativa da densidade da madeira sem comprometer a integridade dos elementos estruturais. Os resultados encontrados na literatura sobre sua correlação com a densidade, aliados à sua praticidade de manuseio — por ser leve, de fácil aplicação e não exigir energia elétrica ou baterias —, demonstram seu potencial para inspeções em campo, especialmente em edifícios tombados, onde a mínima intervenção é essencial.

A espécie *Apuleia leiocarpa* foi escolhida para este estudo devido à sua comum aplicação em estruturas de telhado de edificações no contexto geral e também históricas, substituindo