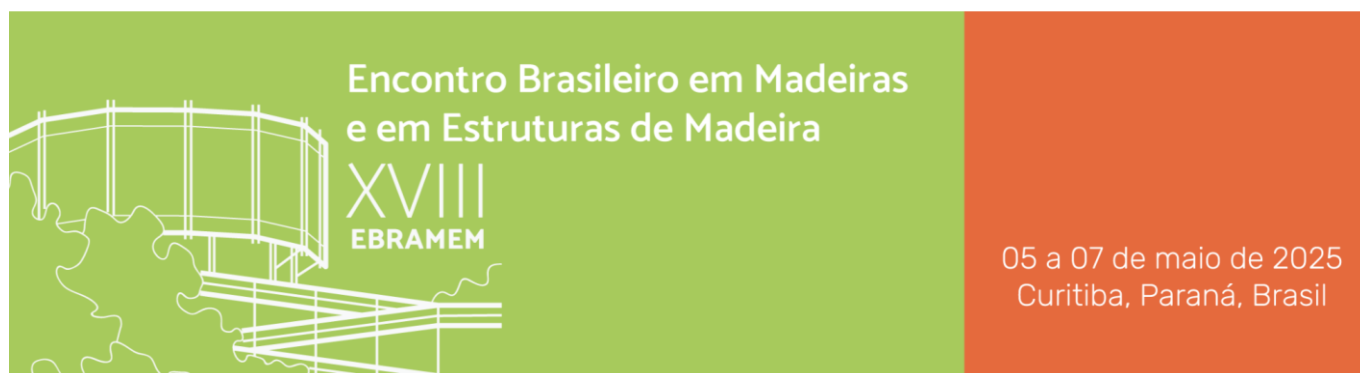




ENSAIO DE FLEXÃO ESTÁTICA COMO ALTERNATIVA AO ENSAIO DE IMPACTO NA FLEXÃO PARA MEDIÇÃO DA TENACIDADE NA MADEIRA DE CAMBARÁ ROSA

José Ricardo Gabriel Kuniyoshi^{1*}; Clara Gaspar Fossi de Souza² e Francisco Antonio Rocco Lahr³

*Autor de contato: josericardogk@gmail.com

¹ Departamento de Engenharia de Estruturas, Universidade de São Paulo, São Carlos, Brasil

² Departamento de Engenharia de Materiais, Universidade de São Paulo, São Carlos, Brasil

³ Departamento de Engenharia de Estruturas, Universidade de São Paulo, São Carlos, Brasil

RESUMO

O método de ensaio de impacto na flexão, conforme previsto pela NBR 7190-3 (ABNT, 2022), é utilizado para a determinação da tenacidade da madeira, que corresponde à propriedade do material em absorver energia até seu ponto de ruptura. Entretanto, as máquinas de pêndulo, geralmente utilizadas para o ensaio de impacto na flexão, são pouco comuns nos laboratórios brasileiros, de tal forma que a tenacidade tem sido pouco utilizada para caracterização da madeira. Esse trabalho buscou verificar a existência de uma relação entre a tenacidade medida por meio da área sob a curva do gráfico de força-deflexão no ensaio de flexão estática com a tenacidade medida pelo ensaio de impacto na flexão, em corpos de prova da madeira tropical de Cambará Rosa (*Erismia sp.*). Os resultados mostraram que não há diferença estatisticamente significativa entre os valores médios de tenacidade medidos pelos dois métodos de ensaio. Isso pode proporcionar uma simplificação do método previsto pela NBR 7190-3 (ABNT, 2022), uma vez que possibilita a determinação da tenacidade pelo ensaio de flexão estática, dispensando a necessidade do uso de máquinas de pêndulo.

Palavras-chave: tenacidade; impacto na flexão; flexão estática; Cambará Rosa.

ABSTRACT

The impact bending test method, as specified by NBR 7190-3 (ABNT, 2022), is used to determine the toughness of wood, which corresponds to the material's ability to absorb energy until its breaking point. However, pendulum machines, commonly used for impact bending tests, are rare in Brazilian laboratories, resulting in toughness being underutilized for wood characterization. This study aimed to investigate the relationship between toughness measured by the area under the force-deflection curve in the static bending test and toughness measured by the impact bending test, in specimens of the tropical wood Cambará Rosa (*Erismia sp.*). The results showed no statistically significant difference between the average toughness values measured by the two test methods. This finding could simplify the method specified by NBR 7190-3 (ABNT, 2022), as it allows toughness determination through the static bending test, eliminating the need for pendulum machines.

Keywords: toughness; impact bending; static bending; Cambará Rosa.

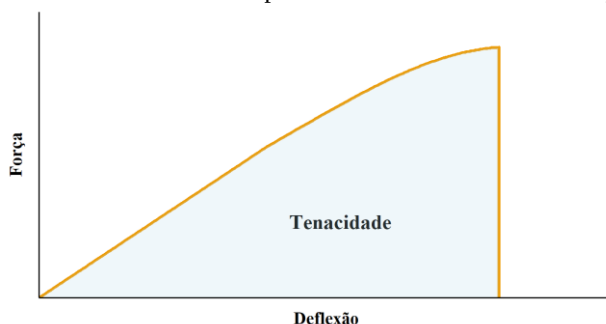
1. INTRODUÇÃO

Em geral, a tenacidade é definida como a capacidade de um material absorver energia e se deformar plasticamente antes de fraturar, o que normalmente é associado à área sob a curva de tensão-deformação até o ponto de fratura (Callister; Rethwisch, 2014). Nas principais normas de estruturas de madeira, como a NBR 7190-3 (ABNT, 2022), ASTM D143-23 (ASTM International, 2023) e ISO 13061-10 (ISO, 2017), recomenda-se que a tenacidade seja medida por meio do ensaio de impacto na flexão, realizado por meio de máquinas de pêndulo. Essas máquinas têm como princípio a transferência de energia cinética fornecida ao liberar o pêndulo, por meio de uma corrente flexível que possui um apoio de 1,8 cm em sua extremidade (Molina, 2017).

Contudo, poucos laboratórios no Brasil possuem equipamentos para a realização desse tipo de ensaio e, conseqüentemente, a tenacidade da madeira não tem sido usual para a caracterização do material (Molina, 2017). Dessa forma, vários estudos da literatura buscaram estimar a tenacidade com base em outras propriedades da madeira. Por exemplo, a tenacidade está relacionada com a densidade aparente, compressão paralela à fibra e a resistência convencional à flexão estática (Christoforo *et al.*, 2020). Por outro lado, não há uma influência significativa na magnitude da tenacidade quando medida para diferentes orientações dos anéis de crescimento para um mesmo lote de madeira (Stolf *et al.*, 2015).

Com o desenvolvimento de equipamentos mais sofisticados, a aquisição dos resultados pode ser feita de forma digital e simultânea à realização do ensaio. Dessa forma, é possível obter informações de força aplicada, deslocamento, deformação, entre outros parâmetros, a cada instante do ensaio. Isso permite que a tenacidade seja mensurada com base em curvas de força-deflexão em ensaios de flexão estática, por exemplo, como mostrado esquematicamente na Figura 1. Essa maneira de medir a tenacidade da madeira já foi abordada por outros estudos, como os de Kubojima, Okano e Ohta (2000) e de Teixeira *et al.* (2012).

Figura 1 – Tenacidade determinada a partir da área sob a curva de força vs. deflexão



Fonte: os autores.

Nesse sentido, o objetivo da presente pesquisa é verificar se existe relação entre a medição da tenacidade por meio do ensaio de impacto na flexão e do ensaio de flexão estática para peças de madeira. Caso seja observada alguma relação entre essas duas medidas, isso pode permitir uma simplificação do método da NBR 7190-3 (ABNT, 2022) para o ensaio de tenacidade.