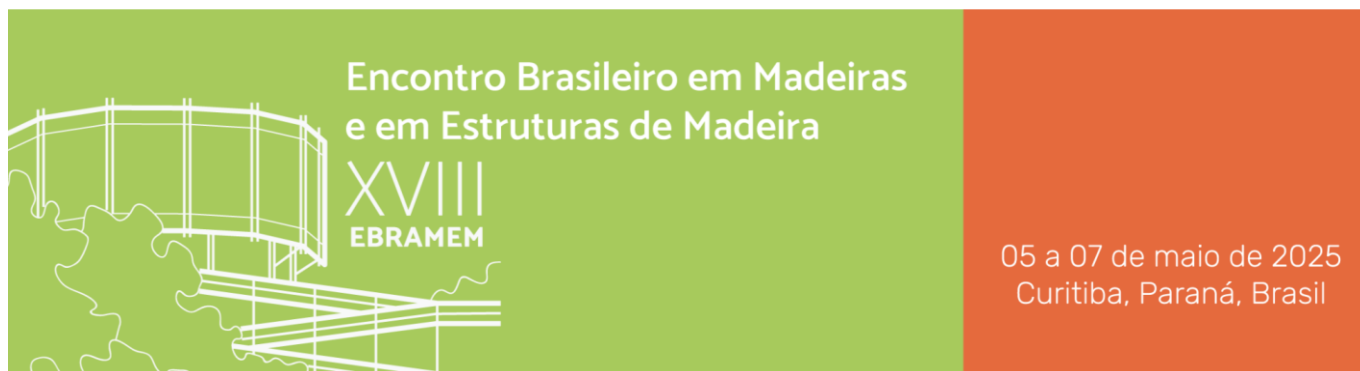




ANÁLISE DE CONFIABILIDADE DOS INTERVALOS ADOTADOS PARA DETERMINAÇÃO DO MÓDULO DE ELASTICIDADE NA FLEXÃO DA MADEIRA DE PEQUIÁ

Maira Rafaela Penazzo^{1*}, Julio Cesar Molina¹, Francisco Antonio Rocco Larh¹

*Autora de contato: maira.penazzo@gmail.com.

¹ Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, São Paulo; Brasil.

RESUMO

A NBR 7190-3 (ABNT, 2022) estabelece ensaios de flexão estática para determinar o módulo de elasticidade, essencial para verificações ELU e ELS. São aplicados dois ciclos de carregamento entre 10% e 50% da força de ruptura de um corpo de prova gêmeo (testemunho), buscando acomodação e medição no regime elástico-linear. Estudos, porém, sugerem que esses intervalos podem estar na plastificação da madeira nativa. Assim, este trabalho analisou a madeira Pequiá (*Caryocar villosum*), revelando diferenças significativas no módulo de elasticidade para intervalos menores que os normativos, o que pode indicar necessidade de revisão na metodologia da NBR 7190-3 com a finalidade de garantir segurança estrutural.

Palavras-chave: flexão simples; módulo de elasticidade; regime elástico-linear, Pequiá.

ABSTRACT

NBR 7190-3 (ABNT, 2022) establishes static bending tests to determine the modulus of elasticity, which is essential for ELU and ELS checks. Two loading cycles between 10% and 50% of the breaking strength of a twin specimen are applied, seeking accommodation and measurement in the elastic-linear regime. However, studies suggest that these intervals may be due to the plasticization of native wood. Therefore, this study analyzed Pequiá wood (*Caryocar villosum*), revealing significant differences in the modulus of elasticity for intervals smaller than the normative ones, which may indicate a need to revise the methodology of NBR 7190-3 in order to guarantee structural safety.

Keywords: simple bending; modulus of elasticity; linear elastic regime, Pequiá.

1. INTRODUÇÃO

A madeira é um material renovável e de fácil obtenção, sendo a matéria-prima mais antiga utilizada em edificações. Em conjunto com o aço e o concreto armado, a madeira é atualmente um dos materiais mais consumidos na construção de grandes estruturas. Por ser um material anisotrópico, suas características variam dependendo da direção das fibras, a determinação das propriedades físicas e mecânicas desse material é essencial para aplicação otimizada dos elementos estruturais no projeto, como o pilar, a viga, a treliça (De Almeida *et al.*, 2023; Almeida *et al.*, 2020; Christoforo *et al.*, 2020; Kuniyoshi *et al.*, 2024).

As vigas são elementos estruturais fundamentais nas estruturas de madeira, sendo peças horizontais submetidas a cargas que geram esforços na flexão estática (tração e compressão). Dessa forma, um dimensionamento inconsistente nesses elementos pode ocasionar deslocamentos excessivos e instabilidade nas edificações. Logo, para averiguar e evitar manifestações patológicas em consequência disso é necessário obter o valor médio do módulo de elasticidade na flexão (E_{M0}) da madeira utilizada no projeto (De Almeida *et al.*, 2023; Kuniyoshi *et al.*, 2024; Wei *et al.*, 2024).

No Brasil, o documento que estabelece diretrizes sobre as estruturas de madeira é a NBR 7190 (ABNT, 2022). Esse documento exige a verificação dos Estados Limites Últimos (ELU) que é a apuração da estabilidade de peças comprimidas e flexocomprimidas na estrutura, bem como, dos Estados Limites de Serviço (ELS), a constatação sobre os deslocamentos excessivos. Além disso, grande parte dessas estruturas no país são feitas em madeira maciça nativa, sendo a terceira parte do documento normativo que aborda a caracterização dessa madeira com os ensaios e os parâmetros necessários. (Almeida *et al.*, 2020; Lanini, 2018).

A NBR 7190-3 (ABNT, 2022) estabelece os procedimentos para realização de ensaios de flexão estática para a determinação do módulo de elasticidade, primordial para as verificações ELU e ELS. Para determinação da rigidez da madeira na flexão é utilizado dois ciclos de carregamento prévio que deve ocorrer entre 10% e 50% da força de ruptura de um corpo de prova gêmeo utilizado como estimativa (testemunho). Esse procedimento ocorre para melhor acomodação do material e garante a determinação do módulo de elasticidade no regime elástico-linear do material, observando a Lei de Hooke (ABNT, 2022; De Almeida *et al.*, 2023; Morales, 2002).

Estudos recente sobre o tema, como o de Almeida *et al.*, 2020 sobre a equivalência da curva de carregamento da flexão estática com parâmetros preconizados pela NBR 7190 (ABNT, 2022) e a realização dos ciclos do ensaio por flechas. Assim, em vez de utilizar de porcentagem de força para os ciclos de carregamento empregou-se L/1000, L/100 E L/200, sendo L o vão. Pela NBR 7190 (ABNT, 2022) os parâmetros de flecha são empregados para as verificações de Estados Limites. Por fim, o estudo obteve a equivalência estáticas da curva de carregamento entre os métodos de ensaios à flexão em três pontos.

Contudo, ao relacionar as flechas com as porcentagens das forças notou-se que a flecha de L/200 que no momento do estudo era o parâmetro utilizado pela NBR 7190 (ABNT, 1997) como verificação do ELS ficou muito próxima a porcentagem de 50% nos lotes de madeiras utilizados. Dessa forma, criou-se o questionamento sobre a utilização da atual porcentagem como limite do ciclo de carregamento que garante o regime elástico-linear e a segurança nas