Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira
XVIII EBRAMEM
05 a 07 de maio de 2025
Curitiba, Paraná, Brasil

INOVAÇÕES EM LIGAÇÕES DE MADEIRA: REVISÃO CRÍTICA SOBRE A UTILIZAÇÃO DE PREGOS DE MADEIRA SOLDADOS POR FRICÇÃO EM ESTRUTURAS DE MADEIRA

Davi Nunes Neto Lopes[1], Juliana do Carmo Ribeiro[1]; Ana Lúcia Crespo Oliveira[1]*; Edgar Vladimiro Mantilla Carrasco[1].
*Autor de contato: anacrespo.oliveira@gmail.com

[1] Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais

RESUMO

A evolução das ligações mecânicas entre elementos de madeira vem impulsionando o desenvolvimento de técnicas mais sustentáveis e eficientes para unir componentes estruturais de madeira. Nesse contexto, destaca-se o uso de prego de madeira de alta densidade, soldável por técnica de fricção, objeto do presente artigo. Um levantamento sobre o tema em artigos científicos, artigos referenciados naqueles pré-selecionados e em aprovações e certificações técnicas foi implementado. A pesquisa identificou: uso predominante dessa tecnologia no hemisfério norte; produção de pregos com madeiras de alta densidade e de climas temperados; ligação mecânica em substrato (madeira-madeira e madeira-produtos de madeira) de baixa densidade, sem pré-furação; processos de impregnação de resina e densificação da madeira para melhoria da resistência do material para produção do prego e otimização da fixação no substrato; certificação de prego de madeira quanto à resistência à retirada e ao cisalhamento de pregos; não foram identificadas pesquisas sobre fixação com pré-furação. A pesquisa conclui que existe demanda para avaliação do objeto em estudo, com pré-furação, para união de elementos estruturais de madeiras nativas e plantadas no Brasil, de alta/média densidades, visando desempenho mecânico, tecnologias sustentáveis, para viabilizar, inclusive, restaurações otimizadas em estruturas de madeira do patrimônio construído.

Palavras-chave: *pregos de madeira, soldagem por fricção, densificação, fixadores ecológicos, conexões estruturais*

ABSTRACT

The evolution of mechanical connections between wood elements has been driving the development of more sustainable and efficient techniques for joining structural wood components. In this context, the use of high-density wood nails, weldable by friction technique, stands out, which is the subject of this article. A survey on the subject in scientific articles, articles referenced in those pre-selected and in technical approvals and certifications was implemented. The research identified: predominant use of this technology in the northern hemisphere; production of nails with high-density wood and from temperate climates; mechanical connection in low-density substrate (wood-wood and wood-wood products), without pre-drilling; resin impregnation and wood densification processes to improve the resistance of the material for nail production and optimize fastening in the substrate; wood nail certification regarding resistance to nail pullout and shearing; no research on fastening with pre-drilling was identified. The research concludes that there is a demand for evaluation of the object under study, with pre-drilling, for joining structural elements of native and planted woods in Brazil, of high/medium densities, aiming at mechanical performance, sustainable technologies, to enable, including, optimized restorations in wooden structures of the built heritage.

Keywords: *wooden nails, friction welding, densification, eco-friendly fasteners, structural connections.*

1. INTRODUÇÃO

As inovações em projetos com vistas ao desempenho levam às práticas de construção aprimoradas e ao uso de materiais sustentáveis visando redução das contribuições da construção civil para as mudanças climáticas (Ellingwood *et al.*, 2024). O crescente uso da madeira sinaliza um movimento em favor da utilização de matérias-primas renováveis aliado a processos industriais de pré-fabricação (Shigue (2018). O beneficiamento da madeira representa um menor impacto ambiental quando comparada a materiais convencionais, como o aço e o concreto (Alves *et al.*, 2024, p. 428) e uma estratégia para redução de emissão de gases de efeito estufa.

Menor impacto não significa ausência e a cadeia produtiva de produtos de madeira também proporciona impactos negativos, ainda presentes: a) no processo de fabricação de madeiras engenheiradas com a utilização de compostos químicos prejudiciais ao meio ambiente, como, por exemplo, o formaldeído, que tem a sua liberação elevada sob condições de altas temperaturas e variação de umidade relativa (Han *et al.*, 2023-b); b) ou ainda pela inviabilização ou dificuldades no processo de reciclagem de grande número de dormentes de madeira, adotados nas ferrovias, conforme (Carrasco *et al.*, 2023), devido a dificuldades na remoção dos pinos metálicos utilizados para unir os trilhos aos dormentes, sem danificar as peças ou os equipamentos adotados para a remoção dos pinos ou reciclagem das peças; c) impactos devido à interação do ferro, presente nas ligações metálicas, com os extrativos próprios das madeiras, que têm suas superfícies danificadas por manchas de ferro (Arango; Lebow; Glaeser, 2021).

No contexto da industrialização dos produtos de madeira ampliam-se as investigações acerca de técnicas mais sustentáveis para as ligações mecânicas entre elementos de madeira destacando-se os pregos de madeira de alta densidade, soldáveis por técnica de fricção em substratos de madeira ou produtos de madeira. A demanda por produtos leves e ecologicamente corretos é motivada por interesses sociais e econômicos (Korte *et al.* (2018) sendo o uso dos pregos de madeira discutidos tanto para novas montagens de madeira como para trabalhos em restauração de patrimônio (Riggio; Sandak; Sandak, 2016).

O objetivo deste artigo é proporcionar uma revisão abrangente sobre o desenvolvimento e a aplicação de pregos de madeira densificada, acionados por pistola pneumática, soldáveis por fricção linear a partir de ampla revisão bibliográfica.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa consistiu, primeiramente, em uma busca no Portal de Periódicos da CAPES com vistas à identificação de publicações científicas que contivessem as palavras-chave "densified wooden nails" e "wooden nails" e abordando a temática de fixadores em peças de madeira, com enfoque em pregos de madeira densificada, soldáveis por fricção.