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

O USO DE IMPRESSORA 3D PARA OBTENÇÃO DE MODELOS REDUZIDOS DE ENCAIXES ENTRE PEÇAS DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM MADEIRA

Tamiris Cristina da Silva[1]*, João Marcelo Danza Gandini[1]
*tamirissilva22@gmail.com

[1] Grupo de Pesquisa de Arquitetura e Urbanismo, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Poços de Caldas, Brasil

RESUMO

Este trabalho propõe o estudo de ligações intertravantes utilizadas na construção em madeira, explorando o uso da impressão 3D para a criação de modelos reduzidos. Essas estruturas podem ser utilizadas para validar geometrias complexas, testar a precisão dos encaixes e avaliar a resistência das conexões antes da execução em escala real. As técnicas convencionais de manufatura dessas estruturas são complexas, demoradas e demandam habilidades avançadas em marcenaria, dificultando sua aplicação prática em escalas reduzidas. A proposta deste projeto é a confecção dessas estruturas por meio de impressão 3D, utilizando materiais de baixo custo, reciclados e biodegradáveis. Modelos digitais foram projetados em softwares de modelagem BIM e impressos em 3D, demonstrando que a impressão 3D é uma alternativa eficiente, prática e sustentável para o desenvolvimento de sistemas construtivos intertravantes, ampliando as possibilidades de aplicação e inovação no setor.

Palavras-chave: Construção em madeira, impressão 3D, materiais de baixo custo, materiais biodegradáveis, software de modelagem BIM, ligações intertravadas, peças de encaixe, ligações intertravadas, modelos didáticos.

ABSTRACT

This study proposes the analysis of interlocking connections used in wooden construction, exploring the use of 3D printing for creating scaled-down models. These structures are intended to validate complex geometries, test the accuracy of fittings, and evaluate connection resistance before full-scale implementation. Conventional manufacturing techniques for such structures are complex, time-consuming, and require advanced woodworking skills, making their practical application in smaller scales challenging. This project proposes the fabrication of these structures through 3D printing using low-cost, recycled, and biodegradable materials. Digital models were designed in BIM modeling software and 3D printed, demonstrating that 3D printing is an efficient, practical, and sustainable alternative for developing interlocking construction systems, expanding possibilities for application and innovation in the field.

Keywords: abstract; wood-based construction, 3D printing, low-cost materials, biodegradable materials, BIM modeling software, problem-solving, interlocking joints, interlocking pieces, interlocking joints, didactic models.

1. INTRODUÇÃO

1.1 Arquitetura e sustentabilidade

A construção civil é um segmento que desempenha um papel fundamental na promoção da sustentabilidade, especialmente na obtenção, gestão e utilização dos materiais. Esse setor busca alternativas para minimizar o desperdício inerente aos sistemas tradicionais de construção, caracterizados pela lentidão no processo, uso excessivo de materiais e geração de resíduos. (Gandini, 2016). O combate a esses problemas envolve, desde o processo produtivo, a adoção de tecnologias mais eficientes em termos energéticos e que demandem menos matérias-primas. (Barata, 2012).

Entre os materiais que mais se destacam pela sustentabilidade está a madeira, um recurso natural renovável que apresenta um consumo de energia significativamente menor em seus processos de produção em comparação com materiais como aço e concreto (Furstenau, 2020). Além de suas vantagens ecológicas, a madeira é versátil e apresenta múltiplas aplicações na construção civil, sendo utilizada tanto em estruturas modernas quanto em métodos tradicionais. (Keeler, 2010).

A construção tradicional em madeira, de fato, pode ser considerada uma das primeiras formas de edificação utilizadas pelo ser humano. Um exemplo marcante dessa tradição é o uso de ligações intertravantes, como na arquitetura japonesa, onde essas técnicas vêm sendo empregadas há mais de 1.000 anos (Martínez, 2018). Em um período em que o ferro e suas ligas eram escassos, os construtores japoneses desenvolveram habilidades excepcionais para criar conexões robustas e esteticamente impressionantes, transformando a madeira em verdadeiras obras de arte capazes de resistir ao tempo. (Wolfram, 1992).

As construções que utilizam ligações intertravantes em madeira requerem um processamento superficial onde as colunas exigem entalhes artísticos onde devem ser minuciosamente encaixadas em elementos horizontais de madeira. A literatura sobre encaixes de madeira está recheada de ideias que remontam desde antigas civilizações (Figura 1A), que demostravam ideias com simples encaixes (Figura 1B), como as aplicadas em modernas construções orientais milenares (Figura 1C).

Muitas evidências por meio de pesquisas científicas em escavação comprovou que a utilização de ligações em madeira na arquitetura japonesa existe há cerca de 10.000 anos. Por volta do século III a.C. cultivo de arroz irrigado e artefatos de madeira encaixada nas estruturas foram introduzidos na parte sul da península coreana. O uso de estruturas de piso elevado também começou nessa época. Essas estruturas se estabeleceram como a principal forma de moradia como santuários xintoístas (Figura 2) e ainda representam uma parte elementar da cultura japonesa hoje.