



COMPORTAMENTO DE LIGAÇÕES DE MADEIRA RESISTENTES A MOMENTO FLETOR COM BARRAS COLADAS, LINK DE AÇO E PLACA DE EXTREMIDADE ENRIJECIDA

Arthur S. Rebouças^{12*}, Jorge M. Branco²; Hidelbrando J. F. Diógenes³; Paulo B. Lourenço²

*Autor de contato: arthur.reboucas@ifrn.edu.br

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, São Paulo do Potengi, RN, Brasil

² ISISE, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal

³ PPGEAM, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil

RESUMO

Devido à baixa rigidez da madeira, uma das tarefas mais desafiadoras do projeto é garantir a estabilidade global do edifício. A aplicação de sistemas estruturais com ligações resistentes a momento fletor tem se apresentado como uma possível solução para este problema. Este trabalho tem como objetivo apresentar e detalhar o comportamento estrutural das ligações de madeira resistentes à momento fletor com barras coladas na madeira e conectadas a uma placa de extremidade enrijecida, a partir da realização de ensaios experimentais em escala real. Foram testados 6 corpos-de-prova divididos em dois grupos com espessuras de placa de extremidade diferentes. Constatou-se que o comportamento estrutural depende da relação entre as rigidezes da placa de extremidade e do link de aço. A partir da ligação proposta identificou-se que quando são utilizadas rigidezes semelhantes, há uma rotação combinada destas duas partes da ligação. Apesar dessa abordagem levar a um menor consumo de material, os resultados experimentais mostraram que foi possível alcançar modos de falha dúcteis e obter resultados satisfatórios para a resistência ao momento fletor e para a rigidez rotacional inicial em relação àqueles que tem sido propostos na literatura nos últimos anos.

Palavras-chave: Ligações de madeira e aço; ligações resistentes à momento; barras coladas; testes experimentais.

ABSTRACT

Due to the low stiffness of the timber, one of the project's most challenging tasks is ensuring the building's overall stability. Applying structural systems with moment resisting joints has been presented as a possible solution. This work aims to present and detail the structural behavior of moment resisting steel-timber joint with glued-in rods connected to a stiffened end plate and steel link, based on full-scale experimental tests. 6 specimens divided into two groups with different end plate thicknesses were tested. It was found that the structural behavior depends on the relationship between the stiffnesses of the end plate and the steel link. From the proposed joint, it was identified that when similar stiffnesses are used, there is a combined rotation of these two parts of the connection. Although this approach leads to lower material consumption, the experimental results showed that it was possible to achieve ductile failure modes and obtain satisfactory results for the bending moment resistance and for the initial rotational stiffness about those proposed in the literature in recent years.

Keywords: Steel-timber joints; moment resisting joints; glued-in rods; experimental tests

1. INTRODUÇÃO

A quantidade de edifícios altos de madeira tem crescido consideravelmente nos últimos vinte anos. De acordo com o último relatório elaborado pelo *Council on Tall Buildings and Urban Habitat* (CTBUH) em 2022, todos os 30 edifícios de madeira mais altos do mundo foram construídos nos últimos 10 anos (Safarik et al., 2022). Em vista disso, com o intuito de construir edificações mais altas e estruturalmente seguras, o desenvolvimento de novas técnicas executivas e a ampliação do conhecimento sobre os novos detalhes de projeto tornam-se cada vez mais relevantes.

Devido à baixa rigidez da madeira, uma das tarefas mais desafiadoras do projeto é garantir a estabilidade global do edifício, para isso, dois tipos de sistema estrutural têm sido mais utilizados: ligações rotuladas com muitos elementos diagonais de contraventamento ou núcleo rígido central ligado aos principais pórticos resistentes. Entretanto, ambos os casos apresentam interferências relevantes na arquitetura, que poderiam ser solucionadas com a aplicação de ligações resistentes a momentos fletores, semelhantes àquelas que são utilizadas frequentemente para estruturas de aço e concreto. Diversas ligações deste tipo já foram apresentadas na literatura e são costumeiramente empregadas em pórticos de madeira (King e Houtte, 2020). Entretanto, em edifícios altos de madeira a sua aplicação se torna mais complexa, pois a baixa rigidez ou a capacidade de dissipação de energia insuficiente das ligações ainda são empecilhos quando se pretende ter uma estrutura porticada com maiores vãos ou sem contraventamentos. Ademais, em vista das inúmeras diferenças entre as ligações propostas na literatura, muitas vezes torna-se complicado identificar possíveis lacunas para posterior evolução de suas características.

Considerando a relevância das ligações de madeira resistentes a momento para o desenvolvimento de pórticos de madeira com maior rigidez, resistência e modos de falha dúcteis, este trabalho busca apresentar e detalhar o comportamento estrutural das ligações de madeira resistentes à momento fletor com barras roscadas coladas na madeira e conectadas a uma placa de extremidade enrijecida. Para isso, foram realizados seis ensaios experimentais da ligação em escala real. Ao final, o seu desempenho é comparado aos principais tipos de ligações resistentes a momento propostos na literatura.

2. LIGAÇÕES DE MADEIRA RESISTENTES A MOMENTO FLETOR

As primeiras ligações de madeira com a capacidade de resistir ao momento fletor foram desenvolvidas utilizando placas de aço em ambos os lados da madeira e pregos na transversal para conectar a viga e o pilar (Bryant et al., 1981). Esse tipo de ligação não é atrativo do ponto de vista prático, pois é cara devido a grande quantidade de furos que devem ser realizados e, além disso, tem baixa resistência ao fogo tendo em vista que as placas de aço ficam expostas (Komatsu, 2017).

No Japão, foram propostas ligações com pinos de aço transversais à madeira lamelada colada (MLC) e placas de aço inseridas na direção paralela às fibras ao longo de toda seção da viga.