

ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS DE MADEIRA: PROPOSTAS DE METODOLOGIAS DE INSPEÇÃO E DE TÉCNICAS DE REABILITAÇÃO

Leandro Dussarrat Brito¹ Carlito Calil Junior²

Resumo

Esta pesquisa tem como objetivo investigar os principais tipos de manifestações patológicas em estruturas de madeira, através de investigações em campo e bibliográficas numa primeira etapa para propor metodologias de técnicas de inspeções não-destrutivas e semi-destrutivas para avaliações de elementos estruturais de madeira, para numa segunda etapa estudar as principais técnicas de reforços de elementos estruturais de madeira a fim de propor metodologias de reabilitações para esses elementos, como próteses e reforços de ligações com parafusos autoatarraxantes, próteses de compósito epoxídico com fibras de vidro e próteses de concreto armado para ligações viga-pilar de madeira. A partir de ensaios experimentais, pretende-se alcançar um maior entendimento do comportamento dessas próteses e reforços propostos, para avaliar a adequabilidade dessas técnicas de reabilitações propostas. No final da Tese, pretende-se catalogar em apêndice fichas técnicas com os principais tipos de técnicas de reabilitações de estruturas de madeira utilizadas no Brasil e no Exterior.

Palavras-chave: Patologias. Estruturas. Madeira. Inspeção. Reabilitação.

STUDY OF PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN TIMBER STRUCTURES: PROPOSALS FOR INSPECTION METHODOLOGIES AND TECHNIQUES OF REHABILITATION

Abstract

This research aims to investigate the main types of pathological manifestations in timber structures, through field investigations and literature as a first step to propose methodologies for non-destructive inspection and semi-destructive for assessments of timber structural elements, for in a second step to study the main techniques of reinforcement of structural elements of timber in order to propose methods of rehabilitation for these elements, such as prostheses and reinforcements connections with self tapping screw, prosthetic composite epoxy fiber glass and prosthetics reinforced concrete for connections beam-column timber. From experimental studies, it is intended to achieve a better understanding of the behavior of these prostheses and reinforcements proposed to evaluate the suitability of these techniques for rehabilitation proposals. At the end of the Thesis, it intends to catalog data sheets in the appendix to the main types of rehabilitation techniques of timber structures used in Brazil and abroad.

Keywords: Pathologies. Structures. Timber. Inspection. Rehabilitation.

Linha de Pesquisa: Estruturas de Madeira.

¹ Doutorando em Engenharia de Estruturas - EESC-USP, dussarrat@sc.usp.br

² Professor do Departamento de Engenharia de Estruturas da EESC-USP, calil@sc.usp.br



1 INTRODUÇÃO

Em inspeções e avaliações para propor recomendações de manutenções preventivas e corretivas de reabilitação de estruturas de madeira, tem-se utilizado em diversos países, diversas técnicas não destrutivas (NDT), a fim de identificar as manifestações patológicas presentes em elementos estruturais de madeira. Estas técnicas podem ater-se não somente à identificação de reparos de defeitos, como também em manutenções preventivas periódicas, a fim de incrementar correções para prevenir e reduzir futuras manifestações patológicas.

Vale destacar que muito pouco tem sido pesquisado sobre patologias e durabilidade de estruturas de madeira no Brasil, diante do indicativo de apenas 2,4% de trabalhos publicados no EBRAMEM desde a criação em 1983, referem-se ao tema (FREITAS, 2009).

2 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do trabalho têm-se estudado em pesquisas bibliográficas, visitas de investigações em campo, ensaios de laboratório e análises numéricas. Pretende-se elaborar uma proposta de metodologia de inspeção, em métodos e equipamentos com técnicas não-destrutivas e semi-destrutivas para avaliações de manifestações patológicas em estruturas de madeira, com base nas existentes em nível internacional. Almeja-se novas propostas de metodologias e técnicas de reabilitações de elementos estruturais de madeira, sendo hoje utilizadas em nível internacional as técnicas da ROTAFIX. Sendo a contribuição original nesta linha, avaliação de resultados de estudos de rigidezes em próteses de MLC “Proposta 1” e reforços “Proposta 2” com parafusos autoatarraxantes, próteses com compósitos laminares com adesivos à base de epóxi e fibra de vidro “Proposta 3” e prótese de concreto armado em ligação viga-pilar de madeira “Proposta 4”.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Fundamentação teórica

A deterioração da madeira altera desfavoravelmente suas propriedades. De forma simplificada, pode ser atribuída por dois principais agentes: bióticos (vivos, como fungos, cupins, brocas e xilófagos marinhos) e abióticos (não vivos, incluem condicionantes físicos, mecânicos, químicos e climáticos), (HIGHLEY & SCHEFFER, 1989/RITTER & MORRELL, 1990/MACHADO et al, 2009).

3.1.1 Técnicas de inspeção

A Técnica não-destrutiva (NDT) para inspeção e avaliação é a ciência aplicada para identificar as propriedades físicas e mecânicas dos materiais sem alterar suas capacidades de uso final e usar essas informações para tomar decisões sobre aplicações apropriadas (PELLERIN & ROSS, 2002). As técnicas baseiam-se principalmente sobre a inspeção da superfície pela técnica de inspeção visual, com registros de fotos; medição do teor de umidade; teste sonoro com martelo; complementada com técnicas semi-destrutivas com o teste de sondagem superficial com ferramentas pontiagudas para descobrir camadas em regiões não visíveis, para detectar a extensão do ataque de cupins (galerias, cavidades...); e em inspeção interna na madeira o uso de microperfuração com Resistograph. E essas técnicas podem ser utilizadas isoladamente ou em combinação (HIGHLEY & SCHEFFER, 1989 / RITTER & MORRELL, 1990/ PELLERIN & ROSS, 2002 / ARRIAGA et al, 2002).

3.1.2 Técnicas de reabilitação

Reabilitar estruturas de edificações existentes para mantê-las em uso é uma grande tendência mundial na questão da sustentabilidade. Com esta atitude é possível reduzir a geração de resíduos e o consumo de materiais que geraria em uma nova estrutura no local da existente, (CÓIAS, 2011).

Sucintamente são apresentadas as principais técnicas de reabilitações e reforços de elementos estruturais de madeira utilizadas em diversos países (ARRIAGA et al , 2002):

- Técnicas tradicionais: reforços de peças deterioradas com cobrejuntas de madeira; reforços de fendas com parafusos; reforços de fendas com cintas metálicas; reforços com perfis metálicos.
- Técnicas atuais: Reparos de fendas com epóxi; reforços de compósitos com polímeros reforçados com fibras (FRP); próteses epoxídicas com barras metálicas ou de fibras (ROTAFIX).

3.2 Propostas de técnicas de reabilitações

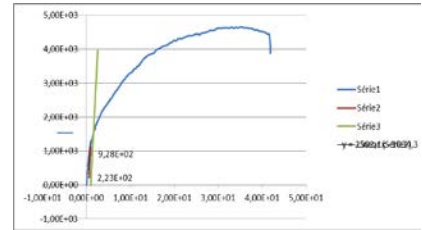
A título de originalidade a “Proposta 1” de reabilitação trata-se do desenvolvimento de prótese de MLC (Madeira Laminada Colada) fixadas com parafusos autoatarraxantes em aplicações substituindo a região deteriorada por peça de MLC com propriedades físicas semelhantes “Figura 1(a)”, calculadas pelo mecanismo de transmissão de forças aos pinos, em análises para ligações submetidas a momento fletor pelo modelo proposto por RACHER (1995) em C16/STEP 1 (Eurocode 5). A “Proposta 2” trata-se de reforços de fendas longitudinais expressivas com parafusos autoatarraxantes “Figura 1(d)” para cálculos de ligações resistentes ao cisalhamento. A “Proposta 3” de reabilitação é um estudo original de recomposição de elementos estruturais de madeira com próteses de compósitos epoxídicos com fibras de vidro executadas “in loco” “Figura 2”. Está técnica tem sido estudada para aplicação no projeto temático de reabilitação da “Passarela Pênsil de Piracicaba”.



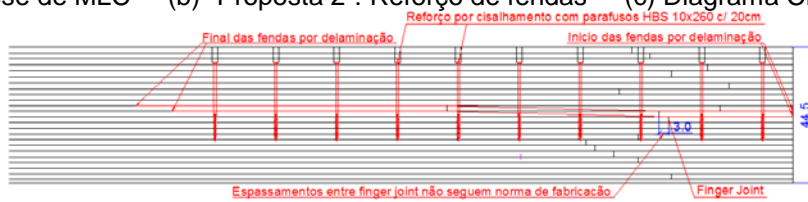
(a) “Proposta 1”: Prótese de MLC



(b) “Proposta 2”: Reforço de fendas



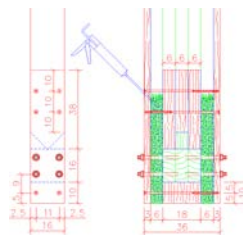
(c) Diagrama CP1 de ligação MLC



(d) “Proposta 2”: Reforços de fendas longitudinais expressivas com parafusos autoatarraxantes
 Figura 1 – “Propostas 1 & 2”: Prótese MLC e de reforço de ligações com parafusos autoatarraxantes.

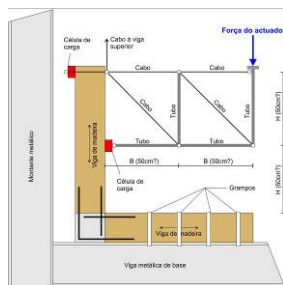


(a) Montante deteriorado

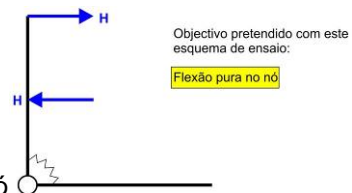


(b) Reabilitação de Montante com adesivo epóxi e fibra de vidro

Figura 2 – “Proposta 3”: Próteses de compósitos epoxídicos com fibras de vidro executadas “in loco”.



(a) Modelo



(b) Rigidez no Nó

Figura 3 – “Proposta 4”: Modelo de Ensaio Nó de concreto armado para ligações viga-pilar de madeira.

Com apoio do Depto de Engenharia Civil da Universidade de Coimbra, são estudadas as rigidezes na “Proposta 4”, próteses com nó de concreto armado para ligações viga-pilar de madeira “Figura 3”.

4 RESULTADOS OBTIDOS OU ESPERADOS

Com os resultados obtidos na primeira etapa da pesquisa, almeja-se desenvolver metodologias de inspeções com métodos e equipamentos não-destrutivos e semi-destrutivos.

Para a segunda etapa da pesquisa, os resultados experimentais obtidos para as técnicas de reabilitações originais de prótese de MLC “Proposta 1” e de reforço de fendas “Proposta 2” de ligações com parafusos autoatarraxantes mostraram satisfatórios, obtendo o ganho esperado na rigidez do modelo com MOE de 15402Mpa que superou em 40,72% o MOE de 10945Mpa de viga similar sem reforço. Já para os casos de estudos, que estão em fase de andamento, de próteses de compósito epoxídico com fibras de vidro “Proposta 3” e próteses de concreto armado para ligações viga-pilar de madeira “Proposta 4”, também espera-se resultados satisfatórios.

5 CONCLUSÕES PARCIAIS

Conclui-se para primeira etapa, que a técnica de inspeção visual associada aos ensaios preliminares não-destrutivos e semi-destrutivos em certas estruturas de madeira deterioradas mostram que a metodologia proposta abrange grande parte dos problemas patológicos mais frequentes. Para segunda etapa, as metodologias de técnicas de reabilitações das “Propostas 1 e 2” atenderam satisfatoriamente técnicas originais de reabilitações e de reforços com parafusos autoatarraxantes. E para os casos dos estudos em andamento de próteses de compósito epoxídico com fibras de vidro “Proposta 3” e próteses de concreto armado para ligações viga-pilar de madeira “Proposta 4”, também espera-se diante dos resultados experimentais, desenvolver metodologias de técnicas de reabilitações originais oferecendo uma parcela de contribuição ao meio técnico e científico.

6 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela Bolsa de Doutorado, à USP e ao Banco Santander pelo Programa de Mobilidade Estudantil Internacional, e ao Depto. de Engenharia Civil da Universidade de Coimbra.

7 REFERÊNCIAS

- ARRIAGA, F.; et al. **Intervención en estructuras de madera**. Madrid, España: Editora AITIM Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera, 2002. 476 p. ISBN: 8487381243.
- CÓIAS, V. Qualificação dos profissionais e das empresas para a qualidade na reabilitação de estruturas de madeira. In: CIMAD 11 – 1º CONGRESSO IBERO – LATINO AMERICANO DA MADEIRA NA CONSTRUÇÃO. Coimbra, Portugal, 2011.
- FREITAS, R. R. **Modelo teórico-experimental de deterioração de postes de madeira aplicação ao Estado de São Paulo**. 2009. 299p. Tese (doutorado Interunidades) – EESC/USP, São Carlos, 2009.
- HIGHLEY, T. L.; SCHEFFER, T. **Controlling decay in waterfront structures. Evaluation, Prevention, and Remedial Treatments**. Forest Service, Forest Products Laboratory. Madison: FPL-RP-494. 29p. 1989.
- MACHADO, J. S.; et al. **Avaliação, Conservação e Reforço de Estruturas de Madeira**. Portugal: Editora Verlag Dashöfer, 2009. 150p. ISBN: 9789896420659.
- PELLERIN, R. F.; ROSS, J. **Nondestructive Evaluation of Wood**. Forest Products Society. USA: 2002.
- RACHER, P. **Moment resisting connections. In Timber Engineering - STEP 1: Basis of design, material properties, structural components and joints (EUROCODE 5)**. Holanda: First edition, C16, 10p, 1995.
- RITTER, M. A.; MORRELL, J. J. **Timber bridges**. Oregon State University, V.13, p13-1 – 13-67, 1990.