



INFLUÊNCIA DE TEMPERATURAS ELEVADAS NA ADERÊNCIA DO REFORÇO COM FIBRAS DE VIDRO À MADEIRA

¹Giancarlo Zibetti Mantovani (gzmantovani@gmail.com), ²Ângela do Valle (angela.valle@ufsc.br),
²Poliana Dias de Moraes (poliana.moraes@ufsc.br)

¹Universidade Federal de Santa Catarina

Curso de Graduação em Engenharia Civil/Centro Tecnológico
Acadêmico

²Universidade Federal de Santa Catarina

Departamento de Engenharia Civil/Centro Tecnológico
Docente

RESUMO: Materiais compósitos de FRP (*Fiber Reinforced Polymer*) têm sido muito utilizados em reforço de estruturas de madeira e de concreto, sendo necessária a avaliação da influência da temperatura sobre a aderência desses compósitos. Esta pesquisa tem como objetivo avaliar o desempenho da aderência de tecidos de fibra de vidro a corpos de prova de madeira sob temperaturas elevadas, a fim de contribuir para a elaboração de critérios de projeto de reforço com esse tipo de material. Os ensaios executados foram do tipo *pull-off*, segundo a norma ASTM C 1583-04. Os corpos de prova foram fabricados com madeira da espécie *Pinus elliottii* e adesivos Nitobond CF55, para fixação da fibra, e MC Dur 1209, para fixar os discos metálicos dos ensaios de *pull-off*. A amostra foi constituída por 6 corpos de prova, distribuídos em 3 grupos, os quais foram ensaiados nas temperaturas ambiente (27,9 °C), 60 e 80 °C. Os resultados mostram que a resistência ao arrancamento do reforço ao substrato em madeira diminui com o aumento da temperatura.

Palavras Chave: epóxi, estruturas de madeira, fibra de vidro, reforço, temperatura.

INFLUENCE OF THE TEMPERATURE ON ADHERENCE OF THE FIBERGLASS REINFORCEMENT ON TIMBER SPECIMENS

ABSTRACT: Composites FRP (*Fiber Reinforced Polymer*) have been used in reinforcing concrete and timber structures but the evaluation of the influence of temperature on the adhesion of these composites with fibers needs to be evaluated. The aim of this paper is to evaluate the adherence performance of fiberglass reinforcement on timber specimens under three temperature levels in order to contribute to the reinforcement criteria design. The tests were performed according to the ASTM C 1583-04 standard (*pull-off* method). The specimens were made using *Pinus elliottii* and Nitobond CF55 epoxy adhesive to glue the fiberglass. MC Dur 1209 epoxy adhesive was used to fix the metallic disc to the fiber. The sample was formed by 6 specimens, assembled in 3 groups that were tested at room temperature, 60 and 80 °C. The results show that the adherence of fiberglass reinforcement to the timber by the *pull-off* method decreases as the temperature increases.

Keywords: epoxy, timber structures, fiberglass, reinforcement, temperature.

1. INTRODUÇÃO

A madeira é um dos materiais mais antigos utilizados nas construções. É utilizada na estrutura de edificações, em estruturas de telhado, entre outros usos, mas, desde o início do uso da madeira como material de construção, os problemas relacionados à agressividade do meio ambiente e à degradação por envelhecimento têm provocado redução na eficiência de elementos estruturais. O conhecimento sobre o efeito do envelhecimento dessas estruturas, ocasionado pela variação de umidade, de temperatura e de outros agentes, é escasso e necessita ser mais investigado. Por vezes, a gravidade do tipo de dano existente pode exigir a recuperação e o reforço dessas estruturas.

Inserido nesse contexto e no intuito de aumentar a resistência de determinados materiais, existem os materiais compósitos de FRP (*Fiber Reinforced Polymer*), os quais têm sido aplicados amplamente para o reforço estrutural de concreto armado, de alvenaria e de estruturas de madeira, apresentando bons resultados. Ainda, por serem materiais não metálicos, possuem boa resistência à corrosão, são de fácil manejo e possuem pequena espessura, o que evita a alteração das dimensões dos elementos estruturais, conservando e mantendo os critérios de projeto e funcionalidade original da estrutura.

Alguns exemplos do uso dos FRP podem ser encontrados na reabilitação de estruturas de madeira, como a Ponte em arco de Westchester, nos Estados Unidos (GARCEZ *et al.*, 2004); na preservação do patrimônio histórico e na reabilitação de habitações, como a Basílica de São Francisco de Assis, na Itália (MOTAVALLI e CZADERSKI, 2007) e no reforço de estruturas contra a ação sísmica no Japão, como a ponte de Okinawa Road Park (NISHIZAKI *et al.*, 2006).

De acordo com KARBHARI *et al.* (2003), as questões que envolvem durabilidade dos compósitos devem ser melhor examinadas para avaliar a eficácia desses reforços. A durabilidade da adesão de FRP sobre a madeira tem recebido uma atenção limitada, necessitando, portanto de uma melhor investigação. Além dessas questões, dimensionar e executar reforços com fibras em estruturas de madeira torna-se um desafio quando se recorre à norma brasileira de Projeto de Estruturas de Madeira (NBR 7190:1997). A norma brasileira não apresenta critérios para dimensionar e executar reforços com fibras.

Assim, o objetivo deste trabalho é investigar a influência da variação da temperatura na consolidação do reforço de fibra de vidro no substrato em madeira. Ele está organizado nas seguintes seções: Materiais e Métodos, Resultados e Discussões e Conclusões.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Madeira, fibra de vidro e adesivos

A madeira utilizada na confecção dos corpos de prova desta pesquisa é da espécie *Pinus elliotii*, com massa específica aparente média de 388 kg/m³ e com teor de umidade de equilíbrio de 12% à temperatura ambiente. A madeira é proveniente de florestas plantadas no estado de Santa Catarina. Visualmente, as peças apresentavam bom baixa incidência de nós e quase nenhuma curvatura, sendo assim, adequadas para o uso proposto.

Para o reforço dos corpos de prova de madeira, foi utilizado o tecido unidirecional de fibra de vidro WRU-360-RT - 0,60 m, fabricado pela empresa TEXIGLASS. A fibra de vidro é uma fibra inorgânica que possui boa funcionalidade ao ser usada como uma alternativa para melhorar as propriedades mecânicas de elementos estruturais feitos de madeira. Isso ocorre pela fibra de vidro possuir alta resistência mecânica e à corrosão, boa resistência térmica e elétrica, baixo peso e facilidade para se associar a outros materiais. Devido às suas propriedades físicas e químicas, as fibras de vidro apresentam compatibilidade com várias resinas e possuem boa relação entre custo e benefício, o que as tornam vantajosas (NARDON, 2010).

O adesivo utilizado para fixar a fibra de vidro na madeira foi o Nitobond CF55 (Fig. 1a), fabricado pela Anchoortec Industrial e Comercial Ltda. Apesar de apresentar cor alaranjada, não altera a cor do substrato de maneira significativa. É uma base epóxi bicomponente, na