



AVALIAÇÃO DE ESTRUTURAS DE MADEIRA LAMELADA COLADA

Helena Cruz¹ e João Custódio²

^{1,2} LNEC, Avenida do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa. helenacruz@lnec.pt

Palavras-chave: Estruturas lameladas coladas; Delaminação; Avaliação; Métodos não destrutivos; Reforço.

Sumário: A construção de estruturas de madeira em Portugal mudou drasticamente nos últimos quinze anos, com o aparecimento de grandes estruturas de madeira lamelada colada, que, a par de uma grande visibilidade, apresentam especificidades com as quais o meio técnico nacional está pouco familiarizado. O apoio técnico no fabrico, construção, monitorização e reforço destas estruturas constitui assim uma área emergente em Portugal, na qual o LNEC tem alguma experiência, devendo consolidar as suas capacidades de intervenção.

1. IMPORTÂNCIA DO TEMA E CONTEXTO DA INVESTIGAÇÃO

A madeira lamelada colada é, por excelência, o material estrutural moderno à base de madeira. Mediante a colagem de réguas de madeira topo a topo (lamelas) e subsequente empilhamento e colagem face a face, esta técnica permite a obtenção de um material com menor variabilidade do que a madeira maciça, e a produção de elementos estruturais com grandes dimensões e eixo reto ou curvo, com formas elaboradas, potenciadoras de realizações com grande valor arquitetónico e impacto visual.

Embora as primeiras estruturas desta natureza tenham mais de 100 anos e a sua utilização no resto da Europa seja comum há já várias décadas, em Portugal têm apenas cerca de 15 anos. Ganham visibilidade sobretudo após a construção do Pavilhão Atlântico, e registaram uma rápida disseminação entre nós principalmente com a instalação de uma grande fábrica no território nacional, entretanto encerrada, embora permaneçam várias unidades de fabrico e/ou construção ainda em operação.

Entre nós, estas estruturas constituem ainda uma solução inovadora, com a qual o meio técnico está pouco familiarizado, tendo, muitas vezes, a responsabilidade do dimensionamento, fabrico e montagem sido entregues a entidades que, regra geral, não asseguram o acompanhamento destas estruturas, a sua manutenção ou assessoria técnica durante a exploração e eventuais alterações.

A informação sobre a qualidade e o estado de conservação das estruturas portuguesas é escassa, sendo previsível a curto prazo a necessidade de inspecionar e monitorizar as estruturas em serviço, avaliar a sua segurança e propor eventuais medidas corretivas.

Um estudo recente [1] refere a existência de um número de estruturas lameladas coladas já significativo, correspondendo a uma grande diversidade de tipologias, donos de obra, fabricantes e construtores, o que deixa antever igualmente uma multiplicidade de situações e de potenciais problemas.

Investigação conduzida noutros países sobre danos e acidentes verificados em estruturas indica que, relativamente às estruturas de madeira, os diferentes tipos de erro encontrados podem ser classificados nas seguintes categorias [2]: i) Desempenho da madeira; ii) Erros de fabrico (p. ex., má colagem das lamelas ou dos finger-joints); iii) Princípios de fabrico errados (p.ex., utilização de colas pouco duráveis); iv) Alterações feitas em obra; v) Erros de projeto relacionados com quantificação e efeitos das ações mecânicas; vi) Erros de projeto relacionados com ações ambientais causadoras de fendas de secagem, retração impedida ou degradação por agentes biológicos; vii) Deficiente montagem; viii) Ações regulamentares excedidas; ix) Outros/desconhecidos.

Neste contexto, é fundamental conhecer e divulgar as especificidades das estruturas de madeira lamelada colada, designadamente os processos de degradação das ligações coladas e as causas frequentes de anomalias (ao nível do projeto, do fabrico da madeira lamelada colada, da pormenorização das ligações mecânicas, da montagem e das alterações subsequentes, da deterioração da madeira e das ligações coladas).

É também fundamental apostar em métodos de monitorização e de avaliação não destrutiva da resistência do material em serviço, bem como na quantificação dos efeitos de anomalias correntes, como fendas e delaminação, e em técnicas de reparação e reforço de elementos delaminados.

2. ESTUDOS REALIZADOS

Neste domínio, o LNEC/NEM desenvolveu estudos sobre a viabilidade técnica da colagem de madeira de pinho bravo, não tratado e tratado com produtos preservadores, visando por um lado a utilização de madeira nacional e, por outro, o fabrico de elementos com durabilidade adequada a aplicações no exterior.

Foi estudada a influência da pressão de aperto, da temperatura de cola e da utilização de promotores de adesão na resistência ao corte e à delaminação das juntas coladas. Foram igualmente estudados os efeitos do envelhecimento, envolvendo diversos tipos de cola e madeira, bem como a viabilidade de utilização de diversas técnicas de ensaio semi destrutivas e não destrutivas, para avaliar a resistência das juntas coladas. Foram ainda feitas simulações numéricas para avaliar a influência da delaminação sobre o comportamento de vigas retas. Foram também monitorizadas diversas estruturas para avaliar as condições reais (temperatura e humidade relativa) de serviço.

A atividade recente nesta área foi maioritariamente realizada no âmbito de duas dissertações de mestrado (IST e ISEL) e de uma tese de Doutoramento (IST) acolhidas no LNEC, realizadas pelo Dr. Florindo Gaspar (Politécnico de Leiria) e pela Eng.^a Nádía Lampreia (LNEC) [3, 4, 5, 6, 7].

3. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Está previsto desenvolver modelos de elementos finitos para avaliar os efeitos da delaminação (várias configurações) e validar experimentalmente os resultados destas modelações numéricas. Será desejável estender a vigas curvas a simulação dos efeitos da delaminação. Noutra vertente, prevê-se aplicar a técnica de colagem desenvolvida à produção de perfis laminados para caixilharia, envolvendo por exemplo, madeira modificada ou madeira tratada, tendo em vista a melhoria da sua durabilidade e da estabilidade dimensional.

Outras áreas de trabalho a considerar incluem a avaliação experimental de diversas técnicas de reforço de vigas delaminadas, a modelação da propagação de fendas e de delaminação, bem como o comportamento e o reforço de ligações estruturais.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Negrão, J. H. - *Estruturas de madeira em Portugal - Presente e passado recente*. CIMAD'11. FCTUC, Coimbra. 2011
- [2] COST Action E55: *Assessment of failures and malfunctions. Guidelines for quality control*. Eds. Kohler, J; Fink, G.; Toratti, T. Publs. Shaker Verlag GmbH, 2011. (ISBN/ISSN: 978-3-8440-0161-7)
- [3] Gaspar, F. - *Avaliação da integridade de estruturas de madeira lamelada colada em serviço*. Tese de Doutoramento, IST, Lisboa. 2010
- [4] Lampreia, N. - *Utilização de promotores de adesão no fabrico de estruturas de madeira lamelada colada de Pinho bravo*. Dissertação de Mestrado, ISEL, Lisboa. 2010
- [5] Gaspar, F.; Lopes, J.; Cruz, H.; Schwanninger, M.; Rodrigues, J. - *Application of near infrared spectroscopy and multivariate data analysis for the evaluation of glue lines of untreated and copper azole treated laminated timber before and after ageing*. Polymer Degradation and Stability 94 . pp1061–1071. 2009
- [6] Lampreia, N.; Cruz, H.; Almeida Fernandes, J.; Custódio, J. - *Utilização de promotores de adesão no fabrico de estruturas de madeira lamelada colada de Pinho bravo*. CIMAD'11. FCTUC, Coimbra. 2011
- [7] Gaspar, F.; Cruz, H.; Gomes, A.; Nunes, L. - *Production of glued laminated timber with copper azole treated maritime pine*. Eur. J. Wood Prod. 68: 207-218, 2010 (DOI 10.1007/s00107-009-0373-6).