

## SISTEMA PARA ENSAIO DE LIGAÇÕES ESTRUTURAIS EM MADEIRA

*P. Palma<sup>1</sup>, H. Cruz<sup>2</sup>, F. Pires Oliveira<sup>3</sup>, P. Gil Morais<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> Bolseiro de Iniciação à Investigação Científica, Núcleo de Estruturas de Madeira, LNEC, ppalma@lnec.pt

<sup>2</sup> Investigadora Principal, Núcleo de Estruturas de Madeira, LNEC, helenacruz@lnec.pt

<sup>3</sup> Bolseiro de Iniciação à Investigação Científica, Núcleo de Sistemas Mecânicos, LNEC, fvoliveira@lnec.pt

<sup>4</sup> Investigador Auxiliar, Núcleo de Sistemas Mecânicos, LNEC, pmorais@lnec.pt

**Resumo:** Com o objectivo de avaliar o comportamento de ligações estruturais em madeira, foram realizados ensaios com diferentes geometrias, ferragens e teores de água. Devido às características específicas destas ligações, em termos de geometria e acções, foi necessário desenvolver um equipamento específico para a realização destes ensaios. É apresentado o equipamento desenvolvido, o método de ensaio e os resultados obtidos.

**Palavras Chave:** ensaios monotónicos e cíclicos, ligações tradicionais, estruturas de madeira

### 1. INTRODUÇÃO

A avaliação da segurança estrutural de edifícios antigos, necessária em qualquer intervenção de reabilitação ou reforço, requer a apreciação das efectivas propriedades mecânicas dos seus elementos e ligações, bem como o conhecimento da influência, no seu comportamento, de diferentes tipos de reforço. Os actuais regulamentos estruturais focam essencialmente as ligações mecânicas mais modernas, fornecendo poucas orientações relativamente às ligações tradicionais. Assim, é necessário estabelecer modelos de comportamento e disposições construtivas para as vulgares ligações tradicionais, atendendo a factores como a geometria, as ferragens, o teor de água da madeira, entre outros aspectos.

As ligações designadas por “tradicionais” unem elementos de madeira, geralmente apenas submetidos a esforços axiais de compressão, muitas vezes sem recurso a outros dispositivos para além de entalhes nas peças a unir. A integridade da ligação depende dos esforços de compressão que mantêm o contacto entre superfícies adjacentes e que, simultaneamente, têm uma grande influência no comportamento destas ligações.

Com o objectivo de avaliar o comportamento de ligações reais nas condições de serviço, foram planeados ensaios monotónicos e cíclicos a diversos tipos de ligações com diferentes geometrias, com e sem ferragens e envolvendo madeira com diferentes teores de água. Pretende-se, deste modo, propor modelos de comportamento momento-rotação das ligações, aferir a influência de diversos parâmetros e estabelecer recomendações úteis para futuras intervenções de reabilitação/reforço.

Numa asna tradicional de madeira, a ligação sujeita a maiores esforços e que, geralmente, apresenta maiores problemas de degradação é a ligação de canto que une a perna e a linha (Figura 1).

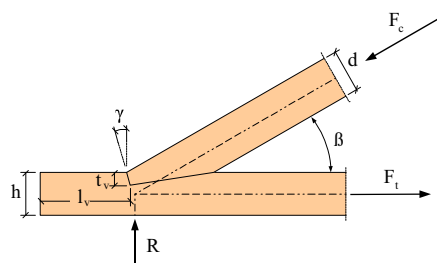


Figura 1 – Geometria da ligação entre a perna e a linha de uma asna tradicional de madeira.

Na Figura 1,  $h$  e  $d$  representam a altura da linha e da perna da asna respectivamente;  $t_v$  é profundidade do entalhe e  $l_v$  a distância entre o topo da linha e o entalhe;  $\gamma$  é o ângulo entre a face frontal do entalhe e secção transversal da linha e  $\beta$  é ângulo entre a linha e a perna da asna. Esta ligação é geralmente considerada como rotulada e as forças actuantes são a compressão ( $F_c$ ) na perna, a força de tracção ( $F_t$ ) na linha e a reacção no apoio ( $R$ ). O método mais comum [1] [2] [3] [4] de verificação da resistência desta ligação assume esta abordagem e implica a verificação das tensões de compressão na face frontal do entalhe e das tensões de corte na zona da linha posterior ao entalhe (Figura 2).

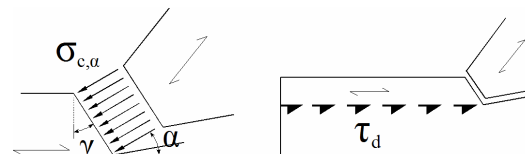


Figura 2 – Tensões a considerar no dimensionamento da ligação entre a perna e a linha.

Trabalhos anteriores [5] [6] [7] demonstraram que estas ligações apresentam um comportamento semi-rígido (rigidez de rotação não desprezável), com influência na distribuição de esforços na estrutura e nos modos de rotura a considerar, reforçando a necessidade de entender melhor o seu comportamento mecânico.

Para reproduzir durante o ensaio as condições a que a ligação está sujeita na realidade, é necessário aplicar na