



## LIGAÇÕES TRADICIONAIS EM ESTRUTURAS DE MADEIRA – UM PASSADO COM FUTURO?

Helena Cruz, Investigadora Principal, LNEC  
e Pedro Palma, Bolseiro de Investigação Científica, LNEC

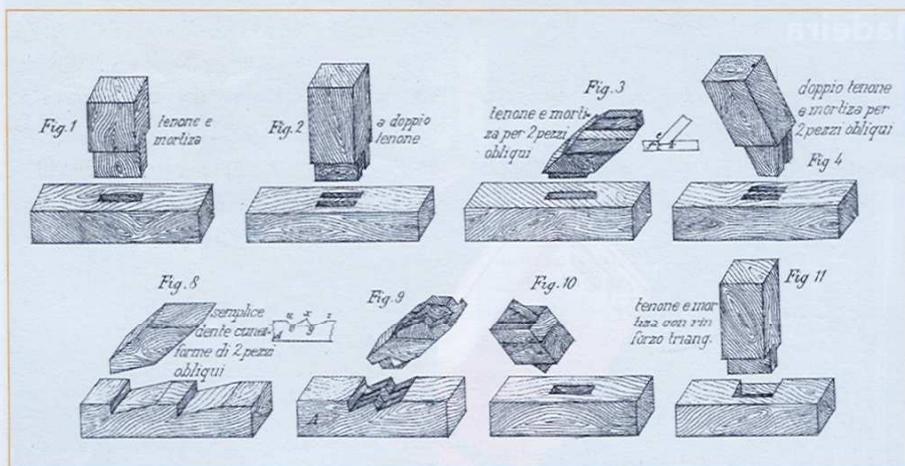
### UM POUCO DE HISTÓRIA

A utilização da madeira em estruturas tem sido essencialmente condicionada pela eficácia das ligações, limitada em cada época pelos utensílios disponíveis, pelo conhecimento dos materiais e pelo entendimento do funcionamento estrutural.

Com a capacidade de forjar ferramentas mais resistentes e precisas, apareceram as ligações do tipo mecha e respiga, que abriram novas possibilidades em termos de formas estruturais. A sistematização de formas estruturais como asnas de suporte de coberturas ocorreu durante o Renascimento, baseada no conhecimento empírico e experiência dos construtores. As formas e as ligações eram, bem ou mal, baseadas noutras já existentes, ajustando-se a sua geometria à escala da estrutura.

No século XIX surgiram os primeiros esboços da abordagem actual, congregando métodos matemáticos (geométricos ou analíticos) de análise estrutural com ensaios de caracterização dos materiais. Este procedimento, aliado ao desenvolvimento de novos materiais estruturais à base de madeira e de novos ligadores, viria a abrir extraordinárias possibilidades em termos de formas estruturais durante todo o século XX.

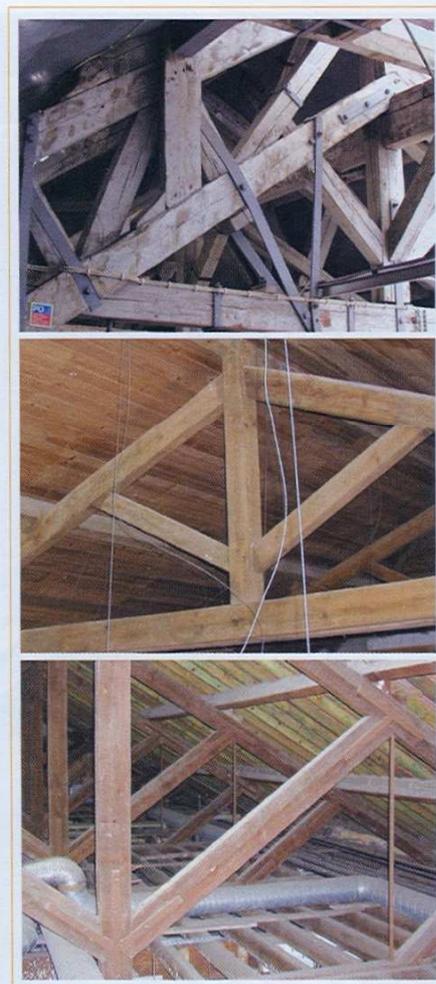
Em Portugal, ligações de tipo tradicional com recurso a entalhe são encontradas correntemente em asnas de cobertura com vãos geralmente inferiores a doze metros, verificando-se contudo uma grande diversidade no que se refere à qualidade de execução das respectivas ligações. A avaliação da segurança destas estruturas e a definição de eventuais acções de reparação e reforço levanta frequentemente dificuldades, na medida em que o funcionamento e o dimensionamento destas ligações não são claramente dominados pelos técnicos envolvidos.



> Ligações por entalhes [extraído de um Atlas italiano de 1883 – Ediz. Saldini. Collezioni Fratelli Santini, Ferrara].

### LIGAÇÕES POR ENTALHES

A generalidade das estruturas correntes de madeira actualmente em serviço recorre a ligações por entalhe. Na ausência de elementos metálicos, a transmissão de esforços entre peças é feita principalmente por compressão e corte da madeira, o que limita a sua utilização a situações muito específicas. Elementos metálicos surgem frequentemente adicionados a algumas das ligações, nomeadamente onde é essencial assegurar a transmissão de esforços de tracção, sendo comuns os esquadros metálicos, aplicados nas faces dos elementos que convergem na ligação, as braçadeiras, que cintam os elementos em torno da ligação, e as cavilhas, que os atravessam.



> Ligações em estruturas correntes de madeira.