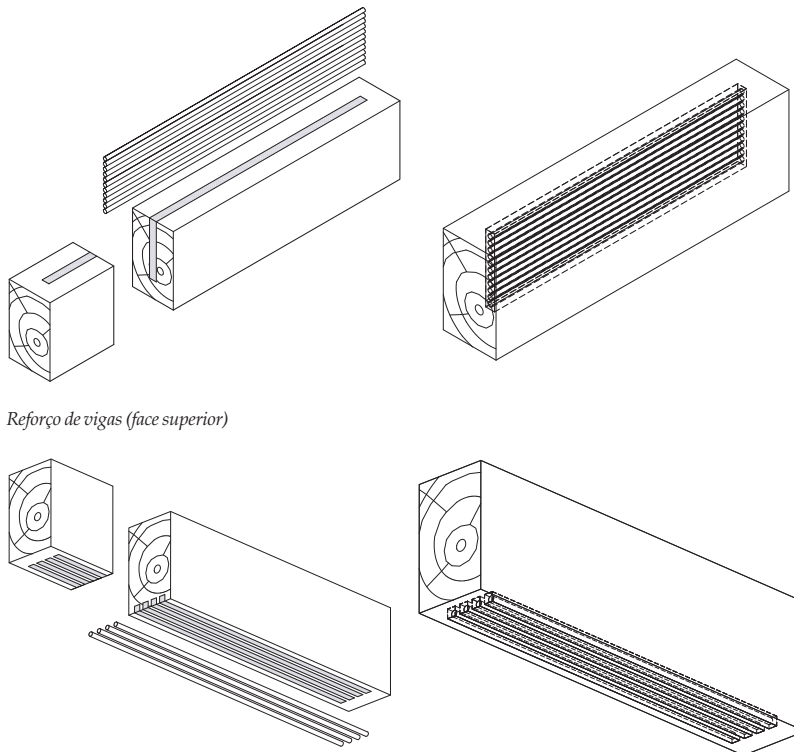


Sistema pouco intrusivo de reabilitação de madeira



Reforço de vigas (face superior)

Reforço de vigas (face inferior)

As intervenções em núcleos históricos, em construções do património arquitectónico ou em edifícios de zonas rurais, implicam muitas vezes a reabilitação e consolidação de estruturas de madeira. Se, em determinados casos, a substituição de elementos estruturais de madeira é inevitável, noutras situações, por motivos de preservação da estrutura e materiais originais, ou mesmo por motivos económicos, é preferível optar por uma solução de recuperação localizada dos troços danificados ou pelo reforço dos elementos estruturais existentes.

O sistema reduzidamente intrusivo de reabilitação de madeira, que combina a aplicação de produtos epoxídicos e materiais compósitos (FRP *Fiber Reinforced Polymer*), constitui uma técnica muito interessante e promissora para o sector, dada a versatilidade das aplicações, a eficiência do sistema, sem aumento de peso e com reduzido impacto visual, a possibilidade de minimizar a substituição da madeira original.

No âmbito do projecto europeu LICONS - *Low intrusion conservation systems for timber structures*, que contou com a participação portuguesa do LNEC e da STAP, desenvolveu-se o estudo do sistema e das intervenções que ele possibilita, e foram estabelecidas as especificações e os procedimentos de execução e controlo da qualidade, de forma a garantir o adequado desempenho do sistema, a curto e longo prazo. O projecto do sistema LICONS foi coordenado pela empresa Rotafix, Ltd (Reino Unido) e envolveu a participação de várias empresas e unidades de investigação europeias, designadamente: E.C.C. Timber Engineering, Ltd. (Reino Unido); AMTC, SRL (França); La Bottega del Restauro, SRL (Itália); Oxford Brooks University (Reino Unido); Laboratoire de Rhéologie du Bois de Bordeaux (França); Legno-DOC, SRL (Itália).

As principais aplicações do sistema permitem o reforço e a reparação de elementos estruturais de madeira, numa grande variedade de situa-

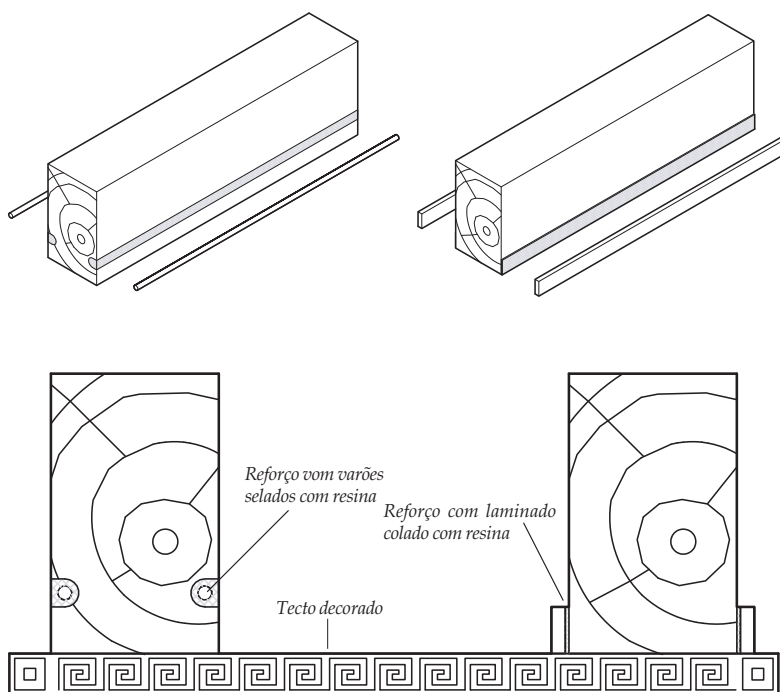
ções, nomeadamente, reparação de vigas com extremidades deterioradas, aumento da resistência e da rigidez de vigas, incluindo em pisos sobre tectos decorativos, reparação de fendas em madeira maciça e de delaminações em elementos de madeira lamelada-colada e consolidação de nós estruturais de asnas.

Os principais componentes do sistema são os produtos de colagem, como as colas e as caldas epoxídicas, os elementos de reforço ou ligação, ou seja, os varões e as chapas, e ainda as próteses de madeira, quando necessárias.

As colas e as caldas epoxídicas são utilizadas, na colagem de peças, na injeção de fendas, na fixação de ancoragens ou no preenchimento de furos ou entalhes para fixação de varões e chapas, metálicos ou de FRP. As caldas são ainda aplicadas na reconstituição da madeira. Entre outras características essenciais, a cola deve possuir propriedades de tixotropia e baixa tensão superficial, de forma a obter-se um bom espalhamento. A calda deve ser um material penetrante, adequado para o preenchimento de todos os espaços, e possuir características de eliminação do ar aprisionado.

Os varões e as chapas podem ser metálicos ou de FRP. Os elementos metálicos devem ser em aço inoxidável ou protegido contra a corrosão. Os varões e as chapas de FRP podem ter diversas composições, por exemplo, fibras unidireccionais de vidro ou de carbono, aglutinadas numa matriz epoxídica, fibras de vidro unidireccionais aglutinadas numa matriz termoplástica de poliuretano, entre outras.

A prótese de madeira deve ser, em princípio, da mesma espécie da madeira do elemento a reabilitar, ou



Reforço de vigas sobre tectos decorativos

compatível, isto é, com propriedades mecânicas, de durabilidade e cor semelhantes. No entanto, caso a durabilidade da madeira original seja manifestamente insuficiente para a classe de risco de aplicação, deve escolher-se madeira com durabilidade natural elevada ou que tenha sido tratada em profundidade com produtos preservadores de acção fungicida e/ou termiticida. A madeira deve ainda ser sã e de qualidade adequada, isenta de defeitos e anomalias e com um teor em água entre 14% e 16%.

Na reparação de vigas com extremidades deterioradas, em geral, são utilizadas próteses de madeira para substituir os troços degradados, que

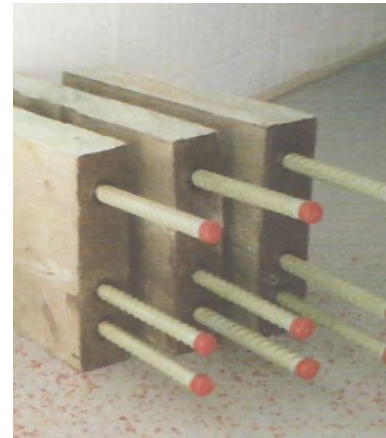
são fixadas à madeira sã com elementos de reforço/ligação (varões ou chapas). Em vez de serem aplicados no local, em furos ou entalhes a executar na madeira sã remanescente, os varões ou chapas podem ser pré-instalados nas próteses em oficina. Cabe ao projectista a escolha da configuração mais adequada a cada caso. A decisão de instalar os varões no local, em vez de fazer a sua pré-instalação nas próteses, pode depender, por exemplo, do espaço disponível para as operações de colocação e alinhamento das próteses.

O corte e a remoção da madeira degradada devem ser executados com equipamento eléctrico, sem danificar a ma-

Tema de Capa



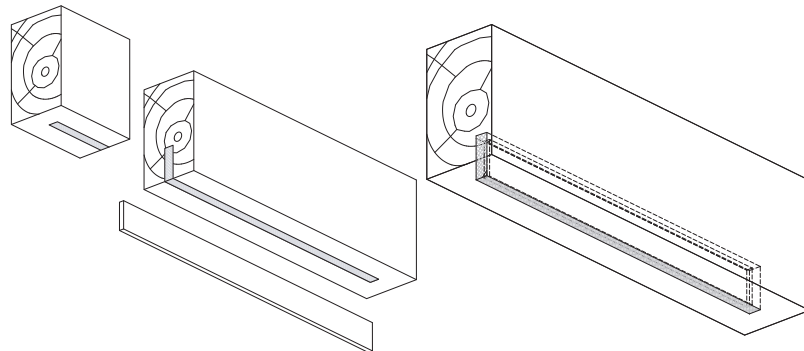
Vazamento de calda epoxídica para reconstituição das secções.



Próteses de madeira


deira. A lâmina deve estar em boas condições, de forma a garantir a regularidade e rectidão do corte a realizar. Devem evitar-se as temperaturas excessivas produzidas pelo equipamento eléctrico.

Antes da aplicação dos produtos epoxídicos, é fundamental proceder-se à limpeza das superfícies da madeira, de forma a remover as partículas soltas que prejudiquem a colagem. A abertura de furos e entalhes e respectiva limpeza devem ocorrer imediatamente antes (máximo 24 horas) da aplicação dos produtos de colagem. As operações de mistura e a aplicação dos produtos epoxídicos devem ser realizadas de acordo com o indicado nas respectivas fichas técnicas. Os varões/chapas a instalar nos furos ou entalhes com cola epoxídica devem ser colocados imediatamente após a injeção da cola. Os furos ou entalhes devem ser preenchidos com cola em cerca de 2/3 da totalidade do seu volume, de modo a que fique assegurado apenas um excesso ligeiro de cola. A desmontagem de qualquer sistema



Reforço de vigas (face inferior)

de suporte provisório só poderá ocorrer quando os produtos estiverem totalmente polimerizados. Além da adequada selecção dos produtos e cuidada pormenorização face aos objectivos e especificidade do trabalho, deve recorrer-se a mão-de-obra qualificada e implementar um plano da qualidade. Do plano da qualidade devem fazer parte, entre outros, ensaios e inspecções de controlo da geometria e das características dos materiais, e ensaios expeditos que permitam detectar a existência de

eventuais deficiências na execução dos trabalhos, principalmente os relacionados com a mistura e aplicação dos produtos epoxídicos. 

RAQUEL PAULA, Eng.^a Civil, STAP, S.A.
VÍTOR CÓIAS, Eng.^a Civil, STAP, S.A.
HELENA CRUZ, Investigadora Principal
do LNEC