

TÉCNICAS DE REABILITAÇÃO EM ESTRUTURAS DE MADEIRA

Maria de Lurdes B. C.Reis

> Professora-Adjunta, Departamento de Engenharia Civil, Instituto Politécnico de Tomar > lbelgas@ipt.pt

Fernando G. Branco

> Professor Auxiliar, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Coimbra > fjbranco@dec.uc.pt

Jorge Morarji Mascarenhas

> Professor Coordenador, Depart. de Engenharia Civil, Instituto Politécnico de Tomar > jmascarenhas@ipt.pt

RESUMO:

O estudo das patologias das construções e a sistematização das técnicas para a sua reparação são assuntos de grande importância para o meio técnico, uma vez que a conservação e reabilitação de edifícios tem vindo a registar significativa evolução, apresentando boas perspectivas de crescimento.

A informação técnica específica existente para este tipo de intervenções é diversa e encontra-se dispersa na bibliografia, dificultando, por isso, uma estruturação dessa informação com vista à adopção da solução mais adequada a cada tipo intervenção.

Neste artigo, pretende-se fazer uma sistematização do conhecimento no que se refere às técnicas de reabilitação em estruturas de madeira. Apresentam-se algumas das técnicas correntemente empregues, indicando-se a finalidade, as vantagens e condicionantes de cada uma dessas técnicas.

PALAVRAS-CHAVE: Madeiras, Técnicas, Reparação, Reabilitação.

As anomalias em elementos e estruturas de madeira traduzem-se genericamente em deformações excessivas e deteriorações. As deformações excessivas podem ser atribuídas a deficiências de projecto e de execução, ao desconhecimento das características de resistência e deformabilidade da madeira, à aplicação de cargas excessivas não previstas e ao efeito de fluência, associado ao envelhecimento da madeira. A deterioração da madeira pode ser causada por falta de protecção ou protecção insuficiente dos elementos de madeira contra os agentes agressivos, sobretudo contra a humidade. A humidade da madeira e a temperatura influenciam o desenvolvimento e o crescimento de xilófagos, bem como a consequente degradação biológica da madeira. Após o diagnóstico e a análise das anomalias e das causas que lhes deram origem, é necessário escolher a técnica de intervenção mais adequada para proceder à reparação dos elementos em madeira. Para esse efeito, é necessário conhecer os materiais e as técnicas disponíveis para intervir neste tipo de estruturas.

O presente trabalho apresenta, sistematizadas, diferentes técnicas existentes para a execução de acções de reabilitação em estruturas de madeira.

1. INTRODUÇÃO

As construções degradam-se ao longo do tempo, em virtude das acções mecânicas que actuam sobre a estrutura e das acções físicas, químicas e biológicas que actuam sobre os materiais. Verifica-se assim a necessidade de executar operações de conservação, reforço e reabilitação.

A madeira é um material com vasta aplicação na construção, cumprindo um papel essencial nas estruturas, pavimentos e coberturas de muitos dos edifícios existentes. No entanto, as condições ambientais às quais a madeira é exposta, a diferente durabilidade natural das várias espécies e madeira, as condições de aplicação a nível estrutural e o modo de execução de alguns pormenores construtivos, influem na durabilidade dos elementos de madeira. Estes factores conduzem a degradações, quer estruturais quer biológicas, que originam diversos tipos de anomalias.

2. TÉCNICAS DE REABILITAÇÃO EM ESTRUTURAS DE MADEIRA

As técnicas de reabilitação de estruturas de madeira podem ser divididas em dois grupos: as técnicas de reparação ou consolidação e as técnicas de reforço. As primeiras, têm como objectivo repor a capacidade resistente inicial da estrutura, enquanto que as segundas têm por finalidade aumentar a capacidade de carga, ou limitar a deformação da estrutura [1].

Qualquer que seja o objectivo que se pretenda, existem diferentes técnicas de intervenção. A escolha da técnica correcta para cada situação dependerá do tipo de material que se pretenda aplicar e do tipo de degradação a eliminar.

2.1 TÉCNICAS TRADICIONAIS

2.1.1 REFORÇO DE ELEMENTOS DE MADEIRA POR APLICAÇÃO DE EMPALMES

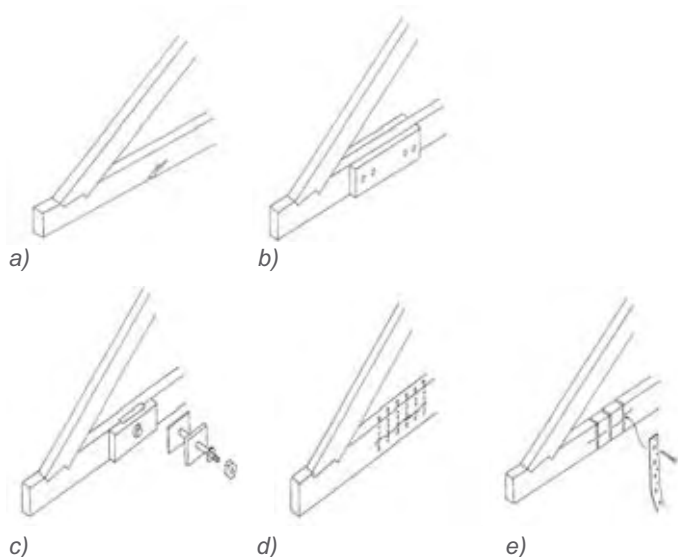
A técnica de reforço de elementos de madeira por aplicação de empalmes consiste na aplicação de novos elementos de madeira de um ou de ambos os lados da peça a reforçar, fazendo a ligação entre os elementos novos e os existentes por meio de parafusos e/ou parafusos e porcas, restabelecendo a continuidade das peças da estrutura (Figura 1a), b) e c).

Esta técnica aplica-se em elementos partidos ou fissurados, em zonas não localizadas junto a nós.

Os novos elementos a adicionar devem ter altura igual aos elementos existentes, e assegurar um comprimento mínimo de sobreposição entre os elementos novos e os antigos, que permita a ligação dos novos elementos a zonas não deterioradas dos elementos existentes.

Para a aplicação com sucesso desta técnica, é necessário garantir uma concepção estrutural adequada, definindo nomeadamente a distância de aplicação dos ligadores às extremidades da peça, o espaçamento entre ligadores e verificar a redução da secção útil que acarretam.

Cada parafuso necessita obrigatoriamente de duas anilhas, uma em cada extremidade, imediatamente antes da porca.



Figuras 1: a), b), c) Fases do reforço por aplicação de empalmes
d) reparação de fendas com parafusos;
e) reparação de fendas por cintagem.

2.1.2 REPARAÇÃO DE FENDAS COM PARAFUSOS

A técnica de reparação de fendas com parafusos consiste em apertar as faces da fenda, uma contra a outra, com recurso a parafusos (Figura 1d). Aplica-se na reparação de fendas de topo ou fendas interiores longitudinais, sendo realizada com parafusos de pequeno diâmetro.

Efectua-se um furo na direcção perpendicular à fenda. Introduce-se o parafuso através do furo (com a respectiva anilha) e fecha-se a fenda por aperto do parafuso. Os parafusos só devem ser apertados até ao início do seu tensionamento, devendo ser posicionados a uma distância de 5 a 8 cm do topo da peça.

2.1.3 REPARAÇÃO DE FENDAS POR CINTAGEM

A técnica de reparação de fendas por cintagem baseia-se na utilização de tiras metálicas para fechar as fendas, por mero aperto (Figura 1e). A fixação de tiras é feita recorrendo a pregos electrozincados ou de aço. Esta técnica aplica-se em fendas de topo ou em fendas interiores longitudinais.

2.2 TÉCNICAS TRADICIONAIS PARA INTERVENÇÃO EM PAVIMENTOS

2.2.1 ADIÇÃO DE NOVAS VIGAS PARALELAS ÀS VIGAS DO PAVIMENTO

O objectivo da técnica é aumentar a rigidez das vigas, diminuindo conseqüentemente a deformabilidade. Consiste na colocação de vigas adicionais de reforço, paralelamente às vigas originais (Figura 2 a),b).

O processo de execução desta técnica pressupõe o escoramento do pavimento e a remoção do revestimento de piso (soalho). Executa-se uma abertura na parede resistente com posição e dimensão adequada. A zona de entrega da viga não deve ser inferior a 0.20m, para que sirva de encaixe às novas vigas paralelas. Adicionam-se as novas vigas e efectua-se a sua ligação à parede.

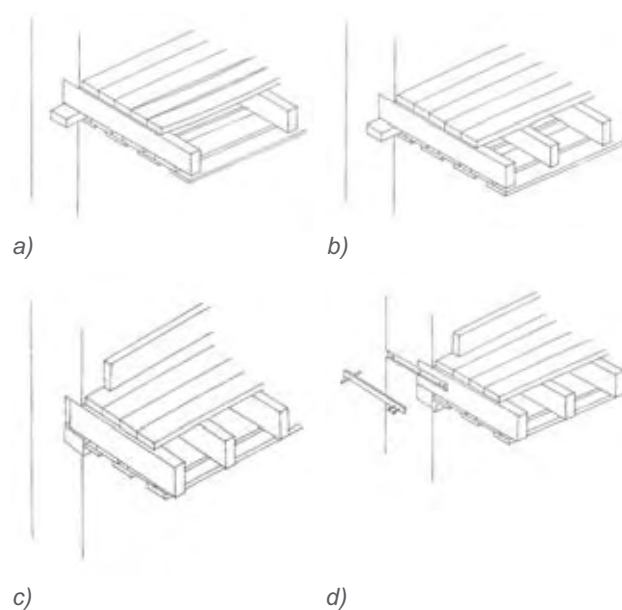


Figura 2: a), b) adição de novas vigas paralelas às vigas do pavimento;
c), d) ancoragem da viga de madeira à parede de alvenaria.

No caso de uma parede de alvenaria irregular, deve criar-se uma base de apoio para a viga, através de um bloco de pedra com a face superior aparelhada e horizontal, ou ancorar a viga de madeira à parede de alvenaria.

Quando a parede de alvenaria apresenta um frechal (Figura 2c), deve executar-se um entalhe na viga com cerca de 0.01 m de profundidade, de modo a que fique apertada de encontro ao frechal ou aplicar gatos metálicos (Figura 2d), executando um corte na viga onde se insere o gato posteriormente fixado com recurso a parafusos com porca. A fixação ao frechal pode ser realizada com recurso a aparafusamento. Por fim, repõe-se o revestimento de piso.

2.2.2 COLOCAÇÃO DE VIGAS TRANSVERSAIS ÀS VIGAS DO PAVIMENTO

Esta técnica consiste em colocar as vigas adicionais de reforço na direcção transversal às vigas originais (Figura 3 a,b).

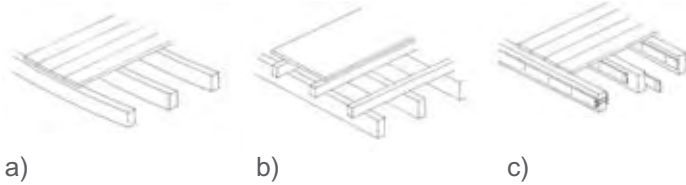


Figura 3: a),b) colocação de vigas transversais às vigas do pavimento; c) reforço de vigas por colocação de elementos metálicos.

2.2.3 REFORÇO DE VIGAS POR COLOCAÇÃO DE ELEMENTOS METÁLICOS

Esta técnica consiste em colocar elementos de reforço, chapas ou perfis metálicos, nas faces laterais das vigas originais (Figura 3c). A ligação entre ambos é estabelecida com recurso a elementos de fixação, nomeadamente parafusos com porca

2.3 TÉCNICAS DE REPARAÇÃO E REFORÇO COM PRODUTOS EPOXY

2.3.1 REPARAÇÃO DE FENDAS COM ADESIVO EPOXY

Esta técnica de reparação de fendas consiste na injeção de resinas epoxídicas de baixa viscosidade, a baixa pressão, na fenda (Figura 4a). Após a polimerização, esta zona apresentará um comportamento idêntico ao do resto da secção. Esta técnica é aplicada na reparação de fendas de topo, ou fendas interiores longitudinais.

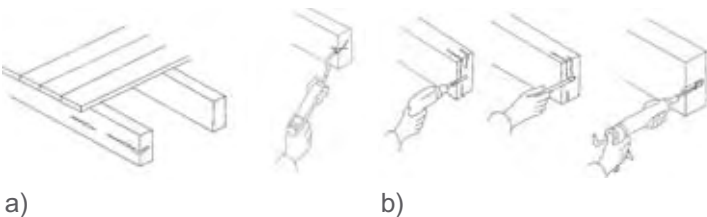


Figura: 4a) reparação de fendas com injeção de resinas epoxídicas; 4b) reparação de fendas com injeção de resinas epoxídicas e varões de reforço.

2.3.2 REPARAÇÃO DE FENDAS COM ADESIVO EPOXY E VARÕES DE REFORÇO

Neste caso, conjuntamente com o adesivo epoxy, são inseridos varões de reforço, nomeadamente de aço inoxidável, ou de materiais compósitos reforçados com fibras de vidro ou de poliéster (Figura 4b).

Antes da aplicação dos produtos, as fendas e fissuras devem ser previamente limpas com jacto de ar ou aspirador para remoção de poeira solta ou friável.

A furação deve ser efectuada seccionando a fenda, numa zona sã da madeira, transversalmente à fenda.

Quando da aplicação do produto, deve avaliar-se o teor em água da madeira, dado que este tem de ser compatível com a colagem. Aconselha-se que este valor se situe abaixo dos 16%, ou outros valores indicados pelo fabricante. No entanto, não deverá ultrapassar um limite mínimo em relação às condições ambientais do local, para que não ocorram variações dimensionais significativas após a intervenção.

Os varões de material compósito, antes da sua colocação, devem ser submetidos a um tratamento abrasivo com lixa fina, seguido de limpeza com a acetona.

2.3.3 AUMENTO DA INÉRCIA DAS VIGAS DE MADEIRA COM RECURSO A ARGAMASSA EPOXIDICA

A técnica de aumento da inércia de vigas de madeira baseia-se no reforço dos elementos de madeira por aumento da altura útil, de preferência, numa das faces horizontais (Figura 5). A solução de reforço com argamassa epoxy consiste na ligação à viga original com recurso a varões de reforço, nomeadamente de aço ou de poliéster reforçados com fibra de vidro, colocados no interior de furos e guarnecidos com argamassa epoxy [2].

O exemplo mais conhecido é o corte oblíquo, para melhorar os esforços de corte, em que previamente se remove a madeira original deteriorada (Figura 6). Complementarmente podem ser realizados entalhes na viga original para otimizar a solidarização. As intervenções realizadas com argamassas epoxídicas têm a vantagem de não originarem problemas de retracção nem de aderência.

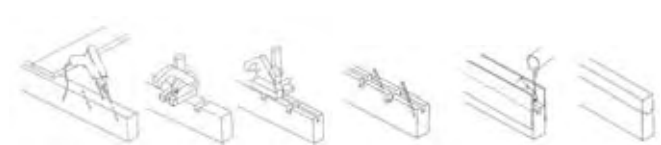


Figura 5: Aumento da inércia de vigas de madeira com recurso a argamassa epoxy.

Para executar estes trabalhos deve escorar-se as vigas, a fim de evitar que oscilem, escorreguem ou

caiam. Libertar as vigas da alvenaria em redor, de modo a permitir a intervenção em toda a extensão da viga, inclusive na zona de apoio. Realizar os furos previamente definidos, respeitando as seguintes condições: afastamento mínimo entre armaduras, cerca de 9 cm; distância mínima entre a armadura e a superfície da viga, cerca de 6 cm; comprimento mínimo de ancoragem do varão na argamassa epoxy, cerca de 15 cm; comprimento mínimo de ancoragem do varão na madeira, cerca de 30 cm.

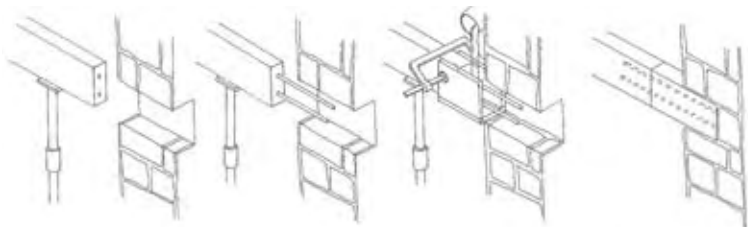


Figura 6: Reparação da zona de apoio de uma viga com argamassa epoxídica e armaduras.

Colocar as armaduras nos respectivos furos, se necessário recorrendo a espaçadores de modo a que quando se fizer o vazamento da argamassa estes não sofrem deslocamentos de posicionamento. As armaduras servirão como ligação mecânica entre a viga e a prótese. Colocar a cofragem, de acordo com o objectivo pretendido.

Se a reparação for realizada por motivos estéticos, instalar uma cofragem perdida do mesmo tipo de madeira da viga original. No caso de o aspecto estético ser de menor importância, deve instalar-se temporariamente uma cofragem lisa, que é removida posteriormente.

Vazar a argamassa epoxídica (de endurecimento lento sem retracção) na cofragem. Retirar a cofragem, após o endurecimento argamassa epoxídica.

Retirar os apoios e carregar a viga após o decurso de um prazo mínimo de 7 dias.

2.3.4 REFORÇO DE VIGAS DE MADEIRA COM COMPÓSITOS FRP

A técnica de reforço de um elemento de madeira com uma manta ou um laminado de FRP consiste em ligar o sistema de reforço à madeira, através de um adesivo, para que este complemente a madeira na resistência a determinadas solicitações (Figura 7). A colagem do sistema pode ser efectuada na face traccionada da viga, ou ainda na face traccionada e na face comprimida.

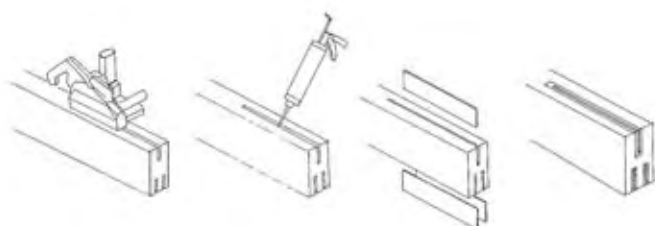


Figura 7 – Execução do reforço de vigas com compósitos de FRP.

Antes da aplicação dos compósitos de FRP, devem executar-se cortes com uma serra eléctrica e com as seguintes dimensões: 12.5 mm de largura, 60 mm de profundidade e 800 mm de comprimento. Esses cortes devem ser limpos de estilhas e poeiras, recorrendo a um aspirador industrial de bico e uma pistola de pressão de ar.

Deve-se verificar e controlar a existência de fissuras procedendo à sua reparação. Em seguida, injectar a quantidade de adesivo pré-determinada em cada uma das aberturas, introduzir os laminados de CFRP e limpar o excesso de adesivo da superfície da viga.

A temperatura ideal para a realização destes trabalhos é de 15 °C. As condições ambientais são condicionantes do sucesso das intervenções. Uma temperatura demasiado baixa pode impedir a polimerização da cola, podendo ser contornada com o aquecimento local dos materiais ou do ambiente. Se forem expectáveis temperaturas inferiores a 5°C, deve proteger-se a argamassa com materiais isolantes. Uma temperatura demasiado elevada reduz de forma significativa o tempo de trabalho, pelo que é aconselhável a sua execução às primeiras horas da manhã, a preparação de volumes de cola tão pequenos quanto possível e eventualmente o arrefecimento prévio dos componentes da cola antes de proceder à mistura.

2.4 REPARAÇÃO, SUBSTITUIÇÃO PARCIAL OU RECONSTITUIÇÃO DE SECÇÕES DE MADEIRA

2.4.1 CONSOLIDAÇÃO DE DESCONTINUIDADES POR COLOCAÇÃO DE UMA ARMADURA DISTRIBUÍDA NA MADEIRA

A técnica de consolidação de descontinuidades por colocação de uma armadura distribuída na madeira consiste na colocação de elementos de reforço profundamente ligados às secções sãs da madeira e prolongando-se até à zona a reforçar (Figura 8). A armadura a introduzir pode ter funções de reforço ao corte, tracção ou compressão.

No caso de viga acessível pela face horizontal inferior, devem ser executados os furos segundo a altura da viga, garantido que: o diâmetro é cerca de 4 a 5 mm superior ao da armadura a colocar; a inclinação é de 30° relativamente ao seu eixo; estão distribuídos em quincôncio ao longo da viga; o afastamento é de 2h (sendo h a altura da viga).

Posteriormente injectar a quantidade de resina suficiente para poder colocar os varões de reforço.

ço, introduzir os varões de reforço e terminar a solidarização dos varões, terminando a operação de injeção. Retirar o excesso de resina.

No caso da viga se apresentar livre numa das faces verticais as armaduras serão distribuídas numa só camada ou em duas ou mais camadas paralelas, dispostas segundo a altura do elemento a consolidar.

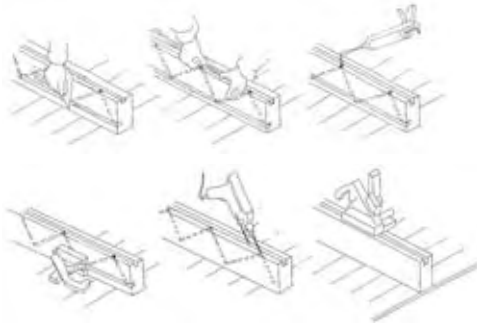


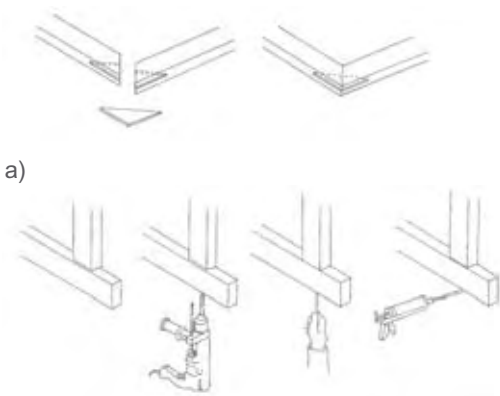
Figura 8 – Colocação de armadura distribuída na madeira.

2.4.2 REFORÇO DA LIGAÇÃO ENTRE PEÇAS/JUNTAS COM ELEMENTOS DE MADEIRA

A técnica de reforço da ligação entre peças/juntas com placas de madeira consiste na execução de um corte de forma triangular cujo vértice se localiza no canto de ligação entre as duas peças, nesta zona de corte será posteriormente colocada uma outra peça de madeira, que será solidarizada a ambas as peças com recurso a injeção de resina (Figura 9a).

Deverá ser efectuado o corte a 45° das peças que se pretendem ligar e uma abertura, com forma triangular, no canto de ligação entre as duas peças.

São executados furos em cada uma das peças de ligação, garantindo que estes se encontram simétricos. Coloca-se a peça de ligação de madeira na abertura e os furos são injectados com resina, até que esta atinja a totalidade da superfície da peça de ligação.



b)

Figura :

9a) reforço de ligações com elementos de madeira;

9b) execução do reforço de ligações de topo.

2.4.3 REFORÇO DE LIGAÇÕES DE TOPO ENTRE ELEMENTOS DE MADEIRA

A técnica de reforço de ligações de topo entre elementos de madeira consiste na perfuração e colagem à madeira de cavilhas de FRP pultrudidas, em ambos os topos a ligar, que actuam pelo desenvolvimento de força axial segundo o eixo longitudinal da peça (Figura 9b).

Devem ser efectuados dois furos (de baixo para cima) na zona de ligação, garantindo que atravessam toda a secção da viga e que a profundidade é suficiente para atingir o topo do outro elemento.

Posteriormente é injectada a quantidade de resina necessária para colocar os varões pultrudidos, que são centralizados no respectivo furo, após o que se procede ao preenchimento da totalidade do furo com resina.

2.4.4 SUBSTITUIÇÃO DO APOIO DE UMA ASNA DETERIORADO COM ARGAMASSA EPOXY E VARÕES DE REFORÇO

Esta técnica consiste na remoção da zona danificada fazendo a sua substituição por uma peça idêntica do mesmo material. A zona de apoio será substituída por argamassa epoxy devidamente reforçada com varões, representada na Figura 6.

2.4.5 SUBSTITUIÇÃO DO APOIO DE UMA ASNA DETERIORADO POR UMA PEÇA IDÊNTICA DO MESMO MATERIAL

Para a aplicação desta técnica, efectua-se a remoção da zona danificada fazendo a sua substituição por uma peça idêntica do mesmo material. A ligação entre a zona de apoio existente e o novo elemento será feita através de elementos metálicos auxiliares, fixados mecanicamente com pregos ou parafusos e/ou fixados quimicamente com recurso a resina epoxy (Figura 10) .

Para tal, deve-se escorar a estrutura, cortar os elementos deteriorados e repor o elemento recorrendo a uma peça de madeira que deverá ter dimensão idêntica à do elemento retirado, estar seca, ser de castanho ou casquinha, preferencialmente madeira velha proveniente de demolições de edifícios antigos. Também se poderá utilizar o pinho marítimo, estabilizado do ponto de vista do teor em água (cerca de 12%), assegurando-se o seu tratamento em autoclave, com produtos preservadores anti-fungo e anti-caruncho, com penetração profunda dos produtos seleccionados, habitualmente sais de cobre e outros.

Na ligação entre a viga e o novo elemento são colocadas chapas metálicas (por pregagem ou aparafusamento) aplicadas em cada uma das faces da

viga, com um comprimento que assegure uma sobreposição de pelo menos 0.20 m em relação ao eixo da secção a ligar, altura e espessura compatíveis com a resistência que se pretende assegurar.

As chapas de aço deverão ser convenientemente tratadas contra a corrosão.

A ligação à parede efectuada com varões ou barras de ferro, pregadas à linha da asna e chumbadas na alvenaria.

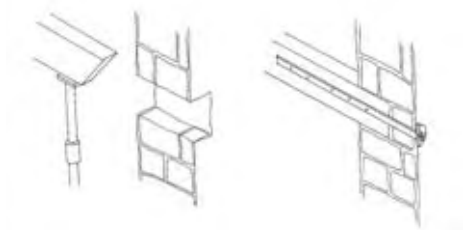


Figura 10: substituição do apoio de uma viga por uma peça de madeira.

2.5 TÉCNICAS DE APLICAÇÃO DE PRÉ-ESFORÇO

A técnica de aplicação de pré-esforço consiste na aplicação de um sistema de pré-esforço e da sua colocação em tensão de modo a contrariar todas as cargas aplicadas ao pavimento criando uma contra flecha igual ao valor da deformação do pavimento, anulando a flecha inicial (Figura 11).

Para realizar este tipo de trabalhos, é necessário, após escorar a estrutura, recorrer a uma estrutura metálica pré fabricada em substituição das zonas e/ou elementos de madeira suprimidos. Geralmente é necessário substituir os topos das vigas e, eventualmente, adicionar acessórios metálicos ao vão. Posteriormente aplica-se o sistema de pré-esforço que é colocado em tensão.

Há necessidade de efectuar depois a protecção das peças metálicas contra a acção do fogo.

Esta técnica é aplicada em intervenções de reabilitação de pavimentos de madeira, quando se verifica uma deformabilidade excessiva das vigas.

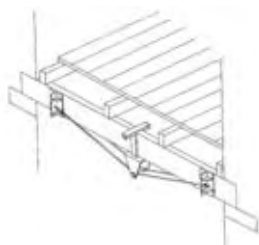


Figura 11: aplicação de pré-esforço na reabilitação de pavimentos de madeira.

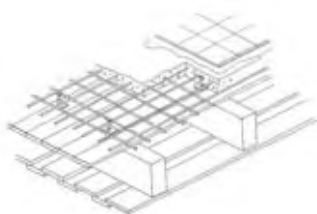


Figura 12: laje mista madeira/betão com ligadores metálicos.

2.6 TÉCNICAS DE REPARAÇÃO E REFORÇO COM BETÃO

2.6.1 REPARAÇÃO E REFORÇO COM BETÃO

- LAJES MISTAS MADEIRA/BETÃO (LIGADORES METÁLICOS)

Uma técnica aplicada em intervenções de reabilitação de pavimentos de madeira, quando se pretende aumentar a capacidade de carga ou diminuir deformações e/ou vibrações.

A recuperação estrutural de pavimentos de madeira pode ser feita com recurso à solução de laje mista madeira-betão, tirando partido da estrutura existente a que se adiciona uma lâmina de betão (Figura 12). No caso de se pretender obter um comportamento de laje mista, importa estabelecer uma ligação adequada entre as camadas de betão e de madeira, que pode ser feita através de ligadores de diferentes tipos, capazes de reduzir ou anular os deslocamentos relativos entre os dois materiais, procurando-se atingir o comportamento de conjunto ideal [3]. O desempenho da estrutura compósita será tanto mais eficiente quanto maior for o comportamento do conjunto (tração na madeira e compressão no betão), para o qual as características da ligação têm uma importância decisiva.

Neste tipo de intervenção é mantida a totalidade da estrutura incluindo o soalho existente, que serve de cofragem à lâmina de betão. Para a sua execução é imprescindível escorar o pavimento porque podem surgir, temporariamente, esforços acrescidos no pavimento original. O escoramento serve também para diminuir as deformações existentes e se necessário para aplicar uma contra-flecha.

Deve ser colocada uma tela de impermeabilização, de modo a evitar a humedificação da madeira, com conseqüente perda de água do betão, ou o escoamento da pasta do betão pelas frestas do soalho.

Efectua-se a marcação do afastamento entre conectores sobre o soalho sobreposto na zona das vigas. No caso da madeira ser bastante dura é necessário realizar dois furos na zona de colocação dos conectores com o diâmetro de 5 mm e a profundidade do parafuso.

Coloca-se o conector, alinhando as aberturas da base deste com as aberturas previamente efectuadas para a inserção dos parafusos e inserem-se os parafusos, inicialmente com recurso a um martelo, e posteriormente proceder ao seu aparafusamento. Coloca-se a rede electrossoldada devidamente fixada e betona-se a superfície. Pode

recorrer-se à realização de entalhes na zona de colocação dos conectores

As ligações madeira-betão em termos de funcionamento podem dividir-se em dois grupos principais: ligações químicas e mecânicas.

As ligações químicas são conseguidas essencialmente pelas colas. As que mais frequentemente aparecem ligadas a este tipo de intervenção são as resinas epóxicas. Estas ligações caracterizam-se pela sua grande rigidez e resistência que conduzem a soluções de comportamento de conjunto perfeito. Têm como principal desvantagem o custo.

As ligações mecânicas podem subdividir-se em dois tipos: as que recorrem a elementos metálicos como ligadores e as que são estabelecidas essencialmente através de entalhes na madeira. Estes dois tipos aparecem frequentemente combinados de forma a melhorar o seu desempenho.

Existem vários tipos de ligadores metálicos: ligadores do tipo cavilha (pregos, parafusos, cavilha) e ligadores com princípios de funcionamento diferente (anéis, placas ou chapas denteadas) [4].

A escolha do tipo de ligadores está condicionada pelo facto de a madeira já estar aplicada, sobretudo se existir uma camada de soalho que se pretenda manter como co-fragem.

A parte 2 do EC5 fornece algumas indicações sobre o cálculo das ligações madeira-betão, sobretudo quando existe camada intermédia [5].

3. CONCLUSÕES

O presente artigo sistematiza diversas técnicas aplicáveis à reabilitação de estruturas de madeira. Estas técnicas foram agrupadas em: técnicas tradicionais, técnicas tradicionais específicas para pavimentos, técnicas utilizando produtos epoxy, técnicas implicando a substituição parcial ou reconstituição da secção, técnicas com aplicação de pré-esforço e técnica de reparação e reforço com betão.

Para cada uma das técnicas apresentadas, indicou-se a finalidade, vantagens e condicionantes.

4. REFERÊNCIAS

- [1] Rodrigues, R.C.O., Construções Antigas de Madeira: experiência de obra e reforço estrutural, Tese de Mestrado, Universidade do Minho, Guimarães, 2004.
- [2] Duarte A., Negrão, J., Cruz, H., Reabilitação de Vigas de Madeira com Argamassa Epoxídica Armada, CIMAD`04, 1.º Congresso Ibérico sobre A Madeira na Construção, U. Minho, Guimarães, 2004, pp489-496.
- [3] Dias, A, Jorge, L, Cruz, H., Lopes, S., Lajes Mistas Madeira-Betão, 3.º ENCORE, Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios, LNEC, Lisboa, 2003, Vol. 2, pp. 875-883.
- [4] Dias, A, Cruz, H., Lopes, S., Desempenho de Ligadores Tipo Cavilha em Lajes Mistas Madeira-Betão, 3.º ENCORE, Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios, LNEC, Lisboa, 2003, Vol. 2, pp. 885-892.
- [5] ENV 1995 – 2, Eurocode 5 - Design Timber Structures - Part 2 Bridges.