

A Degradação da Madeira

Dr. Jagjit Singh

Tradução por António de Borja Araújo, Engenheiro Civil, I.S.T.

Os materiais de construção são degradados pelos efeitos de condições ambientais adversas e a extensão dos danos consequentes depende quer dos materiais, quer da sua condição. Entre os materiais mais degradáveis, destacam-se a madeira, a tinta, os têxteis e o papel.



Esporóforos do fungo da podridão seca *Serpula lacrymans* afectando barrotes de um pavimento.

A madeira permanece um dos materiais mais úteis num mundo de recursos decrescentes e é um componente de primeira importância nas edificações históricas. Ela tem muitas propriedades estruturais e estéticas positivas, assim como é um recurso energeticamente eficiente e renovável. No entanto, a madeira proporciona nichos ecológicos especializados e muitos organismos evoluíram para a usarem como alimento. Os mais vulgares e destrutivos para a madeira são a podridão seca, a podridão húmida, o caruncho vulgar da mobília e o caruncho *death watch*.

Os tratamentos curativos ortodoxos implicam, frequentemente, a perda de acabamentos decorativos insubstituíveis, de pavimentos e de tectos. Além disso, o tratamento de infestações com químicos fungicidas e insecticidas não só é dispendioso, incómodo e perigoso para os executantes e para os utilizadores, mas também é ambientalmente inaceitável e, geralmente, desnecessário. O controlo ambiental e a manutenção preventiva proporcionam uma solução alternativa, menos destrutiva, e são os mais largamente usados métodos para a prevenção da degradação biológica.

MECANISMOS DE DEGRADAÇÃO BIOLÓGICA

A bio-degradação dos materiais foi definida por Hueck, em 1968, como sendo «uma alteração indesejável nas propriedades de um material com importância económica, proporcionada pelas actividades dos organismos vivos». Uma larga gama de materiais está sujeita à degradação microbiológica, a qual é provocada por um largo espectro de microrganismos.

Os escaravelhos responsáveis pela degradação da madeira são principalmente o caruncho vulgar (*Anobium punctatum*), o caruncho *death watch* (*Xestobium rufovillosum*), o escaravelho da serradura (*Lyctus spp*) e o capricórnio (*Hylotropes bajullos*). São as suas larvas que produzem a maioria dos danos, ao perfurarem a madeira, alimentando-se dela e provocando danos na estrutura e na resistência dessa madeira.

A degradação por fungos é capaz de degradar enzimaticamente materiais celulósicos complexos, tais como a madeira, para os transformar em produtos digeríveis. A degradação das células da madeira por estes fungos resulta na perda de peso e de resistência nessa madeira. Existem dois tipos principais de fungos da degradação da madeira que se podem encontrar nas edificações, a podridão seca e a podridão húmida (ver a Tabela 2). Os principais factores ambientais que favorecem a bio-degradação dos materiais de construção são a temperatura, a humidade e a falta de ventilação. A presença de humidade pode ser favorecida pela penetração directa ou pela ascensão capilar; pela condensação; por defeitos da construção e por desastres, tais como fugas na canalização; e pela humidade de construção transportada pelas argamassas, pelo betão e pelo estuque, por exemplo.

CONTROLO AMBIENTAL – ABORDAGEM VERDE

O controlo ambiental baseia-se no controlo das causas do problema pelo controlo do ambiente. Ele é projectado para garantir a futura saúde da edificação e dos seus ocupantes, uma vez que evita a desnecessária utilização de pesticidas químicos potencialmente perigosos e ambientalmente prejudiciais, sempre que possível, bem como as suas consequentes complicações legais e operacionais. A erradicação dos esporos da podridão seca e dos xilófagos de uma edificação histórica e dos seus conteúdos é praticamente impossível. Os volumes de químicos necessários e a toxicidade requerida podem ser prejudiciais quer para a edificação, quer para os seus utilizadores. Sempre que não possa ser evitado o tratamento químico, devem ser empregues materiais e técnicas que tenham os mínimos efeitos ambientais adversos.

Pela desnecessidade de se expor e de se retirar o material infectado, o controlo ambiental também reduz os danos na fábrica e nos acabamentos da edificação. Quando estiver em questão um edifício histórico, isto é particularmente importante, e a especificação deve garantir a máxima conservação dos materiais existentes para se manter a integridade histórica da fábrica, assim como para se evitarem despesas desnecessárias. O sucesso depende de uma investigação prévia pormenorizada das causas e dos seus efeitos. Através de uma abordagem metódica como esta, é possível reduzir-se significativamente os custos dos trabalhos curativos sobre a madeira e, nalguns casos, eliminá-los completamente.

Em primeiro lugar, o edifício deve ser pormenorizadamente inspeccionado, usando-se técnicas não destrutivas para se localizarem e identificarem os organismos de degradação mais

significativos que ele contenha. No caso de existirem ou de se suspeitar que existem problemas de podridão da madeira ou de insectos xilófagos nas edificações, a investigação deve ser feita por um consultor especialista independente, por um arquitecto ou por um inspector, tendo em vista estabelecerem-se a causa e a extensão da humidade e da degradação da madeira, incluindo o potencial risco para a saúde dos ocupantes, antes da especificação ou dos trabalhos curativos. A correcta identificação do fungo ou do insecto é importante, já que nem todos os fungos são igualmente destrutivos. Algumas podridões estão presentes na madeira quando ela é cortada ou são adquiridos no armazenamento. O material fúngico também pode estar morto ou adormecido, em consequência de condições passadas.

Tendo sido identificada a natureza da degradação, devem ser analisadas as condições ambientais que eram necessárias para o suportarem (ver Tabela 2). Só então será possível determinar-se um esquema para se lidar com o problema.

O objectivo dos trabalhos curativos numa edificação é controlar-se a degradação da madeira, evitar-se a sua degradação no futuro e corrigirem-se alguns defeitos de construção significativos que resultam em condições de elevado teor em humidade e de deficiente ventilação da madeira. Em especial, é importante reduzir-se abaixo dos 16 – 18 % o teor da humidade sub-superficial de toda a madeira. A madeira deve ser isolada das alvenarias húmidas por uma caixa-de-ar ou por uma membrana impermeável, e deve ser permitido o livre movimento do ar em redor da madeira das paredes, dos telhados e dos pavimentos sobrelevados. Todas as outras origens de água também devem ser eliminadas, tais como caleiras de cobertura transbordantes, canalizações rotas, condensação e humidade penetrante ou ascendente. A humidade nos vazios não deve exceder uma humidade relativa média de 65 %. Além disso, deve ser removido todo o material fúngico activo, assim como toda a madeira apodrecida, e a resistência estrutural da madeira remanescente e da fábrica da construção deve ser avaliada, para se determinar que reforços ou renovações são necessários. No caso de infestação por insectos, devem ser tomadas medidas para se evitar a recontaminação. Sujidades, poeira e entulhos das obras proporcionam um paraíso para os fungos e para os insectos. Os vazios e as cavidades devem ser desimpedidos e essas áreas limpas com um aspirador, para se removerem as poeiras. Pode ser então iniciado um programa de manutenção e monitorização da edificação, para se evitarem futuros problemas.

SISTEMAS DE MONITORIZAÇÃO

Os sistemas de monitorização remota podem ser muito úteis no incremento da eficiência e no decréscimo dos custos dos programas de manutenção. Eles podem ser especialmente úteis para a verificação do teor em humidade das madeiras inacessíveis nos vãos das coberturas, atrás dos acabamentos decorativos e nas paredes.

Os sensores podem ser colocados em todos os pontos críticos, depois da investigação ou depois de obras de reparação do edifício, essas áreas podem voltar a ser fechadas e os acabamentos novamente aplicados; por exemplo, os sensores podem ser localizados em lintéis, nos topos dos barrotes, nas vigas de apoio de caleiras de águas pluviais ou em paredes húmidas, para se monitorizar a sua secagem. É importante usarem-se sensores suficientes e colocá-los com uma boa compreensão dos processos de distribuição da humidade, porque as condições podem variar mesmo dentro de uma área muito pequena. São estas variações locais nas condições que produzem os nichos ambientais que os organismos da degradação aproveitam.

Se forem colocados mais de 30 sensores, pode tornar-se dispendioso fazer-se as leituras, o que pode resultar em erros humanos ou em negligência. Nestas situações, os sistemas de monitorização automática tornam-se mais apetecíveis, pelo que foram desenvolvidos diversos sistemas especializados. Com sistemas ainda maiores, a cablagem dos sensores também se pode tornar num problema. Para sistemas exigindo 100 ou mais sensores, usa-se uma unidade computadorizada, trabalhando por um cabo principal único com quatro condutores, ligando-se a um qualquer número de terminais, cada um suportando quatro sensores. Este sistema pode ser programado para registar e para recolher dados a intervalos regulares, com alarmes de limite em cada sensor. Os dados são, então, transferidos para um computador remoto por via de um modem ligado a uma linha telefónica. Os dados fornecidos por este sistema podem, então, ser analisados usando-se o CAD e programas de interpretação estatística.

SENSORES PARA A MONITORIZAÇÃO DA HUMIDADE DA MADEIRA

O teor em humidade dos materiais de construção pode ser determinado através de uma gama de métodos directos e indirectos. Os métodos directos envolvem a remoção de uma amostra de material para ser determinado o seu peso, sendo depois secado para se determinar o seu anterior conteúdo em água. Este método tem a desvantagem de ser destrutivo e não pode ser usado na monitorização remota.

Os métodos indirectos são baseados na medição de características relacionadas com o teor de humidade do material ensaiado. Nas quais se incluem a condutividade térmica, a capacidade e a resistividade eléctrica. A medição de um material de substituição em equilíbrio com o material principal é um outro método. O uso de medidores da resistência eléctrica proporciona um método rápido e relativamente acertado para a determinação do teor em humidade da madeira, se forem conhecidas e tomadas em consideração as suas limitações. Os medidores de humidade medem as alterações da resistência eléctrica, consequentes de alterações do teor de humidade, entre dois eléctrodos colocados na madeira. O aumento do teor em humidade resulta na redução da resistência eléctrica.

São fabricados sensores em miniatura, a partir de materiais higroscópicos, que são calibrados para condizerem com as variações do teor de humidade na madeira. Eles estão fechados num invólucro de protecção. O sensor é inserido num furo previamente aberto, até à profundidade pretendida, e esse furo é depois selado. Em muitos casos é o cabo do sensor que sela o furo relativamente ao exterior. O sensor fica rapidamente em equilíbrio com a atmosfera dentro do furo. Graças ao seu pequeno tamanho, os sensores podem ser inseridos no centro ou nos topos de peças de madeira de grandes dimensões, permitindo as melhores hipóteses de se detectarem precocemente os seus defeitos.

SENSORES PARA A MONITORIZAÇÃO DA HUMIDADE DA ALVENARIA

Os sistemas para uso nas alvenarias podem ser baseados na medição directa do teor de humidade do material ou na utilização de um material de substituição que varie o seu teor de humidade de maneira similar à do material hospedeiro. Este material pode ser de um qualquer

tipo higroscópico e, desde que tenha sido correctamente calibrado, pode ser usado como base para um sistema de monitorização remota.

Os sensores são colocados sobre o material a ensaiar, a qualquer profundidade, ou instalados dentro de um furo cuja entrada é selada da atmosfera exterior. Os sensores entram em equilíbrio com a humidade relativa dentro da cavidade ou do furo executado e, assim, com o material circundante. Podem ser colocados sensores singulares a profundidades variadas, mas têm que ficar selados dentro da área que se pretende medir. Uma série de sensores individualmente selados dentro do furo pode proporcionar um perfil de leituras através do material. Eles podem ser ligados a um condutor para a resistência ser lida remotamente ou podem ser retirados, pesados e secados no forno, para se calcular o seu conteúdo de água. As alterações no conteúdo de água de uma alvenaria podem ser muito rápidas, se esta for molhada, pelo que isto proporciona um aviso precoce sobre defeitos na edificação que permitem a penetração de água. No entanto, a secagem pode demorar muitas semanas ou mesmo anos.

TABELA 1: CAUSAS DA DEGRADAÇÃO

TIPO	Agente	Factores Ambientais
Biológicos	Fungos (podridão seca, podridão húmida, bolores e outros) Bactérias Actinomicetes Líquenes, musgos e algas Larvas de insectos xilófagos (caruncho vulgar, caruncho <i>death watch</i> e outros), caruncho das alcatifas, traças, bibliófagos e térmitas "peixe de prata"	Humidade atmosférica e dos materiais Movimento do ar Temperatura Luz Poeira Fonte de alimentação
Químicos	Ácidos, álcalis e solventes	Poluição Tratamentos curativos
Físicos	Abrasão mecânica Desgaste por utilização e outros Decomposição por agentes físicos, tais como aquecimento, fogo e humidade prolongados	Uso normal Desgaste pelos visitantes Danos acidentais Luz do sol Aquecimento Fogo Humidade
Radiação	Raios ultravioleta	Exposição à luz solar

TABELA 2: FUNGOS QUE INFESTAM OS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

	Condições de humidade	Requisitos de Temperatura
PODRIDÃO SECA	<p>Teor mínimo de humidade nas madeiras de cerca de 20 %</p> <p>O crescimento óptimo ocorre aos 30 – 40 %</p> <p>A germinação dos esporos requer um teor de humidade na medida de 30 %</p>	<p>A temperatura óptima para a podridão seca nos edifícios é de cerca de 23° C, a temperatura máxima para um crescimento continuado é de cerca de 25° C e o fungo é rapidamente morto acima dos 40° C</p>
PODRIDÃO HÚMIDA	<p>A podridão húmida ocorre geralmente em condições de humidade persistente, necessitando de um teor em humidade de 50 – 60 %</p>	<p>Os fungos da podridão da madeira diferem quanto à sua temperatura óptima, mas a maioria varia entre os 20 – 30 ° C</p>

TIPOS DE FUNGOS

Podridão seca: *Serpula lacrymans*

Podridões húmidas: Fungo da podridão das caves (*Coniophora puteana*); Fungos dos poros, (por ex. *Amyloporia Xantha*; *Fibroporia vaillantii* e *Poria placenta*); *Phellinus continguus*; *Donkioporia expansa*; Fungo "casca de ostra" (*Pleurotus ostreatus*); *Asterostroma spp*; *Paxillus panuoides*; *Lentinus lepideus*; *Dacrymyces stillatus*; *Ptychogaster rubescens*

Podridão mole: *Chaetomium globosum*

Bolores: *Cladosporium spp*; *Penicillium spp*; *Aspergillus spp*; *Trichoderma spp*; *Alternaria spp*; *Aureobasidium spp*

Bolores mucosos: *Myxomycetes*

Fungos do estuque: *Coprinus spp*; *Peziza spp*; *Pyronema spp*

Fungos das manchas: *Cladosporium spp*; *Aureobasidium spp*