

39 Preservation Briefs

Technical Preservation Services
National Park Service
U.S. Department of the Interior



<http://www.cr.nps.gov/hps/tps/briefs/brief39.htm>

'AGUENTAR O BARCO' O CONTROLO DA HUMIDADE INDESEJADA NOS EDIFÍCIOS HISTÓRICOS

Sharon C. Park, AIA



VEGETAÇÃO INVASIVA
NUMA PAREDE EM TIJOLO

Fotografia : Richard Wagner, AIA.

ACÇÕES CURATIVAS

COMO E ONDE PROCURAR A HUMIDADE PREJUDICIAL

PROCURAR OS INDÍCIOS

FACTORES QUE CONTRIBUEM PARA OS PROBLEMAS CONSEQUENTES DA HUMIDADE

REVELAR E ANALIZAR OS PROBLEMAS CONSEQUENTES DA HUMIDADE

TRANSPORTE OU MOVIMENTO DA HUMIDADE

VIGILÂNCIA E DIAGNÓSTICO DOS DANOS CONSEQUENTES DA HUMIDADE

SELECÇÃO DO NÍVEL DE TRATAMENTO ADEQUADO

CUIDADOS DE ROTINA

CONCLUSÃO

LISTA DE LEITURAS

GLOSSÁRIO

A humidade não controlada é a principal causa da degradação nos edifícios antigos e históricos. Ela conduz à erosão, à corrosão, à podridão e, finalmente, à destruição de materiais, de acabamentos e, posteriormente, de componentes da estrutura. Sempre presente no nosso ambiente, a humidade pode ser *controlada* para se proporcionarem os diferentes níveis de humidade necessários tanto ao conforto humano, como à longevidade dos materiais de construção históricos, do mobiliário, e das colecções museológicas. O desafio posto aos proprietários de edifícios e, igualmente, aos profissionais da conservação é compreenderem-se os padrões dos movimentos de humidade para melhor os gerir – não para os tentar eliminar. Nunca existe uma resposta simples para um problema de humidade. O diagnóstico e o tratamento vão diferir sempre conforme o local onde o edifício está localizado, as condições climáticas e de solo, os efeitos da água no terreno, e as tradições locais sobre técnicas de construção.

ACÇÕES CURATIVAS

Nesta Nota fornece-se informação sobre o controlo das fontes da humidade indesejada, dentro de um contexto de conservação baseado nos princípios filosóficos contidos nos *Secretary of the Interior's Standards for the Treatment of Historic Properties* ¹. Seguirem-se estas Normas significa que os materiais e os elementos que contribuem para o carácter histórico do edifício devem ser conservados e não danificados durante o tratamento curativo.



A aplicação de um revestimento impermeável numa parede em alvenaria, situada abaixo do nível do terreno, pode provocar a retenção da humidade por baixo de si, provocando posteriores danos nos materiais históricos. Fotografia : Arquivos do NPS.

Significa, também, que os tratamentos físicos devem ser reversíveis, sempre que possível. A maioria dos tratamentos para a gestão da humidade que se encontram nesta Nota realça a manutenção preventiva dos materiais, a drenagem eficiente das problemáticas humidades do terreno, e a melhoria da ventilação interior.

Esta Nota encoraja uma abordagem sistemática para a avaliação dos problemas consequentes da humidade a qual, em certos casos, pode ser empreendida por um proprietário de edifícios. Como a origem da humidade pode ser ilusória, pode-se tornar necessário consultarem-se profissionais em conservação histórica antes de se iniciarem trabalhos que possam afectar os materiais históricos. Arquitectos, engenheiros, conservadores, empreiteiros de conservação, e pessoal dos *State Historic Preservation*

Offices (SHPOs) ² podem dar esse aconselhamento. No entanto, indiferentemente de quem vai executar o trabalho, estes são os princípios que devem orientar as decisões sobre o tratamento :

- Evitar tratamentos curativos sem um cuidadoso diagnóstico prévio.
- Executar tratamentos que protejam o significado histórico do recurso.
- Encarar pormenorizadamente as questões relacionadas com a humidade do terreno e com o escoamento da chuva.
- Gerir as condições existentes de humidade antes de se introduzirem sistemas mecânicos de humidificação e/ou desumidificação.
- Montar um sistema de monitorização de acompanhamento e de manutenção, logo que a humidade esteja controlada ou gerida.
- Estar consciente das paisagens significativas e dos recursos arqueológicos em áreas a serem escavadas.

Finalmente, a mitigação dos efeitos de humidades catastróficas, tais como as inundações, requer uma abordagem diferente e não vai ser tratada nesta Nota.

¹ N.T. – Normas da Secretaria do Interior para o Tratamento das Propriedades Históricas.

² N.T. – Gabinetes Estaduais de Conservação Histórica.

COMO E ONDE PROCURAR A HUMIDADE PREJUDICIAL

Descobrir, tratar e gerir as origens da humidade prejudicial requer uma abordagem sistemática que exige tempo, paciência e um exame aprofundado de todos os aspectos do problema – incluindo uma série de condições variáveis. Os problemas consequentes da humidade podem ser o resultado directo de um dos factores seguintes ou podem ser atribuíveis a uma combinação de variáveis interdependentes.

FACTORES QUE CONTRIBUEM PARA OS PROBLEMAS CONSEQUENTES DA HUMIDADE

Há uma grande variedade de condições com existência simultânea que contribuem para os problemas consequentes da humidade nas edificações antigas. Para problemas recorrentes de humidade, pode ser necessário que o proprietário ou o profissional de conservação se dedique a muitas, se não a todas, das seguintes variáveis :

- Tipos de materiais de construção e de sistemas construtivos.
- Tipo e condição da cobertura e dos sistemas de drenagem locais e dos seus caudais de descarga.
- Tipo de solo, teor em humidade e caudais de água, superficiais ou subsuperficiais, adjacentes à edificação.
- Utilização da edificação e humidade gerada pela ocupação.
- Condição e taxas de absorção dos materiais.
- Tipo, operação e condição do aquecimento, ventilação, arrefecimento, humedificação, desumidificação e sistemas de canalização.
- Alterações diárias e sazonais do sol, dos ventos predominantes, da chuva, da temperatura e da humidade relativa (interior e exterior), assim como variações sazonais ou consequentes das marés nos níveis de água no terreno.
- Condições locais pouco habituais ou irregularidades da construção.
- Condições nas paredes da caixa de ar afectadas, temperatura e humidade relativa, e pontos de orvalho.
- Quantidade de ar infiltrado existente na edificação.
- Paisagismo adjacente e vegetação plantada vizinha.



Entulhos que vão impedir o normal escoamento da água proveniente da caleira da cobertura e do seu tubo de queda até ao terreno, e que podem resultar em problemas de humidade. Fotografia : Arquivos do NPS.

O diagnóstico e o tratamento das causas dos problemas consequentes da humidade exigem quer a verificação da degradação localizada, quer a compreensão do desempenho do edifício inteiro e do local onde se situa. A humidade é caracterizada por se deslocar para longe da sua origem, e os movimentos da humidade por dentro de áreas fechadas da construção do edifício tornam mais difícil o diagnóstico da origem e do encaminhamento. As deficiências óbvias, tais como as canalizações rotas, as caleiras entupidas ou as paredes fissuradas que contribuem para os danos consequentes da humidade, devem ser sempre prontamente corrigidas. Em caso de problemas mais delicados, podem-se consumir vários meses, até às quatro estações, com a monitorização e a avaliação necessárias para a elaboração de um diagnóstico completo. Apressar-se uma solução sem a adequada documentação pode, frequentemente, resultar numa desnecessária remoção de materiais históricos – e pior – na criação de problemas a longo prazo, associados com o aumento, em vez de uma redução, da humidade indesejada.

PROCURAR OS INDÍCIOS

A identificação do tipo de dano consequente da humidade e a descoberta da sua origem ou origens envolve, geralmente, os sentidos humanos da vista, do olfacto, do ouvido do tacto e do paladar, combinados com a intuição. Alguns dos sinais visíveis e ocultos mais comuns dos danos consequentes da humidade são :

- A presença de água estagnada, de bolor, de fungos ou de míldio.
- Manchas húmidas, superfícies desgastadas ou eflorescências (depósitos de sais) nas superfícies interiores e exteriores.
- Tinta e estuque descamada, papel de parede descascado, ou bolhas de humidade nas superfícies acabadas.
- Cheiros a mofo ou a podre em áreas de humidade elevada ou em espaços fracamente ventilados.
- Manchas de ferrugem e de corrosão sobre elementos metálicos, tais como sistemas de ancoragem, e nos pregos de telhado salientes existentes nos sótãos.
- Madeira molhada, empenada, rachada ou apodrecida.
- Juntas de argamassa na alvenaria estaladas, fissuradas ou erodidas.
- Telhados e caleiras deficientes, incluindo falta de soletos, de telhas ou de chapas e más condições dos remates e das caleiras.
- Condensação nas superfícies das janelas e das paredes. Barreiras de gelo nas caleiras e nos telhados, ou humidades nos sótãos.

FACTORES QUE CONTRIBUEM PARA OS PROBLEMAS CONSEQUENTES DA HUMIDADE

A humidade provém de uma grande variedade de origens externas. A maioria dos problemas começam em consequência do clima, sob a forma de chuva ou de neve, de uma humidade relativa ambiental elevada, ou de lençóis de água com níveis elevados. Mas alguns dos mais aborrecidos danos consequentes da humidade nos edifícios antigos podem provir de origens internas, tais como fugas nas canalizações, nos equipamentos de aquecimento, de arrefecimento e nos sistemas de climatização, bem como origens relacionadas com o uso ou a ocupação do edifício. Em certos casos, os danos consequentes da humidade podem resultar de pormenores originais, tais como os topos de vigas salientes nas estruturas rústicas que são vulneráveis à podridão, e que podem necessitar de um tratamento especial. As cinco origens mais comuns para a humidade indesejada são :

- Humidade que entra no edifício acima do nível do terreno exterior
- Humidade que entra no edifício abaixo do nível do terreno exterior
- Canalizações e equipamentos mecânicos com roturas
- Humidade interior consequente da vida doméstica e dos sistemas de climatização
- Água usada nos materiais de construção e de manutenção.

A humidade que entra no edifício acima do nível do terreno exterior resulta, geralmente, da humidade relacionada com o clima, a qual penetra através dos materiais degradados em consequência de falta de manutenção, de fissuras devidas ao assentamento estrutural, ou de danos provocados pelos ventos fortes e pelos temporais.

As origens tais como as coberturas defeituosas, as fendas nas paredes, e as juntas abertas em redor dos vãos de portas e de janelas, podem ser corrigidas quer por reparação, quer por substituição limitada. Dada a sua idade, os edifícios antigos são notoriamente “ventosos”, permitindo que a chuva, o vento e o ar húmido entrem através das juntas de argamassa em falta, das frinchas nas janelas e nas portas, do revestimento exterior de fachadas em tabuado de madeira ³ e do interior de sótãos não isolados. Nalguns casos, os materiais excessivamente absorventes, tais como os arenitos brandos, ficam saturados pela água da chuva ou de transbordamentos das caleiras, e deixam que a humidade contamine as superfícies interiores. As heras e outros materiais vegetais que são deixados crescer directamente sobre os materiais de construção sem armações de suporte, podem provocar danos consequentes da erosão dos materiais das juntas ou das fundações pelas suas raízes, bem como pela retenção da humidade junto às superfícies. Em muitos casos, mantendo-se a vegetação afastada dos edifícios, reparando-se os materiais degradados, substituindo-se os pormenores de remate ⁴, reparando-se os tubos de queda, reparando-se as gárgulas, refechando-se as juntas em argamassa da alvenaria,



O estuque interior húmido em redor das janelas indica geralmente que entrou humidade proveniente do exterior.

Fotografia : Arquivos do NPS.

³ N.T. – “*Siding*”, no original.

⁴ N.T. – “*Flashing*”, no original.

betumando-se as juntas periféricas das janelas e das portas, e repintando-se as superfícies, pode-se aliviar a entrada no edifício de água proveniente da maioria das origens da humidade indesejada, acima do terreno.

A humidade que entra no edifício abaixo do nível do terreno exterior é a principal origem da humidade indesejada nos edifícios históricos e mais antigos. *O tratamento adequado do escoamento superficial da chuva é uma das medidas mais importantes para o controle da humidade indesejada no terreno.* A água da chuva é frequentemente referida como “humidade a granel” em regiões que recebem chuvadas anuais significativas ou precipitação pouco frequente, mas pesada. Por exemplo, uma chuvada forte de 5 cm por hora pode produzir uma descarga de 600 litros de água por cada tubo de queda individual de uma casa, durante o período de uma hora. Quando o terreno fica saturado na base da edificação, a humidade vai encharcar os embasamentos e invadir espaços ou encontrar o seu caminho através de fendas nas paredes de fundação, acabando por entrar nas caves. A humidade das paredes saturadas de uma cave ou de uma fundação – exacerbada também por elevados níveis de lençóis freáticos – vai, habitualmente, subir por dentro das paredes e, posteriormente, provocar a degradação da alvenaria e dos elementos estruturais de madeira adjacentes.



Um tubo de queda entupido ou partido faz com que a água descarregue directamente para o terreno.

Fotografia : Arquivos do NPS.

Tradicionalmente, os construtores deixavam uma área de trabalho, conhecida como ‘trincheira do construtor’, em redor do exterior de uma parede de fundação. Estas trincheiras eram conhecidas por aumentarem os problemas consequentes da humidade, se o solo de aterro estivesse menos do que completamente compactado ou se incluisse um enchimento com entulhos, e, em certos casos, podiam actuar como reservatórios que conservavam materiais húmidos encostados às paredes.

Os tubos de esgoto tereos ou os tubos de queda partidos podem perder água para dentro da ‘trincheira do construtor’ e humedecer as paredes a uma distância considerável da sua origem. Qualquer atravessamento, através da parede de fundação, para esgotos, para águas ou para outras canalizações também pode actuar como uma conduta directa de humidade do terreno, a menos que esses atravessamentos estejam bem selados. Uma origem moderna de humidade no terreno, frequentemente insuspeita mas séria, é o sistema de rega da jardinagem situado demasiadamente perto do edifício. A localização incorrecta dos bicos de rega pode acrescentar uma quantidade tremenda de humidade ao nível da fundação e às superfícies das paredes.

O terreno e, portanto, o edifício, irão estar muito mais secos 1) se a água da chuva for redireccionada para longe da fundação, por meio de planos inclinados, 2) se a água dos tubos de queda for capturada e conduzida para bem longe do edifício, 3) se for desenvolvida uma valeta controlada ou uma drenagem eficiente em edifícios que, historicamente, não tinham valetas nem tubos de queda, e 4) reduzindo-se o salpico da humidade nas paredes de fundação. A escavação de fundações e a execução de camadas impermeáveis e de drenos de fundo só devem ser iniciadas depois de todas as medidas para a redução da humidade no terreno, acima descritas, terem sido implementadas.

As canalizações e os equipamentos mecânicos com roturas podem provocar danos nos interiores dos edifícios históricos, imediatamente ou a longo prazo. A manutenção de rotina, a reparação ou, se necessária, a substituição das canalizações e dos equipamentos mecânicos velhos são soluções vulgares. Os tubos de água e de esgoto mais antigos estão sujeitos à corrosão ao longo do tempo. As perdas lentas pelas juntas dos canos de chumbo escondidas dentro das paredes e dos tectos podem, em última consequência, apodrecer as tábuas dos pavimentos, manchar os estuques dos tectos e levar à degradação dos membros estruturais. Os tubos congelados que estalam podem danificar os acabamentos interiores. Além das fugas pelas canalizações, os antigos irradiadores de alguns edifícios históricos têm sido substituídos por ventilosconectores ⁵ alimentados a água que tendem a ter fugas. Estas unidades de aquecimento e arrefecimento, assim como o equipamento de ventilação central, têm avarias por transbordo e por condensação que requerem manutenção cíclica para se evitar o crescimento de bolor e de mídio, e a corrosão e bloqueio dos drenos de condensados. As condutas de ar condicionado em chapa metálica não isoladas e os tubos de água fria dentro das paredes e dos tectos permitem, frequentemente, a formação de condensação sobre o metal frio, a qual acaba por pingar e provocar bolhas no estuque e descamação na tinta. Um projecto cuidadoso e uma manutenção vigilante, assim como a reparação e o isolamento dessas condutas, consegue, geralmente, libertar o edifício destas vulgares origens de humidade.

A **humidade interior** consequente da vida doméstica e dos sistemas modernos de aquecimento e de arrefecimento pode criar sérios problemas. Nos climas do norte dos E.U., os edifícios aquecidos vão ter níveis de humidade relativa, em tempo de inverno, na ordem dos 10% a 35% (RH). Uma casa com quatro ocupantes gera entre 5 a 8 quilos de água por dia a partir dos residentes humanos. A humidade da preparação da comida, dos banhos ou da lavagem de roupa vai produzir condensações nas janelas, em tempo de inverno. Quando uma área ou um piso de um edifício tem ar condicionado e uma outra área não tem, há uma hipótese de ocorrer condensação entre estas duas áreas. A maioria destas condensações periódicas não cria um problema a longo prazo.



Danos como estes nas paredes interiores podem ser evitados, se for instalada uma adequada ventilação. Fotografia : Arquivos do NPS

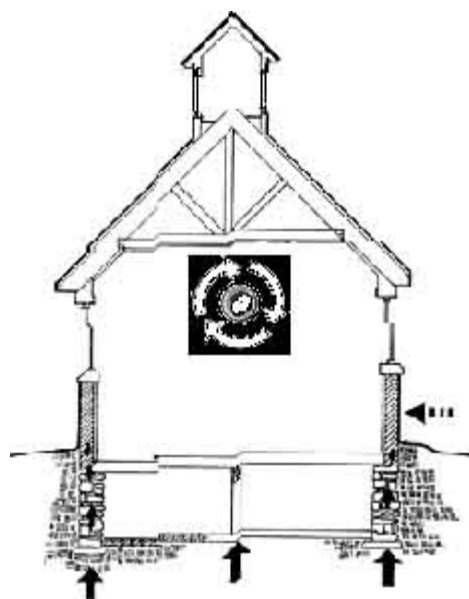
Os sistemas de controlo ambiental humidificados são, geralmente, um grave problema em museus que foram instalados em edifícios históricos. Eles produzem, em média, entre 35% a 55% de RH a qual, sob a forma de vapor, vai procurar dissipar-se e equilibrar-se com os espaços adjacentes. Pode-se formar humidade nas janelas de vidro simples, durante o inverno, com temperaturas exteriores abaixo dos 0° C e temperaturas interiores de 20° C, com tão pouca RH como 35%. A condensação frequente no interior das janelas exteriores é uma indicação de que a humidade está a migrar para as paredes exteriores, o que pode provocar danos a longo prazo nos materiais históricos. Os materiais e os sistemas de parede em redor das áreas com ambiente controlado têm que ser construídos com acabamentos resistentes à humidade, por forma a se lidar convenientemente com a humidade adicional no ar. As condições interiores húmidas em climas quentes e húmidos vão gerar o crescimento de bolor e de fungos. Os equipamentos mecânicos não ventilados, tais como os fornos a gás, os secadores e os aquecimentos a querosene geram grandes quantidades de humidade. É importante proporcionar-se uma ventilação adequada e encontrar-se o equilíbrio entre a temperatura interior, a humidade relativa e o fluxo de ar, para se evitar uma humidade interior que possa danificar os edifícios históricos.

⁵ N.T. – “*Fan coil units*”, no original.

A água usada nos materiais de construção e de manutenção pode provocar danos nos materiais históricos adjacentes. O emprego descuidado de líquidos para a lavagem de pavimentos pode levar à infiltração de água pelas juntas e descolar as colagens ou encharcar e enrugar os materiais. A lavagem das paredes exteriores e dos materiais de revestimento com água sob pressão elevada pode forçar a entrada de água pelas juntas de construção onde ela conseguir desalojar as argamassas, levantar as telhas da cobertura e saturar as paredes com armação de madeira ou em alvenaria. As paredes interiores reparadas ou estucadas de novo, ou a construção de novas ampliações agarradas ao edifício histórico, podem reter a humidade durante meses; o estuque novo, as argamassas ou o betão devem estar totalmente curados antes de serem pintados ou acabados. O uso de materiais em obras que tenham sido danificadas pela humidade *antes* da sua aplicação, ou que tenham um conteúdo de humidade demasiadamente elevado, pode provocar danos ocultos.

TRANSPORTE OU MOVIMENTO DA HUMIDADE

O conhecimento das cinco mais vulgares origens da humidade que provocam danos nos materiais dos edifícios é o primeiro passo para o diagnóstico dos problemas consequentes da humidade. Mas também é muito importante compreenderem-se os mecanismos básicos que afectam o movimento da humidade nos edifícios. O transporte da humidade, ou movimento, ocorre em dois estados : líquido e vapor. Esse transporte está directamente relacionado com os diferenciais de pressão. Por exemplo, a água no estado gasoso, ou vapor de água, assim como o ar quente e húmido, vai-se movimentar a partir as áreas de pressão elevada até uma área de baixa pressão, onde o ar esteja mais frio e seco. A água líquida vai-se movimentar em consequência das diferenças da pressão hidrostática ou do vento. *São estes diferenciais que comandam a velocidade da migração da humidade em ambos os estados.* Como os próprios materiais de construção resistem a estes movimentos da humidade, a velocidade do movimento vai depender de dois factores : da permeabilidade dos materiais, quando afectados pelo vapor, e das taxas de absorção dos materiais, quando em contacto com o líquido.



É muito importante que se compreendam as forças dinâmicas que movimentam o ar e a humidade no interior de um edifício, especialmente quando se escolhe um tratamento para a correcção de um problema consequente da humidade. Este desenho mostra como a humidade pode invadir “para dentro” a partir do exterior; “para cima” a partir do terreno; e como pode ser gerada “dentro” do interior. Todas estas situações tem efeitos prejudiciais.

Desenho : Arquivos do NPS.

A mecânica, ou física, do movimento da humidade é complexa, mas se as forças de condução são as diferenças de pressão, então a abordagem para se reduzirem os movimentos da humidade e os seus danos é a redução dessas diferenças de pressão, e não o seu aumento. É por isso que os tratamentos discutidos neste Brief se dirigem à *gestão da humidade pela drenagem da humidade líquida e pela ventilação do vapor de água*, antes de se instalarem novas barreiras feitas com revestimentos impermeáveis, ou sistemas de controlo ambiental sobre-pressurizados que põem em risco os materiais e os sistemas de construção arcaicos.

Há três formas de transporte de humidade que é particularmente importante serem compreendidas, relativamente aos edifícios históricos – *infiltração, acção capilar e difusão do vapor* – recordando que, ao mesmo tempo, o assunto é infinitamente complexo e, portanto, está sob estudo científico contínuo. Os edifícios eram

tradicionalmente projectados para lidarem com o movimento do ar. Por exemplo, as cúpulas e as clarabóias de cobertura permitiam que o ar quente subisse e proporcionavam uma corrente de ar natural que puxava o ar através do interior dos edifícios. As paredes de caixa de ar, em edifícios com estrutura de madeira ou de alvenaria, eram construídas para permitirem que a humidade se dissipasse no espaço de ar existente entre os paramentos exterior e interior. Os radiadores eram colocados em frente das janelas para manterem quentes as superfícies frias, reduzindo, assim, a condensação nessas paredes. No entanto, muitos destes elementos têm sido alterados ao longo do tempo num esforço para se modernizarem as aparências, para se aumentar a eficiência energética, ou para se acomodarem alterações de uso. A alteração de uso também vai afectar os movimentos da humidade, particularmente nos edifícios comerciais e industriais onde sejam instalados sistemas mecânicos modernos. Portanto, a forma como um edifício lida actualmente com o ar e com a humidade pode ser diferente da pretendida pelo seu construtor ou arquitecto original, e as alterações pobremente concebidas podem ser parcialmente responsáveis por condições crónicas de humidade.

A humidade movimenta-se para dentro e através dos materiais quer como líquido visível (acção capilar), quer como vapor gasoso (infiltração e difusão de vapor). A humidade proveniente das roturas, da saturação, da humidade ascendente e da condensação pode levar à degradação dos materiais e provocar um ambiente insalubre. A humidade na forma sólida, o gelo, também pode provocar danos por congelamento, fracturando as canalizações de água, ou separando as juntas das caleiras, ou ainda delaminando as alvenarias pela acção de congelamento / descongelamento. A humidade proveniente da fusão do gelo, das fugas e da condensação pode viajar, frequentemente, até grandes distâncias escorrendo pelas paredes abaixo e correndo ao longo das superfícies da construção, das canalizações ou das condutas. A quantidade de humidade e a forma como degrada os materiais dependem de forças e de variáveis complexas que devem ser estudadas individualmente para cada situação.

A determinação do caminho percorrido pela humidade é, ainda, mais complicado porque cada edifício e cada local são únicos. Os danos provocados pela água de caleiras e de tubos de queda entupidos podem saturar os materiais pelo exterior, e os níveis elevados de humidade interna podem saturar os materiais interiores. Os casos mais difíceis podem exigir uma avaliação técnica feita por consultores especializados na monitorização e na avaliação e diagnóstico da humidade. Por outras palavras, pode levar algum tempo para se avaliar eficazmente uma situação e para se determinar uma abordagem adequada destinada ao controlo dos danos consequentes da humidade nos edifícios antigos.

A infiltração é criada pelo vento, pelos gradientes de temperatura (subida do ar quente), pela acção dos ventiladores, e pelo efeito de chaminé que faz com que o ar suba pelos espaços verticais altos. A infiltração, como força dinâmica, não movimenta verdadeiramente a água líquida, mas é o veículo pelo qual a humidade, como componente do ar, encontra o seu caminho para dentro dos materiais de construção. Os edifícios mais antigos têm renovações de ar naturais, geralmente entre 1 a 4 renovações por hora, as quais, por sua vez, podem ajudar a controlar a humidade por diluírem a humidade dentro do edifício. No entanto, quanto mais fechada for a construção do edifício, mais baixa será a velocidade de infiltração e a circulação natural do ar. No processo de infiltração, a humidade que já entrou num edifício e saturou os materiais pode ser conduzida para dentro desse edifício e para fora dos seus materiais, aumentando assim a humidade do ar (por exemplo, numa cave húmida), e acelerando a degradação dos materiais históricos. Para se reduzir a humidade indesejada que acompanha a infiltração, o ideal é instituírem-se tratamentos de manutenção e de reparação, em que se fecham juntas e se vedam janelas, ao mesmo tempo que se instalam trocas de ar controladas noutros pontos. A pior abordagem que se pode fazer é selar-se o edifício tão completamente, ao mesmo tempo que se limita a entrada do ar fresco, que esse edifício não consiga respirar.

A **acção capilar** ocorre quando a humidade nos materiais de construção porosos saturados, tais como as alvenarias, ascende, ou seja – viaja verticalmente para cima, conforme vai evaporando pela superfície. Na atracção capilar, o líquido que está dentro dos materiais é atraído para a superfície sólida da estrutura porosa destes, provocando a sua subida na vertical; por isso, ela é frequentemente chamada de “humidade ascendente” ⁶, especialmente quando é encontrada em conjunto com a humidade no terreno. No entanto, ela nunca deve ser confundida com a humidade que penetra lateralmente pela parede de fundação através das fendas e dos assentamentos do embasamento.

Não facilmente controlada, a maioria da humidade ascendente provém de lençóis de água com níveis elevados ou de uma nascente constante existente por baixo do ensoleiramento. No caso de paredes em alvenaria com acção capilar, existe habitualmente uma mancha esbranquiçada, ou uma ‘marca de maré’ de eflorescência, que flutua sazonalmente entre os 0,30 e os 1,00 m acima do nível do terreno, e onde o excesso de humidade evapora para fora da parede. Esta ‘marca de maré’ está cheia de cristais salinos que foram transportados pela água a partir do terreno e dos materiais de construção, fazendo a alvenaria ficar ainda mais sensível à absorção adicional de humidade a partir do ar circundante. A migração capilar da humidade pode suceder em qualquer material com estrutura porosa onde existir uma origem de humidade constante ou recorrente. A melhor abordagem para se tratar com a ascensão capilar nos materiais de construção é reduzir-se a quantidade de água em contacto com os materiais históricos. Se isso não for possível, por causa de lençóis de água cronologicamente elevados, pode ser preciso introduzir-se uma barreira impermeável horizontal, tal como uma fiada de ardósia, de chumbo, ou de membrana de plástico para se deter a subida vertical da humidade. A humidade não deve ser selada dentro da parede com um revestimento impermeável, tal como um reboco de cimento “queimado à colher” ⁷ ou um revestimento vinílico para paredes. Isto só vai aumentar o diferencial de pressão formando uma barreira vertical, e reforçar a acção capilar até uma maior altura da parede, bem como a destruição dos materiais em sua consequência.

A **difusão do vapor** é o movimento natural do vapor de água sob pressão através dos materiais porosos. Ele é mais facilmente visível quando o ar interior se desloca para fora, através das paredes, em direcção a um exterior mais frio. Num clima quente e húmido, pode acontecer o contrário quando o ar quente e húmido exterior se desloca para um interior com ar condicionado, portanto mais fresco e mais seco. O movimento do vapor de água não é um problema sério até se atingir a temperatura do ponto de orvalho e esse vapor se transformar na forma de humidade líquida conhecida como *condensação*. Isto pode acontecer dentro de uma parede ou sobre as suas superfícies interiores. A difusão do vapor será um problema maior para uma parede com estrutura de madeira e diversas camadas de materiais de enchimento dentro da caixa de ar, do que para uma estrutura densa de alvenaria. A condensação, como resultado da migração do vapor, acontece, habitualmente, sobre uma superfície ou sobre uma película, por exemplo sobre uma pintura, onde existir uma alteração de permeabilidade.

A instalação de sistemas de controlo ambiental nos edifícios históricos (principalmente nos museus) que não tenham sido adequadamente projectados ou regulados, e que obriguem o ar húmido pressurizado a difundir-se através das paredes perimetrais, é uma preocupação corrente. Estes sistemas recentes exigem uma monitorização constante, e sistemas de alarme de protecção, para se evitarem danos consequentes da humidade.

Uma condensação a longo prazo, não detectada, ou um elevado nível de humidade podem provocar danos estruturais sérios, assim como um ambiente insalubre, pesado, cheio de esporos de bolor e de míldio. A redução do diferencial de pressão interior / exterior, e da diferença entre as

⁶ N.T. – “*Rising damp*”, no original.

⁷ N.T. – “*Cement parging*”, no original.

temperaturas e as humidades relativas, interiores e exteriores, ajudam a controlar a difusão da humidade indesejada. Estes objectivos conseguem ser obtidos, por vezes, só pela redução da humidade relativa interior. Em certas circunstâncias, o emprego de barreiras de vapor, tais como membranas de plástico pesadas, aplicadas por cima das caixas de ar húmidas sob o pavimento inferior, pode ter um sucesso admirável na detenção da difusão, para o interior do edifício, do vapor proveniente do terreno húmido. Mesmo assim, reconhecidos peritos nestas matérias têm opiniões diferentes sobre a adequação das barreiras de vapor e sobre quando e onde é que elas devem ser usadas, assim como sobre a melhor forma de se lidar com a difusão natural nas paredes isoladas.

Acrescentar-se um isolamento num edifício histórico, especialmente em paredes com estrutura de madeira, tem sido um tratamento moderno de protecção climatérica banalizado, mas pode ter um efeito desastroso nos edifícios históricos. O processo de instalação do isolamento destruiu os revestimentos das paredes exteriores, em madeira ⁸ ou em reboco ⁹, e é muito difícil estabelecer-se uma barreira totalmente estanque. Embora o isolamento tenha o benefício de aumentar a eficiência do aquecimento e do arrefecimento, pela contenção do ar a uma temperatura controlada, ele não elimina todas as superfícies em que se pode condensar a humidade prejudicial. Em habitações com paredes de estrutura em madeira, o sinal mais óbvio de um problema de difusão de humidade é a pintura descascada no revestimento exterior, mesmo depois de uma cuidadosa preparação e repintura da superfície. As barreiras impermeáveis ao vapor, tais como as membranas de plástico, ou mais exactamente, os *retardadores de vapor*, nos climas frios e temperados ajudam, geralmente, a atrasar a difusão do vapor onde ele não é desejado.

Em regiões onde sejam instalados sistemas de controlo ambiental *humidificados*, em edifícios com paredes isoladas em estrutura de madeira, é importante evitar-se a condensação *intersticial* por ponto de orvalho, ou seja, no interior da parede. Isto é muito difícil de conseguir, porque o ar humidificado consegue penetrar pelas fendas da barreira de vapor, especialmente em redor das tomadas de electricidade. As barreiras de vapor, incorrectamente ou incompletamente instaladas em obras de melhoramento, vão provocar danos extensos no edifício logo no seu processo de instalação, e vão permitir que a retenção de condensação no isolamento e nas tábuas do revestimento, corroer os elementos metálicos tais como cabos, arames e ancoragens metálicas, e fazer empolar os acabamentos pintados. A montagem de uma barreira de vapor hermética nas paredes, assim como uma caixa de ar ventilada atrás das tábuas do revestimento das paredes exteriores ¹⁰ parece ajudar as paredes de estrutura de madeira isoladas, caso se consiga ajustar ou monitorizar a humidade relativa interior para se evitar a condensação. A correcta localização dos retardadores de vapor dentro da construção do edifício vai variar conforme a região, a construção do edifício e o tipo de sistema de controlo ambiental.

VIGILÂNCIA E DIAGNÓSTICO DOS DANOS CONSEQUENTES DA HUMIDADE : PERGUNTAS CHAVE A RESPONDER

É importante para o edifício que ele seja bem observado, em primeiro lugar, e que as evidências e as localizações das suspeitas de danos consequentes da humidade sejam sistematicamente registadas, antes de se empreender qualquer trabalho de maiores dimensões destinado à correcção do problema. Isto vai proporcionar uma linha de orientação a partir da qual podem ser verificadas todas as alterações de condição correlativas.

⁸ N.T. – "*Siding*", no original.

⁹ N.T. – "*Plaster*", no original.

¹⁰ N.T. – "*Clapboards or siding*", no original.

Quando os materiais ficam molhados, existem alterações específicas que podem ser detectadas e registadas num livro de registos ou em folhas de vigilância. Sempre que haja uma chuva pesada, uma tempestade de neve, água na cave, ou rotura de um sistema mecânico, o proprietário ou o consultor deve anotar e registar a forma como a humidade se movimentou, a sua aparência, e quais variáveis podem ter contribuído para a sua causa. *Ficar de fora a observar o edifício à chuva pode responder a muitas perguntas e ajudar a traçar o movimento da água em direcção ao edifício.*

Também devem ser anotadas as evidências da degradação de materiais que cubram danos consequentes da humidade mais sérios, mesmo se não for imediatamente claro o que está a provocar esses danos. (Por exemplo, as manchas de água nos tectos podem provir de canos rotos, de esgotos de ventiloconectores entupidos acima dos tectos, ou de humidade que penetrou pelo contorno de um peitoril de janela pouco inclinado no andar de cima.) Não se deve saltar logo para as conclusões, mas usar uma abordagem sistemática que ajude a estabelecer uma teoria educada – ou uma hipótese – sobre o que está a provocar o problema consequente de humidade, ou sobre que áreas necessitam de mais investigação.

A observação dos danos consequentes da humidade deve ser sistemática, para que as alterações correlativas possam ser verificadas. As ferramentas para esta investigação podem ser tão simples como um livro de apontamentos, esboços de projecto, binóculos, máquina fotográfica, folha de alumínio, lápis de carvão e lanterna eléctrica. A abordagem sistemática implica a observação dos edifícios de alto a baixo, e do exterior ao interior. Devem ser usadas fotografias, plantas dos pisos, planta de localização e alçados exteriores – mesmo simplesmente esboçados – para se indicarem todas as evidências de materiais húmidos ou danificados, com anotações das áreas húmidas e fracamente ventiladas. Pode ser necessária alguma informação sobre as características e a permeabilidade dos materiais de construção e do terreno. Devem ser verificados os padrões de drenagem exterior, sendo estas plantas básicas referidas a uma base regular, em diferentes estações e com diferentes tipos de tempo. É melhor começar-se por um determinado método de documentação periódica e usar-se sempre este mesmo método, de todas as vezes. Como a humidade é afectada pela própria humidade, muitos inspectores começam pelo telhado e pelo sistema de escoamento de águas pluviais, e prosseguem para baixo, pelas paredes exteriores. Devem ser registadas todas as áreas óbvias de penetração de água, todas as superfícies danificadas ou todas as manchas. Todos os padrões recorrentes de humidade ou de manchas, quer exteriores, quer interiores, também devem ser registados juntamente com um comentário sobre a temperatura, o tempo, e quaisquer outros factos que possam ser relevantes (escoamento das chuvas, solo saturado, humidade interior elevada, lavagem do edifício recente, presença de um sistema de rega de jardim, etc.).

O interior também deve ser registado, começando-se pelo sótão e prosseguindo-se em direcção à cave e à caixa de ar do pavimento inferior. Pode ser necessário removerem-se os materiais danificados selectivamente para se conseguir traçar a passagem da humidade ou para se marcar uma origem, tal como um cano roto no tecto. A utilização de um básico medidor de humidade por resistência, que está à venda em muitas lojas de ferragens, pode identificar os conteúdos de humidade dos materiais e demonstrar, com o correr do tempo, se todas as superfícies de paredes estão a secar ou a ficar mais húmidas. Um lápis de carvão marca as infiltrações de água em redor das janelas ou desenha padrões nos espaços interiores. Para se fazer um ensaio rápido destinado a determinar se uma cave húmida é provocada por paredes saturadas ou se é consequente de condensação, cola-se uma folha de alumínio sobre a superfície da alvenaria e verifica-se passado um dia ou dois; se se desenvolveu humidade por trás da folha, então é porque ela provém da alvenaria. Se aparecer condensação na superfície exterior da folha, então a humidade provém do ar.

A comparação das condições actuais com as condições anteriores, com desenhos históricos, com fotografias ou com alterações conhecidas, também pode ajudar ao diagnóstico final. Deve-se fazer

um registo cronológico, mostrando-se o melhoramento ou o agravamento, que seja suportado por fotografias ou por anotações, tais como alterações no tamanho, condição ou características da degradação, e sobre como essas alterações têm sido afectadas pelas variáveis de temperatura e de queda de chuva. Se uma condição poder ser relacionada, no tempo, com um acontecimento em particular, tal como uma eflorescência que se desenvolve numa lareira depois de o edifício deixar de ser aquecido, pode ser possível isolar-se uma causa, desenvolver-se uma hipótese, e depois testar-se essa hipótese (pela adição de algum aquecimento temporário), antes de se aplicar um tratamento curativo. Se o proprietário tiver acesso a algum equipamento de vigilância e monitorização de humidade, por exemplo um medidor de humidade por resistência, um indicador de ponto de orvalho, um detector de sais, um sistema de termografia infravermelha, um psicrómetro, um boroscópio de fibra óptica ou uma câmaras de vídeo miniaturizada, pode ser incorporada uma quantidade de dados na observação. Se for necessário despistar-se o humedecimento e a secagem das paredes durante um certo período de tempo, aplicam-se sondas profundamente instaladas nas paredes e no terreno ligadas por cabos de sinal a registadores de dados informatizados, ou fazem-se registos a longo prazo das leituras de hidrotermógrafos, que requerem interpretação por um especialista qualificado. As câmaras miniaturizadas de vídeo e fibra óptica podem registar a condição das tubagens subterrâneas de drenagem, sem necessidade de escavação. *No entanto, deve se avisar que a instrumentação, embora extremamente útil, não consegue substituir a cuidadosa observação e a análise pessoal.* Confiar só na instrumentação raramente vai proporcionar ao proprietário toda a informação necessária para o completo diagnóstico de um problema de humidade. Para se evitar saltar-se rapidamente para uma conclusão – potencialmente errónea – há uma série de perguntas que se devem fazer primeiro. Elas vão ajudar a estabelecer-se uma teoria ou uma hipótese que possa ser testada para se aumentarem as hipóteses de um tratamento curativo conseguir controlar ou gerir a humidade existente.

Como é feita a drenagem da água em redor do edifício e do terreno ? Qual é a eficiência das caleiras e dos tubos de queda ? As inclinações e descaimentos em redor das fundações serão adequadas ? Qual é a localização dos elementos enterrados, tais como poços, cisternas ou áreas de drenagem ? Será que as tubagens enterradas de drenagem (ou as caixas de visita) estão ligadas aos ramais de evacuação e em bom estado de funcionamento ? Será que o terreno retém a humidade ou permite que ela se escoe livremente ? Onde está o lençol de água ? Existem sumidouros que retenham bem a água da chuva ? Qual é a velocidade de escoamento da drenagem em todo o terreno (pode ser ensaiada com uma torneira durante alguns minutos) ? Será que a drenagem para temporais ¹¹ ligada à rua é suficiente para chuvadas intensas, ou será que a água reflui cronicamente para o local ? Será que as construções novas vizinhas afectaram a drenagem do terreno ou os lençóis de água ?

Como é que parece que a água / humidade está a entrar no edifício ? Foram avaliadas todas as cinco principais origens da humidade ? Qual é a condição dos materiais de construção e existirão algumas áreas óbvias de degradação ? Será que o edifício teve alguma 'trincheira do construtor' em redor das suas fundações, que possa estar a reter a água junto das paredes exteriores ? Será que as paredes interiores portadoras de carga mostram evidência de humidade ascendente, da mesma forma que as paredes exteriores ? Existe alguma evidência de pressão hidrostática sob o pavimento da cave, tal como água a percolar através de fendas ? Existiram alguns danos consequentes da humidade, provenientes de algum bloqueio de gelo, durante os últimos meses ? Existem danos localizados, situados apenas num dos lados do edifício, ou espalhados por uma grande área ?

Quais são as principais dinâmicas da humidade ? A condição da humidade é proveniente de origens líquidas ou de vapor ? A humidade do sótão é resultado da difusão de vapor conforme o ar húmido sobe pela caixa de ar das paredes exteriores, provindo da caixa de ar do pavimento inferior, ou é consequente de pingos vindos do telhado ? A humidade das paredes exteriores será proveniente da humidade ascendente com uma 'marca de maré', ou existem pontos dispersos de humidade pelo

¹¹ N.T. – "Storm piping", no original.

salpicar da água da chuva nas paredes de fundação, ou por outras condições de humidade existentes no terreno? Existe uma renovação de ar adequada no edifício, especialmente nas áreas húmidas, tais como a cave? A altura do lençol de água tem sido observado pela cravação dum tubo comprido no terreno, para se registarem os níveis da água?

Como é que o ambiente interior tem lidado com a humidade? Existem áreas do edifício que não pareçam estar a ser bem ventiladas e onde cresce o bolor? Existem elementos históricos que em tempos ajudavam o edifício a controlar o ar e a humidade, que possam ser reactivados, tais como clarabóias ou janelas manobráveis? No caso de existir frequentemente condensação nas janelas, será que está a ocorrer o ponto de orvalho por baixo das superfícies? Será que o edifício parece anormalmente húmido, ou que cheira de uma forma pouco habitual, sugerindo a necessidade de mais estudos? Existem evidências de térmitas, de formigas carpinteiras, ou de outros infestantes atraídos pelas condições de humidade? Estará algum desumidificador a manter o ar seco ou será que ele está, na realidade, a criar um ciclo em que origina que a humidade esteja a ser transportada através da parede de fundação?

O problema de humidade parece ser intermitente, crónico ou estar ligado a acontecimentos específicos? As condições de humidade acontecem durante as duas horas de uma chuvada forte ou existe uma reacção atrasada? A ferrugem que aparece na maioria das cabeças de pregos no sótão indica um problema de condensação? O que são os padrões húmidos que aparecem nas paredes do edifício durante e depois de um aguaceiro? São localizados ou estão distribuídos por grandes áreas? Estes padrões de chuva podem estar relacionados com transbordos de caleiras, com falta de perfis de remate, ou com a saturação de materiais absorventes? Será que uma área que foi reparada se está a comportar bem ao longo do tempo, ou existem evidências de que a humidade está a regressar? Será que as leituras dos medidores de humidade nas paredes de caixa de ar indicam que elas estão húmidas, sugerindo roturas ou condensações dentro dessas paredes?

Uma vez que tenha sido desenvolvida uma hipótese, ou várias hipóteses, sobre as origens da humidade, a partir da observação e do registo de dados, é frequentemente útil provarem-se ou reprovarem-se estas hipóteses por tratamentos parcelares e, se necessário, pelo emprego de instrumentação adicional para se confirmarem as condições. No caso de caves húmidas, o ensaio de soluções pode ajudar a se determinarem as causas. Por exemplo, as águas superficiais estagnadas em pontos baixos podem ser redireccionadas para longe da parede de fundação, por alteração da inclinação do terreno, para se verificar se a humidade da cave melhora. Se ainda persistir um problema, verifica-se se as tubagens enterradas da drenagem, ou se os sumidouros de ferro fundido estão a funcionar correctamente. Os tubos de queda podem ser desligados acima do nível do terreno e ligados a tubos flexíveis compridos direccionados para longe das fundações. Se, depois de uma chuvada forte ou de uma simulação feita com uma mangueira de rega, não houver nenhuma melhoria, têm que se procurar outras possíveis origens da humidade no terreno, tais como lençóis de água, cisternas ocultas ou ramais de abastecimento de água rotos, que sejam a causa da humidade na cave. Novos dados vão conduzir a novas hipóteses que devem ser testadas e verificadas. *O processo de eliminação pode ser frustrante, mas é necessário se pretendermos que um método sistemático de diagnóstico seja bem sucedido.*



Este proprietário usou tubos pretos compridos para testar uma teoria de que era uma drenagem da cobertura defeituosa que estava a provocar o problema.

Fotografia : Arquivos do NPS

SELECÇÃO DO NÍVEL DE TRATAMENTO ADEQUADO

Os tratamentos que se seguem a esta secção, sob o formato de tabela, estão divididos em níveis baseados nos graus dos problemas consequentes da humidade. O Nível I cobre a manutenção de conservação; o Nível II incide sobre as reparações usando materiais historicamente compatíveis, mitigando essencialmente as condições da humidade prejudicial; e o Nível III discute a substituição e a alteração de materiais que permitem uma utilização continuada num ambiente cronicamente húmido. É importante começar-se pelo Nível I e trabalhar-se através de um tratamento fácil de gerir, como parte do controlo dos problemas consequentes da humidade. Os edifícios em degradação profunda vão carecer de tratamentos de Nível II, e as condições difíceis e pouco habituais podem exigir tratamentos mais agressivos de Nível III. Deve-se ter sempre muito cuidado quando se selecciona um tratamento. Os tratamentos descritos são um guia e não pretendem ser recomendações para obras específicas, já que a solução é sempre chegar-se a um diagnóstico adequado.

Começa-se pela reparação de todas as deficiências mais óbvias, executando-se uma manutenção de conservação apropriada. Se não se conseguir gerir a humidade apenas pela manutenção, é importante que ela seja reduzida pela mitigação dos problemas, *antes* de se ter que substituir os materiais históricos degradados. Os tratamentos não devem remover materiais que possam ser preservados; não devem envolver escavações extensivas, a menos que exista uma necessidade documentada; e não devem incluir o revestimento dos edifícios com selantes impermeáveis que possam exacerbar um problema já existente. Sempre que uma humidade excessiva no terreno não consiga ser controlada por sistemas de drenagem, ou em zonas sujeitas a inundações, podem ser necessárias algumas alterações aos materiais históricos, aos sistemas estruturais, aos sistemas mecânicos, às janelas ou aos acabamentos. No entanto, estas alterações devem ser sensatas quanto à preservação desses materiais, elementos acessórios e acabamentos que compõem o carácter histórico do edifício e do local.

Nível I – Manutenção de conservação

Exterior : Aplicação de procedimentos cíclicos de manutenção para se eliminar a infiltração da chuva e da humidade.

Telhado / algerozes : Vedar e fazer ficar operacionais; inspeccionar e limpar as caleiras, conforme necessário e o número de árvores vizinhas, mas no mínimo por duas vezes ao ano; inspeccionar o telhado pelo menos uma vez ao ano, de preferência na primavera; substituir as telhas, soletos ou chapas de cobertura em falta ou danificadas; reparar os rufos de remate; reparar ou substituir os tubos de queda fracturados.



A instalação de ventiladores mecânicos pode melhorar condições de humidade ou reduzir as despesas com o arrefecimento.
Fotografia : Arquivos do NPS

Paredes : Reparar os materiais superficiais danificados; refechar as juntas da alvenaria com uma argamassa apropriadamente composta; dar primário e pintar os elementos ou superfícies em madeira, metal ou alvenaria; remover as eflorescências das alvenarias com uma escova de cerdas não metálicas.

Vãos de portas e de janelas : Eliminar fendas ou juntas abertas; betumar e vedar em redor dos vãos ou das escadas; reparar ou reaplicar vedantes em redor das folhas dos vãos; verificar os perfis de remate; repintar conforme necessário.

Terreno : *Aplicar procedimentos de manutenção corrente para eliminar a água estagnada e a vegetação prejudicial para o edifício / terreno.*

Pendentes : Eliminar os pontos baixos em redor das fundações do edifício; limpar os sumidouros dos tubos de queda duas vezes ao ano e acrescentar as curvas de descarga para afastar a água da chuva das fundações; fazer um ensaio com a mangueira para verificar se os drenos de superfície funcionam bem; reduzir a humidade usada para a limpeza de degraus e de passeios; eliminar o uso de cloretos para fundir o gelo porque podem lascas a alvenaria por congelamento / descongelamento; verificar a operação dos sistemas de rega, as fugas das torneiras de serviço, e a limpeza das saídas dos drenos de condensados do ar condicionado.



Pode-se montar uma grelha de ventilação se não existir nenhuma. Fecham-se estas grelhas no verão, se o ar quente e húmido estiver a chegar aos espaços com ar condicionado.
Fotografia : Arquivos do NPS.

Caixa de ar por baixo do pavimento inferior : Verificar a caixa de ar para detectar a infestação por animais, térmitas, humidade empoçada ou elevado conteúdo de humidade; verificar as grelhas de ventilação das fundações para detectar se a ventilação é adequada; fechar as grelhas sazonalmente, quando adequado – no inverno, se necessário, ou no verão se o ar húmido se estiver a difundir pelos espaços com ar condicionado.

Ramagens : Manter as ramagens e as heras afastadas dos edifícios; podar as árvores sobranceiras para evitar o entupimento das caleiras do telhado e que os ramos se rocem contra o edifício; afastar das fundações os elementos que retenham humidade, tais como a lenha.

Caves e fundações : *Aumentar a ventilação e dar manutenção às superfícies, para evitar a retenção da humidade.*

Equipamento : Verificar os desumidificadores, as bombas hidráulicas, os ventiladores mecânicos e os sistemas de detecção ou de alarme de água, para adequada manutenção, conforme necessário; verificar as baterias de reserva duas vezes ao ano.

Canalizações / condutas : Verificar se existe condensação nos canos e isolar / selar as juntas, se necessário.

Interior : *Dar manutenção ao equipamento para se reduzirem as fugas e a humidade interior.*

Canalização de águas : Aumentar o isolamento térmico da canalização e das tubagens dos radiadores localizados em áreas sujeitas ao gelo, tais como as paredes exteriores, os sótãos ou as caves não aquecidas.

Equipamento mecânico : Verificar os depósitos e os drenos de condensados para os conservar desimpedidos; isolar e selar as juntas das condutas metálicas expostas para se evitar a condução de ar húmido.

Limpeza : Limpar rotineiramente o pó e as superfícies para se reduzir a quantidade de água ou de químicos húmidos usados na limpeza do edifício; vedar a linha de remate entre os pavimentos em ladrilhos e as paredes; e manter a argamassa das juntas dos pavimentos em boa condição.

Ventilação : Caso ela seja um problema, reduzir a humidade produzida pela vida doméstica por aumento da ventilação; levar a exaustão dos secadores de roupa para o exterior; instalar ventiladores de exaustão nos quartos de dormir, casas de banho, chuveiros e cozinhas e usá-los sempre quando os compartimentos estão a ser utilizados.

Nível II – Reparação e acção correctiva

Exterior : Reparar os elementos que tenham sido danificados. Substituir um elemento que esteja extensivamente degradado por outro elemento que condiga em desenho, cor, textura e, sempre que possível, materiais.

Telhado : Reparar o telhado, as platibandas e os beirados balanceados que estejam a deixar entrar humidade; aplicar uma membrana à prova de gelo e de água no metro mais baixo dos telhados, nos climas frios, para limitarem os danos consequentes dos bloqueios de gelo; aumentar a ventilação do sótão, se existir um problema de acumulação de calor e humidade. Aumentar a inclinação das caleiras. Consultar manuais profissionais para dimensionar e substituir as caleiras, se necessário, de forma apropriada à arquitectura histórica. Colocar tampas nas chaminés fora de serviço que recolham a água da chuva.



Podem ser instalados novos sistemas de drenagem para o escoamento das águas do telhado, destinados a se afastar a humidade para longe da base do edifício.
Fotografia : Arquivos do NPS.

Paredes : Reparar alvenarias fracturadas, elementos em terracota, etc. pela instalação selectiva de novas unidades de alvenaria a condizer; substituir as tábuas do revestimento exterior que estejam apodrecidas junto ao terreno, e ajustar o terreno ou as tábuas para se manter um afastamento adequado entre si; proteger ou cobrir os poços das janelas de cave que estejam abertos.

Terreno : Corrigir os problemas sérios de água no terreno; capturar e conduzir a água de descarga dos tubos de queda para longe das fundações; e controlar a difusão do vapor proveniente da humidade da caixa de ar sob o pavimento inferior.

Terreno : Repor uma inclinação positiva no terreno; tentar obter uma pendente de 15 cm nos primeiros 3 m em redor da fundação do edifício; em edifícios sem sistema de caleiras, inclinar o terreno e instalar um sistema enterrado de recolha eficaz com gravilha, ou com membrana impermeável e drenos perimetrais; ajustar o alcatrão ou a inclinação dos drenos de recolha dos beirados, ou dos drenos enterrados para se reduzir a água que salpica para as paredes das fundações; acrescentar curvas de descarga aos tubos de queda ou aumentar os tubos para afastar a água descarregada para longe das fundações do edifício, até à maior distância possível.

Caixa de ar do pavimento inferior : Aplicar uma barreira de vapor em polietileno (espesso para construção, ou Mylar ¹²) sobre a terra exposta na caixa de ar, se a monitorização indicar que isso é necessário e que não existe humidade ascendente; acrescentar grelhas de ventilação para haver mais ventilação cruzada, se for determinado que isso é aconselhável.

Fundações e caves : *Corrigir os elevados níveis de humidade existentes, se os outros meios de correcção da humidade do terreno forem inadequados.*

Equipamentos mecânicos : Acrescentar drenos perimetrais interiores e bombas de extracção; acrescentar desumidificadores para controlo sazonal da humidade nos espaços confinados não ventilados (mas sem criar problemas de atracção de água a partir das paredes); acrescentar ventiladores mecânicos para melhorar o fluxo de ar, mas não usar ao mesmo tempo os desumidificadores e os ventiladores.

Paredes : Remover os revestimentos impermeáveis, se eles estiverem a reter a água dentro das paredes; revestir as paredes com rebocos permeáveis ao vapor, à base de cal, se essas paredes necessitarem de um revestimento sacrificial que proteja a argamassa contra a erosão; acrescentar barreiras contra térmitas se existir evidência de térmitas e não se conseguir controlar a humidade.

Estrutura de madeira : *Reforçar a estrutura de madeira existente dos pavimentos que esteja enfraquecida pela humidade, acrescentando-lhe suportes feitos com pilaretes de alvenaria e reforçar os topos das vigas com suportes geminados ou paralelos. Acrescentar uma barreira de vapor impermeável, de preferência num metal não ferroso, por baixo das vigas de madeira que fiquem em contacto com a alvenaria húmida.*

Interior : *Eliminar áreas onde a humidade está a escorrer ou a provocar problemas.*

Canalização : Substituir os canos e os dispositivos velhos que apresentem fugas ou transbordamentos; isolar os canos de água sujeitos a condensação.

Ventilação : Acrescentar ventiladores mecânicos e ventoinhas para aumentar o fluxo de ar através do edifício, se existirem áreas húmidas, ou se for necessária mais ventilação para se controlarem o bolor e o mórdio.

Climatização : Ajustar a temperatura e a humidade relativa para se gerir a humidade interior; corrigir áreas com pressões de sistemas de AVAC incorrectamente equilibradas e que possam ter provocado um problema de humidade.

Nível III – Substituição / Alterações para condições cronicamente húmidas

Exterior : *Executar trabalhos de reabilitação exterior que respeitem as práticas profissionais da reparação – ou seja, substituir um elemento degradado por um novo elemento que condiga com o existente em desenho, cor, textura e, sempre que possível, materiais. Em certas condições limitadas, podem ser necessários materiais não históricos em áreas invulgarmente húmidas.*

¹² N.T. – O Mylar ® é uma marca de filme de polietileno; ver <http://www.automatedgasket.com/mylar.html>.

Telhados : Acrescentar ventiladores mecânicos, para exaustão, nos telhados mas evitando-se elementos salientes de grandes dimensões cujas configurações possam afectar negativamente a aparência do telhado histórico. Quando se substituem telhados, devem-se corrigir as condições que provocaram os problemas de humidade, mas mantendo-se a aparência global do telhado; por exemplo, ventila-se por baixo dos soletos em madeira, ou melhora-se a pormenorização das chapas metálicas de cobertura para se evitem empenos e fracturas. Deve-se ter em atenção proporcionar-se uma protecção adicional nas caleiras, internas ou penduradas, pelo emprego de materiais da melhor qualidade, de rufos de remate e de pormenores de ligação impermeáveis ao vapor.

Paredes : Se forem acrescentados isolamentos e barreiras de vapor a paredes com estrutura de madeira, deve-se considerar manter-se um canal de ventilação por trás do revestimento de madeira exterior para se evitem ocorrências de tinta empolada e descascada.

Janelas : Deve-se considerar a montagem de janelas exteriores de protecção contra temporais, mas que permitam a abertura das janelas para se fazer uma ventilação periódica da caixa de ar entre a janela exterior de protecção e a folha de janela histórica. No caso de janelas de vitral com vidro de protecção, só devem ser usadas janelas de protecção ventiladas para se evitem a condensação e a acumulação de calor.

Terreno : Controlar a humidade excessiva. Isto pode exigir escavações extensivas, novos sistemas de drenagem e o emprego de materiais de substituição. Entre eles, podem ser aceitáveis o betão ou os novos materiais reciclados sustentáveis em vez da madeira que esteja em áreas húmidas, quando eles não tiverem impacto sobre a aparência histórica do edifício.

Taludes : Escavar e instalar sistemas complementares de recolha de água com evacuação eficiente nas áreas baixas ou de difícil drenagem da humidade, usar mantas drenantes e taludes pouco acabados para se melhorar o controlo da evacuação; considerar o uso de plintos para colunas ou de bases que sejam ventilados, ou construir com materiais de substituição não absorventes nas áreas cronicamente húmidas. Reparar os caminhos que tenham inclinações inadequadas; reparar as bacias de recolha e os drenos do terreno que não estejam a funcionar; reparar áreas que tenham assentado em redor das escadas e de outros elementos construtivos situados nos taludes.

Fundações : Melhorar o desempenho das paredes de fundação com tratamentos impermeabilizantes para deter as infiltrações, ou com camadas impermeabilizantes interpostas para evitar a humidade ascendente. Pode ser necessário integrarem-se selectivamente alguns materiais de substituição nos novos elementos.

Paredes : Escavar, refechar juntas nas paredes de alvenaria e acrescentar drenos de base e paredes exteriores enterradas impermeáveis; substituir as placas de apoio e as fundações estruturais degradadas por novos materiais, tais como a madeira tratada à pressão, para se enfrentarem condições de humidade crónica; os materiais podem mudar, mas a aparência global deve permanecer similar. Acrescentar uma camada impermeável interposta para deter a humidade ascendente; evitar as injeções químicas já que elas raramente são totalmente eficazes, não são reversíveis e, por vezes, são visualmente intrusivas.

Interior : Controlar a quantidade de humidade e de condensação nos interiores dos edifícios históricos. A maioria dos projectos para novos sistemas de AVAC costuma ser feito por engenheiros mecânicos, mas devem ser seleccionados sistemas que sejam apropriados para o recurso e para a utilização pretendida.

Janelas, clarabóias : Acrescentar vidros duplos e triplos onde for necessário controlar-se a condensação. Evitar as modernas janelas metálicas ou usar cortes térmicos onde houver hipótese de se formar condensação.

Sistemas mecânicos : Projectar novos sistemas que reduzam o esforço do exterior do edifício. Isto pode exigir o isolamento e a calafetação do exterior do edifício, mas devem ser tomadas medidas para uma adequada circulação do ar. Um sistema novo zonado, com um adequado isolamento de transição, pode ser muito eficaz em áreas com diferentes necessidades de climatização.

Dispositivos de controlo / Espaços interiores : Se for montado um novo sistema de climatização, devem-se projectar controlos de segurança e sistemas de monitorização para protecção contra os danos interiores consequentes da humidade.

Paredes : Se existirem paredes divisórias que assentem em cima de pavimentos sujeitos a inundações periódicas, devem-se prever espaçadores ou membranas de isolamento, por trás das chapas da base, para se deter a humidade, evitando-se que ela se infiltre pelos materiais absorventes.

CUIDADOS DE ROTINA

Uma vez que o edifício tenha ficado reparado e a maior parte das questões relacionadas com a humidade tratadas, é importante manter-se um registo das evidências adicionais de problemas consequentes da humidade e *proteger-se o edifício histórico ou antigo através de uma manutenção cíclica adequada*. Em certos casos, especialmente em ambientes de museu, é crítico monitorizarem-se as áreas vulneráveis aos danos consequentes da humidade. Em muitos edifícios históricos, são usados monitores montados no interior das paredes para se garantir que a humidade, propositadamente gerada para se manter a humidade relativa dentro de limites apropriados a uma colecção museológica, não migra para dentro dessas paredes e não provoca a sua degradação. O potencial problema com todos os sistemas é o falhanço de controlos, de válvulas e de painéis com o decorrer do tempo. Os sistemas de apoio, os dispositivos de aviso, o pessoal bem treinado e um plano de emergência vão ajudar a controlar os danos se existir alguma falha do sistema.

A manutenção de rotina e a vigilância de situações que possam potencialmente provocar danos consequentes da humidade devem tornar-se uma parte da rotina diária, durante toda a vida de um edifício. O proprietário ou o pessoal responsável pela guarda do edifício devem inspeccionar a edificação semanalmente e anotar todas as roturas, bolores ou drenagens entupidas. Novamente, a observação do edifício durante uma chuvada vai servir para se testar onde é que o terreno e a drenagem das coberturas estão a funcionar bem.

Nalguns edifícios pode ser necessário um sistema de emergência para a geração de energia que mantenha as bombas a funcionar durante os temporais, sempre que se perca o fornecimento de energia eléctrica. No caso de salas de equipamentos mecânicos, de poços de condensação, de pavimentos em cave e de áreas de lavandaria, onde é importante a detecção prematura da água, existem alarmes que tocam quando os seus sensores entram em contacto com a humidade.

CONCLUSÃO

A humidade, considerada como difícil de ser avaliada nos edifícios antigos e históricos, pode ser sistematicamente estudada e podem ser tomadas algumas medidas de protecção adequadas. Muita da documentação e da avaliação são baseadas no bom senso combinado com a compreensão dos materiais de construção históricos, da tecnologia da construção e com os fundamentos dos movimentos da humidade e do ar. As variáveis podem ser avaliadas passo a passo, e as situações que estão a criar, directa ou indirectamente, danos consequentes da humidade podem ser mitigadas através de manutenção, de reparação, de controlo da humidade no terreno e no telhado, bem como do melhoramento da ventilação. No entanto, para situações mais complexas, um diagnóstico exaustivo e uma compreensão sobre como o edifício lida com a humidade, *no presente*, podem conduzir a um tratamento que resolva o problema sem danificar o recurso histórico. É, habitualmente, vantajoso eliminar-se cada potencial origem de humidade por sua vez. Os tratamentos simultâneos podem instalar uma nova dinâmica no edifício com o seu próprio conjunto de problemas consequentes da humidade. A implementação sequencial de alterações vai permitir, ao proprietário ou ao profissional de conservação, avaliarem o sucesso de cada tratamento.

Os problemas consequentes da humidade podem ser intimidatórios para um proprietário de um edifício que tentou diligentemente controlá-los. A manutenção de um registo da evidência dos danos consequentes da humidade, dos resultados dos ensaios de diagnóstico e dos tratamentos curativos é benéfica, a longo prazo, para a conservação de um edifício. Quanto mais completas forem a observação e a avaliação, maior o sucesso no controlo da humidade indesejada, agora e no futuro.

Vamos ter sucesso a 'aguentar o barco', no caso da humidade indesejada nos edifícios, 1) se existir uma preocupação constante relativamente aos sinais de problemas e 2) se existir uma conservação física de rotina proporcionada por quem compreenda o edifício, o seu local, os sistemas mecânicos e os esforços anteriores para se lidar com a humidade. Em edificações com problemas de maior dimensão ou mais difíceis de diagnosticar, costuma ser mais eficiente uma abordagem de equipa. Um proprietário, trabalhando com empreiteiros e consultores adequadamente qualificados, pode monitorizar, seleccionar e efectuar tratamentos dentro de um contexto de conservação, destinados a gerir a humidade e a proteger o recurso histórico.

GLOSSÁRIO

<i>Air flow/ infiltration</i>	Corrente de ar / infiltração	É o movimento que transporta o ar húmido para dentro e através dos materiais. A corrente de ar depende da diferença entre as pressões dentro e fora de casa, da velocidade e da direcção do vento, assim como da permeabilidade dos materiais.
<i>Bulk water</i>	Humidade a granel	É uma grande quantidade de humidade proveniente do telhado e do terreno que pode entrar num edifício quer acima, quer abaixo do nível do terreno.
<i>Capillary action</i>	Acção capilar	É a força que movimenta a humidade através da estrutura porosa dos materiais. Geralmente referida como humidade ascendente, a humidade da fundação, ou de base da fundação, vai subir verticalmente por uma parede, até uma altura na qual a velocidade de evaporação equilibra a velocidade pela qual ela consegue ser transportada para cima pelas forças capilares.
<i>Condensation</i>	Condensação	É o processo físico pelo qual o vapor de água é transformado em líquido, quando a humidade relativa do ar atinge os 100% e se forma um excesso de vapor de água, geralmente sob a forma de gotículas, nas superfícies adjacentes mais frias.
<i>Convection</i>	Convecção	É a transferência térmica através da atmosfera, pela diferença de força ou de pressão do ar; é um tipo de transporte de ar. Por vezes referida como " <i>efeito de chaminé</i> " ¹³ , o ar quente, menos denso, vai subir e o ar frio, mais denso, vai descer, criando uma movimentação de ar no interior do edifício.
<i>Dewpoint</i>	Ponto de orvalho	É a temperatura a que o vapor de água condensa, quando o ar é arrefecido a uma pressão constante e a um teor de humidade constante.
<i>Diffusion</i>	Difusão	É o movimento do vapor de água através de um material. A difusão depende da pressão, da temperatura, da humidade relativa do vapor de água, e da permeabilidade desse material.
<i>Evaporation</i>	Evaporação	É a transformação da água líquida em vapor de água, geralmente em consequência da subida de temperatura; é o oposto da condensação. A humidade num terreno húmido, bem como numa caixa de ar, pode evaporar para o ar, aumentando a humidade relativa nesse espaço e entrando no edifício sob a forma de vapor.
<i>Ground moisture</i>	Humidade no terreno	É a humidade saturada no terreno em consequência de um escorrimento superficial e de lençóis de água naturalmente aparecidos. A humidade no terreno pode penetrar através de fendas e de buracos nas fundações das paredes ou pode migrar, para cima, a partir da humidade existente por baixo da base da fundação.

¹³ N.T. – "*Stack effect*", no original.

<i>Monitoring instrumentation</i>	Instrumentos de monitorização	Estes dispositivos são usados, geralmente, para análises de diagnóstico de um problema, a longo prazo, ou para a medição do desempenho de um tratamento, ou para a medição das alterações de condições ou ambientais. Os analisadores ou sensores instalados dentro das paredes estão, frequentemente, ligados a registadores de dados que podem ser descarregados para computadores.
<i>Permeability</i>	Permeabilidade	É uma característica relacionada com a porosidade do material, geralmente medida como sendo a velocidade de difusão de um gás pressurizado através desse material. A estrutura porosa de alguns materiais permite que eles absorvam ou adsorvam mais humidade do que outros materiais. Os calcários são, geralmente, mais permeáveis que os granitos.
<i>Relative humidity (RH)</i>	Humidade relativa (RH)	A humidade do ar é medida como sendo a percentagem de vapor de água contida no ar a uma temperatura específica, relativamente à quantidade total de vapor de água que poderia ser contida a essa mesma temperatura específica.
<i>Survey instrumentation</i>	Instrumentação de observação	Instrumentação técnica que é usada in-situ para proporcionar leituras rápidas de condições físicas específicas. São, geralmente, instrumentos manuais de observação, tais como os leitores de humidade, de temperatura e de humidade relativa, os sensores de ponto de orvalho e os boroscópios de fibra óptica.

LISTA DE LEITURAS

Conrad, Ernest A., P.E. "The Dews and Don'ts of Insulating." *Old-House Journal*, May/June, 1996.

Cumberland, Don, Jr. "Museum Collection Storage in an Historic Building Using a Prefabricated Structure."

Preservation Tech Notes. Washington, DC: National Park Service, issue PTN-14. September, 1985.

Jessup, Wendy Claire, Ed. *Conservation in Context: Finding a Balance for the Historic House Museum*. Washington, DC: National Trust for Historic Preservation (Symposium Proceedings March 7-8, 1994).

Labine, Clem. "Managing Moisture in Historic Buildings" Special Report and Moisture Monitoring Source List. *Traditional Building*, Vol 9, No.2, May-June 1996.

Leeke, John. "Detecting Moisture; Methods and Tools for Evaluating Water in Old Houses." *Old House Journal*, May/June, 1996.

Moisture Control in Buildings. Heinz R. Trechsel, Editor. Philadelphia: American Society for Testing and Materials (ASTM manual series: MNL 18), 1993.

Museums in Historic Buildings (Special Issue). *APT Bulletin*. The Journal of Preservation Technology, Vol 26, No. 3. Williamsburg, VA: APT, 1996.

Oxley, T.A. and A. E. Gobert. *Dampness in Buildings: Diagnosis, Treatment, Instruments*. London, Boston: Butterworth-Heinemann, 1994.

Park, Sharon C. AIA. *Preservation Brief 24: Heating, Ventilating, and Cooling Historic Buildings: Problems and Recommended Approaches*. Washington, DC: Department of the Interior, Government Printing Office, 1991.

Park, Sharon C. AIA. *Preservation Brief 31: Mothballing Historic Buildings*. Washington, DC: Department of the Interior, Government Printing Office, 1993.

Rose, William. "Effects of Climate Control on the Museum Building Envelope," *Journal of the American Institute for Conservation*, Vol. 33, No. 2. Summer, 1994.

Smith, Baird M. *Moisture Problems in Historic Masonry Walls: Diagnosis and Treatment*. Washington, DC.: Department of the Interior, Government Printing Office, 1984.

Tolpin, Jim. "Builder's Guide to Moisture Meters," *Tools of the Trade* Vol 2, No. 1 (Quarterly Supplement to *The Journal of Light Construction*). Richmond, Vermont: Builderburg Group Inc. Summer, 1994.

AGRADECIMENTOS

Sahron C. Park, AIA, é o *Senior Historical Architect* do *Technical Preservation Services, Heritage Preservation Services Program, National Park Service, Washington, D.C.* O Autor deseja agradecer à seguintes pessoas e organizações por terem fornecido revisão técnica e outras ajudas no desenvolvimento desta publicação : os assistentes, oradores e patrocinadores do *Diagnosing Moisture in Historic Buildings Symposium* realizado em Washington, D.C. em 1996 e financiado por um donativo do *National Center for Preservation Technology and Training, National Park Service*; Hugh C. Miller, FAIA; Michael Henry, AIA, PE, PP; Baird M. Smith, AIA; Ernest A Conrad, PE; William B. Rose; Rebecca Stevens, AIA; Wendy Claire Jessup; Elizabeth Sasser, AIA; Bryan Blundell; George Siekkinen, AIA; Larry D. Dermody; Kimberly A Konrad; Barbara J. Magnum e ao *Isabella Stewart Gardner Museum, Boston*; Gunston Hall Plantation; Amigos do *Meridian Hill*; Amigos da *Great Fall Tavern*; *The National Trust for Historic Preservation*; Thomas McGrath, Douglas C. Hicks e *The Williamsport Preservation Training Center, NPS*; ao pessoal dos *Heritage Preservation Services, NPS*, Charles E. Fisher, Brooks Prueher, Anne E. Grimmer, Antoinette Lee, e especialmente a Kay D. Weeks. esta publicação foi preparada conforme o *National Historic Preservation Act*, revisto, que instrui a *Secretary of the Interior* a desenvolver e a divulgar informação respeitante às edificações históricas.

Os comentários sobre esta publicação devem ser dirigidos para de Teel Pettersom Tiler, Acting Manager, Heritage Preservation Services Program, National Park Service, P.º Box 37127, Washington, DC 20013-7127. esta publicação não está pendente de direitos de autor e pode ser reproduzida sem penalidades. As fotografias com direitos de autor desta publicação não podem ser usadas para ilustrar outras publicações a não ser como referência a esta Nota Técnica, sem a autorização dos seus Autores. São apreciados os procedimentos normais de crédito aos Autores e ao NPS.

Comments about this publication should be directed to de Teel Patterson Tiller, Acting Manager, Heritage Preservation Services Program, National Park Service, P.O. Box 37127, Washington, DC 20013-7127. This publication is not copyrighted and can be reproduced without penalty. Copyright photographs included in this publication may not be used to illustrate publications other than as a reference to this Preservation Brief, without permission of the owners. Normal procedures for credit to the authors and the National Park Service are appreciated.

Washington, DC Outubro, 1996

Esta publicação foi preparada conforme o *National Historic Preservation Act* de 1966, revisto, que instrui a Secretaria do Interior a desenvolver e a divulgar informação respeitante às edificações históricas. Os *Technical Preservation Services (TPS)*, a *Heritage Preservation Division*, e o *National Park Service* preparam, para o público em geral, normas, linhas de orientação e outros materiais educativos sobre tratamentos responsáveis de preservação histórica.