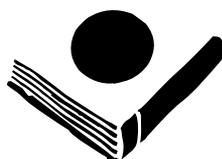


26 a 29

Emergências com pragas em arquivos e bibliotecas

2ª edição



CONSERVAÇÃO PREVENTIVA
EM BIBLIOTECAS E ARQUIVOS

Sherelyn Ogden
Lois Olcott Price
Nieves Valentin e Frank Preusser

Emergências com pragas em arquivos e bibliotecas

2ª edição

Rio de Janeiro
Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos
2001

Copyright © 1994 by Preservation of Library & Archival Materials: A Manual, edited by Sherelyn Ogden, Northeast Document Conservation Center, Andover, MA, USA.

Títulos originais publicados por Northeast Document Conservation Center:

Integrated Pest Management

Protecting Books and Paper Against Mold

Copyright ©1994 by Conservation Center for Arts and Historic Artifacts, Philadelphia, PA.

Título original:

Managing a Mold Invasion: Guidelines for Disaster Response.

Autor: Lois Olcott Price

Copyright © 1990 by Munksgaard International Publishers Ltd., Copenhagen, Denmark

Título original, publicado por Restaurator - The International Journal for the Preservation of Library and Archival Information, v.11, 22-23, 1990:

Insect Control by Inert Gases in Archives and Libraries

Autores: Nieves Valentin e Frank Preusser

Projeto cooperativo interinstitucional Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos, em parceria com o CLIR - Council on Library and Information Resources (Conselho de Recursos em Biblioteconomia e Informação, que incorporou a antiga Commission on Preservation and Access).

Suporte Financeiro

The Andrew W. Mellon Foundation

Vitae, Apoio à Cultura, Educação e Promoção Social

Apoio

Arquivo Nacional

Fundação Getulio Vargas

Coordenação

Ingrid Beck

Colaboração

Sérgio Conde de Albite Silva

Tradução

Elizabeth Larkin Nascimento

Francisco de Castro Azevedo

Revisão Técnica

Ana Virginia Pinheiro

Dely Bezerra de Miranda Santos

Revisão Final

Cássia Maria Mello da Silva

Lena Brasil

Projeto Gráfico

T'AI Comunicações

Coordenação Editorial

Ednea Pinheiro da Silva

Anamaria da Costa Cruz

E53 Emergências com pragas em arquivos e bibliotecas / Sherelyn Ogden...

[et al. ; tradução Elizabeth Larkin Nascimento, Francisco de Castro Azevedo ; revisão técnica Ana Virginia Pinheiro, Dely Bezerra de Miranda Santos ; revisão final Cássia Maria Mello da Silva, Lena Brasil]. – 2. ed. – Rio de Janeiro : Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos: Arquivo Nacional, 2001.

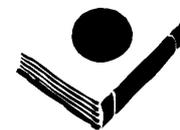
50 p. : il. ; 30 cm. — (Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos ; 26-29. Emergências).

Inclui bibliografias.
ISBN 85-7009-036-6.

1. Documentos - Preservação e Conservação. 2. Desinfestação. I. Ogden, Sherelyn. II. Série.

CDD 025.84

Impresso em papel alcalino.



Sumário

Apresentação	5
Controle integrado de pragas <i>Sherelyn Ogden</i>	7
A proteção de livros e papel contra o mofo <i>Sherelyn Ogden</i>	17
Como lidar com uma contaminação de mofo: instruções em resposta a uma situação de emergência <i>Lois Olcott Price</i>	25
Controle de insetos por meio de gases inertes em arquivos e bibliotecas <i>Nieves Valentin e Frank Preusser</i>	35



Apresentação

O Projeto *Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos - CPBA* é uma experiência de cooperação entre instituições brasileiras e a organização norte-americana *Commission on Preservation and Access*, atualmente incorporada ao *CLIR - Council on Library and Information Resources* (Conselho de Recursos em Biblioteconomia e Informação).

Em 1997, o Projeto traduziu e publicou 52 textos sobre o planejamento e o gerenciamento de programas de conservação preventiva, onde se insere o controle das condições ambientais, a prevenção contra riscos e o salvamento de coleções em situações de emergência, a armazenagem e conservação de livros e documentos, de filmes, fotografias e meios magnéticos; e a reformatação envolvendo os recursos da reprodução eletrônica, da microfilmagem e da digitalização.

Reunidos em 23 cadernos temáticos, estes textos, somando quase mil páginas, foram impressos com uma tiragem de dois mil exemplares e doados a colaboradores, instituições de ensino e demais instituições cadastradas no banco de dados do Projeto.

Esta segunda edição revisada, com uma tiragem de mais dois mil exemplares, pretende, em continuidade, beneficiar, as instituições e os profissionais de ensino, e todas aquelas instituições inscritas no banco de dados depois de 1997 e que não chegaram a receber os textos.

Os quatro textos a seguir, de números 26 a 29, tratam do controle integrado de pragas em bibliotecas e arquivos, envolvendo medidas preventivas, monitoramento e controle. São apontadas as causas e circunstâncias que atraem insetos e microorganismos para os locais de guarda de acervos. Apresentam medidas simples, como a higienização e verificação dos acervos, assim como métodos de controle de infestações de insetos, empregando o atmosferas modificadas. O controle do mofo aborda tratamentos químicos e não-químicos, o cuidado com a saúde e medidas de limpeza dos acervos contaminados.

Estes textos, assim como todo o conjunto de publicações do Projeto CPBA encontram-se também disponíveis em forma eletrônica na página do Projeto, www.cpba.net.

Além das publicações distribuídas em 1997, o Projeto CPBA ainda formou multiplicadores, por meio de seminários organizados nas cinco regiões brasileiras, com o apoio de instituições cooperativas. Os multiplicadores organizaram novos eventos, estimulando a prática da conservação preventiva nas instituições. Os inúmeros desdobramentos ocorridos a partir dos colaboradores em todo o país fizeram o Projeto merecedor, em 1998, do Prêmio Rodrigo Melo Franco de Andrade.

Entre 1997 e 2001, o Projeto CPBA continuou promovendo seminários e cursos, envolvendo as instituições cooperativas. Em muitas ocasiões enviou professores e especialistas aos eventos organizados pelos multiplicadores. No início de 2001 o Projeto já contabilizava mais de 120 eventos realizados em todo o país, somando mais de 4.000 pessoas envolvidas.

As instituições que colaboram com o Projeto CPBA estão relacionadas na página www.cpba.net, onde também poderá ser acessado o seu banco de dados, com mais de 2.600 instituições cadastradas. Esta página virtual pretende ser uma plataforma para o intercâmbio técnico e o desenvolvimento de ações cooperativas.

Desde o início o Projeto contou com recursos financeiros da *Andrew W. Mellon Foundation* e de VITAE, Apoio à Cultura, Educação e Promoção Social. Em 1998 estes patrocinadores aprovaram um segundo aporte financeiro, com o objetivo de dar continuidade às ações empreendidas e de preparar esta segunda edição.

O Projeto agradece o generoso apoio recebido de seus patrocinadores e das instituições cooperativas, brasileiras e estrangeiras, reconhecendo que sem esta parceria nada teria acontecido. Deseja também agradecer aos autores e editores das publicações disponibilizadas, por terem cedido gratuitamente os direitos autorais. Agradecimentos especiais ao Arquivo Nacional, que hospedou o Projeto desde o seu início, assim como à Fundação Getulio Vargas, pela administração financeira dos recursos.

Considerando que a fase do Projeto apoiada pela Fundação Mellon se encerra em junho de 2001, o grupo cooperativo espera encontrar, em continuidade, colaboradores e parceiros no Brasil, para que o processo de difusão do conhecimento da preservação não seja interrompido.

Rio de Janeiro, junho de 2001.

Ingrid Beck
Coordenadora do Projeto CPBA



Controle integrado de pragas

Sherelyn Ogden

Introdução

Vários insetos e outras pragas atacam comumente os materiais de acabamento dos livros, os adesivos e outras substâncias encontradas nos acervos de bibliotecas e arquivos. Alguns são atraídos pelos locais fechados e escuros, comuns nas áreas de armazenagem. Como muitas peças dos acervos raramente são manuseadas, os insetos e outras pragas podem fazer estragos significativos antes de serem descobertos.

As bibliotecas e os arquivos têm confiado tradicionalmente nos pesticidas para a rotina de prevenção contra pragas e como ataque às infestações. Todavia, nem sempre os pesticidas as previnem, e sua aplicação após o ataque não corrige os estragos já feitos. Eles perderam também parte da sua eficácia em razão da consciência crescente de que as substâncias químicas neles usadas podem ser perigosas para a saúde dos funcionários e causar danos aos acervos em papel. Métodos mais recentes de extermínio, como o congelamento controlado e a retirada do oxigênio, aparecem como alternativas promissoras para o tratamento das infestações existentes, mas, como os pesticidas, eles não previnem a infestação. Só se consegue a prevenção por meio de limpeza e conservação rigorosas e de procedimentos de monitoramento.

Os profissionais da preservação recomendam com insistência cada vez maior a estratégia chamada de *controle integrado das pragas* (CIP). Esta abordagem utiliza primeiramente meios não-químicos (como o controle do clima, das fontes de alimentação e dos pontos de entrada do prédio) para prevenir e controlar a infestação dessas pragas. Só se usam tratamentos químicos em situações críticas, quando há ameaça de perdas iminentes ou em casos de resistência aos métodos mais conservadores.

Pragas de bibliotecas e arquivos

A maioria das espécies de insetos que podem infestar os acervos de papel não são atraídas pelo papel em si, mas pelas gomas, adesivos e amidos, que são digeridos com facilidade muito maior do que a celulose, de que é feito o papel. Alguns insetos atacam também a celulose (isto é, papel e papelão) e as proteínas (isto é, pergaminho e couro); mas esse dano acarretado pelos insetos não provém unicamente de seus hábitos alimentares; as peças também podem ser danificadas pelas secreções e pelas atividades de abrir túneis e de fazer ninhos.

Falsas traças, tisanuros, piolhos de livros e baratas estão entre as pragas mais comuns de bibliotecas. As falsas traças e os tisanuros podem chegar a 12,5 mm de comprimento; alimentam-se da cola do papel, fazendo-lhe furos (especialmente no papel cuchê) e danificam as capas dos livros e o papel que as recobre, para chegar aos adesivos que estão por baixo. Alimentam-se também de têxteis, principalmente raiom, algodão e linho. Preferem áreas escuras e úmidas, não freqüentadas durante longos períodos de tempo.

Os piolhos de livros alimentam-se dos fungos que se desenvolvem no papel, de modo que sua presença normalmente indica a existência de umidade na área de armazenagem. São muito menores do que as falsas traças e os tisanuros (cerca de 1-2 mm), e podem alimentar-se também de pastas e colas, mas não furam o papel.

As baratas são onívoras, mas têm predileção por materiais de amido e proteína; comem as páginas dos livros, as capas, os adesivos, o couro e os revestimentos. Furam papel e capas e suas secreções costumam deixar manchas fortes no material. As baratas são tigmotáticas, o que significa que gostam de contatar as superfícies com todos os lados do corpo; procuram fendas muito estreitas, entre objetos emoldurados e a parede etc.

A apresentação acima está longe de ser completa. Para mais informações sobre o assunto, veja Harmon, Zycherman & Schrocke e Story, referenciados no final deste folheto. Embora se possam encontrar em bibliotecas e museus outras pragas, como a de roedores, este folheto se concentrará principalmente na prevenção das infestações de insetos.

O que os insetos comem?

Todos os insetos passam por uma metamorfose durante seu ciclo de vida; seu desenvolvimento se dá em uma série de fases, até alcançarem o estágio adulto. Os outros estágios incluem ovo, larva, pupa e ninfa, mas nem todos os insetos passam por todos os estágios. No caso de muitos deles, o estágio de larva é o mais danoso, pois é quando ocorre a maior parte de sua alimentação, mas outros (como os piolhos de livros) continuam infligindo danos mesmo no estágio adulto.

É importante lembrar que os acervos não são a única fonte de alimentação dos insetos. É muito amplo o espectro de alimentos que os insetos e outras pragas encontram nos prédios de bibliotecas e arquivos. O atrativo mais óbvio são os resíduos da alimentação humana e a comida guardada nos escritórios e nas cozinhas, mas há outras fontes menos óbvias de alimentação.

Os besouros dermestídeos podem atacar couro e lã, inclusive tapetes. Também podem ser atraídos por pássaros mortos e/ou ninhos de pássaros abandonados. Algumas espécies de besouros alimentam-se do pólen e do néctar das flores, enquanto outras comem cabelos caídos e células da pele dos seres humanos e dos outros animais. Os ácaros, que são numerosos e quase invisíveis, alimentam-se também deste material humano.¹

Embora alguns insetos não ameacem diretamente os acervos, sua presença pode atrair insetos danosos, que se alimentam de outros insetos. A maioria das pragas (insetos e outros tipos) é atraída pelos resíduos das atividades dos seres humanos e de outros animais.

Como quase todos os prédios e acervos oferecem um suprimento certo e aparentemente inesgotável de alimentos, torna-se claro que a primeira prioridade para a prevenção efetiva deve ser eliminar as fontes de alimentação e enfatizar fortemente a limpeza e a conservação cuidadosas.

¹ N.R.: No Brasil, encontramos uma extensa gama de insetos coleópteros, a exemplo dos anobídeos, que atacam especialmente encadernações. Beck, Ingrid et al. *Manual de preservação de documentos*. Rio de Janeiro: Arquivo Nacional, 1991.



Habitats e hábitos de reprodução

As espécies de insetos exigem faixas específicas de temperatura, umidade relativa (UR) e outras condições para se propagar. A primeira condição para a sua presença é a existência de aberturas no prédio por onde possam entrar. Depois de entrar no prédio, eles procuram umidade, fontes de alimentação e espaços onde possam se reproduzir sem ser perturbados.

Rotas de entrada

Janelas e portas inadequadamente vedadas, ou rotineiramente abertas, podem constituir os pontos de entrada dos insetos. Rachaduras ou fendas nas paredes, ou nos fundamentos, ou aberturas ao redor dos canos, também podem servir de rota de entrada. Os insetos conseguem espremer-se através das mais estreitas fendas. Aberturas e aerodutos podem servir de pontos de entrada para pássaros, roedores e insetos. Plantas perto do prédio constituem excelentes habitats para os insetos, que daí migram para o prédio através de suas diversas aberturas. Os insetos também podem ser trazidos para o interior do prédio nos próprios livros ou documentos.

Clima

A temperatura ideal para muitos insetos situa-se entre 20 e 30°C. A maioria morre quando exposta a temperaturas abaixo de -2°C ou acima de 45°C por determinado período de tempo. Os níveis ideais de umidade para a sua proliferação estão geralmente entre 60 e 80%.² Os insetos precisam de umidade para sobreviver, e alguns deles, como os piolhos de livros e os tisanuros, se desenvolvem em umidade elevada.

Fontes de água

Muitos insetos são atraídos por áreas úmidas. Fontes de água e potenciais habitats de insetos incluem canos de água que passam pelos acervos, banheiros, cozinhas, bebedouros, reservados e equipamentos de controle de clima. Água empoçada nos tetos ou em outros locais pode aumentar os níveis de umidade e oferecer um excelente ambiente para os insetos.

Fontes de alimento

Detritos de comida nas cozinhas e nos escritórios fornecem sustento aos insetos, sobretudo quando permanecem no prédio ou ficam descobertos durante longos períodos de tempo. Plantas e flores em vasos, água em jarros e plantas com excesso de rega, plantas mortas, néctar e pólen de plantas em floração, tudo isto estimula a presença de insetos.

Condições de armazenagem

Algumas espécies de insetos que ameaçam os acervos prosperam em espaços pequenos, escuros e tranquilos; em outras palavras, em condições muito comuns nas áreas de armazenagem. Os insetos estabelecem moradia em espaços escuros e apertados (como caixas corrugadas) e são atraídos por pilhas de caixas e outros materiais quase nunca manuseados. Eles vivem ainda em espaços quietos,

² N.A.: Johanna G. Wellheiser. *Nonchemical treatment processes for desinfestation of insects and fungi in library collections*. Munique : K. G. Saur, 1992. p. 5.

como cantos, laterais das caixas de livros e atrás dos móveis. Poeira e sujeira ajudam a criar uma atmosfera hospitaleira para essas pragas. Insetos mortos e seus restos atraem outros insetos. Sujeira e desordem dificultam a sua localização, podendo passar despercebidos por muito tempo.

O controle da infestação de insetos requer a eliminação mais extensa possível dos habitats potenciais de insetos e de suas fontes de alimentação.

Estratégias do CIP

As estratégias do CIP estimulam a manutenção e a limpeza constantes para se eliminar a existência de ambientes acolhedores para as pragas nas bibliotecas e nos arquivos. Estas atividades incluem: inspeção e manutenção, controle do clima, restrição a alimentos e plantas, limpeza regular, armazenagem adequada, controle sobre as peças que entram para se evitar a infestação dos acervos existentes, e monitoramento rotineiro.

Convém começar programas formais de controle das pragas fazendo o levantamento do prédio e de todas as áreas de armazenagem. Houve algum problema de praga no passado? Se houve, qual o tipo de praga detectado e qual o material afetado? O que foi feito para se resolver o problema? Todos os habitats potenciais de insetos deverão ser eliminados. São diversas as medidas a serem tomadas para reduzir o número de insetos em bibliotecas ou arquivos.

Rotas de entrada

As janelas e portas devem ser hermeticamente vedadas; talvez seja necessário o emprego de material de calafetagem. As portas, sempre que possível, devem se manter fechadas. As aberturas ao redor dos canos deverão ser vedadas, da mesma forma que as rachaduras nas paredes ou nas fundações. As aberturas de ventilação deverão receber telas para impedir a entrada de pássaros e roedores. Convém manter uma faixa de cerca de 30 cm ao redor do prédio livre de plantas para desestimular a entrada dos insetos. Estas devem ser cuidadas de maneira adequada, evitando-se o excesso de rega. Para prevenir inundações do subsolo, a área ao redor dos alicerces deve ser coberta de cascalho e apresentar desnível em relação ao prédio.

Clima

O clima deve ser moderado, em condições frias e secas, no grau exigido pelas necessidades específicas dos diferentes materiais. Deve-se manter a temperatura em torno de 20°C ou mais baixa, e a umidade relativa abaixo dos 50%. A manutenção das condições climáticas recomendadas para a preservação de livros e papel ajudará também a controlar as populações de insetos.

Fontes de água

As tubulações nas áreas de armazenagem e outras fontes de água como banheiros, cozinhas ou equipamentos de controle de clima deverão ser inspecionados rotineiramente como precaução contra vazamentos. Enrole os canos que suam com fita isolante. Feche os drenos que não estão sendo usados ou as entradas de esgoto. Tanto os tetos quanto os subsolos deverão ser inspecionados periodicamente quanto à existência de água empoçada ou inundações. Onde se sabe que os problemas são recorrentes, fazem-se necessárias inspeções freqüentes.



Fontes de alimentação

Plantas e flores cortadas devem ser removidas dos prédios. Se isto não for possível, as plantas deverão ser cuidadas e reduzidas ao mínimo, evitando-se as plantas com flores. Evite excesso de rega e examine-as cuidadosamente quanto a sinais de infestação ou doença. O consumo de alimentos deve ser confinado à sala de estar dos funcionários, que não deverão comer nunca em seus locais de trabalho. No caso de eventos que incluam comida e bebida em outros espaços, todas as sobras deverão ser hermeticamente fechadas ou removidas pelos fornecedores. Deve-se aspirar e limpar imediatamente a cozinha. Toda comida deverá ser guardada em recipientes de vidro ou metal hermeticamente fechados, providenciando-se um coletor plástico de lixo para os resíduos, com tampa bem ajustada. Deve-se remover o lixo do prédio diariamente.

Limpeza e conservação

As áreas de armazenagem do acervo (e outras áreas) devem ser limpas rotineiramente, sofrendo, no mínimo a cada seis meses, uma faxina completa. Todas as áreas deverão ser verificadas quanto a sinais de praga pelo menos uma vez por mês. Examine as peças do acervo em busca de manchas e sinais de alimentação de inseto (pequenos furos no papel ou áreas de perda na superfície do papel ou nas capas). Verifique se existem sinais de atividade de insetos nos peitoris das janelas; debaixo das caixas de livros e das saídas de ventilação; nas prateleiras e atrás delas; e dentro das caixas e gavetas. Procure montículos de poeira, corpos de insetos, excrementos, casulos e insetos vivos e limpe-os imediatamente.

Entrada de livros e documentos

É muito importante adotar procedimentos rigorosos para o tratamento de acervos recém-adquiridos, que muitas vezes estiveram armazenados em sótãos ou subsolos propícios à proliferação de pragas.

Examine o material assim que chegar para ver se existem indícios de infestação. Trabalhe sobre uma superfície limpa, coberta com papel mata-borrão ou outro papel claro. Remova todos os objetos dos invólucros de armazenagem ou expedição e examine as capas e os miolos dos livros. Examine os fundos de quadros e molduras, de embalagens e outros materiais que os acompanham. Procure seres vivos, excrementos, larvas ou corpos de insetos.

Se possível, limpe o material e transfira-o para caixas de arquivo limpas, até que se possa processá-lo. Isole o material que está chegando em um espaço distante do acervo, até o seu processamento. O espaço que oferece as melhores condições deverá ser frio, seco, limpo, equipado com prateleiras etc., para desestimular mofo e insetos. Jogue fora as caixas antigas, a menos que sejam de qualidade arquivística e você esteja absolutamente certo de que estão limpas.

As caixas de arquivo limpas poderão continuar sendo usadas para essa finalidade temporária enquanto seu conteúdo continuar livre de indícios de insetos. O ideal, naturalmente, é que o material que entra seja processado e realojado prontamente em seus invólucros permanentes. Na realidade, o processamento poderá atrasar e o interior das caixas deverá ser inspecionado rotineiramente pelo menos a cada duas semanas. Pode-se colocar uma armadilha viscosa em uma das paredes laterais no interior da caixa para melhorar o monitoramento.

Se você se deparar com indícios de insetos, converse com um profissional de preservação pedindo um parecer detalhado antes de dar o próximo passo. O material deve ser completamente aspirado (pressupondo-se que os objetos não estão deteriorados ou frágeis), com um aspirador de alta filtragem, equipado com uma tela de plástico ou de outro material macio. Elimine tanto o filtro quanto o saco descartável fora do prédio ou em um dos recipientes lacrados que serve para restos de alimento e é esvaziado diariamente.

Monitoramento das pragas

A implementação efetiva de um programa de controle de pragas exige monitoramento rotineiro da atividade dos insetos. O monitoramento rotineiro com o uso de armadilhas fornece informações sobre os tipos e o número de insetos, seus pontos de entrada, os locais onde estão se abrigoando e do que estão sobrevivendo. Estas informações permitem a identificação das áreas problemáticas e o desenvolvimento de programas de tratamento adequado para as espécies em questão.

As armadilhas para insetos mais comumente usadas são as viscosas, encontradas em lojas de ferragens e drogarias. Encontram-se disponíveis em diversos tipos: armadilhas planas, retangulares em forma de caixa e em forma de tenda. Muitos conservadores recomendam estas últimas como as mais fáceis de se manusear. Quaisquer que sejam o tipo e a marca escolhidos, é importante que haja uma rotina para que os dados possam ser interpretados com precisão.

O procedimento básico de monitoramento é o seguinte: 1) identificar todas as portas, janelas, fontes de água e calor e móveis, em uma planta baixa do prédio; 2) identificar prováveis rotas de insetos e marcar os locais das armadilhas na planta baixa; 3) numerar e datar as armadilhas; 4) colocá-las nas áreas a serem monitorizadas, conforme indicado na planta baixa; 5) inspecioná-las e coletá-las regularmente; e 6) melhorar a localização e a inspeção das armadilhas quando necessário, de acordo com as provas coletadas. Relocalize-as se os resultados forem negativos e reinicie o processo.

Caso haja suspeita de infestação em uma área determinada, coloque armadilhas a cada três metros, devendo-se tomar cuidado para que não entrem em contato com material do acervo, pois o adesivo pode provocar danos. A verificação das armadilhas 48 horas após a sua colocação permitirá a identificação da área mais seriamente infestada. Elas deverão ser inspecionadas semanalmente durante um período de pelo menos três meses, devendo ser substituídas a cada dois meses, quando estiverem cheias ou tiverem perdido a viscosidade.

Os insetos presos nas armadilhas deverão ser identificados para se determinar a ameaça que podem trazer ao acervo. Diversos trabalhos de boa qualidade, listados na bibliografia anexa, fornecem desenhos e descrições das pragas comuns em bibliotecas e arquivos. Uma excelente fonte de identificação é a agência de atendimento agrícola local ou estadual, que normalmente identifica os insetos sem cobrar pelo serviço (o inseto terá de ser enviado à agência com o corpo intacto). Outros recursos possíveis incluem os departamentos de biologia das universidades ou os museus de história natural que têm entomologistas em seus quadros.

Métodos de tratamento

É importante lembrar que a localização de um ou dois insetos pode ser uma oportuna ocasião para estabelecer um programa de monitoramento; não se trata necessariamente de uma situação de crise. No passado, a visão de insetos quase sempre disparava a utilização indiscriminada de pesticidas.



Na ocorrência de infestações sérias de insetos, ou não sendo os problemas resolvidos com as técnicas preventivas apresentadas anteriormente, torna-se necessário o tratamento direto contra a praga detectada. Esta estratégia só será usada como último recurso. Existem tratamentos químicos e não-químicos; sempre que possível, deve-se usar os meios não-químicos.

Tratamentos químicos

Os pesticidas dividem-se em categorias, dependendo da maneira como são usados e de sua apresentação.

Os tratamentos químicos comuns usados para o controle de insetos incluem os aerossóis tipo *chamariz* (substâncias que atraem os insetos para as armadilhas, às vezes matando-os); *iscas* (que são comidas pelos insetos); *inseticidas de contato e residuais* (normalmente, aplicados nas rachaduras e fendas; matam pelo contato e/ou pela absorção do pesticida quando o inseto caminha pelos resíduos); *pós* (por exemplo, ácido bórico ou sílica em pó, que desidratam os insetos ou interferem com o sistema regulador da água); espargimento de pesticida de petróleo no ar, por meio de equipamento apropriado); *fumigantes* (que expõem o material infectado a gás letal); e *tiras residuais de vapor contra pragas* (o inseto absorve o pesticida ao caminhar sobre tiras de pesticidas residuais, enquanto o pesticida se evapora tornando-se fumigante). Também se usam às vezes *repelentes*, como as bolas de naftalina; estes produtos destinam-se mais a afastar do que a matar os insetos.

A fumigação inclui os pesticidas mais tóxicos. Os gases fumigantes permanecem no ar, podendo espalhar-se com facilidade sobre uma grande área. O *óxido de etileno* (OET), um dos gases fumigantes, foi usado comumente em bibliotecas e arquivos até os anos 1980. Muitas bibliotecas ainda têm suas câmaras de OET. Esse método é eficaz contra insetos adultos, larvas e ovos. Entretanto, acarreta sérias ameaças à saúde dos funcionários, e existem indícios de que pode mudar as propriedades físicas e químicas do papel, do pergaminho e do couro. Os limites aceitáveis à exposição do OET têm sido constantemente abaixados pelo governo, e a maioria das câmaras de OET existentes nas bibliotecas já não atendem a essas restrições. Algum resíduo do OET permanece no material tratado, e pouco se sabe sobre os riscos a longo prazo das toxinas dessas emanções para os acervos e o pessoal.

Em geral, os fumigantes e outros pesticidas podem provocar problemas de saúde a longo e a curto prazo, que vão de náuseas e dores de cabeça a problemas respiratórios e ao câncer. Muitos produtos químicos talvez não causem doença no momento da exposição, mas podem ser absorvidos pelo organismo e provocar problemas de saúde anos depois. Muitos também danificam os materiais tratados e nenhum tratamento químico proporciona um efeito residual capaz de impedir a reinfestação. A consciência crescente dos riscos fez com que se passasse a dar ênfase cada vez maior aos métodos não-químicos de controle das pragas.

Tratamentos não-químicos

Vários processos não-químicos foram pesquisados para a exterminação dos insetos. Os mais promissores são o congelamento controlado e a modificação da atmosfera. Dentre os métodos cujos resultados não foram satisfatórios estão o uso de calor, da radiação gama e das microondas.

O *congelamento controlado* foi experimentado em várias instituições ao longo dos últimos 15 anos, e os relatos sobre sua eficácia têm sido em sua grande maioria favoráveis. O congelamento é

eficaz porque não envolve produtos químicos, não colocando em risco a saúde dos funcionários da biblioteca ou do arquivo. Pode ser usado na maior parte dos materiais de biblioteca e parece não danificar o acervo (de acordo com a literatura existente sobre os experimentos realizados), mas a pesquisa neste campo ainda não está concluída. Não convém submeter ao congelamento objetos muito frágeis, como os que se compõem de vários materiais e objetos com suporte friável; é sempre bom consultar um conservador antes de tomar qualquer decisão neste sentido.

O material pode ser tratado em congeladores domésticos ou comerciais, câmaras de congelamento ou congeladores de temperatura e umidade controladas. É necessário embalar e lacrar os itens, a menos que seja usado um congelado com controle de temperatura e umidade. Os sacos deverão ser lacrados de imediato para impedir a fuga dos insetos. Algumas instituições encaixotam o material e depois o lacram. A embalagem protege os objetos das mudanças no teor da umidade durante os ciclos de descongelamento e da condensação sobre os livros frios quando forem removidos do congelador.

É essencial precaver-se contra a resistência ao congelamento; alguns insetos podem aclimatar-se a temperaturas frias se forem mantidos em áreas frias antes do congelamento ou se o congelamento ocorrer de forma lenta. A pesquisa ainda não está completa nesta área: sabe-se que as pragas comuns de bibliotecas são capazes de desenvolver resistência ao congelamento.

Na ausência de dados definitivos, o material deverá ser mantido em temperatura ambiente até o início do congelamento. Os itens não podem ser amontoados no congelador de forma muito apertada, porque isto pode retardar o processo de congelamento. E, o que é mais importante ainda, o material deverá ser congelado rapidamente. A temperatura do congelador deverá atingir 0°C em quatro horas e -20°C em 8 horas. A grande maioria dos tratamentos bem-sucedidos relatados foi conduzida a -29°C pelo período de 72 horas.³ Não se sabe se temperaturas mais elevadas durante um período de tempo menor seriam igualmente eficazes; há também relatos de uso bem-sucedido de -20°C durante 48 horas⁴.

As peças deverão ser lentamente descongeladas — (levadas a 0°C em 8 horas) e depois devolvidas à temperatura ambiente. Repete-se a seguir todo o processo para garantir sua eficácia. Os objetos permanecerão embalados (algumas instituições os deixam assim entre seis e oito meses) até a monitorização do espaço indicar que o problema dos insetos foi resolvido. Cada fase do processo deve ser detalhadamente documentada⁵.

Da mesma forma que os tratamentos químicos, o congelamento não oferece benefícios a longo prazo. Se não retornar para uma área da armazenagem com boa manutenção, o material será, com certeza, reinfestado.

³ N.A.: Johanna G. Wellheiser. *Nonchemical treatment processes for desinfestation of insects and fungi in library collections*. Munique: K. G. Saur, 1992. p. 27.

⁴ Idem.

⁵ N.R.: Em clima úmido, como é o caso da maioria das regiões do Brasil, o material somente poderá ser retirado da embalagem após total retorno à temperatura ambiente, para evitar condensação de umidade sobre o material tratado. Ver Noel Dantas Freitas, Controle entomológico para acervos infestados por *anobiidae* pelo método de congelamento profundo. In: *Anais do VII Seminário da ABRACOR*, Petrópolis-RJ, 1994.



A *modificação da atmosfera* tem sido amplamente usada nos setores agrícola e industrial para o controle da infestação de insetos. O termo refere-se a diversos processos: redução do oxigênio, aumento do dióxido de carbono e uso de gases inertes, principalmente do nitrogênio. Várias instituições culturais realizaram experimentos usando uma câmara ou ampola de fumigação. Outras tentativas usaram um expulsor químico para reduzir o oxigênio em invólucros hermeticamente fechados (como sacos plásticos de baixa permeabilidade) menos do que o necessário à sobrevivência dos insetos. A modificação da atmosfera é promessa para o futuro, mas fazem-se necessárias pesquisas complementares para determinar os tempos e os métodos ideais de exposição. Parece não resultar em danos óbvios para o material, mas poucas pesquisas têm sido feitas sobre os efeitos a longo prazo. Há um perigo potencial para a equipe na exposição a altos níveis de dióxido de carbono, quando e se ele é usado, mas não há efeitos residuais.

O *calor* pode exterminar efetivamente os insetos; foi utilizado amplamente no processamento de alimentos e na medicina. A temperatura de 60°C durante pelo menos uma hora matará a maioria dos insetos. Mas *não* se deve usar o calor para eliminar insetos em material de papel, porque sua utilização nos níveis necessários para matá-los acelerará enormemente a oxidação e o envelhecimento do papel – o material poderá tornar-se frágil ou ser danificado de outra maneira.

A *radiação gama* é utilizada na esterilização de cosméticos, alimentos e produtos agrícolas, material médico e equipamentos de hospitais e laboratórios. Ela pode ser eficaz contra insetos, mas a dose mínima letal para as várias espécies é ainda desconhecida e é afetada por variáveis como condições climáticas e natureza do material infestado. E, o que é mais importante, pesquisas demonstraram que a radiação gama pode iniciar a oxidação e provocar a cisão das moléculas da celulose, com possibilidade de danificar seriamente o papel. Existe também um efeito cumulativo quando o material é submetido a repetidas exposições. Conseqüentemente, *não* se recomenda o uso de raios gama.

Nos últimos anos circularam rumores na comunidade bibliotecária sobre a eficiência das *microondas* para matar insetos. Embora elas sejam usadas com êxito nos setores alimentício, agrícola e têxtil para controlar insetos, *não se recomenda esta estratégia para acervos de biblioteca*. As microondas têm penetração limitada, e não funcionarão quando se tratar de livros grossos. Sua eficácia também depende do tipo de inseto e da intensidade e frequência da radiação. Os fornos de microondas variam em intensidade, de modo que é extremamente difícil determinar os tempos e as temperaturas padrão para o tratamento. Mas o argumento principal contra as microondas é o perigo de dano ao material tratado. Vários experimentos indicaram que as páginas e as capas podem ser chamuscadas; atavios metálicos, como grampos, podem ser distorcidos; e os adesivos podem enfraquecer, provocando a soltura de folhas das lombadas em certos livros.

O congelamento e a modificação da atmosfera apresentam-se atualmente como as alternativas mais promissoras aos pesticidas tradicionais. Continuam, porém, em fase experimental, devendo-se consultar profissionais de preservação antes de realizar qualquer desses tratamentos.

Resumo

Os acervos de bibliotecas e arquivos podem ser ameaçados por várias pragas que danificam objetos feitos de papel e de outros materiais. O método de controle de pragas menos prejudicial aos acervos e aos funcionários envolve medidas preventivas e monitoramento regular. Em caso de infestação,

o tratamento deverá ser apropriado para a espécie e o tipo de material infestado. Deve-se evitar os tratamentos químicos, a não ser como último recurso. Tecnologias emergentes, como câmaras de congelamento e modificação da atmosfera apresentam um potencial significativo como alternativas ao controle químico.

Sugestões de leituras complementares

Butcher-Youngmans, Sherry; Anderson, Gretchen E. A holistic approach to museum pest management. *History News*, 45.3, May/Jun. 1990. Technical Leaflet #171. 8 p.

Harmon, James D. *Integrated pest management in museum, library and archival facilities*. Indianápolis, Indiana: Harmon Preservation Pest Management, 1993. 140 p.

Jessup, Wendy Claire. Pest management notes: establishing a pest monitoring program for museums. Oklahoma Field Advisory Service: Technical Bulletin 1. 2 p.

Kronkright, Dale Paul. Insect traps in conservation surveys. *WAAC Newsletter*, 13.1, p. 21-23, Jan. 1991.

Odergaard, Nancy. Insect monitoring in museums. *WAAC Newsletter*, 13.1, p. 19-20, Jan. 1991.

Peltz, Perri; Rossol, Monona. Safe pest control procedures for museum collections. Planilha: Center for Occupational Hazards, 1983.

Story, Keith O. *Approaches to pest management in museums*. Washington, D.C.: Smithsonian Institution, 1985. 165 p.

Wellheiser, Johanna G. *Nonchemical treatment processes for desinfestation of insects and fungi in library collections*. Munique: K. G. Saur, 1992. 118 p.

Zycherman, Linda A.; Schrock, Richard (Org.). *A guide to museum pest control*. Washington, D.C.: American Institute for Conservation and Association of Systematics Collections, 1988. 205 p.

BLP: 6/94



A proteção de livros e papel contra o mofo*

Sherelyn Ogden

O mofo é um problema sério para acervos de papel, configurando-se como uma ameaça constante, sobretudo nas partes úmidas dos prédios e nas regiões geográficas com períodos sazonais de umidade elevada. O que é o mofo, como preveni-lo e livrar-se dele?

O termo *mofo* é uma palavra comum e não-específica aplicada a um determinado tipo de fungo. Foi o termo adotado pela comunidade preservacionista para manifestações fúngicas observadas em papel, couro, tecido e outros materiais orgânicos associados com produtos culturais. *Mídio* é também um termo igualmente genérico, que se refere a outro tipo de fungo. Os fungos constituem um grande grupo de organismos que inclui os lêvedos, as ferrugens e os cogumelos. Chegam a mais de cem mil os tipos conhecidos de fungos. Nenhum deles produz seu próprio alimento e dependem de outros organismos para se sustentar.

A classe de fungos a que nos referimos como mofo se propaga pela disseminação de grande número de esporos produzidos assexuadamente, chamados com mais propriedade de conídios. Os conídios, tipicamente unicelulares, são transportados pelo ar, deslocando-se para novos ambientes. Os esporos pousam em qualquer lugar e germinam onde encontram condições apropriadas. A germinação pode ocorrer em questão de horas e os esporos desenvolvem tubos chamados hifas, cuja ramificação, constituindo uma trama no formato familiar do chapéu, se conhece como micélio. O micélio produz sacos de esporos, que amadurecem e eclodem, liberando mais esporos. Estes são transportados por correntes de ar, insetos, animais ou pessoas para novos materiais. E assim o ciclo continua, em um ritmo alarmante quando as condições para o seu desenvolvimento são favoráveis. O mofo excreta enzimas que lhe permitem digerir materiais orgânicos, provocando-lhe alterações e enfraquecendo-o. Muitos fungos contêm substâncias coloridas, como a melanina, que mancha o papel, tecido e couro.

O mofo é perigoso tanto para as pessoas quanto para os acervos e algumas espécies, como a *Aspergillus fumigatus*, são tóxicas. Além disso, o mofo é um sensibilizante poderoso e ficar-se a ele exposto pode causar alergias enfraquecedoras até mesmo em pessoas que não tenham propensão a manifestações alérgicas.

Quando as circunstâncias são tais que impeçam seu crescimento, o mofo se torna dormente. A dormência *exógena* (imposta pelo ambiente) ocorre quando as condições ambientais passam a ser desfavoráveis ao seu desenvolvimento — por exemplo, o ressecamento do ambiente. A dormência também pode ser *endógena* (auto-imposta), que ocorre quando a colônia atinge um determinado estágio e deve descansar. Os fungos podem tornar-se dormentes mesmo sob condições favoráveis a seu crescimento¹. No estado de dormência, os esporos são inativos e não ameaçam o patrimônio

*Boa parte das informações deste folheto vêm do curso ministrado por Mary-Lou Florian no Campbell Center for Historic Preservation Studies, em setembro de 1993. Como este artigo se destina à leitura geral, usa-se o termo popular *esporo* em vez de *conídio*, mais correto. Da mesma forma, usa-se com frequência *mofo* em vez de *fungos*.

cultural. No entanto, esse período de descanso é reversível. Em circunstâncias adequadas, os esporos reviverão e começarão a crescer mesmo que tenham sido congelados ou ressecados. As colônias de fungos inativos representam outra ameaça ao papel e aos livros. Muitos tipos são pigmentados e provocarão manchas se permanecerem nesses materiais. As pequenas manchas avermelhadas encontradas em papéis antigos podem ter sido causadas por fungos² e identificadas como ferrugem.

Os esporos, ativos ou dormentes, estão por toda a parte. Embora um bom serviço de limpeza e conservação e a filtragem correta ajudem, os museus ou as bibliotecas não têm como criar uma atmosfera livre desses organismos. Eles existem em todos os espaços, em cada objeto do acervo e em cada pessoa que entra na área de armazenagem. Se as condições nesta área forem mantidas nos níveis de clima recomendados para acervos de papel, os fungos provavelmente ficarão dormentes. A única estratégia global segura é controlar o ambiente para que os esporos permaneçam inativos, mantendo a área o mais limpa possível e evitando a introdução de novas colônias ativas.

Condições que conduzem ao surgimento de fungos

Para germinar, os esporos precisam de alimento e umidade. O alimento pode ser quase todo material orgânico. As diferentes espécies têm preferências alimentares distintas, mas, em geral, livros e papel, especialmente seus componentes de amido ou cola, são apetitosos para o mofo. Os fungos também atacam o couro e a celulose pura, embora esta última seja menos atraente para algumas espécies. Tem-se observado nos acervos de livros que o mofo, muitas vezes, é encontrado nas capas de tecido impregnadas de amido antes de passar para o miolo³.

A umidade necessária para o surgimento do mofo encontra-se, muitas vezes, na atmosfera, mas também pode estar na fonte de alimento ou na própria colônia fúngica. A umidade do ar é medida como umidade relativa (UR). Em geral, quanto maior a UR, mais rapidamente o fungo crescerá. Se a UR se mantiver acima de 70% por longos períodos, o surgimento dos fungos será quase inevitável. É importante observar, porém, que muitos tipos se desenvolvem em UR bem mais baixa, como 45%⁴.

Nestes casos, a umidade necessária pode existir na superfície em que o mofo está se desenvolvendo ou na própria colônia fúngica. Como todas as substâncias orgânicas, os materiais culturais e os fungos contêm umidade que é mantida em equilíbrio com a atmosfera circundante. O teor de água da superfície ou da colônia, contudo, não é igual ao teor de água do ar; pode ser maior. Dada a variação da solubilidade em água de alguns materiais, diferentes substâncias têm capacidades diferentes de reter umidade. Um exemplo dessa variação seriam os pontos de ferrugem existentes em volumes de gravuras coloridas à mão. Essas pequenas manchas avermelhadas, que se acredita serem provocadas pelos fungos, muitas vezes ocorrem com mais frequência em áreas cromáticas ou em cores específicas. O fato pode ser atribuído à maior capacidade desses pigmentos de reter umidade.

Além da umidade e dos nutrientes, outras condições influenciam o surgimento do mofo:

- *Temperatura.* As espécies de fungos têm preferências distintas quanto à temperatura, mas a germinação só ocorre entre 0°C e 36°C, sendo 26°C o ponto ideal. O congelamento de fungos, em desenvolvimento ativo, matará a maioria dos micélios e dos esporos em germinação, mas não os que estão dormentes. Os esporos ativos normalmente morrem em condições de pouca umidade e de temperatura acima de 36°C.⁵



- *Circulação do ar.* A circulação do ar parece reduzir o crescimento dos fungos, provavelmente por causa de sua ação ressecante. Como a circulação do ar espalha os esporos, o problema do mofo poderá agravar-se caso os esporos ativos estejam presentes e sejam levados para outras superfícies. A circulação do ar deverá, portanto, ser moderada e os materiais de papel devidamente protegidos.
- *Luz.* Observou-se que muitas espécies fúngicas parecem desenvolver-se mais rapidamente no escuro. No momento, as provas apresentadas não são conclusivas a favor desta observação. Além do mais, a exposição à luz é danosa aos materiais de papel, não podendo ser recomendada para controle fúngico.
- *Composição química do material que apresenta o desenvolvimento do mofo.* Não há provas de que os fungos se desenvolvam melhor em materiais ácidos ou alcalinos, embora certos produtos químicos ativem esporos dormentes sob circunstâncias especiais (ver a seguir).

O controle do mofo – Medidas preventivas

Os fungos são difíceis de se erradicar depois que começam a se desenvolver, e as opções de tratamento são limitadas. Como em todas as questões de preservação, a melhor política é, definitivamente, a prevenção. As seguintes recomendações gerais desestimularão o surgimento dos fungos.

- A temperatura e a UR deverão ser mantidas em níveis constantes e moderados. *Deverão ser monitoradas 24 horas por dia.* A UR nunca deve exceder os 55%; poderá ser menor, se possível. A temperatura parece menos crítica para o controle do mofo, mas deve ser mantida constante e abaixo dos 21°C por outras razões — temperaturas mais elevadas aceleram a deterioração do papel. É desejável certa circulação de ar.
- Guarde as obras em invólucros protetores. Coloque os materiais, sem dobrá-los, em pastas dentro de gavetas ou caixas. Recomendam-se caixas individuais para os livros valiosos. A parte superior dos livros (que não se encontram em caixas) e das estantes deve ser limpa regularmente.
- As áreas em que as obras são armazenadas e usadas devem ser mantidas escrupulosamente limpas. O serviço de limpeza e conservação deve ser cuidadoso e regular. Poeira e sujeira são as grandes fontes de esporos, tanto ativos quanto inativos. Limpe o chão com aspirador e não com vassoura, pois ela espalha a poeira. Como os aspiradores domésticos comuns expõem os esporos de volta ao ar do ambiente, é importante usar máquinas equipadas com filtros de alta eficiência para a retenção de partículas. Esses equipamentos estão se tornando fáceis de encontrar por serem recomendados para os que sofrem de alergias. As estantes deverão ser aspiradas ou limpas com panos de esfregar magnéticos, como o Dust Bunny®. A parte superior dos livros poderá ser aspirada com o uso de uma escova macia acoplada ao aspirador ou limpa com pano de esfregar magnético.
- Se os recursos orçamentários permitirem, instale um sistema de filtragem de partículas de múltiplo estágio no prédio ou na área de armazenagem.
- Mantenha as janelas fechadas. Os esporos estão do lado de fora, especialmente com tempo úmido.

- Proíba plantas vivas nas áreas de armazenagem ou de uso do acervo. A terra é uma grande fonte de fungos.
- Se o monitoramento indicar UR maior que 55%, faça inspeções regulares em busca de indícios de mofo, sobretudo durante o verão. Não deixe de examinar os vincos dos livros nas lombadas e no seu interior. Verifique cuidadosamente o material que entra. Recomenda-se que as novas aquisições fiquem vários dias em uma área de quarentena.
- Evite armazenar as obras em áreas potencialmente úmidas ou em locais onde exista a possibilidade de acidentes com água. Essas áreas incluem os subsolos e os espaços ao longo de paredes que não têm isolamento externo. A manutenção do prédio deve ser de tal ordem que sejam mínimos os riscos de vazamento. Tetos, calhas e esgotos deverão ser verificados com regularidade. As calhas e os canos devem ser posicionados de modo a não empoçar água ao longo das paredes. Não armazene obras na proximidade de canos que transportam água.
- Inspeccione regularmente os sistemas de aquecimento, ventilação e refrigeração, que constituem terreno propício para o crescimento do mofo. Limpe regularmente as serpentinas de troca de calor, o aparador de óleo e os dutos. Troque os filtros com frequência.
- Prepare um plano de emergência. Ele é necessário a todas as instituições. O planejamento cuidadoso para os casos de calamidades prevenirá acidentes e oferecerá estratégias para se lidar rápida e efetivamente com o inevitável. O aparecimento do mofo, com frequência, é resultado de acidentes que envolvem água. A resposta rápida impedirá o desenvolvimento dos fungos, mas deverá ser realmente rápida, no prazo de 48 horas, ou mais rápida ainda, em caso de clima quente e úmido. O plano de emergência, com o qual todos os funcionários deverão estar familiarizados, incluirá procedimentos para secar livros e materiais de papel molhados ou úmidos. Se não puderem ser secos imediatamente, os materiais de bibliotecas e arquivos deverão ser congelados para impedir o desenvolvimento dos fungos.

Em condições favoráveis, os fungos ativos germinarão e se desenvolverão quase imediatamente. Os esporos inativos, porém, deverão reviver para tornar possível o seu crescimento. Os esporos dormentes dispõem de fortes paredes celulares que precisam ser quebradas ou penetradas para que possam germinar. São diversos os fatores que podem ativar os esporos dormentes, inclusive alguns que lhes podem ser letais sob diferentes condições⁶. Estes ativadores variam de acordo com as espécies e as circunstâncias, mas incluem:

- *Calor*. Exposição a temperaturas entre 40°C e 41,5°C por diversos períodos de tempo entre cinco minutos e cinco horas. O calor originado por um incêndio ou um defeito da fornalha de aquecimento, por exemplo, pode ativar certos esporos dormentes.
- *Congelamento, baixas temperaturas ou ciclos alternados de congelamento-descongelamento*. A exposição temporária ao frio, o que ocorre com os materiais transportados durante o inverno, pode ativar algumas espécies. Atualmente, estão sendo realizados testes para determinar se o congelamento usado para a erradicação de insetos torna os materiais mais vulneráveis aos ataques fúngicos.
- *Produtos químicos como álcool, acetona, certos ácidos, detergentes e certos materiais alcalinos*. Eles podem ativar determinadas espécies se usados em quantidades específicas⁷. Alguns, como o álcool, são letais ao mofo ativo em quantidades maiores. Os procedimentos de



desacidificação podem, teoricamente, provocar o crescimento dos fungos, porque sais alcalinos e solventes ativam esporos e certos sais alcalinos aumentam seu crescimento. Ainda não existem estudos ou experiências clínicas que confirmem a teoria, mas deve-se ter essa possibilidade em mente quando se estiver pesquisando as causas de surgimento de mofo em acervos ou objetos recém-tratados. Como certos produtos químicos podem ativar os esporos dormentes, convém armazenar os acervos de papel em ambientes isentos de produtos químicos e só tratá-los quimicamente em casos de absoluta necessidade.

Faz-se necessária ainda muita pesquisa sobre as características dos fungos dormentes. E há que se ter em mente que é difícil generalizar, devido ao grande número de espécies e reações de crescimento de mofo.

Se o mofo aparecer...

Se o mofo começar a aparecer, remova o material afetado para uma área limpa, com umidade relativa abaixo de 45%, separando-o do resto do acervo. Para movimentar objetos mofados, coloque-os em sacos plásticos vedados; isto ajuda a evitar a contaminação de outros materiais na movimentação. Remova o mofo dos objetos o mais cedo possível (ver a seguir). Pode-se deter o crescimento fúngico em materiais molhados ou úmidos por meio de secagem, congelamento ou secagem do material congelado. No caso de apenas alguns objetos estarem molhados, espalhe-os em uma área com baixa UR e deixe-os secarem. Para evitar a dispersão de esporos, não use ventiladores sobre o material mofado. Depois de seco, o material deve ser limpo (ver a seguir) e armazenado em condições ambientais adequadas. O ambiente de armazenagem é fundamental, dado que, mesmo depois da limpeza, os resíduos fúngicos continuarão no material. Caso não seja possível a secagem imediata, ou se forem muitos os objetos molhados, congele todo o material, que poderá ser descongelado, secado e limpo em pequenos lotes. Poderá também ser secado termicamente ou a vácuo, sendo limpos depois.

Até recentemente, a fumigação foi um método comum de sustar o crescimento dos fungos, mas hoje já não é mais recomendada. A fumigação é perigosa para as pessoas e alguns objetos, e não garante que estes fiquem permanentemente livres do mofo. Há uma década, os materiais mofados eram expostos a vapores de óxido de etileno em câmaras especiais de vácuo. Entre outros produtos químicos usados estavam vapores de cristais de timol, ortofenil fenol e aldeído fórmico. O timol era empregado por muitos conservadores e curadores de acervos devido à facilidade de seu uso em câmaras de fabricação doméstica. Mas hoje sabemos que todos estes produtos químicos podem ser prejudiciais às pessoas e objetos. O óxido de etileno, por exemplo, é extremamente tóxico aos seres humanos, mesmo em pequenas quantidades, e pode ser retido pelo material após o tratamento. O timol, que é assimilado por inalação ou contato com a pele, pode acarretar danos imediatos ou a longo prazo para a saúde.

Os tratamentos não-químicos propostos incluem a irradiação ultravioleta ou de raios gama, mas ambas podem provocar danos a materiais de bibliotecas e arquivos. Submeter o material mofado a atmosfera com pouco oxigênio é outro procedimento que está sendo pesquisado. Os fungos precisam de oxigênio para se desenvolver, e a sua substituição por nitrogênio ou outro gás é letal para o mofo. Experimentos que usam esses métodos de fumigação não-tóxica estão em curso em diversos lugares.

Embora matem o mofo ativo, muitos tratamentos se mostram bem menos eficazes quanto aos esporos dormentes, que são protegidos por paredes celulares relativamente impenetráveis. *O mais importante no controle do mofo é adequar o ambiente.* Condições apropriadas garantirão que os fungos dormentes permaneçam inativos e poderão prevenir a germinação de esporos ativos introduzidos acidentalmente. Se o ambiente for favorável à atividade fúngica, o mofo se desenvolverá. Mesmo que seja possível, a erradicação completa não se constituirá como solução permanente em espaços de armazenagem se não houver controle do clima. Novos esporos sempre estarão sendo introduzidos, e se transformando em problema.

A limpeza do material mofado

Os resíduos fúngicos deverão ser removidos tão logo o material seque. Como o mofo é um poderoso sensibilizante, devem ser tomadas precauções ao se lidar com livros ou papel afetados. A consulta a um micologista é necessária para verificar se certas espécies tóxicas estão presentes ou não. Os hospitais locais poderão indicar micologistas qualificados.

Limpe o material mofado, sempre que possível, ao ar livre e usando roupa protetora. Utilize respiradores com filtros que possam ser trocados com frequência. Obrigue-se o uso de luvas plásticas descartáveis, juntamente com óculos de proteção, e roupa apropriada para ambientes impregnados de sujeira, dando preferência às roupas descartáveis. Caso não o sejam, após o seu uso lave-as com água quente e alvejantes. Os respiradores deverão ser limpos com uma fricção de álcool desnaturado. As pessoas sensíveis ao mofo ou com a incumbência de limpar muitos materiais, deverão usar máscaras NIOSH, aprovadas para poeiras tóxicas, disponíveis em fornecedores de equipamentos para segurança industrial. A máscara deve adaptar-se adequadamente ao rosto, com bom contato ao redor do nariz e da boca. Algumas pessoas não podem usar máscaras, e as que usam barba ou têm formas faciais pouco comuns talvez não consigam encontrar máscaras adequadas. Outras não usam máscaras por razões psicológicas ou de saúde. Tais pessoas não deverão trabalhar com mofo.

Se não for possível remover o mofo ao ar livre, trabalhe em frente a um ventilador, que jogará o ar contaminado para fora por uma janela, ou trabalhe embaixo de uma coifa de aspiração. Certifique-se de que ela dispõe de filtro para reter o mofo. Esse trabalho deverá ser feito em locais longe da área de armazenagem do acervo e de outras pessoas. Feche a porta. Se o prédio tiver sistema de circulação de ar central/mecânica, bloqueie as entradas para que os esporos não se espalhem pelo edifício. Tenha cuidado ao eliminar materiais sólidos de limpeza, como sacos descartáveis de aspirador ou filtros, que deverão ser vedados em sacos plásticos de lixo e levados para fora do prédio.

Para retirar o mofo do papel ou dos livros, aspire-o, se possível, com um aspirador de múltiplos filtros (ver acima). Pequenas unidades usadas na limpeza de computadores prestam-se a esta finalidade. Também pode ser usado um aspirador de pó comercial *wet-dry*, enchendo seu tanque com a solução de um fungicida como Lysol®, diluído de acordo com as instruções do fabricante. Deve-se estender um tubo da entrada da mangueira até a solução em que os esporos serão imersos. Os papéis poderão ser aspirados através de uma tela plástica fixada com pesos. Quanto aos livros, devemos acoplar escovas. Fechando-se a entrada ou a escova com gaze ou tela, é possível recuperar pedaços soltos do material⁸. A limpeza desse material mofado com escovas macias não é tão segura quanto a aspiração, mas é aceitável para o mofo inativo, desde que tomadas as devidas precauções. O mofo inativo é pó



e pode ser facilmente escovado, porém, é macio e sujeito a produzir manchas e impregnar materiais porosos, como papel ou tecido.

A remoção do mofo ativo de objetos valiosos torna-se mais eficaz quando se usa um pequeno aspirador de pó — um bocal do tamanho de um conta-gotas preso a um compressor. Este trabalho delicado pode ficar a cargo de um conservador.

Os fungos de objetos de arte ou de itens valiosos devem ser removidos por conservadores. As manchas causadas pelo mofo podem muitas vezes ser removidas ou pelo menos suavizadas. Trata-se de um procedimento caro e que, por isso, só se justifica quando se trata de objetos de valor significativo.

A sala em que surgiu o mofo deverá ser seca e inteiramente limpa antes do retorno do material afetado. No caso de irrupções de moderadas a pequenas, várias empresas especializadas poderão ser contratadas para fazer a desumidificação ou a limpeza do ambiente. Antes de tudo, é preciso descobrir o que provocou o desenvolvimento dos fungos. Deve-se pensar nisto assim que o mofo for descoberto. Dependendo da causa, talvez seja aconselhável remover o material da sala. Se não dispuser de registros das condições de UR, comece a monitorar a área 24 horas por dia. Caso não disponha de um higrotermógrafo para esta tarefa, faça leituras de duas a quatro vezes por dia, preferencialmente com um psicrômetro de aspiração (turbocompressor a motor). Se estiver acima dos 55%, a UR deverá ser reduzida antes que o acervo retorne à área. Talvez baste o ajuste dos sistemas de aquecimento, ventilação e refrigeração ou o acréscimo de um desumidificador portátil. Verifique também a existência de vazamentos ou de condensação de água nas paredes externas. Inspeção as serpentinas de troca de calor do sistema de aquecimento/refrigeração de ar, conhecido terreno de criação de fungos, e limpe-as com produtos domésticos, como Clorox® ou Lysol®. Aspire as estantes e o piso com um aspirador *wet-dry* com solução fungicida (ver acima), depois limpe-os com Clorox® ou Lysol®. Se o cheiro de mofo continuar dominando a sala, recipientes abertos de bicarbonato de sódio talvez resolvam. Antes de retornar com o material tratado para a área, monitore a UR durante diversas semanas para ter certeza de que ela não excede os 55%. Após a volta do material, verifique diariamente se não houve nova ocorrência de mofo.

Resumo

Os esporos, ativos ou dormentes, estão em todos os lugares. Ainda que seja impossível livrarmos deles, podemos controlar o seu crescimento. Basta manter as condições que impeçam o crescimento dos esporos ativos e a ativação dos dormentes. Embora as condições que regem estes últimos não estejam claras, desaconselham-se temperaturas extremas ou exposição a produtos químicos, a não ser em casos de absoluta necessidade para a preservação do material. O mais importante para o controle do mofo é manter as condições de UR abaixo de 55% ou, melhor ainda, abaixo de 45%. É também importante o uso de invólucros protetores, limpeza e conservação cuidadosas, monitoração da UR e da temperatura e vigilância constante. Havendo recursos, recomenda-se a filtragem, de alto nível, do ar das áreas de armazenagem, se não for possível a do prédio inteiro.

A proteção dos acervos de bibliotecas e arquivos de acidentes por água deve constar entre as mais importantes prioridades de todas as instituições. Obras ou peças molhadas deverão ser imediatamente secas ou estabilizadas por meio do congelamento. O material mofado deverá ser isolado e seco, se estiver molhado, e depois tratado-se, tomando todas as precauções necessárias.

Nas bibliotecas e arquivos, as invasões insidiosas de mofo serão sempre causa de consternação. Felizmente, há meios de se prevenir que isto aconteça, com conhecimento, cuidado e, acima de tudo, vigilância.

Notas

- 1 - Florian, Conidial fungi (mould) activity on artifact material — a new look at prevention, control and eradication. *Preprints of the 10th Triennial Meeting, ICOM Committee for Conservation*. Lawrence: KS, Allen Press, Inc., 1993. p. 868, e palestra no Campbell Center, 1993.
- 2 - Como nas pesquisas anteriores, constatou-se uma preponderância de sais de ferro nas áreas de ferrugem, os compostos de ferro foram considerados como a causa da ferrugem. Mas Mary-Lou Florian levanta a hipótese de que a melanina, um pigmento marrom encontrado nos fungos, atrai os sais para a área afetada. Com base nisto, ela sugere que os fungos são a causa tanto da ferrugem quanto do alto teor de ferro nessas áreas (palestra na Campbell Center, setembro de 1993).
- 3 - Sandra Nyberg. The invasion of the giant spore. *SOLINET Preservation Program Leaflet Number 5*, Atlanta, GA, Southeastern Library Network, p. 19, 1987.
- 4 - Sandra Nyberg, op. cit., p. 2.
- 5 - Mary-Lou E. Florian, op. cit., p. 870.
- 6 - Idem, ibidem. p. 868-869.
- 7 - Idem, ibidem. p. 869.
- 8 - Estas e outras sugestões para a limpeza encontram-se em Lois Olcott Price, *Mold*, Filadélfia, PA, Center for the Conservation of Art and Historic Artifacts, 1994.

MTG: 6/94



Como lidar com uma contaminação de mofo: instruções em resposta a uma situação de emergência

Lois Olcott Price

Mofo, um termo comum para o crescimento de fungos, é uma das fontes mais sérias e subestimadas de danos a materiais de bibliotecas, arquivos e museus. O mofo crescerá sobre qualquer material orgânico ‘hospedeiro’ que ofereça nutrientes apropriados, incluindo o papel, adesivos, couro, poeira e sujidades fuliginosas. Alguns tipos de mofo preferem os nutrientes mais digestíveis: amidos, gomas e gelatina encontrados em encadernações de livros, colagens de papéis e em alguns meios de desenho, enquanto outros atacam e digerem a celulose que compõe o papel, causando enfraquecimento e alterações de cor irreversíveis. Às vezes, apesar de surgir sobre apenas uns poucos itens em uma coleção, o mofo afeta muitos outros em outras áreas particulares, resultando em um ‘florescimento’ de mofo.

Uma vez que os esporos, a partir dos quais o mofo se desenvolve, estão em todo lugar do ambiente, o seu ‘florescimento’ repentino em uma coleção indica que ocorreu alguma alteração no ambiente para causar a germinação dos esporos. As espécies de mofo que mais comumente atacam materiais de bibliotecas e arquivos, arte sobre papel, impressões fotográficas e negativos, além de outros, germinam e crescem quando a umidade relativa atinge ou excede 70-75% e permanece neste nível por alguns dias. Temperaturas elevadas, circulação de ar insuficiente, luz fraca e sujeira acumulada auxiliam e aceleram o crescimento de mofo, uma vez que este já tenha germinado, *mas somente a umidade relativa elevada e o teor de umidade dos suportes podem iniciar e sustentar o seu crescimento*. Se a umidade relativa cai para menos de 70%, e os materiais perdem o alto teor de umidade para a atmosfera, o mofo pára de crescer e torna-se inativo ou dormente, mas os esporos permanecerão vivos sobre o material ‘hospedeiro’. Eles se tornarão ativos



Figura 1. Para propósitos de demonstração, este papel com colagem de gelatina e sobre o qual está um desenho em pastel foi exposto ao ar em um ambiente interno normal e, posteriormente, colocado em uma câmara de umidificação com nível de umidade relativa superior a 90%. O mofo foi visível após três dias. O papel foi removido da câmara depois de 10 dias e colocado em um ambiente em que a umidade relativa era de 50%. Em uma hora, o mofo ativo, que estava em crescimento, começou a enruguar e se enfraquecer; não foi observado qualquer crescimento adicional.

e reiniciarão seu crescimento se a umidade relativa elevar-se novamente. Este artigo fornece instruções aos arquivistas, bibliotecários, funcionários de museus e colecionadores particulares para a recuperação frente a uma eclosão de mofo.

Isto é realmente mofo?

O primeiro passo no caso de observar o ‘florescimento’ de mofo é assegurar-se de que ele é realmente o problema. Acumulações de sujeira, manchas de cor, resíduos e teias de aranha são, algumas vezes, tomadas por mofo. O segundo passo é determinar se ele está ativo ou dormente.

- Observe sob uma lupa: parece ser mofo? Nos primeiros estágios do crescimento, ele surge como uma fina teia de filamentos (hifas) sobre a superfície ou na estrutura do material ‘hospedeiro’. Em estágios posteriores, desenvolve uma aparência espessa e corpos de frutificação contendo esporos que só são visíveis sob lupa. O mofo pode ter qualquer cor.

- O material é úmido? Cheira a mofo?

- Confira a temperatura e a umidade relativa na área afetada. O mofo é ativo e crescerá quando a umidade relativa alcançar ou exceder 70-75%, por algum período de tempo. As temperaturas elevadas aceleram sua taxa de crescimento.

- Teste com um pincel pequeno, macio, de pelo de camelo. O mofo está seco e pulverulento (dormente) ou macio e ‘engordurado’ (ativo)? O mofo ativo continuará a crescer e a danificar as coleções. O mofo dormente não causará dano adicional, a menos que um aumento na umidade relativa para níveis de 70-75% ou mais, cause a germinação dos esporos latentes e a sua reativação.

- Note que o *foxing* sobre o papel é um fenômeno semelhante que pode ser confundido com o mofo. O *foxing* envolve vários agentes de biodeterioração, incluindo o mofo. Sua aparência é caracterizada por manchas marrom-avermelhadas, que ocorrem tanto como pontos discretos quanto como borrões irregulares, usualmente sem nenhuma hifa ou estrutura de mofo visível. Como o mofo, este fenômeno aparece em papéis sensíveis expostos a elevados índices de umidade relativa.

Uma eclosão menor ou uma ‘florescência’ maior?

Eclosões pequenas a moderadas, que envolvem um número limitado de itens (2.000 a 4.000 volumes ou 3.000 a 9.000m³ de registros), podem frequentemente ser tratadas no próprio local, considerando-se que nenhuma espécie de mofo altamente tóxica esteja presente. Conforme iremos discorrer a seguir no tópico Preocupações com a saúde, a toxidez deve ser determinada por um micologista. A quantidade de assistência externa obtida dependerá dos recursos da instituição e do tipo de material afetado. Um ‘florescimento’ maior, envolvendo uma grande área da coleção, ou uma eclosão de uma espécie de mofo altamente tóxica exigirão orientação profissional acionada para interromper o seu crescimento, limpar a coleção e recuperar a área afetada para reutilização. A informação fornecida neste artigo é primariamente aplicável a eclosões pequenas e moderadas, que não envolvam espécies altamente tóxicas.



Preocupações com a saúde

Alguns tipos de mofo encontrados em coleções de bibliotecas e arquivos, como certas espécies de *Aspergillus*, podem causar sérios males, ou até mesmo a morte, a indivíduos susceptíveis. Assim, *qualquer* eclosão ou ‘florescimento’, independentemente de sua extensão, deveria ser avaliada por um micologista que identificaria as espécies presentes. Um hospital local pode proporcionar uma referência. Ainda, sem qualquer relação com as espécies presentes, indivíduos com alergias sérias, diabetes, asma, problemas respiratórios ou sistema imunológico comprometido, bem como aqueles que estejam usando esteróides, deveriam evitar a área e os materiais afetados.

Mesmo a exposição a mofos não altamente tóxicos pode causar conseqüências sérias à saúde, incluindo problemas respiratórios, irritações na pele e nos olhos, além de infecções. Os esporos do mofo adentram o corpo por inalação e através de pequenas aberturas na pele.

‘Florescimentos’ maiores e aqueles que envolvem espécies altamente tóxicas requerem ajuda de profissional habilitado. Os seguintes acessórios e procedimentos de proteção são necessários para se lidar com eclosões menores, após um micologista ter verificado a ausência de espécies altamente tóxicas.

- Respirador com um filtro para partículas, do tipo HEPA (*High Efficiency Particulate Air*) NÃO uma máscara de poeira.

- Luvas de plástico descartáveis.

- Óculos ou outro dispositivo de proteção aos olhos.

- Macacões ou aventais de laboratório, de preferência descartáveis.

- Proteções (capas) para os pés e a cabeça, para ambientes com muita sujeira. Remoção dos macacões, aventais de laboratório e dos acessórios de proteção para uma área ‘suja’ escolhida.

- Desinfecção periódica dos acessórios não-descartáveis. Lavagem dos aventais de laboratório, macacões, e outros itens laváveis em água quente e com substâncias de alvejamento. Limpeza dos respiradores com isopropanol (álcool de polimento), álcool comercial ou Lysol e troca regular dos filtros.

Ações imediatas contra o crescimento de mofo ativo

O objetivo dos procedimentos imediatos é retardar ou interromper o crescimento do mofo.

Nota: A rapidez é decisiva para enfrentar um desastre causado por mofo.

1. Isole os materiais afetados para reduzir a dispersão dos esporos e proteger as pessoas:

- para pequenas eclosões, coloque os materiais em sacos de lixo de plástico e remova-os para uma área seca;

- para grandes ‘florescimentos’, mantenha a área sob quarentena e contate uma ajuda profissional habilitada imediatamente. Feche as portas, pendure folhas de plástico, separando áreas afetadas de áreas não afetadas e reduza a circulação de ar, a partir da área afetada, para outras áreas das instalações;

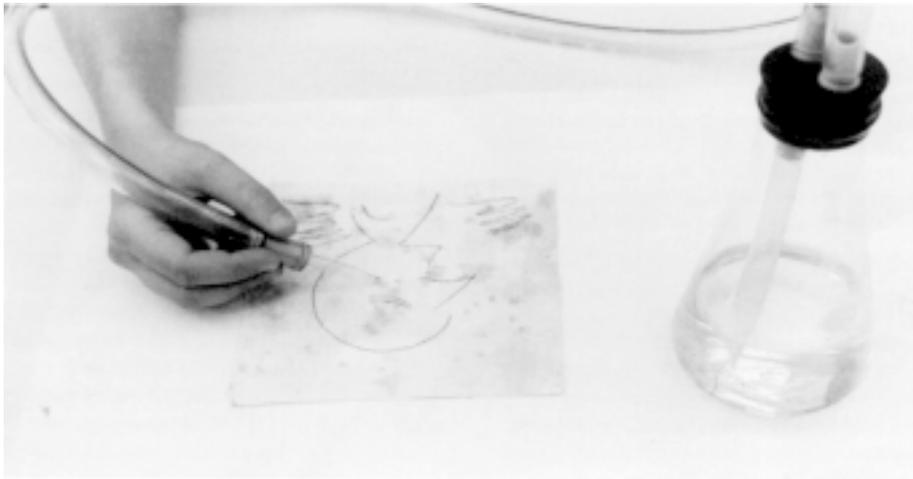


Figura 2. Os esporos e resíduos de mofo podem ser removidos de materiais frágeis com a utilização de um aspirador (técnico). A abertura da pipeta de vidro é colocada próxima ao resíduo de mofo, que é suavemente sugado para o interior do frasco do aspirador. Este tratamento deve ser feito sob uma coifa de exaustão.

2. Consulte um micologista para identificar as espécies de mofo que estão presentes.

3. Localize a fonte de elevada umidade:

- procure uma fonte de umidade como uma goteira no telhado ou no encanamento, janela quebrada, porão úmido, canaletas bloqueadas ou fontes internas ou plantas;
- confira o sistema de *aquecimento, ventilação e ar condicionado*, especialmente as serpentinas de troca de calor, coletores de gotejamento e as tubulações. Estas áreas são fontes primárias de umidade e crescimento de mofo.

4. Reduza a umidade e aumente a circulação de ar utilizando qualquer combinação de medidas apropriada. Monitore a umidade e a temperatura algumas vezes ao dia e mantenha um registro das medições:

- conserte ou ajuste o sistema de climatização *se ele puder desumidificar o ar*. Se o sistema for termostaticamente controlado ou um sistema de serpentina de ventilador (*fan coil*), que resfria o ar do lado de fora e o faz circular, desligue-o. Estes tipos de sistema podem aumentar a umidade relativa porque resfriam o ar sem remover quantidades significativas de umidade.
- utilize ventiladores para aumentar a circulação de ar na área afetada;
- abra janelas, se a umidade externa for inferior à interna;
- instale desumidificadores, tendo o cuidado de proporcionar uma drenagem contínua ou esvazie-os freqüentemente.

5. Caso ocorra um evento maior, como uma enchente ou um vazamento, e os materiais estiverem muito molhados, uma reação em 24 horas é fundamental para prevenir o florescimento do mofo. O congelamento dos materiais é uma resposta essencial.

Procedimentos de desativação, se as ações imediatas não forem eficazes

O objetivo dos procedimentos de desativação é interromper o crescimento do mofo quando as medidas imediatas não controlam a eclosão. Estes procedimentos são necessários se o ambiente



permanecer úmido, se a quantidade de materiais afetados for muito grande ou se os materiais mofados estiverem úmidos. Estes procedimentos desativarão o mofo, mas não o matarão.

1. A secagem em pequena escala de itens úmidos pode ser feita pela adoção de procedimentos padronizados de recuperação: espalhar os papéis sobre mesas; colocar os livros de pé e abri-los como um leque; intercalar papéis entre as páginas dos livros com papel de jornal em branco e/ou papel mata-borrão e utilizar ventiladores para circular o ar e acelerar a secagem. Para reduzir a dispersão dos esporos, os ventiladores devem ser posicionados de forma a circular o ar sem incidir diretamente sobre o material afetado. A secagem desativará o mofo. Ela deverá ser realizada em uma área isolada que possa ser limpa posteriormente.

2. A secagem a vácuo, útil para eclosões pequenas e moderadas, pode ser feita em câmaras antigas de fumigação. A maioria das câmaras não criará um vácuo intenso suficiente para matar o mofo, mas secará os materiais e desativará a proliferação do mofo, enquanto isola os materiais. Alterne a fase de vácuo com aeração, utilizando ar com umidade relativa inferior a 60%. Faça experimentos com a câmara antes de utilizá-la.

3. Para eclosões moderadas ou grandes, a secagem deve ser feita por uma empresa que preste tais serviços. Este método consiste no bombeamento de ar seco para dentro da área afetada, enquanto o ar úmido é bombeado para fora. Uma área grande pode ser rapidamente seca e o mofo desativado.

4. O congelamento interromperá o crescimento de mofo e matará o crescimento ativo, mas não os esporos. Ele pode ser feito na própria instalação, no caso de eclosões pequenas, ou por um fornecedor externo, no caso de grandes eclosões, em que o ambiente ou as circunstâncias impeçam a desativação imediata por secagem. O material pode ser seco por congelamento, por congelamento a vácuo, ou pode ser descongelado e seco através do ar. As instruções e a tomada de decisão para o congelamento e a secagem de materiais danificados pelo mofo são as mesmas para os materiais danificados pela água. O congelamento é também eficaz contra insetos, desde que existam condições apropriadas de temperatura e de duração do tratamento. Nem o congelamento nem a secagem por congelamento são recomendados para a maioria dos materiais fotográficos: nesses casos deve ser consultado um conservador de fotografia.

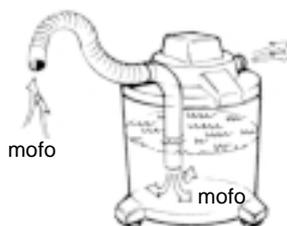


Figura 3. Alterações em um aspirador de pó, de padrão úmido-seco, irão aprisionar alguns tipos de cogumelos e alguns esporos do mofo e evitar que eles sejam espalhados para o ambiente. Um tubo conectado à base da entrada da mangueira deve ter sua outra extremidade mergulhada em um reservatório de fungicida no tanque interno do aspirador. O vapor deve ser mandado através de um tubo para fora do ambiente.

5. A exposição à luz ultravioleta/solar pode, efetivamente, desativar o mofo. No entanto, ela é danosa à maioria dos materiais de bibliotecas, arquivos e museus, podendo ser utilizada apenas como um tratamento razoável para eclosões pequenas e localizadas. A exposição à luz solar também ajuda na secagem, podendo o material ser exposto no interior de peitoris de janelas, se necessário. O mofo ativo normalmente muda de cor e se neutraliza em 10 minutos. A exposição não deve exceder a 30 minutos.

Fungicidas e compostos controladores de fúngica

Ao longo dos anos, vários fungicidas e compostos controladores de atividade fúngica foram recomendados e largamente utilizados para o controle de mofo em coleções de bibliotecas, arquivos e museus.

A fumigação com óxido de etileno mata a maioria dos tipos de mofo e seus esporos com um elevado grau de eficácia e confiabilidade. Compostos de atividade fúngica como o timol ou orto-fenil-fenol desativam certos tipos de mofo e dificultam seu crescimento. Mais recentemente, contudo, a utilização destas substâncias tem sido cuidadosamente avaliada e seu emprego não é mais recomendado para bibliotecas, arquivos e museus. As razões que levaram a esta decisão incluem preocupações sobre a toxidez e os efeitos negativos, a longo prazo, sobre os materiais de coleção, bem como à compreensão de que, uma vez que nenhum destes compostos e procedimentos confere qualquer proteção residual aos materiais de coleção, a única maneira de se interromper o dano por mofo é controlar a umidade relativa e higienizar os materiais afetados.

No caso de ‘florescimentos’ maiores afetando uma parte significativa da coleção ou de eclosões envolvendo espécies altamente tóxicas, profissionais experientes podem aconselhar o uso de fungicidas específicos, legalmente registrados para uso em construções públicas quando aplicados por um profissional habilitado. Estes fungicidas são mais comumente utilizados na desinfecção de sistemas de climatização e de tubulações. Alguns deles podem também proporcionar proteção residual a materiais de coleção e a áreas de armazenagem, por períodos de tempo limitados. Nenhum deles, contudo, foi testado para se avaliar seus efeitos a longo prazo sobre materiais de coleções permanentes, de forma que a aplicação direta ou a fumigação devem ser evitadas, a não ser que não existam quaisquer outras opções viáveis.

A limpeza da coleção

A limpeza deve ser feita após a desativação do mofo. O mofo inativo é seco e pulverulento, podendo ser, pois, prontamente aspirado, retirado com um pincel, ou removido com um mínimo de dano ou desfiguração adicionais. No caso de um ‘florescimento’ maior ou de uma eclosão envolvendo espécies altamente tóxicas, em que será utilizado um fungicida, a desativação e a limpeza devem preceder o uso do fungicida e devem ser feitas por profissionais especializados.

Neste caso, pode ser necessário remover o mofo ativo. Esta limpeza resultará em uma desativação mais rápida e, potencialmente, menos danosa, se as condições forem tais que a desativação

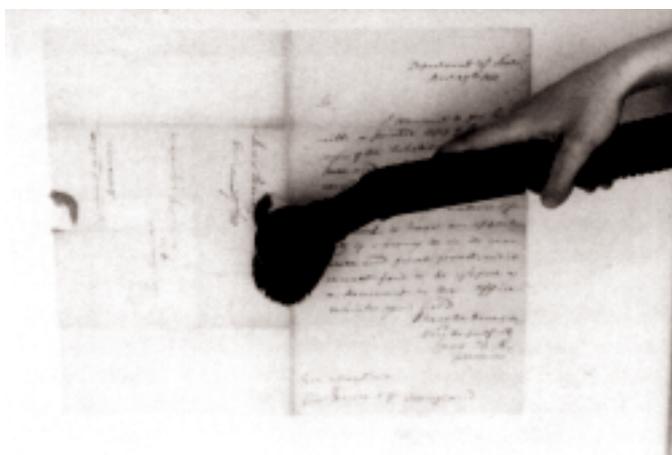


Figura 4. Os resíduos de mofo podem ser removidos de materiais arquivísticos colocando-os sob uma tela de fibra de vidro e aspirando-os através da tela. A tela deve ser esticada e ter suas extremidades presas em uma moldura de madeira ou alumínio, de forma a facilitar o manuseio.



seja um processo lento devido a condições ambientais adversas. Contudo, a remoção do mofo ativo do papel ou de outros materiais porosos tende a impregná-lo no papel. A não ser que se tome certos cuidados para evitar esta impregnação, o resultado pode ser pior, com perda de legibilidade.

O método preferencial para se remover o mofo ativo de materiais porosos deve ser a aspiração, que leva tempo, mas evita a impregnação adicional do mofo no papel. A aspiração comumente é feita com um pequeno aspirador ligado a um tubo flexível, com bocal de pipeta tipo conta-gotas, o que permite a sucção suave da superfície do papel para um dispositivo coletor. A utilização de aspiradores de pó comerciais com uma tela protetora, descrita mais adiante, pode também ser uma opção, dependendo das circunstâncias.

Para a remoção rápida de resíduos de mofo inativo, seco, de papéis ou livros, a utilização do aspirador de pó comercial é o procedimento mais efetivo e de menor dano. A limpeza com aspirador de pó evita a dispersão ou a impregnação adicional do mofo. A aspiração ou a limpeza mecânica suave com pincel ou escova podem ser necessárias para materiais frágeis ou particularmente valiosos. A limpeza mecânica a seco com os tradicionais materiais de raspagem é indicada para a limpeza completa, após a remoção da maior parte do resíduo por aspiração. Os procedimentos de limpeza devem seguir as instruções a seguir:



Figura 5. Um aspirador (técnico) pode ser construído a partir de um frasco de vidro, uma rolha de borracha, tubos de vidro, uma pipeta de vidro e mangueiras de plástico. Um fungicida deve ser colocado no interior do frasco para evitar que o mofo seja aspirado para dentro do compressor.

- se possível, limpe os materiais a céu aberto ou sob uma coifa de exaustão ou em uma capela de exaustão para evitar a dispersão dos esporos. Se necessário, improvise um sistema de ventilação caseiro, trabalhando sobre uma mesa que esteja sob uma janela com um potente ventilador de exaustão. Use sempre uma máscara respiratória, óculos protetores e luvas;

- utilize, preferencialmente, um aspirador de pó equipado com filtro do tipo HEPA para prevenir a propagação dos esporos. Pode ser usado um aspirador de pó comercial de padrão úmido-seco especialmente modificado. Coloque alguns galões de fungicida como o Lysol (que contém orto-fenilfenol como ingrediente ativo) diluído em água, de acordo com as instruções do rótulo, no tanque interno do aspirador. Um tubo plástico saindo da entrada da mangueira do aspirador deve passar pela solução, de forma que o ar com mofo passe através da mesma. Qualquer tipo de aspirador utilizado na remoção de mofo deve ter uma ‘armadilha’ deste tipo, para reduzir a redistribuição do mofo. O exaustor deve ser direcionado para dentro de uma coifa de exaustão ou para o ambiente anterior;

- quaisquer pedaços de tecido utilizados durante o processo de limpeza devem ser frequentemente substituídos. Aqueles que vierem a ser descartados devem ser colocados em um recipiente fechado e lavados com detergente e alvejante.

Para a limpeza de papel e de materiais porosos:

- aspire (com o aspirador de pó) os papéis através de uma tela de fibra de vidro (filtro) mantida sobre o papel por meio de pesos.

- utilize um aspirador para remover suavemente o mofo de materiais valiosos ou deteriorados. Este procedimento deve ser, em geral, realizado por um conservador ou por um técnico habilidoso.

Para a limpeza de encadernações e caixas:

- para aspirar livros com o aspirador de pó comercial, faça uso de um bocal ou escova, na extremidade da mangueira, que esteja coberta com um filtro de gaze ou de tela de fibra de vidro, para reter qualquer pedaço eventualmente desprendido do material. Ajuste a sucção do aspirador de acordo com as condições do objeto. As caixas podem ser aspiradas diretamente;

- após usar o aspirador, as encadernações de livros e as caixas podem ser completamente limpas com pedaços de tecido secos ou levemente umedecidos para a remoção de resíduos adicionais de mofo, se necessário;

- os livros, fechados, devem ser seguros firmemente durante a limpeza. A cartolina e a guarda do lado interno da capa do livro podem ser aspiradas ou limpas com flanela, quando necessário.

Para a limpeza de fotografias:

- o mofo danifica e desestabiliza a emulsão que forma a imagem fotográfica da maioria das fotografias e dos negativos. Assim, as fotografias não devem ser limpas sem a orientação de um conservador;

- se apenas o reverso de uma impressão fotográfica exhibe resíduos de mofo, pode-se proceder da mesma forma que para a limpeza de papel.

Limpendo e desinfetando a área de armazenamento

Limpe a área de armazenamento (estantes, paredes e pisos) completamente:

- inicialmente, aspire com o aspirador comercial; em seguida, limpe todas as superfícies com um fungicida do tipo Lysol, diluído conforme as instruções da embalagem. Assegure-se de que a área seja bem ventilada. Não retorne com os materiais de coleções a seus locais originais até que a área esteja completamente seca e o ambiente estabilizado. Se necessário, mande lavar as cortinas e os carpetes;

- limpe e desinfete as serpentinas de troca de calor, coletores de gotejamento e as tubulações do sistema de climatização, sempre que houver necessidade.

Monitoramento após o desastre

Procedimentos de monitoramento após o término da limpeza podem ser decisórios para a prevenção de um novo ‘florescimento’ de mofo:

- monitore regularmente todos os materiais afetados para verificar a possibilidade de novo crescimento do mofo ou os efeitos secundários do tratamento ou da limpeza;

- monitore regularmente o ambiente na área afetada. Assegure-se de que a limpeza e a manutenção das instalações e a circulação do ar permaneçam adequadas;

- mude de lugar os materiais que estavam armazenados em áreas instáveis, como ao longo de paredes externas ou em porões úmidos;

- encarregue-se dos reparos e das melhorias necessários quanto à planta física para evitar recorrências.



Planejando para emergências futuras

Procedimentos para a recuperação frente a uma eclosão de mofo devem fazer parte de qualquer plano de emergência. O tratamento de pequenas eclosões e de novos ataques deve ter procedimento padronizado entre os membros da instituição. Planos de contingência para uma eclosão maior e critérios para a escolha de (um) método(s) devem ser incluídos em qualquer planejamento. O processo é similar à tomada de decisão no caso de materiais danificados por água ou fogo.

Os critérios devem incluir:

- tipo de material. O material será reformatado, ou limpo e mantido? Esta consideração pode também se aplicar a novas aquisições dos materiais mofados;
- extensão e gravidade da eclosão;
- condições climáticas atuais;
- tipo e funcionamento do sistema de climatização;
- disponibilidade de instalações para congelamento, para secagem por congelamento, para dessecação, de câmara de vácuo e de serviços profissionais;
- presença simultânea de infestação por insetos.

Medidas preventivas no planejamento devem incluir:

- manutenção do sistema de climatização, incluindo a inspeção regular e a limpeza das serpentinas de troca de calor, dos coletores de gotejamento e das tubulações, onde o mofo pode se desenvolver e a troca freqüente de filtros de ar de alta eficiência para reduzir o pó;
- manutenção do edifício para prevenir vazamentos e umidade;
- evitar o armazenamento nas proximidades de paredes externas sem isolamento apropriado, especialmente em áreas no nível do solo ou abaixo deste;
- evitar o armazenamento em áreas úmidas como porões;
- manter sob quarentena e inspecionar cuidadosamente toda nova aquisição para verificar a atividade de mofo ou insetos;
- manter boa circulação de ar. Isto é particularmente importante quando o controle de umidade pelo sistema de climatização é inadequado ou não existe. A utilização de ventiladores, incluindo os centrais, que mantêm a circulação do ar através de uma construção inteira, pode ser bastante eficaz;
- remoção regular do pó;
- monitoramento do ambiente.

Referências gerais

- Chamberlain, William R. A new approach to treating fungus in small libraries. *Abbey Newsletter*, no. 15, p. 109-111, Nov. 1991.
- Dawson, John. Preventive measures: fumigation. In: *Proceedings of an ounce of prevention symposium*, patrocinado pela Toronto Area Archivists Group Education Foundation, no. 7-8, Mar. 1985.
- Nyberg, Sandra. The invasion of the giant spore. *Solinet Preservation Program Leaflet*, no. 5, Nov. 1987.
- Parker, Thomas. *Study on integrated pest management for libraries and archives*. PGI-88/WS/20. Paris: General Information Program and UNISIST of UNESCO, 1988.
- Strang, J. K.; John E. Dawson. *Controlling museums fungal problems*. Ottawa: Canadian Conservation Institute, 1991. (Technical Bulletin, 12).

Referências complementares sobre tópicos específicos

- Ballard, Mary W.; Norbert S. Baer. Ethylene oxide fumigation: results and risk assessment. *Restaurator*, no. 7, p. 143-168, 1986.
- Butterfield, Fiona. The potential long-term effects of gamma irradiation on paper. *Studies in Conservation*, no. 32, p. 181-191, Nov. 1987.
- Daniels, V.; B. Boyd. The yellowing of thymol in the display of prints. *Studies in Conservation*, no. 31, p. 156-158, Nov. 1986.
- De Cesare, Kymron B. J. Safe nontoxic pest control for books. *Abbey Newsletter*, no. 14, p. 16, Feb. 1991.
- Gilberg, Mark. Inert atmosphere disinfection using ageless oxygen scavenger. In: *Preprints*, editado por Kirsten Grimstad (812-16). Atas do nono encontro trienal do International Council of Museums Committee for Conservation, Dresden, Aug. 1990. p. 26-31.
- _____. The effects of low oxygen atmospheres on museum pests. *Studies in Conservation*, no. 36, p. 93-98, May 1991.
- Green, L.; V. Daniels. Investigation of the residues formed in the fumigation of museum objects using ethylene oxide. In: BLACK, James (Comp.) *Recent Advances in the Conservation and Analysis of Artifacts*. London: University of London: Institute of Archeology Summer School Press, 1987. p. 309-313.
- Haines, John H.; Stuart A. Kohler. An evaluation of ortho-phenyl phenol as a fungicidal fumigant for libraries and archives. *Journal of the American Institute for Conservation*, no. 25, p. 49-55, 1986.
- McGiffin, Robert F., Jr. *A current status report on fumigation in museums and historical agencies*. Nashville, Tenn.: American Association for State and Local History, 1986. (Technical Report 4).
- Story, Keith O. *Approaches to pest management in museums*. Washington, D.C.: Conservation Analytical Laboratory, Smithsonian Institution, 1985.
- Turner, Sandra. Mold...the silent enemy. *New Library Scene*, no. 4, p. 1-8, 21, Aug. 1985.
- Valentin, Nieves; Mary Lidstrom; Frank Preusser. Microbial control by low oxygen and low relative humidity environment. *Studies in Conservation*, no. 35, p. 222-230, 1990.

Este boletim foi escrito por Lois Olcott Price, conservadora de papel do *Conservation Center for Art and Historic Artifacts*. Ele é baseado em uma apresentação que a autora fez no encontro anual da *Society of American Archivists* na Filadélfia, em setembro de 1991. A orientação técnica foi dada por Thomas A. Parker da Pest Control Services, Lansdowne, Pa. Os recursos financeiros para a edição deste boletim foram proporcionados por *The Claniel Foundation*. Assistência adicional foi proporcionada por Molly B. C. Ruzicka, edição de cópia; Phillip Unetic, design; e Truman J. Gilbert, desenho técnico.



Controle de insetos por gases inertes em museus, arquivos e bibliotecas

Nieves Valentin e Frank Preusser

Resumo

O efeito letal do deslocamento do oxigênio por um gás inerte (nitrogênio), em populações de insetos, foi pesquisado tomando o *D. melanogaster* como inseto modelo. O nitrogênio foi avaliado na eliminação de todos os estágios de ciclo de vida do *Drosophila*, exposto a várias combinações de umidade relativa e temperatura. Esta metodologia foi também utilizada para erradicar térmitas (*Cryptotermes brevis*) de madeiras infestadas. Utilizando-se nitrogênio como asfixiante, nenhuma atividade biológica remanescente foi encontrada nos insetos tratados sob condições controladas. Propomos um tratamento alternativo para sistemas comuns de fumigação; um tratamento simples, barato e seguro que pode eliminar insetos em objetos antigos.

A infestação por insetos é um dos mais sérios problemas na conservação do patrimônio cultural. Os fumigantes e inseticidas usados para controlar os danos causados por insetos produzem freqüentemente efeitos indesejáveis. Inseticidas como lindano, paradiclorobenzeno e naftalina têm eficácia limitada¹. Além do mais, muitos insetos tratados com pesticidas e inseticidas desenvolvem uma tolerância crescente aos compostos químicos². Outros produtos, incluindo os fumigantes óxido de etileno ou brometo de metila, envolvem um alto risco de toxicidade tanto para quem os manuseia quanto para quem manuseia os objetos fumigados³. Além disso, tem sido comprovado que a maioria dos fumigantes altera quimicamente os materiais tratados⁴.

Estudos recentes em controle de biodeterioração mostraram que a combinação de baixa umidade relativa (30 - 40 %) e baixos níveis de oxigênio (abaixo de 2 %) diminuem a atividade biológica de microorganismos isolados de objetos de arte^{5,6}. Neste caso, foram conseguidos baixos níveis de oxigênio pela substituição do oxigênio por um gás inerte, o nitrogênio, em uma vitrine hermeticamente vedada. Com base nestes resultados, foi explorada uma alternativa para sistemas comuns de fumigação que empregam gases tóxicos para eliminar insetos de artefatos materiais.

Como um número sempre crescente de espécies de insetos vem sendo isolado de objetos antigos, e como a maioria dessas espécies tem diferentes fisiologias e comportamentos, centramos o estudo em

¹ Armes, N. Aspects of the biology of the Guernsey Carpet Beetle *Anthrenus sarnicus* MROCK., and control of *Dermstid* beetle pests in museums. ICOM Committee for Conservation, 7th Triennial Meeting, Copenhagen. Paris: ICOM, 1984. p. 1-3.

² Dvoriashina, Z. P. Biadamage protection of book collections in the USSR. *Restaurator*, no. 8, p. 182-188, 1987.

³ Peltz, P.; Rosol, M. *Safe pest control procedures for museum collections*. New York: Center for Occupational Hazards, 1983. p. 1-8.

⁴ Florian, M. *The effect on artifact materials of the fumigant ethylene oxide and freezing used in insect control*. ICOM Committee for Conservation, 8th Triennial Meeting, Sydney. Paris: ICOM, 1987. p. 199-205.

⁵ Valentin, N. Mummy deterioration halted by nitrogen atmosphere. *Nature*, no. 338, p. 463, 1989.

⁶ Valentin, N.; Lidstrom, M.; Preusser, F. *Nitrogen atmosphere for microbial control on museum collections*. Submetido.

dois aspectos. Primeiro, estudamos o efeito do nitrogênio como asfixiante em uma população controlada de um inseto muito conhecido no campo biológico, *Drosophila melanogaster*, que foi avaliado como padrão experimental. Segundo, a aproximação experimental e os resultados obtidos na primeira fase do nosso trabalho foram aplicados para desinfestar um caso real, materiais celulósicos atacados por térmitas, que são comumente achadas em objetos antigos.

O objetivo deste estudo foi determinar o efeito do deslocamento de oxigênio por nitrogênio em uma população controlada de insetos expostos a diferentes condições de umidade relativa e temperatura.

Modelo experimental

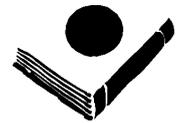
A *D. melanogaster* (tipo selvagem) foi selecionada para análises experimentais porque uma grande população de insetos poderia ficar exposta a diferentes condições. Efetivamente, a *Drosophila* tem um período rápido de reprodução; a 21°C, uma cultura fresca de *D. melanogaster* produz novos adultos em duas semanas: oito dias no estágio de ovo e larva e seis dias no estágio de pupa. Os adultos podem viver por várias semanas. Mais ainda, no *D. melanogaster* a atividade de cada estágio de ciclo de vida — ovos, larvas, pupas e adultos — pode ser facilmente acessada.

Culturas de *D. melanogaster* foram mantidas em garrafas contendo um nutriente-padrão (instant *Drosophila* medium, 4-24[®], Carolina Co.). Cada estágio (ovos, larvas, pupas ou adultos) foi separado e transferido para vários grupos de *rearing bottles* (garrafas suspensas). Em todos os casos, cem insetos de cada estágio foram acessados sob condições ambientais específicas.

Uma série contendo grupos de cada estágio da *D. melanogaster* foi vedada com uma tampa de borracha de baixa permeabilidade e submetida a um fluxo de nitrogênio de 200 ml/min e várias combinações de umidade relativa e temperatura: 75% de umidade relativa e 20°C, 25°C, 30°C e 35°C. Outras combinações como baixa umidade relativa (40%, 15%) e diferentes temperaturas (20°C, 30°C) também foram analisadas. As garrafas foram então incubadas em períodos de tempo crescentes entre 10 e 100 h. Uma segunda série de grupos de insetos em todos os estágios foi purgada com ar em condições idênticas e usada como controle⁷. Para cada condição testada, foram analisadas três garrafas. A cada 10 horas de incubação, uma série de garrafas de *Drosophila* tratada foi exposta ao ar em condições ambientes (22 - 25°C e 45% de umidade relativa). A atividade dos ovos, larvas, pupas e adultos foi então verificada a intervalos de tempo, dependendo do ciclo de vida necessário em cada estágio: vinte dias para ovos e larvas e dez dias para pupas. Após exposição ao nitrogênio, os insetos nascidos da primeira geração representaram a população resistente ao tratamento. Adultos tratados foram verificados 24 horas após exposição ao ar. A mortalidade de cada grupo de insetos tratado com nitrogênio foi determinada pela fórmula:

$$\frac{\text{Total de insetos no grupo de controle} - \text{Total de insetos vivos após o tratamento}}{\text{Total de insetos no grupo de controle}} \times 100 = \text{mortalidade}$$

⁷ Valentin, N.; Preusser, F. *Nitrogen for biodeterioration control on museum collections*. Submetido.



Durante o período de exposição ao nitrogênio, a umidade relativa de gás foi controlada por uma mistura de nitrogênio seco com nitrogênio umidificado. A temperatura do gás foi controlada, usando-se um banho termostático. A temperatura e a umidade relativa dentro da garrafa foram monitoradas por um monitor Shinyei e um *datalogger* Rustrak, que registra mudanças no microambiente. O conteúdo de oxigênio foi medido com a utilização de um analisador de oxigênio (Teledyne). Durante os períodos de incubação, a concentração média de oxigênio foi de 0,56%.

Efeito do nitrogênio na *Drosophila melanogaster* em várias temperaturas e umidades relativas

Encontramos 100% de mortalidade em todos os estágios da *Drosophila* purgada com nitrogênio em diferentes temperaturas e umidades relativas para quatro dias de incubação. Na concentração de 0,5% de oxigênio, o tempo de exposição necessário para alcançar 100% de mortalidade diminuiu significativamente quando a temperatura aumentou acima de 30°C e a umidade relativa era menor do que 40%.

As **Figuras 1 e 2** mostram a mortalidade de duas populações de *Drosophila*. Uma população foi exposta ao nitrogênio sob várias temperaturas, umidades e uma concentração fixa de oxigênio de 0,5%. A segunda população representa a série de insetos purgados com ar em condições ambientais idênticas às que foram usadas como um controle comparativo.

Controle de insetos por gases inertes

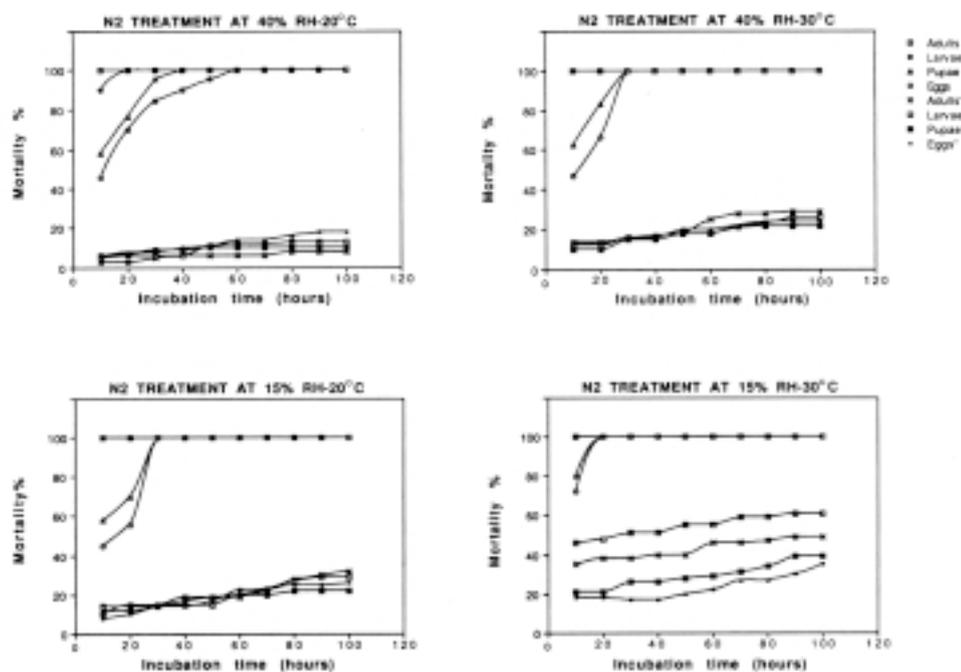


Figura 1. Mortalidade do *Drosophila melanogaster* em atmosfera de nitrogênio com umidade relativa elevada (75%) e temperaturas fixas, incubado a 0,5% de oxigênio por períodos de tempo diferentes. (i) Controle de população purgada com ar.

O efeito letal do nitrogênio nos insetos testados dependeu significativamente da combinação de umidade relativa e temperatura (**Figura 1**). Em condições de umidade relativa alta (acima de 75%) e baixa temperatura (20°C), 80 horas de incubação foram necessárias para eliminar 100% dos insetos, incluindo os ovos. Entretanto, verificou-se que temperaturas elevadas (30°C e 35°C respectivamente) diminuiriam o tempo necessário para alcançar 100% de mortalidade para 60 e 40 horas de incubação. Este efeito ocorre porque muitos insetos aumentam a atividade biológica, incluindo a respiração, quando a temperatura está acima de 25°C. Neste caso, o nitrogênio proporciona um efeito letal mais rápido. A mortalidade total foi alcançada a 40% de umidade relativa e 30 - 35°C em períodos reduzidos de incubação de 30 horas (**Figura 2**). A utilização de nitrogênio sem um sistema umidificador resultou em uma umidade relativa de 15%. A combinação de baixa umidade relativa (15%) e alta temperatura (30°C) proporcionou uma alta porcentagem de mortalidade em um tempo relativamente curto (20 horas). Todavia, 15% de umidade relativa pôde produzir alterações físicas na maioria dos materiais orgânicos comuns. Por esta razão, e de acordo com o teste experimental⁸, podemos sugerir que níveis de oxigênio menores que 1%, umidade relativa na faixa de 35 - 50% e temperaturas entre 25°C e 35°C podem ser usados seguramente para desinfetar a maioria dos objetos em um período relativamente curto de tempo (**Figura 2**).

Controle de insetos por gases inertes

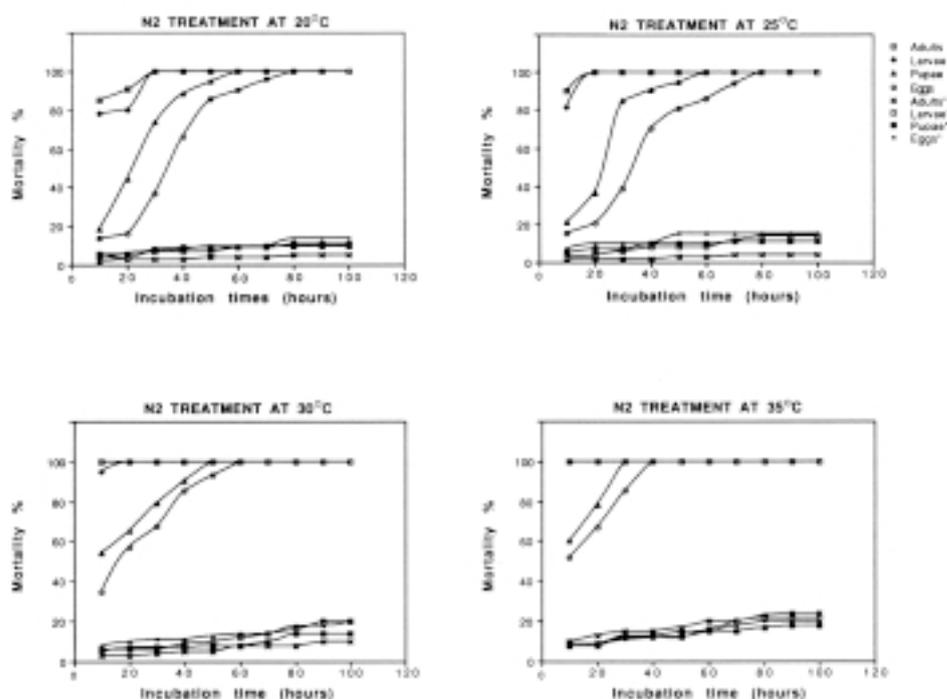


Figura 2. Efeito da atmosfera de nitrogênio sobre o *Drosophila melanogaster* em baixa umidade relativa, nível de oxigênio a 0,5% e temperaturas fixas por períodos de tempo crescentes. (j) Controle de população purgada com ar.

⁸ Hansen, E. *Optimum environmental conditions for the display of proteinaceous materials*. Em preparação.



O efeito específico da temperatura e umidade na *Drosophila* foi observado na população controle. Nenhum aumento significativo de mortalidade foi observado em insetos purgados com ar em 40 - 75% de umidade relativa e temperaturas de 20 - 30°C. São necessárias altas temperaturas (acima de 35°C) e umidade relativa abaixo de 40% para prejudicar a população, especialmente os adultos e larvas. Comparando ambas as populações de *Drosophila* nas **Figuras 1 e 2**, os 100% de mortalidade alcançados nos insetos tratados foram causados pelo efeito letal do nitrogênio como asfixiante.

Observamos que um tratamento com nitrogênio produziu um estágio de baixa atividade por aproximadamente 1 - 8 horas nos adultos e 1 - 3 horas nas larvas. Após esse período de tempo, o gás paralisou totalmente o sistema nervoso dos insetos e seus estigmas. Este efeito, novamente, vai depender de: umidade relativa, temperatura e concentração de oxigênio. Comparando diferentes estágios da *Drosophila*, foi descoberto um comportamento paralelo entre larvas e adultos, mais sensíveis ao nitrogênio atmosférico do que as pupas e os ovos, que foram mais resistentes. O tempo de incubação necessário para eliminar totalmente os insetos dependeu também da idade de cada estágio avaliado. Neste estudo, larvas jovens e larvas adultas foram mais sensíveis ao tratamento com nitrogênio do que larvas de idade média expostas a idênticas condições. Resultados similares foram identificados por Storey⁹ e Dvoriashina¹⁰, que usaram gases inertes para controlar besouros em várias idades.

Para determinar a influência específica do microambiente no *D. melanogaster*, foram feitas várias experiências, sincronizando três gerações de *Drosophila* e usando populações de machos e fêmeas em idades diferentes.

Pesquisas bibliográficas mostraram que atmosferas modificadas têm sido bem-sucedidas na preservação de alimentos contra insetos e microorganismos¹¹. Ali-Niaze¹² eliminou todos os estágios de ciclo de vida de quatro diferentes besouros, incluindo *Tribolium castaneum* e *T. confusum*, pelo uso de nitrogênio e hélio como asfixiante; adultos e larvas foram eliminados em um período relativamente curto de tempo (menos de uma semana). Outros autores, como Lindgren¹³ e David¹⁴, relataram que uma mistura de nitrogênio e hélio com dióxido de carbono aumentou o efeito letal do gás inerte, porque o dióxido de carbono elevou a respiração dos insetos.

Outros experimentos desenvolvidos por Oguchi¹⁵ mostraram que besouros encontrados em grãos armazenados tais como *Sitophilus zeamais*, *T. castaneum*, *Callosobruchus chinensis* e *Cadra cautella*

⁹ Storey, C. Mortality of *Sitophilus oryzae* L. and *S. granarius* L. in atmospheres produced by an exothermic inert atmosphere generator. *Journal of Stored Products*, no. 11, p. 217-221, 1975.

¹⁰ Dvoriashina, Z. P. The Smirnov beetle as a pest in libraries. *Restaurator*, no. 9, p. 63-81. 1988.

¹¹ Nakamura, H.; Hoshino, J. Techniques for the preservation of food by employment of an oxygen absorber. In: Mitsubishi Gas Company, ed. *Sanitation control for food sterilizing techniques*. Tokyo: Sanyu Publishing, 1983. p. 1-45.

¹² Ali Niaze, M. The effect of carbon dioxide gas alone or in combination on the mortality of *Tribolium castaneum* Herbst and *T. confusum*. *Du Val Journal of Stored Products Research*, no. 7, p. 243-252, 1971.

¹³ Lindgren, D. Effect of atmospheric gases alone or in combination on the mortality of granary and rice weevils. *Journal of Economic Entomology*, no. 63, p. 1926-1929, 1970.

¹⁴ David, R.; Jay, E. *The current status of controlled atmospheres as a method of insect control*. Ann Arbor: Michigan State University, 1977. p. 207-211.

¹⁵ Oguchi, Y.; Sadahiro, T.; Fukami, J. *Insecticidal effect of the oxygen absorber Ageless on insects injurious to stored grains*. Tokyo: Institute of Physical and Chemical Research (em preparação).

foram eliminados em cada estágio de crescimento, incluindo ovos, com a utilização de eliminadores de oxigênio, que diminuiram o nível de oxigênio a 0,1% sem controle de umidade e temperatura por 15 dias.

Jay¹⁶ também usou gases inertes em várias condições para erradicar diferentes espécies de *Coleoptera* de produtos armazenados.

Em relação a essas referências, observamos que baixas concentrações de oxigênio sob condições controladas tinham um efeito no *Drosophila* similar ao apresentado nos outros insetos. Conseqüentemente, *Drosophila* poderia representar um modelo adequado para diferentes métodos de investigação para a erradicação de insetos. Também observamos que uma atmosfera de nitrogênio, usada com sucesso em preservação de alimentos, pode ser também um modo eficaz para a eliminação de infestações de insetos em bibliotecas, arquivos e museus.

Erradicação por nitrogênio de insetos em materiais infestados

Baseado nos resultados obtidos usando-se *D. melanogaster* como modelo, o nitrogênio foi aplicado a um caso real. Neste experimento, seis peças de madeira de várias dimensões (**Tabela 1**) que estavam contaminadas por térmitas (*Cryptotermes brevis*) foram usadas como material experimental.

Tabela 1. Amostras de madeiras infestadas por *Cryptotermes brevis* e tratadas com atmosfera de nitrogênio

Amostras (cm)	Térmitas vivas antes do tratamento (n)	Mortalidade após o tratamento (%)
32 x 25 x 15	17	100
32 x 20 x 6	15	100
32 x 20 x 15	7	100
35 x 4 x 1	18	100
7 x 4 x 1	10	100
6 x 4 x 5	12	100

As madeiras contaminadas foram colocadas numa caixa plástica vedada (40 cm³), de baixa permeabilidade, e purgadas com nitrogênio a 200 ml/min para repor o oxigênio pelo gás inerte a 40% de umidade relativa e 25°C, por 8 horas. Após exposição ao nitrogênio, as madeiras contaminadas foram incubadas por 15 dias em condições ambientais idênticas. Foi utilizado um absorvedor de oxigênio (Ageless[®], Mitsubishi International) para manter a concentração de oxigênio em níveis muito baixos (abaixo de 1%). O nível médio de oxigênio durante 15 dias de tratamento foi de 0,7%. Após incubação, a madeira foi mais uma vez exposta ao ar ambiente por uma semana e se realizou o cálculo da mortalidade dos insetos.

¹⁶ Jay, E.; Cuff, W. Weight loss and mortality of three life stages of *Tribolium castaneum* when exposed to four modified atmospheres. *Journal of Stored Products*, no. 17, p. 117-124, 1981.

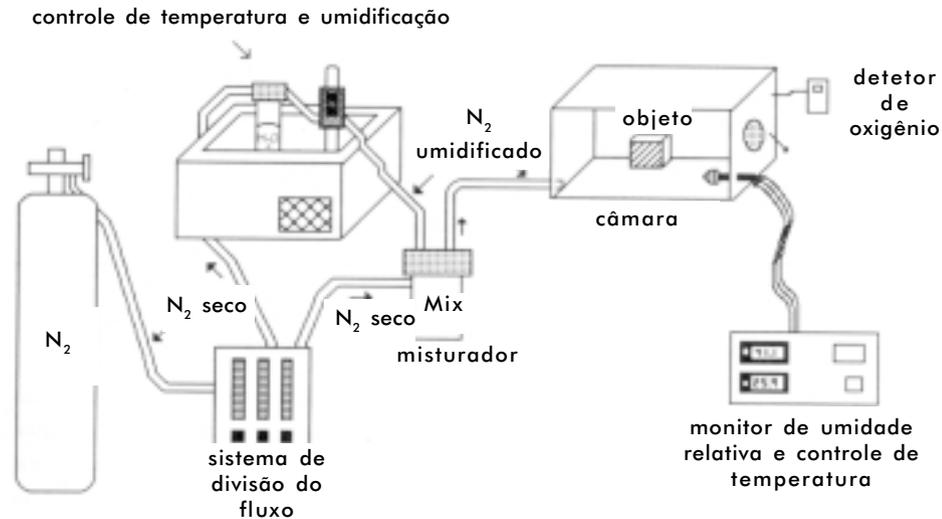


Figura 3. Método de tratamento de materiais contaminados utilizando uma atmosfera inerte.

Foi, então, projetado um sistema simples de tratamento com este propósito (**Figura 3**). Os objetos contaminados, tais como madeira, tecidos, livros etc., são colocados numa caixa selada, purgada com nitrogênio. O fluxo de nitrogênio é controlado por um regulador de fluxo. O nitrogênio é umedecido e misturado com nitrogênio seco em temperatura apropriada e purgado através da câmara. O gás é eliminado para fora da caixa através de um filtro que retém qualquer possível contaminação microbiológica. Para melhorar o efeito letal do nitrogênio, a umidade relativa pode ser mantida em níveis desejáveis com o uso de soluções saturadas de sais dentro da câmara durante o período de incubação¹⁷. Um higrômetro de condensação e um analisador de oxigênio foram utilizados para monitorar as flutuações microambientais. Com este método, os materiais podem ser facilmente

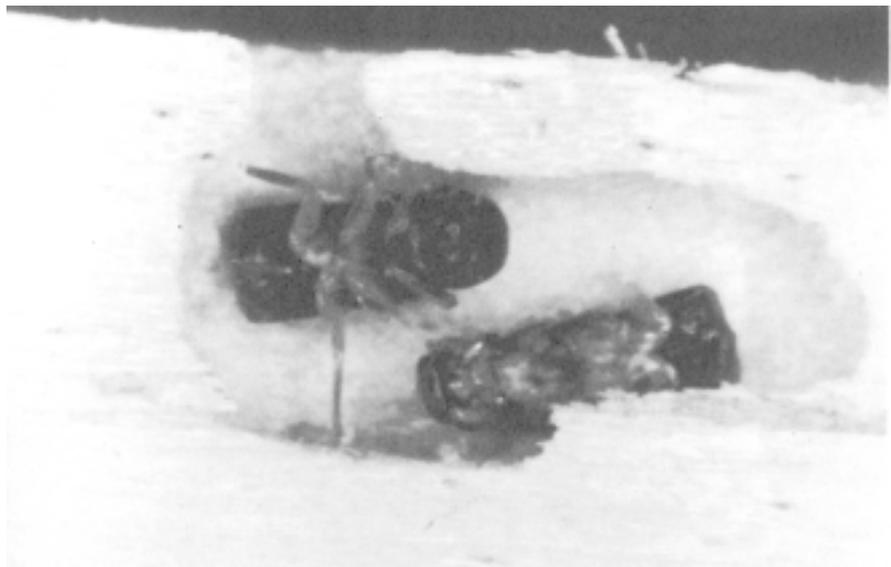


Figura 4. Madeira atacada por térmitas (*Cryptotermes brevis*) após tratamento com nitrogênio.

¹⁷ Greenspan, L. Humidity fixed points of binary saturated aqueous solution. *Journal of Research of the National Bureau of Standards*, no. 81, p. 89-95, 1977.

expostos a atmosferas modificadas em condições controladas. Usando-se este tratamento para madeiras infestadas, observou-se que a mortalidade dos térmitas foi de 100% em todos os casos analisados (**Figura 4**).

Um pedaço de madeira (25 cm x 4 cm x 2 cm) infestado com vinte térmitas, exposto ao ar natural em condições ambientais idênticas (45% e 25% de umidade relativa) às descritas anteriormente foi usado como controle. Neste caso, a mortalidade dos térmitas foi de 0% após 15 dias de teste.

Durante o tratamento com nitrogênio, elas começaram a sair dos túneis e buracos da madeira após uma hora de exposição, devido à diminuição do nível de oxigênio dentro do material celulósico.

Numa extensão desses experimentos, um objeto de madeira (60 cm x 90 cm x 15 cm) com um sério ataque de *Cryptotermes brevis* foi desinfetado, substituindo-se a câmara mostrada na Figura 3 por uma bolsa de alumínio plastificado de baixa permeabilidade. Antes do tratamento, 12 térmitas vivas foram observadas em túneis e buracos localizados na superfície da peça. A madeira foi tratada com nitrogênio em $45 \pm 5\%$ de umidade relativa numa sala com temperatura de 25°C por vinte dias e novamente expos-ta ao ar. Nenhuma ativi-dade



Figura 5. Livros com grave infestação de *Lyctus* sp.



das térmitas na madeira foi encontrada após cinco meses sob exposição ao ar. Durante este experimento, o nível médio de oxigênio foi 0,8%. Absorvedores de oxigênio foram utilizados para eliminar o oxigênio que



porventura penetrasse na bolsa através de possíveis aberturas.

Para completar este trabalho, um tratamento-piloto usando livros e documentos com sérias infestações de insetos pertencentes ao gênero *Anobium* e *Lyctus* (**Figura 5**) está em andamento no Arquivo do Reino de Galícia, em La Coruña, Espanha. Usando materiais bibliográficos, a mortalidade dos insetos pode ser calculada em todos os estágios do ciclo de vida, antes e após um tratamento com nitrogênio. Além do mais, empregando o método descrito na **Figura 3**, as condições microambientais no interior da câmara podem ser modificadas, dependendo do material específico (papel, pergaminho, couro ou madeira). Métodos diferentes usando câmaras feitas de vários materiais (metal e vidro) e bolsas plásticas de baixíssima permeabilidade também estão sendo testados. Bolsas plásticas permitirão maior flexibilidade aos conservadores no tratamento de grandes objetos. Extrapolando nossos resultados a outros materiais contaminados, a eficiência de uma atmosfera de nitrogênio depende de:

Tipo de inseto tratado. De fato, ao utilizar uma atmosfera como asfixiante para matar térmitas adultas (insetos sociais), o equilíbrio populacional será quebrado e, conseqüentemente, neste inseto específico a predisposição para desenvolver quaisquer possíveis ovos ativos será reduzida.

Parâmetros ambientais. A combinação de temperatura e umidade relativa durante o tratamento tem um efeito drástico na mortalidade de insetos expostos à exclusão de oxigênio (**Figuras 1, 2**).

Porosidade e tamanho dos materiais infectados. Estudos desenvolvidos por Lambert¹⁸ mostraram que o nitrogênio pode se difundir com relativa facilidade em materiais porosos sendo tratados de modo a repor o oxigênio. Ele também demonstrou que os absorvedores de oxigênio podem manter níveis de oxigênio abaixo de 1.1 ppm por várias semanas. Para outros gases, como CO₂, deve ser esperada uma penetração mais lenta.

Conclusão

Uma atmosfera de nitrogênio é altamente eficaz para o controle de todos os estágios do ciclo de vida da *D. melanogaster*. A combinação de alta temperatura e baixa umidade relativa é um fator decisivo em um tratamento com nitrogênio, diminuindo o tempo de incubação. De fato, uma atmosfera de nitrogênio a 75% de umidade relativa, 20 - 25°C e 0,5% de concentração de oxigênio foi eficaz ao erradicar 100% de todos os estágios de ciclo de vida da *D. melanogaster*, incluindo ovos após 80 horas de incubação. Sob o mesmo nível de oxigênio, a combinação de baixa umidade relativa (40%) e alta temperatura (30°C) foi eficaz na eliminação de 100% de *Drosophila* em 30 horas de incubação. Nenhum aumento significativo na mortalidade foi encontrado no controle das populações no ar em temperaturas menores que 35°C e umidades relativas na faixa de 40 - 75%.

O inseto *D. melanogaster* é muito sensível para que se avalie os efeitos de atmosferas modificadas em cada estágio do ciclo de vida, em várias condições ambientais.

Uma atmosfera de nitrogênio contribuiu significativamente para a eliminação de 100% dos *C. brevis* encontrados em peças de madeira contaminadas, expostas a 40% de umidade relativa e 25°C

¹⁸ Lambert, F. *Personal communication*. 1989.

em níveis de oxigênio abaixo de 1% por três semanas de incubação.

Câmaras convencionais de fumigação a vácuo, assim como bolsas plásticas purgadas com nitrogênio (que pode ser misturado com CO₂ ou outros gases inertes), podem diminuir a duração do tratamento e aumentar a eficácia da atmosfera modificada. Este processo pode ser mais apropriado para grandes objetos.

O método usado neste estudo é seguro, barato e de fácil manuseio. Além do mais, alterações químicas ou físicas nos materiais seriam reduzidas a níveis mínimos. Conseqüentemente, o uso de uma atmosfera de nitrogênio para controle de insetos em objetos infestados poderia ser uma alternativa importante à fumigação com gases tóxicos.

Agradecimentos

Agradecemos a S. Benzer, da Divisão de Biologia do Instituto de Tecnologia da Califórnia, EUA, por suas sugestões e por providenciar amostras biológicas. Também agradecemos a F. Lambert e J. Twilley pela discussão e comentários e Tony Ho, por sua assistência no trabalho experimental.

Referências

Nieves Valentin

Pesquisador visitante do Getty Conservation Institute e pesquisador científico do Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales

Greco #4

28040 Madrid

Espanha

Frank Preusser

Diretor de programas e pesquisador científico do Getty Conservation Institute

4503 Glencoe Avenue

Marina del Rey, CA 90292-6537

USA

O Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos - CPBA

está sediado no
Arquivo Nacional
Rua Azeredo Coutinho 77, sala 605 - C
CEP 20230-170 Rio de Janeiro - RJ
Tel/Fax: (21) 2253-2033
www.cpba.net
www.arquivonacional.gov.br

The Council on Library and Information Resources - CLIR
(incorporando a antiga *Commission on Preservation and Access*)
1755 Massachusetts Avenue, NW, Suite 500
Washington, DC 20036
Tel: (202) 939-4750
Fax: (202) 939-4765
www.clir.org

Northeast Document Conservation Center
100 Brickstone Square
Andover, MA 01810-1494
Telephone: (978) 470-1010
Fax: (978) 475-6021
<http://www.nedcc.org>

The Conservation Center for Art and Historic Artifacts
264 South 23rd Street Philadelphia, PA 19103
Tel: (215) 545-0613
<http://www.ccaha.org/>

Nieves Valentin
El Greco # 4
28040 Madrid
Espanha

Títulos Publicados

Armazenagem e manuseio

1. Métodos de armazenamento e práticas de manuseio
2. A limpeza de livros e de prateleiras
3. A escolha de invólucros de qualidade arquivística para armazenagem de livros e documentos
4. Invólucros de cartão para pequenos livros
5. A jaqueta de poliéster para livros
6. Suporte para livros: descrição e usos
7. Montagens e molduras para trabalhos artísticos e artefatos em papel
8. Mobiliário de armazenagem: um breve resumo das opções atuais
9. Soluções para armazenagem de artefatos de grandes dimensões

Conservação

10. Planificação do papel por meio de umidificação
11. Como fazer o seu próprio passe-partout
12. Preservação de livros de recortes e álbuns
13. Manual de pequenos reparos em livros

Melo Ambiente

14. Temperatura, umidade relativa do ar, luz e qualidade do ar: diretrizes básicas de preservação
15. A proteção contra danos provocados pela luz
16. Monitoramento da temperatura e umidade relativa
17. A proteção de livros e papéis durante exposições
18. Isopermas: uma ferramenta para o gerenciamento ambiental
19. Novas ferramentas para preservação-avaliando os efeitos ambientais a longo prazo sobre coleções de bibliotecas e arquivos

Emergências

20. Planejamento para casos de emergência
21. Segurança contra as perdas: danos provocados por água e fogo, agentes biológicos, roubo e vandalismo
22. Secagem de livros e documentos molhados
23. A proteção de coleções durante obras
24. Salvamento de fotografias em casos de emergência
25. Planilha para o delineamento de planos de emergência
26. Controle integrado de pragas
27. A proteção de livros e papel contra o mofo
28. Como lidar com uma invasão de mofo: instruções em resposta a uma situação de emergência
29. Controle de insetos por meio de gases inertes em arquivos e bibliotecas

Planejamento

30. Planejamento para preservação
31. Políticas de desenvolvimento de coleção e preservação
32. Planejamento de um programa eficaz de manutenção de acervos
33. Desenvolvimento, gerenciamento e preservação de coleções
34. Seleção para preservação: uma abordagem materialística
35. Considerações complementares sobre: "Seleção para preservação: uma abordagem materialística"
36. Implementando um programa de reparo e tratamento de livros
37. Programa de Planejamento de Preservação: um manual para auto-instrução de bibliotecas

Edifício/Preservação

38. Considerações sobre preservação na construção e reforma de bibliotecas: planejamento para preservação

Fotografias e filmes

39. Preservação de fotografias: métodos básicos para salvaguardar suas coleções
40. Guia do Image Permanence Institute (IPI) para armazenamento de filmes de acetato
41. Indicações para o cuidado e a identificação da base de filmes fotográficos

Registros sonoros e fitas magnéticas

42. Armazenamento e manuseio de fitas magnéticas
43. Guarda e manuseio de materiais de registro sonoro

Reformatação

44. O básico sobre o processo de digitalizar imagens
45. Microfilme de preservação: plataforma para sistemas digitais de acesso
46. O processo decisório em preservação e fotocopiagem para arquivamento
47. Controle de qualidade em cópias eletrostáticas para arquivamento
48. Microfilmagem de preservação: um guia para bibliotecários e arquivistas
49. Do microfilme à imagem digital
50. Uma abordagem de sistemas híbridos para a preservação de materiais impressos
51. Requisitos de resolução digital para textos: métodos para o estabelecimento de critérios de qualidade de imagem
52. Preservação no universo digital
53. Manual do RLG para microfilmagem de arquivos