

FUNGOS NO ACERVO DO ARQUIVO HISTÓRICO MUNICIPAL WASHINGTON LUÍS

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT
Av. Prof. Almeida Prado, 532 - Butantã - Cep:05508-901 - São Paulo, SP
D'ALMEIDA, Maria Luiza Otero (malu@ipt.br): química, mestre em química analítica
MONTEIRO, Maria Beatriz Bacellar (mbbmonte@ipt.br): bióloga, mestre em ciência e tecnologia da madeira

KOGA, Mariza Eiko Tsukuda (marizatk@ipt.br): bióloga
OLIVEIRA, Tatiane Freitas de (tatiane_oliveira@yahoo.com.br): bióloga

Núcleo de Conservação e Restauro Edson Motta – Laboratório SENAI/ABER
R. Bresser, 2315 - Mooca - Cep: 03162-030 - São Paulo/SP
Tel/fax: 11-6097-6329

AUADA, Fernanda Mokdessi (labconservacao114@sp.senai.br): restauradora

RESUMO:

O presente estudo, exploratório e pontual, diz respeito à ocorrência de fungos em acervos em papel e teve como objetivo mapear a sua ocorrência a partir da coleta de material aparentemente infectado, identificando os gêneros presentes e procurando relacioná-los com o aspecto do papel deteriorado; também verifica, para alguns dos gêneros identificados, a eficiência de tratamentos com soluções de etanol, usualmente utilizados por restauradores.

SUMMARY:

This is an exploratory and local study concerned with fungi found in paper archives. The objective of this study was to map-out the occurrence of fungi collected from material which showed signs of infection. The different types of fungus were identified by relating them to the damage paper. The efficacy of treatment with ethanol solutions usually used for paper conservation was also considered.

Palavras-chave: papel – fungos – conservação preventiva – ciência da conservação

1 INTRODUÇÃO

Para este estudo, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT e o Núcleo de Conservação e Restauo Edson Motta – Laboratório SENAI/ABER iniciaram um estudo sobre fungos em acervo cujo suporte fosse o papel, visando contribuir para um melhor conhecimento da ocorrência destes.

O papel e seus produtos são susceptíveis à deterioração por agentes biológicos, químicos e físicos, devido à natureza de seus componentes. Dentre os agentes biológicos destacam-se os fungos, que podem ser favorecidos por diversos fatores, dentre os quais a umidade relativa do ar e do suporte em papel, a temperatura, a luz, a composição da atmosfera e a presença de nutrientes no substrato, procedentes de sua formulação ou de sujeiras. Os fungos, como resultado de seu metabolismo, excretam enzimas (celulases e proteases), ácidos orgânicos (oxálico, fumárico, acético, láctico) e pigmentos. Estes elementos depositam-se sobre o papel alterando suas propriedades e causando sua deterioração (VALENTIN & VAILLANT CALLOL, 1996).

Os fungos podem também causar problemas patogênicos, ou seja, o homem pode sofrer enfermidades ao se expor com frequência junto aos materiais contaminados, conforme a natureza dos microorganismos e intensidade do ataque (VALENTIN & VAILLANT CALLOL, 1996).

Os objetivos deste estudo foram mapear a ocorrência de fungos nos acervos, a partir da coleta em material aparentemente infectado, identificando os gêneros presentes; definir a ação de deterioração no papel destes gêneros identificados; abordar os possíveis problemas patogênicos que causam no homem e; verificar, para alguns dos gêneros de fungos isolados, a eficiência de tratamentos com soluções de álcool etílico, usualmente utilizados por restauradores de papel.

O projeto foi desenvolvido no Arquivo Histórico Municipal Washington Luis, na cidade de São Paulo, cujo acervo contempla documentos que datam do século XVI a meados do século XX. Já foi abrigado em vários endereços e tem a sua manutenção dependente de dotações orçamentárias, que nem sempre são suficientes. Segundo informações dos técnicos do acervo, o local foi reformado especialmente para receber os documentos e possui instalações elétricas e hidráulicas em boas condições.

O Arquivo Municipal é um dos mais importantes do Brasil, tendo a custódia dos documentos mais antigos da América Latina, as Atas da Câmara de Santo André da Borda do Campo (1555/1558). Detém, também, entre outras, a documentação produzida pela Câmara Municipal de São Paulo. A maior parte destes documentos está reunida em volumes ou em caixas.

2 METODOLOGIA APLICADA

A metodologia aplicada compreendeu as etapas detalhadas a seguir.

2.1 Verificação do estado geral do acervo e coleta de amostras

O estado geral do acervo foi verificado visando selecionar amostras para a coleta de fungos. Para esta verificação fez-se uma amostragem, considerando o número e as peculiaridades dos documentos que compõem o acervo. Por exemplo: Subprefeitura de Santo Amaro – 667 volumes – 07 selecionados - Situação geral dos volumes selecionados: presença de manchas, capas dos volumes com ataque de insetos.

As obras selecionadas foram registradas, assim como suas páginas contendo regiões com manchas, aparentemente causadas por fungos, e que foram submetidas à coleta.

A coleta de fungos foi realizada conforme o seguinte procedimento: pressão de um “swab”, ou haste flexível de algodão estéril sobre região manchada do volume e deposição do material coletado sobre meio de cultura BDA (batata, dextrose e ágar), em placas de Petri.

No IPT, as placas de Petri foram mantidas em estufa de cultura a $(27 \pm 8)^{\circ}\text{C}$ e $(65 \pm 10)\%$ de umidade relativa do ar e observadas, diariamente, com o objetivo de acompanhar qualquer desenvolvimento de fungos que pudesse vir a ocorrer. As cepas de fungos foram então isoladas umas das outras, repicadas para tubo de ensaio contendo meio de cultura inclinado e condicionadas em geladeira sob temperatura de aproximadamente 5°C .

2.2 Determinação dos tipos de fungos presentes

Para observação das estruturas fúngicas utilizou-se a técnica de microcultivo (BRAZOLIN, 1997), que propicia um micro-habitat favorável ao desenvolvimento desses organismos, possibilitando sua visualização através do microscópio óptico comum.

O procedimento consistiu na transferência de um pequeno bloco de meio de cultura BDA, sob condições assépticas, para uma lâmina de vidro esterilizada. Fragmentos da amostra a ser analisada foram inoculados no bloco de BDA e, então, cobertos por uma lamínula de vidro. O conjunto foi transferido para uma placa de Petri contendo algodão umedecido com água esterilizada e incubada em estufa de cultura a $(27 \pm 8)^{\circ}\text{C}$ e $(65 \pm 10)\%$ de umidade relativa do ar. As lâminas foram observadas diariamente para acompanhamento do desenvolvimento das estruturas.

A identificação dos fungos isolados foi feita por meio da observação das características morfológicas de cada organismo, comparando-as com as descritas por BARNETT (1962), BARNETT & HUNTER (1987), BARRON (1972) e ONIONS et al. (1981).

3 GÊNEROS E CARACTERÍSTICAS DE FUNGOS ISOLADOS

Através da técnica de microcultivo, foram identificados os gêneros de fungos apresentados a seguir: *Cladosporium* sp. (em 05 volumes amostrados); *Oidiodendron* sp. (em 02 volumes amostrados); *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp. e *Acremonium* sp. (cada espécie em 01 volume amostrado). Os fungos coletados ocorreram em diferentes volumes de obras dos séculos XVII, XIX e XX.

Foram efetuadas fichas dos fungos identificados. A Figura 1 apresenta, como exemplo, uma dessas fichas.

De acordo com ALEXOPOULOS et al. (1996), os fungos, classificados com base na morfologia de suas estruturas reprodutivas e vegetativas e nas características de seu ciclo biológico, são extremamente numerosos em gêneros e espécies, ocorrendo em praticamente todos os ambientes. São dependentes de outros organismos vivos ou de matéria orgânica em decomposição para obter as substâncias necessárias para seu desenvolvimento e reprodução.

Segundo COCHRANE (1958), a maioria das espécies de fungos produz quantidades significativas de esporos, atingindo alguns milhões. Estes esporos são dispersos, de forma eficiente, pelo ar, água e outros meios e podem, sob condições normais, germinar no substrato atingido ou, sob condições desfavoráveis, permanecer viáveis por longos períodos, em estado de latência, mesmo em situações extremas.

Em relação aos fungos isolados neste estudo, pode-se ressaltar o seguinte:

O gênero *Cladosporium* é facilmente isolado de matéria orgânica em decomposição, bem como de materiais diversos (papel, tinta, fotografias, fitas magnéticas) e do meio ambiente. São relatados como produtores de diversas micotoxinas. Também, podem ser responsáveis por infecções oportunistas (KENDRICK, 1992; VALENTIN & VAILLANT CALLOL, 1996). Produzem como metabólitos as proteases, o ácido láctico e o ácido acético e causam acidificação e descoloração do papel, além de manchas predominantemente nas cores azul-violeta e rosa (VALENTIN & VAILLANT CALLOL, 1996).

O gênero *Fusarium* tem vasta distribuição, ocorrendo em solos (ONIONS et al., 1981) como saprófitos, atuando na decomposição de matéria orgânica (BARNETT, 1962),

e como patógenos de plantas (ALEXOPOULOS et al., 1996). São resistentes a condições adversas, graças à membrana espessa de suas hifas e à formação de clamidiosporos, ou esporos de resistência (VALENTIN & VAILLANT CALLOL, 1996). Muitas espécies são responsáveis pela produção de micotoxinas (KENDRICK, 1992; ALEXOPOULOS et al., 1996). Celulases e ácido acético são os metabólitos que o fungo produz e sua ação de deterioração no papel se dá por afetar as fibras celulósicas, causar descoloração ou manchas rosadas (VALENTIN & VAILLANT CALLOL, 1996).

O gênero *Aspergillus* é um dos mais bem sucedidos do reino Fungi, devido à sua grande versatilidade fisiológica (BARRON, 1972). Algumas espécies de *Aspergillus* conseguem se desenvolver em quantidades mínimas de água (KENDRICK, 1992). Podem ser isolados de solos, principalmente em regiões tropicais e subtropicais, e ocorrem em todos os tipos de detritos orgânicos (BARRON, 1972). Podem ser considerados como um dos maiores produtores de micotoxinas, especialmente a aflatoxina. Algumas espécies podem ser utilizadas para fins comerciais (ONIONS et al., 1981). Há espécies de *Aspergillus* capazes de degradar couro e geralmente podem constituir um problema em livrarias e museus (ALEXOPOULOS et al., 1996). Como metabólitos, produzem amilases, celulases, glicose oxidase, ácido cítrico, ácido láctico, ácido fumárico e ácido málico. No papel causam degradação e acidificação e manchas de cores diversas (VALENTIN & VAILLANT CALLOL, 1996).

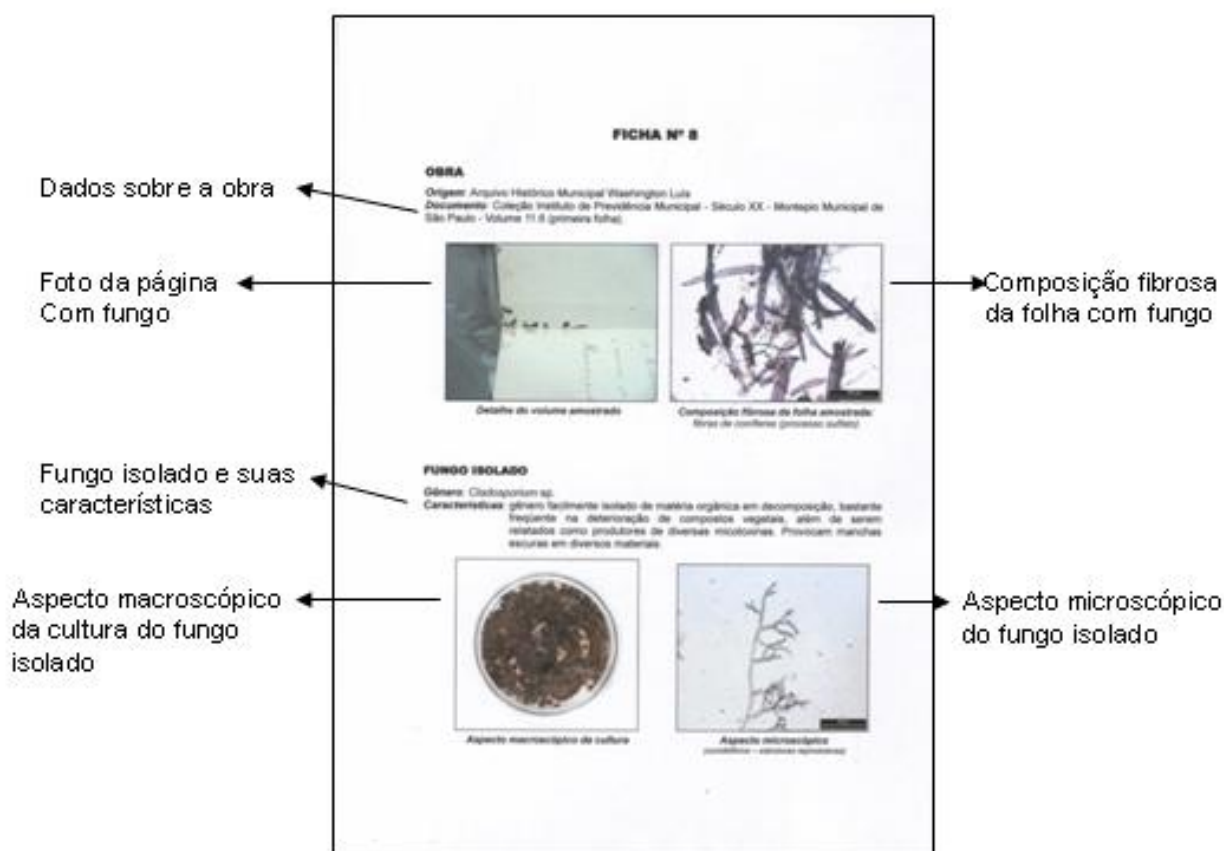


Figura 1 – Ficha de identificação

Poucas informações foram encontradas a respeito do gênero *Oidiodendron*. Sabe-se que tem ampla distribuição em solos (BARRON, 1972).

O gênero *Acremonium* produz micotoxinas capazes de inibir o desenvolvimento de bactérias. Algumas espécies são descritas como saprófitos ou parasitas de plantas. O estado perfeito do *Acremonium* é relacionado ao gênero *Chaetomium*, um ascomiceto conhecido por suas propriedades celulolíticas.

4 AÇÃO DO ÁLCOOL SOBRE OS FUNGOS

Para verificar a eficiência do tratamento com álcool, foi desenvolvido um método de ensaio laboratorial, inspirado em trabalho realizado por NITTÉRUS (2000), utilizando 3 das 5 espécies de fungos isoladas nos documentos do acervo do Arquivo Histórico Municipal.

O método de ensaio utilizou 21 corpos-de-prova, 3 para cada tipo de tratamento, confeccionados com papel-de-filtro e apresentando dimensões de 25 mm x 25 mm, que foram depositados em placas de Petri contendo meio de cultura composto BDA (batata, dextrose e ágar). Estes corpos-de-prova foram inoculados com suspensões puras, contendo $10^6 \pm 200.000$ esporos por mL de solução de cada uma das seguintes espécies de fungo: *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp. e *Cladosporium* sp.

As placas foram incubadas por 3 dias, sob temperatura entre 28 e 30 °C e umidade relativa maior do que 85 %. Findo o período de incubação, os corpos-de-prova foram removidos das placas e submetidos aos tratamentos de aspiração seguida de imersão em etanol nas concentrações 50 %, 70 % e sem diluição, ou somente imersão, nas mesmas concentrações, sem aspiração.

A aspiração foi feita utilizando-se um sistema montado com dois kitassatos acoplados a uma bomba de vácuo. Para cada espécie de fungo foram utilizados diferentes recipientes para o tratamento com etanol.

Após tratamento, os corpos-de-prova foram secos ao ar por 1 hora, recolocados em placas de Petri contendo meio de cultura BDA e incubados por 3 dias, sob temperatura entre 28-30°C e umidade relativa maior do que 85%. A avaliação visual, diária, permitiu acompanhar a evolução do crescimento de cada espécie de fungo sobre os corpos-de-prova submetidos aos diferentes tratamentos.

Nas condições do ensaio observou-se que a aspiração é um fator de inibição no crescimento dos fungos, assim como os tratamentos com etanol, principalmente na diluição a 70%. A combinação de aspiração e posterior imersão em etanol 70% foi a que apresentou melhores resultados. Entretanto, nenhum dos tratamentos aplicados conseguiu controlar totalmente o crescimento dos fungos.

5 COMENTÁRIOS

Apesar de não ocorrerem em abundância, foram isoladas diferentes espécies de fungos em documentos do acervo. Dos fungos encontrados, aqueles pertencentes aos gêneros *Cladosporium* sp. e *Aspergillus* sp. causam manchas escuras no papel, de difícil remoção. As espécies do gênero *Fusarium* sp. também causam manchas, porém, de tonalidades claras. Os outros gêneros encontrados (*Odiodendrum* sp. e *Acremonium* sp.) não são considerados fungos manchadores.

O estudo realizado com soluções alcoólicas, utilizando os gêneros mais comumente encontrados em papel, embora tenha apresentado algum resultado, não se mostrou eficiente porque não conseguiu eliminar completamente as colônias de fungos, e portanto, impedir seu desenvolvimento posterior. Entretanto, estudos utilizando situações reais devem ser realizados com objetivo de avaliar melhor esta técnica.

Para a eliminação de infecções de fungos presentes no acervo do Arquivo Municipal devem ser reforçadas medidas preventivas que criem condições desfavoráveis à sobrevivência e proliferação dos fungos. Controlar a temperatura e diminuir a quantidade de água do ambiente onde se encontra o acervo, assim como mantê-lo sempre limpo, são medidas simples e muito eficientes, devendo ser as primeiras a serem tomadas. Medidas curativas, como a aplicação de produtos desinfetantes e fungicidas, podem ser eficazes; porém, sempre que possível, devem ser evitadas, por seus efeitos danosos no papel e em outros materiais eventualmente presentes, como couro, tintas e pigmentos. Alguns produtos chegam a causar, entre outros problemas, alterações de cor e despolimerização e aumento do poder corrosivo de certos metais (VALENTIN &

GARCIA, 1999). Também é importante considerar, além dos riscos de danos ao material, os efeitos tóxicos do produto para o aplicador e para o usuário final, assim como possíveis riscos ambientais.

Outras medidas curativas que podem ser mencionadas são:

- Radiações eletromagnéticas: têm demonstrado ser um método potencial para o controle dos fungos em papéis e documentos gráficos, já que a exposição a doses elevadas de radiação pode destruir as estruturas fúngicas. Entretanto, os efeitos deste método sobre as propriedades do papel não podem ser desprezados. TOMAZELLO (1994), em estudo sobre a aplicabilidade da radiação gama no controle de fungos que afetam o papel, propõe uma conjunção de diferentes métodos de controle, para avaliação dos possíveis efeitos sinérgicos. VALENTIN & GARCIA (1999) discutem a ação das radiações de raios γ , x e β e de microondas na estrutura do papel, chegando à conclusão geral de que provocam alterações no polímero da celulose, levando à perda de resistência mecânica, além do risco de causarem alterações em cores e pigmentos, e, no caso da radiação microondas, também produzindo calcinação em peles animais usadas em capas de livros.

- Método da ventilação: VALENTIN & GARCIA (1999) apontam como uma alternativa eficiente e de baixo custo para controle de infecções por fungos. Este consiste de um número determinado de renovação do ar/hora no espaço onde o acervo está confinado. Para definir este número devem ser consideradas as condições do ambiente em relação à temperatura e umidade do ar.

- Gases inertes, modificando a atmosfera: para fungos apresentou-se eficiente o gás Argônio, de alta pureza. Este sistema não produz alterações físico-químicas nos suportes por usar um elemento inerte. Deve-se, entretanto, controlar a umidade relativa do ar. Este método não é tóxico, porém, apresenta a desvantagem do alto custo (VALENTIN; VAILLANT CALLOL; GUERRERO, s.d.).

Os métodos citados para desinfecção de acervos apresentam alguma desvantagem, sejam altos custos, conseqüências na integridade do suporte, na saúde do homem ou no meio ambiente, dificuldades de instalação/realização, entre outras. Todas e quaisquer medidas, sejam elas preventivas ou curativas, devem ser adotadas apenas após uma análise cuidadosa de eventuais riscos que estas possam apresentar para o acervo e para as pessoas envolvidas.

6 CONCLUSÃO

Os responsáveis por acervos devem definir um plano integrado de controle de pragas, envolvendo medidas voltadas à conservação preventiva. Neste contexto é fundamental analisar as condições do edifício onde se encontra o acervo e o ambiente que o rodeia; identificar os problemas relativos à conservação das coleções; diagnosticar e quantificar as degradações presentes no acervo, avaliando sua extensão; estabelecer meios para correção das causas de degradação, considerando disponibilidade de meios e de profissionais e analisando custos/benefícios e elaborar planos de prevenção de desastres.

O estudo realizado, embora exploratório e pontual, permitiu observar a importância de se conhecer os tipos de fungos presentes em um acervo para que medidas preventivas e de tratamento sejam melhor direcionadas.

7 AGRADECIMENTOS

Ao Arquivo Histórico Municipal Washington Luís, por permitir a realização desse trabalho em seu acervo.

À equipe do projeto Rede de Apoio Tecnológico à Conservação e Restauração do Patrimônio Histórico – Retecop, cuja coordenação, no IPT, coube à Dra. Mirian Cruxen e

ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelo apoio ao desenvolvimento deste estudo.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXOPOULOS, C.J.; MIMS, C.W.; BLACKWELL, M. Introductory mycology. 4.ed. New York : John Wiley & Sons, 1996. 868p.
- BARNETT, H.L. Illustrated genera of imperfect fungi. 2.ed. Minneapolis : Burgess, 1962. 225p.
- BARNETT, H.L. & HUNTER, B.B. Illustrated genera of imperfect fungi. 4.ed. Minneapolis : Burgess, 1987. 218p.
- BARRON, G.L. The genera of hypomycetes from soil. 1.ed. Baltimore : Robert E. Krieger Publishing, 1972. 364p.
- BRAZOLIN, S. Podridão mole em madeira de *Tabebuia* sp. (ipê) em torre de resfriamento de água: identificação e avaliação da capacidade de degradação dos fungos e alterações na estrutura anatômica da madeira. Piracicaba, 1997. 139p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- COCHRANE, V.W. Physiology of fungi. New York : Wiley, 1958. 524p.
- D'ALMEIDA, M.L.O.; AUADA, F.M. et al. A influência de banhos de limpeza e da reencolagem nas propriedades do papel. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONSERVADORES-RESTAURADORES DE BENS CULTURAIS - ABRACOR, 9, 1998. Anais ... 1998, p.160-172.
- GUIA do Arquivo Histórico Municipal Washington Luís. Prefeitura de São Paulo. Departamento do Patrimônio Histórico; 2000.
- KENDRICK, B. The Fifth Kingdom. 2.ed. New Buryport : Mycologue Publications, 1992. 406p.
- NITTEBUS, M. Ethanol as fungal sanitizer in paper conservation. In: RESTAURATOR. Munich : Saur, 2000. n.21, p.101-115.
- ONIONS, A.H.S.; ALLSOPP, D.; EGGINS, H.O.W. Smith's introduction to industrial mycology. 7.ed. New York : Edward Arnold Ltd., 1981. 398p.
- PUTZKE, J.; PUTZKE, M.T.L. Os reinos dos fungos. Santa Cruz do Sul : EDUNISC, 2002. v.2, 829p.
- SZCZEPANOWSKA, H. Biodeterioration of art objects on paper. The Paper Conservator, v.10, p.31-39, 1986.
- TOMAZELLO, M.G. Aplicabilidade da radiação gama no controle de fungos que afetam papéis. São Paulo, 1994. 185p. Tese (Doutorado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo.
- VALENTIN, N. & GARCIA, R. El biodeterioro en el museo. In: ARBOR DCXLV, 645, septiembre 1999. p. 85-107.
- VALENTIN, N.; VAILLANT CALLOL, M.. Principios básicos de la conservación documental y causas de su deterioro. Madrid : Ministerio de Educación y Cultura & Instituto del Patrimonio Histórico Español, 1996. p.72-102.
- VALENTIN, N.; VAILLANT CALLOL, M.; GUERRERO, H. Control integrado de plagas en bienes culturales de países de clima mediterráneo y tropical. [s.d.] p.205-215. (Acervo ABER - Associação Brasileira de Encadernação e Restauro).