



Ministério da
Ciência e Tecnologia



Museu de Astronomia e Ciências Afins – MAST / MCT

Curso de Pós Graduação em Preservação de Acervos de C&T – PPACT

O MÉTODO DE ATMOSFERA ANÓXIA:

***Tratamento atóxico para a desinfestação
de acervos bibliográficos***

Jandira Helena Fernandes Flaeschen

MAST / MCT
Rio de Janeiro, novembro de 2009

O MÉTODO DE ATMOSFERA ANÓXIA: TRATAMENTO ATÓXICO PARA A DESINFESTAÇÃO DE ACERVOS BIBLIOGRÁFICOS

por

Jandira Helena Fernandes Flaeschen,
Aluna do Curso de Pós-Graduação em Preservação
de Acervos de Ciência e Tecnologia

Monografia de Especialização apresentada à
Coordenação do Curso de Pós-Graduação em
Preservação de Acervos de Ciência e Tecnologia.

Orientadora: Professora Especialista Ozana
Hannesch
Coorientadora: Professora Mestre Ingrid Beck

F573

Flaeschen, Jandira Helena Fernandes

O método de atmosfera anóxia: tratamento atóxico para
a desinfestação de acervos bibliográficos/ Jandira Helena
Fernandes Flaeschen. - Rio de Janeiro, 2009.

84 p. : il.

Monografia de final de curso (especialização) Museu de
Astronomia e Ciências Afins, Programa de Pós-Graduação
em Preservação de Acervos de C&T, 2009.

Orientadoras: Ozana Hannesch e Ingrid Beck

1. Atmosfera anóxia. 2. Desinfestação. 3. Acervo bibliográfico.
4. Conservação. 5. Controle integrado de pragas. I. Hannesch,
Ozana. II. Beck, Ingrid. III. Título.

CDU: 025.85

FOLHA DE APROVAÇÃO

O MÉTODO DE ATMOSFERA ANÓXIA:

**Tratamento atóxico para a desinfestação de acervos
bibliográficos.**

Monografia de Especialização submetida ao corpo docente do Curso de Pós-Graduação em Preservação de Acervos de Ciência e Tecnologia, do Museu de Astronomia e Ciências Afins – MAST/MCT, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Especialista em Preservação de Acervos de Ciência e Tecnologia.

Aprovada por

Prof. _____
OZANA HANNESCH

Prof. _____
SILVANA BOJANOSKI

Prof. _____
ADRIANA COX HOLLÓS

Rio de Janeiro, 2009

Dedico este trabalho aos meus maiores incentivadores: meus pais. Aos professores, que ao longo das minhas experiências na área, compartilharam seus saberes comigo. E ao Ser Supremo, que me proporcionou descobrir novas habilidades e aprendizagens nesta trajetória profissional.

Agradeço à coordenação do MAST pela iniciativa na promoção desta nova oportunidade de aperfeiçoamento na área de Preservação de acervos.

Agradeço às bibliotecárias da Biblioteca Barbosa Rodrigues pela colaboração para a realização deste trabalho.

Agradeço à equipe do Centro de Conservação e Encadernação da Biblioteca Nacional pelo apoio, e agradeço as minhas orientadoras pelo auxílio e incentivo para a concretização desta pesquisa.

“Aprender é resolver ativamente problemas:
o valor de um homem não está no que ele sabe,
mas sim, no que ele faz com o que sabe.”

Autor desconhecido

RESUMO

FLAESCHEN, Jandira Helena Fernandes. O método de atmosfera anóxia: tratamento atóxico para a desinfestação de acervos bibliográficos.

Orientadores: Ozana Hannesch e Ingrid Beck. MAST. 2009. Monografia de Especialização.

A Monografia apresenta um estudo sobre os procedimentos de conservação de acervos bibliográficos e os métodos atóxicos para tratamento de desinfestação. Os principais agentes de deterioração que afetam estes acervos são umidade relativa, temperatura, poluição ambiental, iluminação e agentes biológicos. Os agentes de biodeterioração podem causar grandes danos aos acervos bibliográficos, principalmente em conjunto com esses outros fatores. A fim de tratar e conter as infestações já foram largamente utilizados produtos químicos tóxicos, porém estes oferecem riscos de contaminação ao acervo, à saúde humana e o meio ambiente. Desse modo, outros métodos estão sendo aplicados para este tratamento, são os métodos atóxicos, como o congelamento e a atmosfera modificada. Esta técnica erradica os insetos por ausência de oxigênio, levando-os à desidratação. O método possui variações e pode ser desenvolvido com gases inertes, dióxido de carbono e absorvedores de oxigênio. A sua execução exige materiais e técnicos especializados. Problemas em relação à concentração inadequada do gás utilizado, falhas de vedação, tempo de exposição insuficiente, falta de monitoramento e medição das concentrações de oxigênio durante todo o processo podem acarretar no insucesso do tratamento. O programa de controle integrado de pragas deverá ser implantado após um tratamento de desinfestação, ou antes, mas sempre como uma medida preventiva de conservação. Ele atua em: identificar as pragas, eliminá-las em todas as suas fases de desenvolvimento e evitar o acesso de novos insetos ao acervo. Para validar a utilização do método, o projeto de conservação da Biblioteca Barbosa Rodrigues é apresentado como um exemplo de que a metodologia é viável e eficaz.

ABSTRACT

FLAESCHEN, Jandira Helena Fernandes. **The method of anoxic atmosphere: treatment no toxic for the disinfestation bibliographic holdings.**

Supervisors: Ozana Hannesch and Ingrid Beck. MAST. 2009. Monograph of Specialization.

The monograph presents a study on conservation bibliographic holdings and methods no toxics for treating of disinfestation. The main agents of deterioration that affect these collections are relative humidity, temperature, environmental pollution, lighting and biological agents. The agents of biodeterioration can cause massive damage to bibliographic holdings, especially in conjunction with these other factors. In order to treat and contain the infestations have been widely used toxic chemicals, but they offer the contamination risks to human health and the environment. That way, others methods are being applied to this treatment, are no toxics methods, such as the freezing and modified atmosphere. This technique eradicates insects for lack of oxygen, leading to dehydration. The method has variations and can be developed with inert gases, carbon dioxide and oxygen absorbers. Its implementation requires materials and technical expertise. Problems in relation to the concentration of gas used inappropriate, seal failure, insufficient exposure time, lack of monitoring and measurement of concentrations of oxygen during the entire process may lead to the failure of the treatment. The program integrated pest control should be deployed after disinfestation treatment, or before, but always as a preventive measure of conservation. It acts on: identify pests, delete them in all its stages of development and avoid new access to insects. To validate the use of the method, the library's conservation project Barbosa Rodrigues is presented as an example that the methodology is feasible and effective.

SIGLAS E ABREVIATURAS UTILIZADAS:

BBR – Biblioteca Barbosa Rodrigues

CCI – Canadian Conservation Institute

FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde

IEN – Instituto de Engenharia Nuclear

INEA – Instituto Estadual do Ambiente

IPEN – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

IPHAN – Instituto do Patrimônio Artístico e Histórico Nacional

JBRJ – Jardim Botânico do Rio de Janeiro

MAST – Museu de Astronomia e Ciências Afins

MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia

ONU – Organização das Nações Unidas

pH – ponte de Hidrogênio

s.d. – sem data

UR – umidade relativa

LISTA DE FIGURAS, GRÁFICOS E TABELAS:

FIGURA 1 -	<i>Blatella germanica</i>	20
FIGURA 2 -	<i>Periplaneta americana</i>	20
FIGURA 3 -	Casulo e mariposa da traça de roupa da espécie <i>Tineola uterella</i>	21
FIGURA 4 -	Exemplar de Tisanuro (silverfish).....	22
FIGURA 5 -	Detalhe de dano causado por traça em suporte de papel.....	22
FIGURA 6 -	Exemplar de <i>Liposcelis sp.</i>	23
FIGURA 7 -	Anatomia e ciclo de desenvolvimento dos cupins.....	25
FIGURA 8 -	Exemplares da espécie <i>Coptotermes gestroi</i> , com asas e sem asas.....	27
FIGURA 9 -	Comparação entre os grãos fecais do cupim <i>Incisitermes minor</i> (direita) e do <i>Cryptotermes brevis</i> (esquerda).....	28
FIGURA 10 -	Castas do cupim <i>Cryptotermes brevis</i>	29
FIGURA 11 -	Cupins de madeira seca: exemplar do alado e do operário.....	29
FIGURA 12 -	Espécie <i>Sitophilus oryzae</i> (besouro do arroz).....	30
FIGURA 13 -	Pó expelido pela broca para fora dos materiais atacados.....	31
FIGURA 14 -	<i>Lasioderma serricorne</i>	32
FIGURA 15 -	<i>Stegobium paniceum</i>	33
FIGURA 16 -	Comparação dos élitros e antenas do besouro do tabaco, <i>Lasioderma serricorne</i> (esquerda); e besouro da farinha, <i>Stegobium paniceum</i> (direita).....	34
FIGURA 17 -	Comparação da larva do besouro do tabaco, <i>Lasioderma serricorne</i> (esquerda); com a do besouro da farinha, <i>Stegobium paniceum</i> (direita).....	34
FIGURA 18 -	Unidade de controle ligada à câmara de armazenamento dos livros.....	51
FIGURA 19 -	Galpão de armazenamento onde livros estão sendo tratados, dentro de bolha gigante.....	51
FIGURA 20 -	Seladora portátil com temperatura constante.....	52
FIGURA 21 -	Absorvedor de oxigênio.....	53
FIGURA 22 -	Funcionamento do sensor de oxigênio.....	54
FIGURA 23 -	Bolsas com livros em tratamento.....	55
FIGURA 24 -	Pó encontrado sob as lombadas durante a inspeção visual.....	60
FIGURA 25 -	Vista da entrada da Biblioteca Barbosa Rodrigues.....	63
FIGURA 26 -	Visão da lateral direita e fundos do prédio da Biblioteca.....	63
FIGURA 27 -	Setor de Obras Raras, acervo em arquivos deslizantes.....	64
FIGURA 28 -	Setor de Periódicos, composto por dois andares.....	64
FIGURA 29 -	Exemplar das Obras raras muito atacado por insetos.....	66
FIGURA 30 -	Exemplar das Obras raras com ataque de insetos, com perda total da encadernação.....	66
FIGURA 31 -	Exemplar das Obras raras.....	66
FIGURA 32 -	Exemplares de Periódicos do século XX com sinais de ataque de insetos, furos e danos nas lombadas.....	67
FIGURA 33 -	A higienização foi realizada nos volumes não infestados.....	68
FIGURA 34 -	Resíduos e insetos mortos retirados de um livro após a desinfestação.....	68
FIGURA 35 -	Higienização das estantes.....	68
FIGURA 36 -	Grande volume em tratamento para reduzir rapidamente a infestação.....	70
FIGURA 37 -	Exemplares sendo tratados devido a pontos de infestações encontrados após o projeto.....	71
GRÁFICO 1 -	Pragas e tempo de exposição em atmosfera anóxia.....	49
TABELA 1 -	Dados do projeto.....	71

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
CAPÍTULO 1 - CONSERVAÇÃO DE ACERVOS BIBLIOGRÁFICOS E BIODETERIORAÇÃO.....	15
1.1. Agentes de biodeterioração dos acervos.....	16
1.1.1. Insetos.....	17
1.1.1.1. Baratas.....	18
1.1.1.2. Traças.....	20
1.1.1.3. Piolhos de livros.....	22
1.1.1.4. Cupins.....	23
1.1.1.5. Brocas.....	29
CAPÍTULO 2 - MÉTODOS DE TRATAMENTO.....	35
2.1. Tratamentos químicos e suas implicações.....	35
2.2. Tratamentos atóxicos.....	42
2.2.1. Método de congelamento.....	43
2.2.2. Métodos de atmosfera modificada por anóxia.....	45
2.2.2.1. Sistema dinâmico.....	46
2.2.2.2. Sistema estático.....	52
2.2.2.3. Sistema dinâmico-estático.....	55
2.3. Programa de controle integrado de pragas.....	56
2.3.1. Limpeza e conservação do ambiente.....	57
2.3.2. Prevenção e exclusão de rotas de entrada.....	58
2.3.3. Controle e manutenção do clima.....	59
2.3.4. Monitoramento de pragas.....	60
CAPÍTULO 3 - O PROJETO DE CONSERVAÇÃO DA BIBLIOTECA BARBOSA RODRIGUES.....	62
3.1. O acervo da Biblioteca e seu Projeto de conservação.....	62
3.2. Diagnóstico e higienização.....	64
3.3. O método de atmosfera anóxia empregado para a desinfestação.....	68
3.4. Manutenção preventiva.....	70
3.5. Resultados obtidos.....	71
CONCLUSÕES	73

REFERÊNCIAS	77
BIBLIOGRAFIA	81

INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como objeto de estudo os procedimentos de conservação com foco nos métodos atóxicos de desinfestação para tratamento de acervos bibliográficos. A partir da investigação sobre a aplicação dos tratamentos por atmosfera modificada, pudemos verificar como se procedem as metodologias e sua viabilidade e eficácia para a desinfestação de livros e outros encadernados.

Sendo assim, nosso principal objetivo foi analisar os métodos de tratamento por atmosfera modificada, como meios atóxicos para tratar infestações causadas por insetos. E dentro dos desdobramentos da pesquisa, estudamos os agentes de biodeterioração mais encontrados nos acervos; verificamos porque os tratamentos químicos podem ser prejudiciais aos acervos e às pessoas e compreendemos como funciona um sistema integrado de pragas, como elaborá-lo e gerenciá-lo em bibliotecas.

O interesse pelo tema justifica-se pela tendência atual da utilização de métodos não tóxicos para o tratamento de infestações, visando não contaminar os acervos, o meio ambiente e os seres humanos. Além disto, os métodos atóxicos veem mostrando-se alternativas eficazes de tratamento, de acordo com as pesquisas de vários especialistas e, somados aos programas de controle integrado de pragas, compõem uma sistemática preventiva e curativa a ser implantada pelas instituições culturais.

A metodologia escolhida para verificar a validação do tratamento anóxio foi a revisão bibliográfica de publicações de instituições e especialistas brasileiros e de outros países e, o estudo de caso do Projeto de Conservação da Biblioteca Barbosa Rodrigues, no qual a sistemática foi aplicada.

O resultado da pesquisa foi estruturado em três capítulos.

No primeiro capítulo, relacionamos os principais agentes biológicos de deterioração dos acervos bibliográficos, destacando informações sobre a biologia dos insetos frequentemente encontrados nas infestações.

O segundo capítulo apresenta os tratamentos químicos e os métodos atóxicos de desinfestação, e enfatiza os riscos no uso dos produtos químicos. Os métodos atóxicos considerados mais promissores, o congelamento e a atmosfera modificada com gases inertes, dióxido de carbono e absorvedores de oxigênio, são descritos e analisados, em função de seus protocolos e materiais. No final deste capítulo, abordamos o programa de

controle integrado de pragas, dentro da sistemática de tratamento, que pode ser considerado uma ferramenta muito útil para as instituições. Por possuir um caráter preventivo, o programa oferece um planejamento e um gerenciamento das medidas necessárias para identificar, evitar, excluir e avaliar as infestações que podem ocorrer nos acervos bibliográficos

No terceiro capítulo, é apresentado o estudo de caso do projeto de conservação da Biblioteca Barbosa Rodrigues do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. São descritas, neste item, as etapas e as ações específicas que foram executadas para o tratamento do acervo. O acervo da biblioteca, que possui um grande valor científico e histórico para a área da Botânica e das Ciências Naturais, encontrava-se bastante comprometido pela infestação de insetos coleópteros e, ainda necessitava de higienização. As medidas adequadas para a desinfestação foram tomadas de acordo com o diagnóstico realizado. O método de atmosfera anóxia obtida com absorvedores de oxigênio foi o escolhido para o tratamento, mostrando resultados satisfatórios.

Na Conclusão, apresentamos a viabilidade e a eficácia do método aplicado no projeto da Biblioteca daquele instituto, relacionando-o com os estudos feitos nesta pesquisa, analisando seus resultados e destacando a importância de uma gestão integrada de pragas visando à preservação de acervos bibliográficos.

CAPÍTULO 1

CONSERVAÇÃO DE ACERVOS BIBLIOGRÁFICOS E BIODETERIORAÇÃO

As bibliotecas são espaços criados para organizar, preservar e disponibilizar os conhecimentos gerados pela humanidade a partir das sociedades e suas experiências. De origem remota e indeterminada, segundo Araújo e Oliveira (2005), revelam desde então, seu papel social, levando em consideração as condições econômicas, políticas, sociais e culturais necessárias para que elas surgissem.

Não importando a quantidade de volumes que determinam se uma biblioteca é de grande porte, como a Biblioteca Nacional do Rio de Janeiro ou possuidora de um pequeno acervo, como uma biblioteca municipal de um bairro, todas possuem a mesma finalidade que é de levar o conhecimento e a informação a várias gerações. Deste modo, a partir da compreensão do valor de suas coleções e de sua importância para a comunidade, faz parte do papel social e institucional dos responsáveis pelas bibliotecas, estabelecer objetivos e estratégias para a preservação dos acervos.

Suas coleções podem ser constituídas por documentos bibliográficos ou não bibliográficos que exigem cuidados peculiares. Em sua grande maioria, os acervos bibliográficos são formados por papéis, material orgânico que é o principal suporte da escrita e impressão de livros, periódicos, catálogos, manuscritos, mapas, gravuras, fotografias, etc. e que estão sujeitos a um contínuo processo de deterioração através de agentes internos e externos.

O suporte papel e as encadernações, principais elementos dos acervos bibliográficos, podem degradar-se rapidamente se fabricados e/ou acondicionados indevidamente e ainda podem ser destruídos pela ação das tintas de escrita ou impressão, do manuseio e da guarda inadequados. Por este motivo, atitudes e práticas em prol da preservação destes materiais informacionais devem objetivar a conscientização e o entendimento pleno sobre a longevidade dos documentos. Levando, por conseguinte, todos aqueles atuam sobre eles de forma direta ou indiretamente, os verem como bens culturais.

As atividades de conservação preventiva planejadas e desenvolvidas nas bibliotecas irão retardar os danos e oferecer proteção física aos acervos. No entanto, os responsáveis

por esta tarefa devem conhecer seus acervos, as principais ameaças e riscos e os meios para preveni-los e tratá-los.

1.1. AGENTES DE BIODETERIORAÇÃO DOS ACERVOS

Os agentes de biodeterioração dos acervos bibliográficos são os microorganismos (fungos e bactérias), os macroorganismos e os insetos. Neste trabalho enfatizamos as principais características e os danos causados pelo grupo dos insetos, destacando os cupins e brocas, que são os mais devastadores.

Os materiais orgânicos que constituem os acervos bibliográficos são fonte de alimentação para estes seres vivos. As condições ambientais dos países de clima tropical apresentam-se ideais para o seu rápido desenvolvimento. A falta de medidas de conservação preventiva e mau estado de conservação dos prédios das bibliotecas também favorecem a sua proliferação.

Sendo assim, seus danos são irremediáveis e a infestação e infecção dos acervos bibliográficos apresentam-se como uma grande ameaça para o patrimônio e um desafio para os conservadores. Eles podem afetar quimicamente os materiais e comprometerem sua resistência mecânica.

Os fungos, comumente chamados de mofo ou bolor, são seres do reino *Fungi* que apresentam estruturas similares às dos vegetais e outras similares às dos animais. Eles não realizam a fotossíntese e por isto instalam-se sobre os materiais orgânicos, para retirarem seus nutrientes. Sua disseminação ocorre por meio de esporos, transmitidos por contato ou pelo movimento do ar onde ficam em suspensão. Os esporos sobrevivem nos mais variados ambientes, podendo ficar dormentes por longos períodos, até encontrarem condições para germinar. Eles precisam de oxigênio e quase todos preferem elevadas temperaturas e umidade relativa - acima de 25º C e UR¹ acima de 60% - e pH² ácido, entre 5 e 6. A falta de ventilação nos locais de guarda, aliada aos outros fatores, favorece a sua proliferação. Eles produzem enzimas que degradam a celulose do papel e também outros materiais, como o couro e os adesivos.

As bactérias são organismos microscópicos constituídos de uma ou várias células, alimentam-se de substâncias orgânicas e são depositadas nos materiais pela ação da

¹ Umidade relativa (UR) é a taxa expressa em percentual referente à quantidade de vapor de água contida em um volume específico de ar, comparada com a quantidade que este mesmo volume de ar pode conter sob a mesma temperatura e a mesma pressão atmosférica. Já que a umidade relativa do ar depende da temperatura, esses dois fatores precisam ser considerados em conjunto.

² O pH é a grandeza associada à concentração do íon de Hidrogênio, em escala de 0 a 14. Sendo de 0 a 6 considerada ácida, 7 o ponto neutro e acima de 7, alcalina. Desse modo, indica a acidez ou alcalinidade de uma solução.

poluição, dos homens e animais. As condições adequadas para o seu desenvolvimento são o pH entre 6,5 e 7,5, temperaturas de 20⁰ a 37⁰ C e alta UR. Essas condições aceleram o seu crescimento e multiplicação.

Os roedores mamíferos (macroorganismos) têm como característica principal a presença de dentes incisivos com crescimento contínuo. São animais de hábitos noturnos, quando saem a procura de alimento. Eles escolhem alimentos que estão em condições de serem ingeridos, pois, por meio de seu olfato e paladar apurados, separam os alimentos de sua preferência e ainda não estragados. Buscam abrigo e material para a construção de seus ninhos nos acervos. Nas áreas urbanas são encontradas três espécies de ratos: ratazanas, camundongos e rato preto.

1.1.1. Insetos:

Os primeiros insetos viveram há mais de 300 milhões de anos. Estes seres, segundo Carrera (1980), habitam praticamente o mundo todo, desde os desertos, passando por florestas até lugares onde exista neve. Estão presentes em todos os ambientes. Pertencem a Classe *Insecta*, Filo *Arthropoda*, Reino *Animalia*, com cerca de 1 milhão de espécies, sendo a mais numerosa classe.

Segundo Carrera (1980), os insetos são seres invertebrados, seus corpos são divididos em cabeça, tórax e abdômen, possuindo um envoltório protéico-quitinioso. Eles são incapazes de regular sua temperatura corporal, necessitando de aquecimento do ambiente para ativar seu metabolismo. De um modo geral, a sua reprodução ocorre rapidamente acima de 25⁰C, lentamente entre 15⁰ e 20⁰ C e nunca abaixo de 10⁰ C. Eles são menos afetados pelas variações de UR.

A temperatura e a UR altas contribuem para as condições de crescimento e o aumento da taxa de metabolismo dos insetos, por este motivo, em países tropicais eles atacam mais os materiais, porque se alimentam mais rapidamente.

Sua grande maioria possui hábitos noturnos, sendo mais ativos à noite. Preferem ambientes úmidos, escuros, empoeirados, onde haja pouca ação do homem e oferta de alimento e abrigo.

Os insetos são os responsáveis pela polinização de mais de 70% de todas as plantas fanerógamas da terra, ou seja, plantas que possuem flores. Conforme explica Carrera (1980), muitos estão diretamente relacionados com a transmissão de doenças para os seres humanos, como a malária, a doença de Chagas, a dengue, a febre amarela e outras. A produtividade agrícola e a estocagem dos alimentos sofrem grandes perdas pela

ação destruidora de muitas espécies de insetos que devoram lavouras inteiras, como os gafanhotos, ou que transmitem doenças para as plantações.

Pela maneira de viver, podemos dividir os insetos em gregários e sociais. Entre os insetos sociais destacam-se as formigas, cupins e abelhas, por serem mais conhecidos. E como exemplo de gregários, temos a broca ou caruncho e a traça.

De acordo com Carrera (1980), os insetos podem ter metamorfose completa, passando pelas etapas de ovo, larva ou ninfa, pupa ou imago e inseto adulto ou podem ter metamorfose incompleta, com as fases de ovo, ninfa e inseto adulto. A fase de ovo caracteriza-se por ser vegetativa ou latente, em que o ser está aguardando as condições adequadas para se desenvolver. A fase de larva caracteriza-se por ser aquela em que o inseto está em desenvolvimento e por isto procura alimento, é quando ocorrem os ataques mais vorazes aos acervos. E a fase adulta, caracteriza-se por ser a fase de reprodução.

Apesar de numerosos, os insetos são praticamente as primeiras vítimas da degradação ambiental que vem ocorrendo, como o desmatamento, e principalmente com a aplicação de inseticidas.

Estas são as características gerais dos insetos. A seguir, iremos apresentar mais características e informações específicas sobre os insetos mais encontrados nos acervos bibliográficos, detendo-nos um pouco mais sobre os cupins e brocas.

De acordo com Luccas e Seripiéri (1995), os principais insetos que atacam os acervos bibliográficos e documentais são:

- Insetos roedores de superfície, que atacam documentos externamente: baratas (da família *Blattoideas*); traças (da ordem dos Tisanuros); piolho de livro (da ordem dos Psocopteros);
- Insetos roedores internos, que atacam o interior dos volumes: cupins (da ordem dos Isópteros) e brocas (da ordem dos Coleópteros).

1.1.1.1. Baratas:

Insetos da ordem *Dictyoptera*, geralmente encontramos espécies da família *Blattoideas* nos ambientes urbanos. Segundo Potenza (2005a), existem cerca de 4.000 espécies de baratas e a maioria vive em regiões tropicais.

Como explica Potenza (2005a), as baratas são seres onívoros, portanto, são capazes de ingerir qualquer tipo de alimento, a julgar pelos estudos já feitos sobre o trato digestivo destes insetos. As baratas sinantrópicas (baratas urbanizadas que convivem no ambiente humano) são consideradas pragas porque comem os nossos alimentos. Têm

especial atração por alimentos amiláceos, como cereais, alimentos adocicados e derivados do leite e da carne. Atacam materiais, como: couro, cabelos, papéis de parede, papéis em geral, selos, tecidos e qualquer matéria orgânica em decomposição. Elas são necrófagas, ou seja, alimentam-se de cadáveres, e são também, caçadoras de percevejos. São capazes de roer livros inteiros, especialmente aqueles muito manuseados, onde haja resquícios de transpiração das mãos dos leitores. Os resíduos alimentares deixados nos ambientes são atrativos para elas.

E de acordo com Luccas e Seripierri (1995), nos acervos, elas atacam papéis gomados, capas de publicações encadernadas com tecido ou couro, deixam marcas que se assemelham a arranhões ou trilhas disformes. Causam danos nas superfícies e nas margens dos documentos e das encadernações, além de deixarem manchas.

O odor característico, repugnante para a maioria das pessoas, é o feromônio resultante da combinação de odores de seus excrementos, com fluido secretado por suas glândulas abdominais de cheiro e um fluido escuro que regurgitam pela boca quando estão comendo.

Possuem hábitos noturnos e têm preferência por ambientes úmidos, quentes e com pouca luminosidade. Habitam frestas, rachaduras, vãos, ralos, saídas de esgotos, atrás de móveis e sob tampos de mesas, áreas de armazenamento, tubulações.

Fazem metamorfose incompleta, indo da fase de ovo para ninfa e depois, para a fase adulta. São insetos que vivem em grandes grupos.

São seres resistentes e adaptam-se a situações adversas, podendo ficar sem alimento e água por cerca de quatro semanas. Também desenvolvem defesas contra inseticidas. As espécies mais comuns, segundo informações de Carrera (1980) são: *Blatella germanica*, conhecida como “francesinha”, é pequena, com cerca de 13 a 14 mm, vive cerca de 200 a 300 dias (figura 1) e a *Periplaneta americana*, a vulgar barata de esgoto, com 30 a 34 mm, vive entre 180 a 1095 dias (figura 2).

De acordo com Potenza (2005a), as baratas são insetos nocivos à saúde em função de sua capacidade potencial de transmitir doenças, como: infecção urinária, disenteria, diarréia, gastrenterite, febre tifoide, tuberculose, conjuntivite, intoxicação alimentar, pneumonia e lepra.



Figura 1 - *Blatella germanica*



Figura 2 - *Periplaneta americana*

Fonte: <http://www.vivaterra.org.br/insetos.htm#top3>

1.1.1.2. Traças:

Pelo nome comum de traça são listados alguns grupos de insetos, variando desde espécies de Tisanuros (traças dos livros) até Lepidópteros (insetos da mesma ordem das borboletas e mariposas) que atacam grãos armazenados e roupas, sendo chamadas de traças das roupas.

Segundo Carrera (1980), as traças das roupas pertencem à Ordem *Lepidoptera*, particularmente à família *Tineidae*, e são microlepidópteros que atacam roupas de lã, tapetes, peles de animais, etc. As formas jovens destas traças são lagartas e, em algumas espécies, como a *Tineola uterella Walsingham*, podem ficar protegidas por um estojo chato em forma de losango (figura 3), sendo encontradas aderidas a superfícies tais como paredes, móveis, etc. Este estojo, aberto em ambas as extremidades, permite a movimentação da lagarta, nas superfícies em que está aderida.

As traças das roupas, *Tineola bisselliella*, e traça tapeceira comum, *Tinea pellionella*, são os principais exemplares encontrados nos acervos, segundo Daniel e Pearson (1998).

As traças das roupas possuem coloração clara e medem aproximadamente 1,2-1,5 cm de comprimento. Apresentam na cabeça tuhos de pêlos avermelhados e as antenas são um pouco mais escuras do que o restante do corpo (figura 3).

Elas voam pouco e não são atraídas pela luz, sendo encontradas em locais escuros, tais como armários e gavetas. Seu desenvolvimento é influenciado pela umidade, sendo o ambiente ideal aquele com umidade relativa próxima a 75%, aquecido e escuro.

As fêmeas depositam uma média de 40 a 50 ovos em um período de 2 a 3 semanas, morrendo logo após a postura. As larvas são de coloração esbranquiçada com cabeça escurecida e tecem um casulo, em forma de losango, enquanto se alimentam, podendo ficar parcialmente cobertas por ele. A alimentação consiste de lã, penas, pelo, cabelo, couro, poeira, papel e, ocasionalmente, de algodão, linho, seda e fibras sintéticas. Roupas usadas sujas de bebidas, alimentos, suor ou urina, além daquelas guardadas por muito tempo, são as mais atacadas. As fezes das larvas das traças das roupas apresentam a mesma coloração das fibras dos tecidos. Quando as larvas estão prontas para pupar, elas migram à procura de frestas.



Figura 3- Casulo e mariposa da traça de roupa da espécie *Tineola uterella*

Fonte: <http://www.vivaterra.org.br/insetos.htm#top3>

As traças dos livros, também chamadas de traças prateadas, pertencem à Ordem *Thysanura* e são insetos que se alimentam de substâncias ricas em proteínas, açúcar ou amido, sendo muito comuns em residências, onde podem causar danos pelo ataque aos cereais, farinhas de trigo (úmidas), papéis que contêm cola (papel de parede, livros encadernados em brochura, etc), roupas engomadas e tecidos de "rayon". O aspecto da *Lepisma saccharina*, lembra um peixe prateado, daí um de seus nomes em inglês ser "silverfish" (figura 4).

As espécies encontradas nas residências têm coloração cinza prateada. Seu tamanho varia de 0,85 a 1,3 cm, dependendo da espécie e do instar³. As traças dos livros podem ocasionar enormes danos às roupas e papéis. Quando presentes nas bibliotecas, há necessidade de controle periódico (anual). Elas desbastam a superfície dos materiais no sentido horizontal, resultando em um aspecto de renda, com áreas altas e baixas e locais com furos (figura 5). O nome da ordem significa: thysanus (do grego, franja ou fimbria) e oura (do grego, cauda).

De acordo com Carrera (1980), em relação ao seu desenvolvimento, os jovens assemelham-se aos adultos, exceto por serem menores. Elas não sofrem metamorfose e do ovo sai uma forma jovem que cresce, sofre muda várias vezes, até atingir a fase adulta. O tempo de desenvolvimento, em nossas condições climáticas, é de aproximadamente um ano.

De acordo com Daniel e Pearson (1998), as traças apresentam hábitos diurnos e noturnos, sendo ativas à noite e escondendo-se durante o dia, evitando contato direto com a luz. Assim, ao acender-se a luz de um aposento, as traças procuram se esconder em frestas ou atrás de móveis e quadros. Preferem ambientes empoeirados e úmidos.

³ Instar significa estágio de desenvolvimento, segundo Carrera, 1980, p. 28.



Figura 4 - Exemplar de Tisanuro (silverfish)



Figura 5 – Detalhe de dano causado por traça em suporte de papel.

Fonte: CD-ROM Safeguarding our documentary heritage, UNESCO, 2000.

1.1.1.3. Piolhos de livros:

Os Psocópteros, vulgarmente conhecidos como piolho de livros ou corrodentia⁴, são pequenos insetos de cor amarelo-avermelhada (figura 6). Muitas vezes farinhas e cereais deixados por muito tempo em recipientes podem apresentar estes organismos minúsculos. São bem menores do que os Tisanuros, medindo cerca de 1-2 mm. Sobrevivem em locais muito úmidos.

Carrera explica que os Psocópteros são insetos com aparelho bucal do tipo mastigador, sendo a maioria sem asas. Geralmente ocorrem na natureza, em contato com matéria orgânica, mas algumas espécies distribuem-se no ambiente urbano.

Os piolhos dos livros são semelhantes aos piolhos das plantas ou pulgões e podem ocasionalmente tornar-se uma praga no interior dos edifícios. Embora se denominem piolhos, não são parasitas nem se assemelham a estes. Quando aparecem nas habitações em geral são controlados facilmente com um inseticida de uso doméstico. São pragas frequentes em bibliotecas e museus, encontrando-se entre as folhas dos livros.

Segundo Luccas e Seripieri (1995), são insetos que não atacam diretamente o documento, pois se alimentam dos fungos, cereais e de restos de outros insetos mortos, e pode causar danos nos livros, roendo as encadernações, colas e pastas, formando pequenos orifícios de contorno irregular.

Existem indícios sobre a presença da espécie *Liposcelis* sp. em caixas de papelão, de acordo com Seripieri (2005), pois o amido, utilizado como cola em sua confecção pode fornecer alimento e as ondulações da caixa, o abrigo.

⁴ O nome corrodentia vem do vocábulo latino “corroer”, segundo Carrera (1980, p. 49), por causa de seu hábito de roer plantas, outros insetos, livros e papéis.

O desenvolvimento de ovos a adultos é de aproximadamente três semanas, a 27°C e 70% de umidade relativa. A longevidade do adulto fica entre 72 e 144 dias, dependendo das condições ambientais.

A presença deste inseto normalmente indica condições deficientes de armazenamento, danos ocasionados por outros insetos, excesso de umidade, desenvolvimento de fungos e elevado conteúdo de impurezas.

Algumas medidas podem evitar a sua presença em locais de guarda de acervos, como: reparar vazamentos e infiltrações; fazer a limpeza periódica do ambiente, com aspiradores de pó, que impedirá o aumento do número de insetos; não guardar nenhum tipo de alimento nestes locais; não acumular ou guardar caixas de papelão, livros e papéis em locais úmidos.



Figura 6 - Exemplar de *Liposcelis* sp.

Fonte: http://www.vetpermutedora.pt/piolhos_livros.htm

1.1.1.4. Cupins:

Os cupins são mundialmente conhecidos por térmitas (do latim, *termes* = verme). O nome cupim é de origem Tupi e, portanto, genuinamente brasileiro.

De acordo com Carrera (1980), os cupins são insetos da ordem dos Isópteros, cujo nome deriva do fato dos indivíduos alados possuírem dois pares de asas membranosas subiguais (iso = igual; ptera = asas).

Classificam-se como herbívoros e decompositores. A maioria das espécies se especializa no consumo de um tipo preferencial de alimento, mas algumas aceitam uma dieta mais variada. Eles são insetos predadores que se alimentam basicamente de estruturas ricas em celulose. Dentre as espécies consideradas pragas urbanas, é comum encontrarmos ataques a diferentes tipos de materiais tanto de natureza celulósica (madeira, tecidos, papéis etc.) quanto não celulósica (gesso, plástico, couros, tijolos, argamassa, mantas impermeabilizantes etc). Neste último caso é difícil estabelecer até que ponto o material atacado serve de fonte de nutrientes (e, consequentemente, é alimento) ou é atacado simplesmente para abrir caminhos ou para utilizar as partículas na construção dos túneis necessários ao forrageamento.

Existem cerca de 2.860 espécies catalogadas de cupins, a maior parte é encontrada em regiões de clima tropical e subtropical, sendo que destas espécies, cerca de 500 habitam o Brasil, de acordo com Potenza (2005b).

Desse total, três tem importância em particular à economia da humanidade: cupim de solo ou subterrâneo, cupim de madeira seca e cupim arborícola.

Esses insetos vivem em colônias (cupinzeiros) e são socialmente organizados: rainhas, reis, soldados, operários e reprodutores alados. Cada um com funções específicas.

Toda madeira está sujeita ao ataque de insetos xilófagos (insetos deterioradores de madeira) desde o corte da árvore até o seu uso final, empregada na confecção de móveis, batentes, portas, telhados, etc.

Os cupins de madeira seca e os de solo atacam igualmente os acervos bibliográficos e documentais. Chegam aos locais de guarda através do mobiliário, preferencialmente os de madeira, ou de galerias construídas ao longo das paredes. Devido a sua aversão à luminosidade, são fotossensíveis, procuram estruturas compactadas, onde se alojam no interior e seus danos não ficam aparentes na superfície. Os itens bibliográficos e documentais, muitas servem de passagem para que eles alcancem os objetos de madeira. Costumam fazer um orifício de entrada nos materiais, para destruí-los por dentro e abrir caminho para seus túneis.

Devido ao aumento das áreas urbanas, e a adaptação de algumas espécies de cupins de solo a esses locais, está ocorrendo um aumento significativo dos estragos e prejuízos que esses insetos vêm causando à população. Eles são capazes de causar danos de grandes proporções em pouco tempo, sem serem percebidos por pessoas que não conhecem seus hábitos e as características de sua infestação.

Como explica Carrera (1980), os cupins possuem metamorfose incompleta e se reproduzem a partir de ovos (figura 7). É da fase jovem até a adulta que eles alimentam-se da celulose, ou seja, na fase em que estão em crescimento. Uma colônia de cupins é basicamente uma família com inúmeras gerações.

O rei e a rainha pertencem às castas sexuadas e são responsáveis pela reprodução e perpetuação da espécie, colocando os ovos e produzindo feromônios que ajudam a regular a vida na colônia. Esses feromônios determinam quantas larvas se tornarão operários, soldados e alados. Caso o rei ou a rainha morra, esses feromônios desaparecem, fazendo que um dos reprodutores secundários ou terciários se torne o novo reproduutor primário, algumas vezes após matar a concorrência. As rainhas podem viver até 25 anos, ao passo que a maioria dos operários vive entre dois e cinco anos.

Os operários são os responsáveis pela degradação dos materiais, ou seja, são eles que atacam os objetos em madeira, papel ou outros substratos. São considerados os grandes inimigos do homem, pois em busca da celulose, principal fonte alimentar destes insetos, causam sérios prejuízos econômicos e imensuráveis perdas à memória humana. São encarregados da construção e da manutenção do ninho e, das galerias ou túneis de forrageamento⁵, segundo Potenza (2005b). Entretanto, a principal função desta casta é buscar no ambiente a celulose, sua única fonte alimentar, prepará-la e oferecê-la a todos os indivíduos da colônia. Já os soldados têm a única função de realizar a proteção do ninho e de todos os demais membros da colônia.

As colônias de cupins podem sobreviver por muito tempo, e em algumas espécies, as rainhas põem milhares de ovos por dia. Essas são as razões pelas quais os ninhos de cupins podem ser enormes.

Os cupins, apesar de serem considerados pragas, como explica Potenza (2005b), têm a responsabilidade ecológica de realizar o processo de decomposição dos vegetais de forma acelerada, que naturalmente morrem em seus ambientes; distribuem nutrientes e promovem a aeração do solo e são fontes de alimento para vários animais. Degradando a celulose, os cupins têm a oportunidade de devolver ao ambiente os sais minerais e outros elementos necessários à fertilização do solo, contribuindo desta forma para o surgimento e o desenvolvimento de novos vegetais e da manutenção saudável da vegetação já existente.

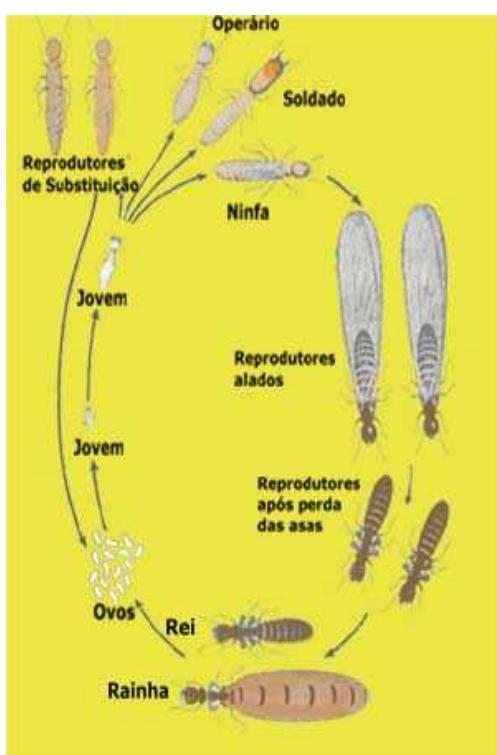


Figura 7 - Anatomia e ciclo de desenvolvimento dos cupins.

Fonte: Baseado em ilustração disponível em LEPAGE, E.S. (Ed.) Manual de Preservação de Madeiras, Vol. 1, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo. Disponível em: <http://www.cupim.net/>, acessado em 16/10/2009.

⁵ Segundo Carrera (1980) e Arab Olavarrieta (2005), consiste na busca realizada pelos cupins a procura de alimento e novos abrigos, através de túneis ou trilhas. As trilhas são demarcas pelos feromônios das espécies.

A seguir, apresentaremos as características específicas dos principais predadores dos acervos, os cupins de solo ou subterrâneo e os de madeira seca.

O grupo dos cupins de solo ou subterrâneos abrange basicamente duas famílias: *Rhinotermitidae* e *Termitidae*. Os gêneros mais comuns desta espécie na Região Sudeste, segundo Potenza (2005b), são os *Coptotermes* e os *Heterotermes*, da família *Rhinotermitidae*, com os exemplares das espécies *Coptotermes gestroi* (sinônimo do *Coptotermes havilandi*) e *Heterotermes tenuis*, sendo a primeira originária do sudeste asiático (figura 8) e a segunda nativa do Brasil. São encontrados em regiões de clima temperado e tropical.

Segundo definição da FEEMA⁶:

Coptotermes gestroi, popularmente denominado cupim subterrâneo, é uma espécie que possui hábitos extremamente agressivos, atacando o madeirame estrutural e peças de madeira que estão em contato direto com a alvenaria. Suas colônias são numerosas, possuindo centenas de milhares de indivíduos e geralmente constroem seus ninhos em locais inacessíveis ou, pode-se dizer, imperceptíveis à visão e até mesmo ao entendimento humano.

Essas espécies vêm causando grandes prejuízos econômicos em áreas urbanas e rurais do Sudeste do Brasil. Os maiores prejuízos em árvores e edificações são causados pelos cupins subterrâneos, que podem instalar seus ninhos em qualquer ponto da estrutura do imóvel. Com grande capacidade de deslocamento, os cupins de solo são também os de combate mais difícil. Constroem um ninho externo principal e outros secundários, fazendo muitas ramificações.

Eles formam ninhos subterrâneos muito populosos, em contato direto com a terra ou em peças de madeira que estejam no solo, inclusive árvores. Conseguem chegar às edificações por meio de galerias que constroem pelas bases de madeira e ou de concreto, aproveitando falhas estruturais.

Segundo Zorzenon (2002), os componentes mais atacados por cupins de solo, em edificações, são as guarnições, rodapés, forros, armários embutidos, e etc, ou seja, de preferência elementos de madeira que mantenha contato com a alvenaria. Atacam também, outros materiais celulósicos, como papel, papelão, livros e alguns tipos de tecidos. De acordo com Beck (1991), já foi observado que eles têm preferência por documentos úmidos e que se encontram infestados por microorganismos.

Uma colônia de cupim subterrâneo é uma sociedade bem organizada em castas de indivíduos: rei, rainha, operários, soldados etc., todos com funções bem definidas. Os

⁶ Informações da FEEMA/INEA sobre algumas espécies de cupins encontrados no ambiente urbano, disponível em: <http://www.feema.rj.gov.br/med-cupins.asp?cat=110>.

operários cuidam dos trabalhos gerais da colônia e destroem a madeira. Os soldados, com suas poderosas mandíbulas, defendem a colônia contra outros insetos, inimigos naturais dos cupins, como por exemplo, as formigas.

Quando seu ataque é percebido, a colônia pode estar com idade em torno de cinco anos e milhares de indivíduos.

Eles são o tipo de cupim mais destrutivo e responsável pelo maior volume de madeira destruída no mundo.

A umidade é um fator fundamental para a sua sobrevivência, eles não sobrevivem à exposição solar por causa do revestimento de seu corpo por quitina, que faz seu organismo perder água quando exposto ao ar seco e ao calor.



Figura 8 - Exemplares da espécie *Coptotermes gestroi*, com asas e sem asas.

Fonte: <http://edis.ifas.ufl.edu/IN285>

Os cupins de madeira seca formam colônias nos interior de estruturas e objetos de madeira para se alimentar da celulose. Cavam galerias e fazem ninhos. Gostam de madeira seca com umidade inferior a 30%. Atacam: armários, mesas, cadeiras, portas, janelas, pisos, rodapés, forros, vigas de telhado, livros, papéis em geral.

O cupim de madeira seca mais comum é o *Cryptotermes brevis*, do gênero *Cryptotermes*, família *Kalotermitidae*, encontrado hoje em quase em todos os continentes. Segundo descrição da FEEMA:

Cryptotermes brevis, ou mais conhecidos como cupins de madeira seca, também possuem um grande potencial de destruição. Suas colônias são pouco numerosas, formadas por algumas centenas de indivíduos. Usualmente, constroem os ninhos na própria peça de madeira que infestam. A concentração de vários ninhos numa mesma peça pode resultar em destruição total da estrutura. São comumente encontrados em mobiliários antigos, livros, tecidos, quadros, obras de arte e qualquer estrutura de constituição celulósica.

A espécie *Cryptotermes brevis* está espalhada pelo Brasil, da Paraíba ao Rio Grande do Sul, é considerada a segunda praga mais importante entre as espécies de cupins na Região Sudeste, segundo Potenza (2005b). Esta espécie que vive muito próxima ao homem, atacando principalmente madeiras protegidas por ele.

Eles produzem bolotas fecais secas (figura 9), isto para não perderem água do organismo, que são encontradas sob os móveis ou outros objetos infestados. As madeiras

preferidas são o *Pinus*, compensados e madeiras de baixa resistência. Eles preferem sempre fonte de celulose macia como papéis. Os cupins acumulam grânulos fecais nas câmaras e de vez em quando empurram para fora da peça e depois fecham o orifício de saídas novamente. Assim, eles mantêm a colônia bem limpa e até devoram os integrantes da colônia, que morreram.

Uma evidência de seu ataque em peças de madeira, segundo Potenza (2005-b), é que eles mantêm uma fina camada externa de madeira intacta que, quando pressionada, facilmente se rompe.

A colônia possui soldados (defesa da colônia) e os falsos operários (casta mais numerosa, de cor branca). Eles escavam e consomem a madeira, cuidam do casal real, dos jovens, dos ovos, da limpeza do ninho e alimentam os outros membros da colônia que são incapazes de fazerem isto sozinhos, como o casal real e os jovens (figura 10).

Como explicam Potenza (2005b) e Luccas e Seripierry (1995), os falsos operários ou reprodutores primários se transformam em reprodutores alados (com corpo marrom e asas iridescentes⁷) que deixam a colônia e vão em direção à luz, para procurar seus parceiros (são conhecidos popularmente como “siriris” ou “aleluias”). Isto geralmente ocorre entre os meses de setembro a dezembro. Após o vôo, perdem as asas e se juntam, macho e fêmea, procurando um local para formar uma nova colônia (figura 11). Encontrando um local já perfurado (furo de um prego, rachadura na madeira, etc.), dão início a escavação da câmara nupcial. Quando a câmara está pronta, a sua abertura exterior é fechada. Esse processo dura mais ou menos, de 30 a 60 minutos e é realizado pelo casal. Se não encontrarem local seguro, eles morrem. Depois de instalada a colônia, seus danos podem ser percebidos só após três anos. Quando a colônia estiver madura, sairá a primeira revoada de alados. Cada colônia pode durar mais de 10 anos e conter mais de mil membros.

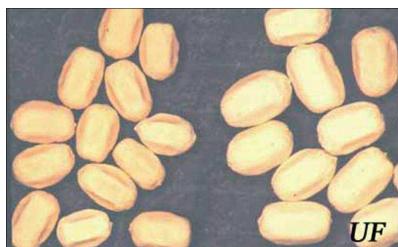


Figura 9 - Comparação entre os grãos fecais do cupim *Incisitermes minor* (direita) e do *Cryptotermes brevis* (esquerda). Ambos da família Kalotermitidae, que atacam madeira seca.

Fonte: <http://edis.ifas.ufl.edu/IN526>

⁷ Asas que refletem as cores do arco-íris.

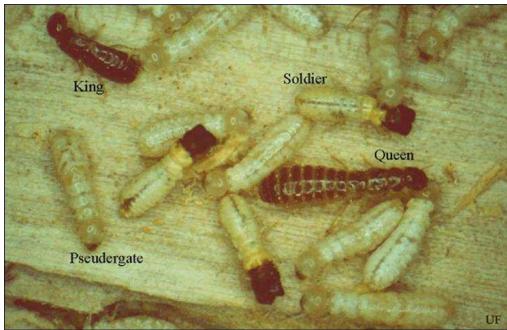


Figura 10 -Castas (reprodutores – rei e rainha, soldados e “pseudergates” – reprodutores primários) do cupim *Cryptotermes brevis*.

Fonte: <http://edis.ifas.ufl.edu/IN236>



Figura 11 - Cupins de madeira seca: exemplar do alado e do operário.

Fonte: <http://edis.ifas.ufl.edu/IN279>

1.1.1.5. Brocas:

As brocas, também conhecidas por carunchos, besouros ou gorgulhos, são insetos da ordem Coleóptera⁸, que é a ordem com maior número de espécies, não só dentro da Classe *Insecta*, mas dentre todas as espécies do reino *Animália*, segundo estudos de Carrera (1980). Incluem aproximadamente 357.899 espécies descritas. Podem apresentar características diversificadas em sua morfologia e dimensões. Esta ordem é muito abundante nas regiões tropicais, porém, podem ser encontrados em quase todos os tipos de ambientes, pois se adaptaram às diversidades climáticas. Não são encontrados no ambiente marinho, mas são abundantes nas praias e regiões costeiras.

Devido à grande variedade de espécies existentes, observamos seu ataque a diversos tipos de matérias orgânicas, pois cada qual tem suas preferências alimentares. Do ponto de vista econômico, são mais prejudiciais do que benéficas aos seres humanos. Geralmente os materiais mais infestados são grãos e madeiras. Sendo assim, através destes materiais, elas conseguiram chegar até os acervos.

Esses insetos ao infestarem produtos armazenados, como feijão, arroz, trigo, milho, farinhas e farelos, chás, produtos desidratados, massas (macarrão), rações de animais e biscoitos (figura 12), encontram alimento fácil em quantidade e qualidade, abrigo, temperatura e umidade favoráveis.

⁸ Segundo Carrera (1980, p. 74), “coleos” = estojo; “pteron” = asa, insetos com asas em forma de estojo.



Figura 12 - Espécie *Sitophilus oryzae* (besouro do arroz). Ataca geralmente milho, arroz e massas. Seu ciclo de vida pode durar 30 dias.

Fonte: <http://edis.ifas.ufl.edu/IG095>

As brocas também são frequentemente confundidas com os cupins, especialmente com os cupins de madeira seca, por também expelirem resíduos das peças atacadas. Entretanto, as brocas diferem dos cupins em vários aspectos, dos quais ressaltaremos três, baseados em estudos de Potenza (2005b) e Marins (s.d.):

- Brocas e cupins são dois grupos taxonomicamente distintos. As brocas, cujos adultos são os besouros, pertencem à ordem dos Coleópteros, enquanto os cupins, cujos adultos são conhecidos como síriris ou aleluias, pertencem à ordem dos Isópteros.
- Diferentemente dos cupins, as brocas de madeira não são insetos sociais. Uma madeira atacada por brocas pode conter dezenas ou centenas de indivíduos, entretanto cada um vive independentemente dos outros.
- O desenvolvimento pós-embrionário, período que vai desde a eclosão dos ovos até o indivíduo adulto, é também diferente entre esses dois grupos de insetos. O desenvolvimento pós-embrionário nas brocas compreende quatro estágios: ovo, larva, pupa e adulto. A metamorfose, ou seja, a transformação da larva, inseto imaturo, em adulto, dá-se em uma fase específica do desenvolvimento, denominado de pupa, que no caso das brocas, é uma transformação total, originando um adulto completamente diferente do estágio larval.

Segundo Potenza (2005b), o ataque por brocas de madeira se inicia quando a fêmea adulta deposita seus ovos no material. Desses ovos eclodem as larvas que irão se alimentar daquele substrato até atingirem o estágio de pupa quando, então, se transformam em adultos. A fase larval é a mais longa da vida do inseto e a principal responsável pelos maiores danos, pois atacam vorazmente os materiais; seus principais alimentos são a celulose e o amido.

Uma vez transformados em adultos, e essa transformação ocorre próximo à superfície, os insetos perfuram o material e saem para o meio externo. Fora do substrato, machos e fêmeas se encontram, acasalam-se e as fêmeas voltam a depositar seus ovos ou na mesma peça ou em outra.



Figura 13 - Pó expelido pela broca para fora dos materiais atacados.

Fonte: <http://edis.ifas.ufl.edu/IN384>.

A época em que os adultos saem do material é quando, mais facilmente, percebemos o ataque. Observa-se um orifício em torno no qual, ou nas suas proximidades, encontramos acumulada uma serragem muito fina, também denominada de resíduo ou pó de broca, e que é resultante da escavação feita pelo adulto para sair do material atacado (figura 13).

Segundo Lelis (1998), a madeira seca, apresentando teores de umidade abaixo de 30%, é a condição da maioria das madeiras em uso pelo homem. Insetos das famílias *Anobiidae* e *Lyctidae* são as principais brocas que atacam a madeira nessas condições. Entretanto, elas também atacam outros bens culturais como os livros e documentos. Como pretendemos enfatizar o problema de brocas em acervos bibliográficos, a seguir iremos tratar com mais detalhes dos Anobídeos, por ser a família mais encontrada em ataques neste tipo de acervo.

Segundo Carrera (1980), os besouros da família *Anobiidae* apresentam hábitos alimentares variados, podendo atacar sementes e caules de várias plantas, produtos manufaturados de origem vegetal e animal, madeira, livros, etc.

A espécie *Anobium punctatum* é encontrada na Europa e nos Estados Unidos, segundo Rust e Kennedy (1993), e ataca mais frequentemente madeiras.

Dentre as espécies xilófagas há algumas que preferem madeiras antigas, razão pela qual são frequentemente encontradas atacando mobiliário de museus e bibliotecas. A razão para esta preferência é, segundo estes especialistas, que com o passar do tempo, a madeira, modificando-se quimicamente, torna-se mais atrativa para esses insetos.

Duas espécies em especial são encontradas infestando os acervos bibliográficos, de acordo com Beck (2009). São o *Lasioderma serricorne* e o *Stegobium paniceum*, respectivamente conhecidos como besouro do tabaco e besouro da farinha ou do biscoito.



Figura 14 - *Lasioderma serricorne*

Fonte: <http://edis.ifas.ufl.edu/IN384>

O *Lasioderma serricorne* (figura 14) apresenta adultos com 2 a 3 mm de comprimento, tórax arqueado e os élitros (asas coriáceas) macios. Entre seus hábitos, podemos destacar: voam com frequência e infestam uma vasta gama de produtos, incluindo tabaco, cereais, legumes, frutos secos e especiarias, aqueles guardados em despensas e armários de cozinha.

Eles também infestam produtos não alimentares, como plantas secas e espécimes de herbário, comprimidos, ervas medicinais, estofamento de móveis, papel machê e colas de encadernação. Esses insetos conseguem se alimentar desta variedade de substâncias devido a leveduras simbióticas que existe em seu organismo.

Segundo pesquisas de Cabrera (2008b), da Universidade da Flórida:

A duração do ciclo de vida do besouro do tabaco é altamente dependente da temperatura e a fonte de alimentos, mas geralmente leva de 40 a 90 dias. Fêmeas colocam de 10 a 100 ovos nos alimentos e as larvas surgem em seis a 10 dias. Após a alimentação por 5 a 10 semanas, durante os quais eles passam por quatro a seis instars, as larvas escavam uma célula de proteção no substrato de alimentação ou constroem uma concha de proteção de alimentos e destroços. A pupação leva de uma a três semanas e depois surgem os adultos que vivem de uma a quatro semanas. Em climas mais quentes podem ocorrer cinco ou seis gerações sobrepostas. Períodos de desenvolvimento de 26 dias a 37 °C e 120 dias, a 20 °C foram registrados. O desenvolvimento é incompleto a 17 °C e adultos morrem quando expostos a 4 °C durante seis dias. (CABRERA, 2008b, artigo eletrônico, tradução nossa)⁹.

⁹ "The length of the cigarette beetle life cycle is highly dependent on temperature and the food source but usually takes 40 to 90 days. Females lay 10 to 100 eggs in the food and the larvae emerge in six to 10 days. After feeding for five to 10 weeks, during which they go through four to six instars, the larvae excavate a protective cell in the feeding substrate or build a protective cocoon from bits of food and debris. Pupation takes from one to three weeks and after emerging the adults live from one to four weeks. In warmer climates there may be five or six overlapping generations. Development periods of 26 days at 37°C and 120 days at 20°C have been reported. Development is incomplete at 17°C and adults die when exposed to 4°C for six days." (CABRERA, 2008b).



Figura 15 - *Stegobium paniceum*

Fontes: <http://edis.ifas.ufl.edu/IN385> e
http://sgrl.csiro.au/storage/insects/beetles_moths/Stegobium_paniceum.html

O *Stegobium paniceum* (figura 15) tem adultos entre 2,25 e 3,5 mm de comprimento, possuem tórax arqueado, pelos finos em todo o corpo e os élitros têm estrias com reentrâncias (figura 16). As larvas são muito ativas em sua fase inicial e conseguem perfurar substâncias duras (figura 17). Tem como hábito voar com frequência e os adultos não se alimentam.

Segundo registros de Cabrera (2008a):

As fêmeas colocam até 75 ovos em alimentos ou substratos. O período larvário dura de 4 a 20 semanas. As larvas escavam túneis através do substrato e quando estão plenamente desenvolvidas constroem casulos e fazem a pupação. A pupação leva de 12 a 18 dias. As fêmeas adultas vivem de 13 a 65 dias. Todo o ciclo de vida é geralmente menor do que dois meses, mas pode levar até sete meses. A duração do ciclo de vida é altamente dependente da temperatura e da fonte de alimento. O desenvolvimento ocorre entre 60° a 93° F (~15° a 34° C), mas é ideal em aproximadamente 85° F (~30° C) e umidade relativa de 60 a 90%.

O besouro da farinha ataca uma grande variedade de alimentos e materiais, só não se alimenta de ferro fundido. É conhecido também como "drugstore beetle" (besouro da farmácia), devido o seu hábito de alimentar-se de substâncias medicamentosas. Alimenta-se também de farinhas, misturas de secas, pães, biscoitos, chocolates e outros doces e especiarias. E materiais não alimentares: lã, pelos, couro, chifres e espécimes de museus. Ele é encontrado em ninhos de pombo e é conhecido pelo furo interno em livros, objetos de madeira e, em alguns casos, chapas de estanho, alumínio e chumbo. A alimentação das larvas representa a maior quantidade de danos. Espécimes de museus e herbário estão vulneráveis a ataques. Ligeiros danos e contaminação podem arruinar esses itens de valor inestimável e valiosos. (CABRERA, 2008a, artigo eletrônico, tradução nossa)¹⁰

¹⁰ "Females lay up to 75 eggs in the food or substrate. The larval period ranges from four to 20 weeks. Larvae tunnel through the substrate and when fully grown build a cocoon and pupate. Pupation takes from 12 to 18 days. Adult females live approximately 13 to 65 days. The entire life cycle is generally less than two months but can be as long as seven months. The duration of the life cycle is highly dependent on the temperature and food source. Development occurs between 60 to 93°F (~15 to 34°C) but is optimal at about 85°F (~30°C) and 60 to 90% relative humidity.

The drugstore beetle attacks such a wide variety of foods and material that one anonymous quote states that it "eats anything but cast iron." It gets its name from its habit of feeding on prescription drugs. It also feeds on flours, dry mixes, breads, cookies, chocolates and other sweets, and spices. Non-food material includes wool, hair, leather, horn, and museum specimens. It is found in pigeon nests and is known to bore into books, wooden objects, and, in some cases, tin or aluminum foil and lead sheets. Larval feeding accounts for the greatest amount of damage. Museum and herbarium specimens are vulnerable to attack. Slight damage and contamination can ruin these valuable and priceless items." (CABRERA, 2008a).

Como o besouro do tabaco, também possui leveduras simbióticas em seu organismo que lhe permitem alimentar-se de muitos tipos de substâncias, algumas de baixa qualidade nutricional.

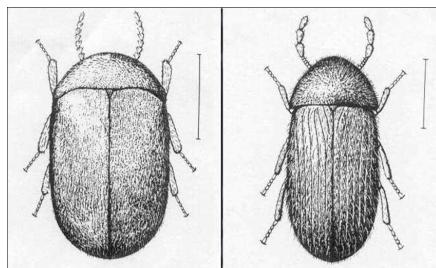


Figura 16 - Comparação dos élitros e antenas do besouro do tabaco, *Lasioderma serricorne* (esquerda); e besouro da farinha, *Stegobium paniceum* (direita).

Fonte: <http://edis.ifas.ufl.edu/IN385>



Figura 17 - Comparação da larva do besouro do tabaco, *Lasioderma serricorne* (esquerda); com a do besouro da farinha, *Stegobium paniceum* (direita).

Fonte: <http://edis.ifas.ufl.edu/IN384>

CAPÍTULO 2

MÉTODOS DE TRATAMENTO

Em busca de tratar e conter as infestações, os especialistas em preservação de acervos procuraram desenvolver métodos eficazes para a erradicação dos insetos que atacavam os bens culturais.

Os métodos de tratamento para erradicação de pragas de acervos bibliográficos, arquivísticos e museológicos foram trazidos do meio agrícola. Os tratamentos químicos aplicados na Agricultura foram largamente utilizados durante muito tempo nos acervos culturais.

Após pesquisas e comprovação científica por vários órgãos nacionais e internacionais, como a ONU, que esses métodos eram altamente tóxicos e prejudiciais ao homem, ao meio ambiente e aos acervos, os especialistas passaram a estudar, testar e aplicar métodos alternativos de tratamento, optando pelo uso de técnicas livres de produtos químicos tóxicos.

Serão apresentados, a seguir, os tratamentos químicos tóxicos que foram utilizados no passado, suas implicações e os tratamentos atóxicos.

2.1. TRATAMENTOS QUÍMICOS E SUAS IMPLICAÇÕES

Durante muito tempo, segundo Linnie (1990) e Almeida e Bojanoski (2009), foram utilizados nos acervos bibliográficos e documentais, não só no Brasil, como em vários países, produtos químicos desenvolvidos para o controle e a eliminação de pragas da área da Agricultura e de combate a epidemias provocadas por insetos vetores de doenças.

Os produtos empregados para desinfestação e desinfecção dos acervos pertencem à classe dos agrotóxicos. Esses produtos foram assim classificados pela Lei Federal nº 7.802 de 11/07/89, que definiu o termo através do Decreto 98.816, no seu Artigo 2º, Inciso I:

Os produtos e os componentes de processos físicos, químicos ou biológicos destinados ao uso nos setores de produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas nativas ou implantadas e de outros ecossistemas e também em

ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora e da fauna, a fim de preservá-la da ação danosa de seres vivos considerados nocivos [...] (LEGISLAÇÃO FEDERAL DE AGROTÓXICOS E AFINS. Lei n. 7.802,1989)

O termo agrotóxico procurou colocar em evidência a toxicidade desses produtos ao meio ambiente e à saúde humana. A finalidade destes produtos é agregar substâncias químicas tóxicas à composição natural dos vegetais e animais, nos quais são aplicados, para afastar e/ou eliminar as pragas. No meio agrícola, eles ainda são genericamente denominados de praguicidas ou pesticidas.

Os agrotóxicos são classificados quanto à sua ação e ao grupo químico a que pertencem, segundo a Fundação Nacional de Saúde - FUNASA. Quanto à sua ação, podem ser divididos em inseticidas, fungicidas, herbicidas, raticidas, acaricidas, nematicidas, molusquicidas e fumigantes. De acordo com a sua origem química, podem ser inorgânicos, orgânicos e orgânicos sintéticos, portanto, dentro de cada classe, existem produtos de diferentes grupos químicos. Nosso interesse é abordar apenas os inseticidas, fungicidas e fumigantes, pois são os produtos empregados nos acervos bibliográficos. As informações apresentadas a seguir, sobre estes produtos, baseiam-se nas definições da Fundação Nacional de Saúde¹¹.

Os inseticidas possuem ação de combate a insetos adultos e larvas. Os inseticidas pertencem a quatro grupos químicos distintos:

- Organoclorados: são compostos à base de carbono, com radicais de cloro. São derivados do clorobenzeno, do ciclo-hexano ou do ciclodieno. Surgiram na década de 40. Foram muito utilizados na agricultura, porém seu emprego tem sido progressivamente restringido ou mesmo proibido. São produtos derivados do petróleo, sendo pouco solúveis em água e solúveis em solventes orgânicos, o que os torna mais tóxicos e de grande absorção cutânea. São também absorvidos por via digestiva e respiratória, atuando sobre o sistema nervoso central, resultando em alterações de comportamento, distúrbios sensoriais, do equilíbrio, da atividade da musculatura involuntária e depressão dos centros vitais, particularmente da respiração. Exemplos: Aldrin, Endrin, DDT (Dicloro-Difenil Tricloroetano), Endossulfan, Heptacloro, BHC, Lindane (Hexaclorociclohexano), Mirex.

- Organofosforados: são compostos orgânicos derivados do ácido fosfórico, do ácido tiofosfórico ou do ácido ditiofosfórico. Começaram a ser produzidos na década de 40 para substituir os organoclorados. Esse grupo é o responsável pelo maior número de

¹¹ As definições e informações sobre os inseticidas, fungicidas e fumigantes foram extraídas da publicação Guia de Vigilância Epidemiológica, do Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde e Centro Nacional de Epidemiologia, capítulo 5.15, Intoxicações por Agrotóxicos, p. 238 – 240.

intoxicações e mortes no país. Exemplos: Vapona, Diclorvos, DDVP, Folidol, Azodrin, Malation, Diazinon, Nuvacron, Tamaron, Rhodiatox.

- Carbamatos: são derivados do ácido carbâmico. Surgiram na década de 50. Exemplos: Carbaril, Temik, Zectram, Furadan.

- Piretróides: são compostos sintéticos que apresentam estruturas semelhantes à piretrina, substância existente nas flores do *Chrysanthemum (Pyrethrum) cinerariafolium*. Sua comercialização começou a partir de 1976, para substituir os organofosforados. São muito utilizados nos inseticidas domissanitários e na agropecuária. São facilmente absorvidos pelo trato digestivo, pela via respiratória e pela via cutânea. São pouco tóxicos, porém, irritam os olhos e mucosas e, são principalmente hipersensibilizantes, causando tanto alergias de pele como asma brônquica. Seu uso excessivo nos ambientes domésticos vem causando aumento dos casos de alergia, tanto em crianças como em adultos. Alguns desses compostos são: bio-resmetrina, decametrina, cipermetrina, permetrina e deltametrina. Exemplos: Decis, Protector, K-Otrine, SBP, Drione, Ambush, Fuminset.

Os fungicidas combatem os fungos. Existem muitos fungicidas no mercado. Os principais grupos químicos são:

- Etileno-bis-ditiocarbamatos: As intoxicações por esses compostos frequentemente ocorrem através das vias orais e respiratórias, podendo também ser absorvidos por via cutânea. Nos casos de exposição intensa provocam dermatite, faringite, bronquite e conjuntivite. Exemplos: Maneb, Mancozeb, Dithane, Zineb, Tiram.

- Trifenil estânico: Duter e Brestan.

- Captan: Considerado muito pouco tóxico. Exemplos: Ortocide e Merpan.

- Hexaclorobenzeno: Pode causar lesões cutâneas leves e graves.

Os fumigantes combatem os insetos e as bactérias. Os produtos químicos desse grupo são: fosfetos metálicos (Fosfina) e brometo de metila. Eles são bem absorvidos pela vias respiratórias e são irritantes das mucosas.

Ainda segundo os dados da Fundação Nacional de Saúde, os agrotóxicos possuem um tempo de desativação de seus efeitos, listamos abaixo, alguns dos organoclorados:

- DDT: 4 a 30 anos;
- Aldrin: 1 a 6 anos;
- Heptacloro: 3 a 5 anos;
- Lindane: 3 a 10 anos.

Alguns dos produtos químicos apresentados, como os organoclorados, foram proibidos no Brasil para o uso agrícola ou domiciliar pela Portaria nº 329, de 02/09/85.

Entretanto, segundo Carrasco (2004), os Poluentes Orgânicos Persistentes (POP's) já tinham sido proibidos nos Estados Unidos muito antes:

Conforme a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA); a Agência de Substâncias Tóxicas e Registro de Doenças dos Estados Unidos (ATSDR) e o Banco de Dados Toxicológicos da Prefeitura Municipal de Santo, SP “essas substâncias, ou seja, o BHC ou Hexaclorocicloexano ou Lindane e o DDT ou Dicloro-Difenil Tricloreto são inseticidas organoclorados, que foram proibidos e banidos na maioria dos países, nos anos de 1970 e 1980. (CARRASCO, 2004, p.51)

A lista dos POPs, também conhecidos como “dúzia suja”, inclui os inseticidas organoclorados já citados: Aldrin, DDT, Heptacloro, Endrin e Mirex.

Na bibliografia da área de Conservação da década de 40 até início de 2000, consultada pelas autoras Almeida e Bojanoski (2009) e na bibliografia pesquisada para este estudo, encontramos indicações de uso de alguns produtos citados e mais alguns outros. Listamos os mais citados e suas reações adversas:

- DDT - inseticida: segundo D' Amato, Torres e Malm (2002), atua sobre o sistema nervoso central; dependendo da dose e tempo de exposição, provoca diversos sintomas, em casos de inalação e absorção respiratória. Pode causar tosse, rouquidão, edema pulmonar, hipertensão e broncopneumonia e ainda, dor de cabeça, tonturas, convulsões, insuficiência respiratória e, em casos graves de intoxicação, pode levar à morte. Suas manifestações crônicas são: paralisias, lesões na medula, hepáticas, renais e arritmias. Sua presença no organismo pode provocar a ativação de substâncias carcinogênicas.
- Lindane ou BHC ou pó de broca – inseticida: segundo Oliveira et al. (2002) é extremamente tóxico, altamente irritante do sistema nervoso central, causando degenerações no fígado e rins, mesmo sendo absorvido em pequenas quantidades. Se a exposição é prolongada (crônica), podem ser observados efeitos adversos à saúde, como por exemplo, danos ao sistema nervoso central, sendo possivelmente carcinogênico para humanos, de acordo com pesquisas desenvolvidas.
- Paradiclorobenzene (PDB) – inseticida: altamente tóxico por ingestão; causa danos à saúde quando inalado; tem efeito narcótico; é irritante dos olhos e do sistema respiratório.
- Vapona ou DDPV – inseticida: altamente ou moderadamente tóxico de acordo com a dose de exposição. Provoca fraqueza, perturbações na visão, dor de cabeça.

- Pentaclorofenol (pó da China) - inseticida e fungicida: extremamente tóxico por inalação, ingestão e contato dermal. Causa danos à visão e ao sistema respiratório, provoca náuseas e convulsões.
- Timol – inseticida: causa danos à saúde por ingestão, inalação e contato dermal. Provoca vômitos, diarréia, irritação nas mucosas e depressão cardíaca.
- Fosfina ou Fosfeto de Alumínio ou Gastoxin ou Phostoxi – inseticida: altamente tóxico. É um agente oxidante.
- Ortofenilfenol ou OPP - pesticida e fungicida: tóxico por ingestão, causando danos à saúde, ao sistema respiratório e ao pâncreas.
- Preventol-O Extra (nome comercial - composto por 2-phenylphenol, ortho-phenylphenol – OPP) - fungicida e bactericida: irritante dos olhos, pele e vias respiratórias, em caso de contaminar a água, causa danos à flora e fauna marinha, portanto não se deve eliminar seus resíduos na rede de esgotos.
- Óxido de etileno – fumigante: carcinogênico, altamente irritante das mucosas e olhos; causa edema pulmonar.
- Brometo de metila - fumigante: altamente tóxico, neurotóxico e narcótico.
- Naftalina - repelente de insetos: o vapor exalado é tóxico; não é recomendável exposição por tempo prolongado, pois pode provocar irritação nos olhos, pele e aparelho respiratório, causar dores de cabeça, confusão mental, lesões no fígado e nos rins, pode contribuir para a destruição dos glóbulos vermelhos, provocando anemia hemolítica, cujas manifestações vão da fadiga à insuficiência renal. A exposição prolongada também pode aumentar o risco de cataratas. Há suspeitas de ser carcinogênica.

Os inseticidas podem ser dissolvidos em solventes orgânicos (como a benzina) ou em água, os quais evaporam e deixam compostos ativos, na forma de resíduos, na superfície dos materiais tratados. São aplicados de diferentes modos, em função da substância escolhida e dos efeitos que se deseja: aspersão, pincelamento, injeção, pó, iscas, depósito (massa ou gel) e barreira química. Seus resíduos podem ter eficácia por um tempo, para afastar novas infestações, mas também, contaminam as pessoas que manuseiam os materiais e o ambiente. Castro (1969) recomendava que os produtos em pó, como DDT e seus derivados (exemplo: NEOCID) fossem pulverizados diretamente dentro dos livros ou nas prateleiras. Consequentemente, esses resíduos lá permaneceriam por muito tempo e contaminariam quem os manuseasse, além de causarem danos ao suporte,

tornando-o frágil e quebradiço em contato com os hidrocarbonetos utilizados como solventes.

De acordo com Beck (1991), os produtos aplicados como fumigantes eram usados na forma de gás em câmaras herméticas ou em ambientes calafetados. Esses gases empregados eram tóxicos, pois continham enxofre e outros compostos oxidantes e, consequentemente, poluíam o ambiente de guarda e circulação do acervo, principalmente através do sistema de ar condicionado que reutilizava o ar contaminado.

Segundo Schäfer (s.d.), o uso constante de determinados produtos químicos nos acervos pode desenvolver os efeitos de tolerância e resistência nos insetos e microorganismos. Esses produtos não conseguem mais controlar os agentes de infestação e infecção, pois eles não são mais atingidos por seus efeitos nocivos.

No Brasil, as mudanças nas recomendações de uso começaram a surgir a partir da década de 90, quando novos métodos passaram a ser divulgados. Além disto, verificava-se que os métodos tradicionais não eram tão eficazes e ainda colocavam a saúde das pessoas em risco, traziam problemas para os acervos e contaminavam o meio ambiente.

Apesar de estas mudanças começarem a ocorrer, em algumas bibliografias da década de 90 e início de 2000, ainda é recomendado o uso de produtos químicos tóxicos ou produtos inadequados para a finalidade indicada. A título de exemplo, citamos que alguns autores, como Luccas e Seripierri (1995) recomendavam o uso de timol como fungicida; o preparado de iscas com ácido bórico para exterminar baratas; a aplicação de querosene ou cupinicida em móveis de madeira para repelir o ataque de cupins e o expurgo com pastilhas de Fosfeto de Alumínio. Outra autora, Cobra (2003), cita o uso de naftalina como repelente para traças e baratas; o BHC diluído em água ou em pó como inseticida; o Pentaclorofenol como fungicida e inseticida que pode ser aplicado, diluído em álcool absoluto, por pincelamento em livros e também em couros e outros materiais; a indicação de que os produtos mais usados em câmaras de fumigação são o brometo de metila, a fosfina, o dióxido de carbono e o timol e ainda, que o timol pode ser usado em sacos plásticos ou armários hermeticamente fechados para fumigação. Controversamente esta autora expõe:

Como os pesticidas são tóxicos e perigosos para o homem, tem sido desenvolvido um método que, em lugar de veneno químico, cria um ambiente sem oxigênio, capaz de matar por asfixia a quase totalidade das pragas. (COBRA, 2003, p.53)

Cobra (2003) aborda brevemente que há relatos do uso de uma câmara com nitrogênio, que está sendo utilizada experimentalmente na Itália, porém ressalta que o

método “não imuniza o material” e que este pode ser reinfestado novamente. (COBRA, 2003, p.53)

Ressaltamos que alguns dos produtos químicos recomendados por estes autores já haviam sofrido restrições quanto ao uso, por parte da Legislação (Portaria n. 329 de 02/09/85, que proíbe a comercialização, o uso e a distribuição dos produtos agrotóxicos organoclorados – destacamos os já citados: Aldrin, BHC, DDT, Endrin, Heptacloro, Lindane e Endossulfan) e também por conservadores, como Beck (1985), que cita que no Arquivo Nacional em 1981, os especialistas concluíram que o uso de pastilhas de Fosfeto de Alumínio deixava resíduos tóxicos e causava danos ao papel.

Além desses produtos químicos causarem danos físicos e químicos aos suportes de papel e aos materiais das encadernações, ainda contaminam as áreas de guarda, exposição e manuseio dos acervos, atingindo os usuários e ambientes externos.

Os sintomas adversos mais associados ao uso desses produtos de acordo com uma pesquisa desenvolvida por Linnie (1990, p. 257) com funcionários de museus de vários países, são: dores de cabeça, dor de garganta, irritação nos olhos, problemas digestivos e respiratórios, tonteira, dermatite, náusea, dores no peito e vômitos. Estes resultados servem para confirmar as informações associadas a cada um dos produtos químicos tóxicos listados anteriormente.

É importante informar e conscientizar os conservadores e responsáveis pelos acervos bibliográficos da dimensão dos problemas causados pelos produtos químicos. Ainda hoje, alguns produtos químicos tóxicos são aplicados e outros produtos, que devem ser utilizados com restrições, são usados nos ambientes de guarda por instituições do Rio de Janeiro, segundo a pesquisa de Almeida e Bojanoski (2009).

Atualmente, as instituições contratam empresas comerciais para realizar a desinfestação de ambientes e do entorno das construções. Ressaltamos que as instituições devem ter alguns cuidados ao contratar os serviços dessas empresas. É preciso certificar-se de que a empresa é registrada nos órgãos fiscalizadores do setor e respeitam a legislação brasileira que regula o uso desses produtos.

Concluímos que produtos químicos tóxicos não devem ser mais utilizados diretamente sobre os itens dos acervos e através da avaliação de suas consequências negativas para os itens, a saúde humana e o meio ambiente, difundir cada vez mais os métodos atóxicos, para que assim, as instituições começem a mudar a sua postura em relação ao uso desses produtos.

2.2. TRATAMENTOS ATÓXICOS

Os métodos atóxicos de tratamento estão sendo estudados e desenvolvidos desde a década de 70, aproximadamente. A busca de tratamentos sem o uso de produtos químicos demonstra a preocupação crescente dos especialistas em aperfeiçoar os métodos de conservação de variados acervos.

Apresentamos neste trabalho os métodos atóxicos mais conhecidos que tratam os acervos utilizando o congelamento e as atmosferas modificadas pobres em oxigênio, por meio de dióxido de carbono, argônio, nitrogênio e absorvedores de oxigênio.

Outros métodos atóxicos, como a aplicação de calor e as microondas não se apresentam como tratamentos eficientes e seguros para a conservação de itens de acervos bibliográficos. No suporte papel, eles podem causar danos químicos e físicos, entre os quais podemos citar a oxidação, o envelhecimento do material (amarelecimento, ressecamento e desidratação), a quebra das moléculas de celulose e enrijecimento ou abrandamento dos adesivos.

O tratamento com radiação gama vem sendo estudado no Brasil por pesquisadores do Instituto de Engenharia Nuclear (IEN), de acordo com artigo publicado na Revista Ciência Hoje, em maio de 2005. Segundo as pesquisas, a radiação pode combater insetos e microorganismos e não provocaria danos ao suporte papel. Os livros e outros tipos de peças são esterilizados e foi observado que os materiais demoraram mais tempo para serem reinfetados. Alguns livros infectados da biblioteca da Fiocruz e da Fundação Casa de Rui Barbosa foram submetidos ao método. Pesquisas realizadas pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)¹², afirmam que o tratamento não deixa resíduos tóxicos ou radioativos nos materiais.

Por enquanto, os métodos atóxicos mais promissores são o congelamento e a atmosfera modificada, sendo que este último, vem sendo estudado, testado e aplicado por vários especialistas: Rust e Kennedy (1993), Selwitz e Maekawa (1998), Valentin (2001), Elert e Maekawa (2003), Schäefer (s.d.), Gonçalves (2006) e Beck (2009). Seus resultados mostram que são técnicas eficazes, desde que sigam parâmetros específicos, e não oferecem riscos aos acervos e aos funcionários.

¹² Para mais informações, consultar o artigo OBRAS DE ARTE TRATADAS PELA RADIAÇÃO. Jornal Órbita IPEN on line, ano VIII, n. 49, novembro/dezembro de 2008. Disponível em <http://www.ipen.br/sitio/?idc=5764>, acessado em 07/11/09.

2.2.1. Método de congelamento

O método de tratamento por congelamento tem sido usado em várias instituições nacionais e de outros países com relatos positivos, em sua grande maioria.

O método de secagem de documentos pelo congelamento partiu da reflexão de conservadores a partir da eficiência em preservar células e tecidos, passou pela análise do impedimento de desenvolvimento de microorganismos em alimentos, tendo como base a variação de temperatura e sugeriu a observação da resistência dos insetos a baixas temperaturas.

No Brasil, alguns pesquisadores citados por Freitas¹³ (1994) em seu artigo: “Controle entomológico para acervos infestados por Anobiidae pelo método de congelamento profundo”, desenvolveram pesquisas e testes na década de 80, verificando a eficácia do método, com a mortalidade de larvas de brocas expostas a baixas temperaturas. E especialistas americanos, em 1983, confirmaram que a técnica interrompia o ciclo vital dos insetos e já apontavam que ela poderia substituir a fumigaçāo.

Este procedimento não utiliza produtos químicos, não coloca em risco a saúde dos funcionários e não contamina os acervos.

Os resultados do método mostram que ele pode ser aplicado em acervos bibliográficos, porém não é recomendado submeter materiais muito frágeis, itens compostos por diversos tipos de materiais e itens que já se encontrem com suporte quebradiço.

Ogden (2001) cita que congeladores domésticos ou comerciais podem ser utilizados, assim como câmaras de congelamento ou congeladores de temperatura e umidade controladas. Segundo Daniel e Pearson (1998), os materiais devem ser embalados e lacrados em sacos de polietileno, retirando-se o máximo da atmosfera de seu interior, para ficarem protegidos das mudanças no teor da umidade durante os ciclos de descongelamento e da condensação sobre os livros ainda frios, quando forem retirados do congelador. É recomendável o uso de sensores de umidade e temperatura dentro dos materiais congelados para estabelecer maior controle e segurança na aplicabilidade do método.

Ogden (2001) explica:

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

¹³ Artigo de Noel Dantas de Freitas, publicado nos Anais do VII Seminário da ABRACOR, 1994, páginas 67 a 70.

lenta. A pesquisa ainda não está completa nesta área: sabe-se que as pragas comuns de bibliotecas são capazes de desenvolver resistência ao congelamento. (OGDEN, 2001, p. 14)

É recomendável que os itens sejam mantidos em temperatura ambiente até iniciar o processo do congelamento. É importante que o congelamento aconteça de modo rápido. Segundo Ogden (2001), o congelador deve atingir a temperatura de 0°C em quatro horas e -20°C em oito horas. A autora relata que tratamentos bem-sucedidos foram realizados a -29°C pelo período de setenta e duas horas. Não há registros de que temperaturas mais elevadas durante um período de tempo menor seriam eficazes também, mas existem relatos de resultados positivos com -20°C durante quarenta e oito horas.

O descongelamento deve se dar gradativamente, recomenda-se levar a 0°C em 8 horas, passando a temperatura ambiente. A seguir, o processo é repetido para garantir sua eficácia. É aconselhável que os materiais só sejam retirados das embalagens após estarem em temperatura ambiente e também, quando for constatado que não existem mais insetos no ambiente de guarda. Todas as etapas do procedimento devem ser devidamente documentadas e fotografadas.

O tratamento por congelamento não oferece garantias contra novas infestações. Para isto, as áreas de guarda do acervo e os itens devem ser inspecionados periodicamente. Sugerimos que os itens tratados sejam observados, pois se ocorrer outra infestação no acervo, possamos saber se trata-se de uma nova infestação ou reinfestação.

O estudo do especialista do Arquivo Nacional, Freitas (1994), apresenta a validação do método, em que materiais encadernados infestados por insetos da família *Anobiidae*, da espécie *Stegobium paniceum*, foram submetidos ao tratamento por congelamento, em condições de temperatura a -16°C, em um período mínimo de 10 dias. Os materiais continham larvas, pupas e insetos adultos. O método mostrou-se eficaz, obtendo-se a mortalidade total dos insetos em todas as fases.

Freitas (1994) e Schäfer (s.d.) ressaltam a importância de observarem-se alguns cuidados específicos neste método, como: o tempo de exposição para garantir a mortalidade em todas as fases; o volume de proteção em torno dos itens, porque pode ser um fator de resistência ao congelamento dos insetos que estão no interior dos materiais; a UR do ar, conjugada com a umidade estrutural básica do papel, pode provocar a formação de cristais que fragilizarão os suportes; a condensação da UR do ar em contato com os objetos gelados, pode ocasionar a precipitação sobre os materiais e provocar deformações e o desenvolvimento de reações químicas e de microorganismos. Por este motivo, os materiais devem ser selados em sacos plásticos resistentes e retirado o máximo de

atmosfera existente com o auxílio de uma bomba compressor para produção de pequeno vácuo. Outro cuidado que deve ser observado, é em relação aos objetos que são compostos por materiais com diferentes coeficientes de dilatação e contração.

2.2.2. Métodos de atmosfera modificada por anóxia

A utilização de atmosfera modificada para combater os insetos, originou-se de pesquisas e tratamentos em cereais e alimentos armazenados atacados por estas pragas e também da área de conservação e transporte de alimentos.

A desinfestação por atmosfera modificada por oxigênio rarefeito é uma técnica que almeja a erradicação e o controle de pragas (especialmente insetos xilófagos e bibliófagos), e que, como já foi dito, vem sendo estudada por vários especialistas em todo o mundo. Esses pesquisadores e Conservadores têm publicado os resultados de seus estudos, o que possibilita a divulgação e o aperfeiçoamento do método.

O tratamento é considerado seguro, ecológico, atóxico e totalmente inerte aos artefatos de origem orgânica, como o papel, couro, madeira, tecido, associados ou não a materiais inorgânicos. Sua metodologia emprega materiais e equipamentos específicos para garantir os parâmetros de eficácia. Oferece menos riscos à saúde humana e aos objetos, porque não utiliza produtos químicos que causam efeitos colaterais nocivos, oxidação dos materiais, corrosão em metais e mudanças físico-químicas de certos pigmentos (escurecimento e esmaecimento), além de não deixarem resíduos reativos. Ainda não se constatou modificações nas propriedades físico-químicas dos objetos tratados, ficando os itens absolutamente inalterados da sua forma original.

O método de atmosfera modificada basicamente consiste na retirada do oxigênio do interior de um espaço estanque onde o objeto fica isolado durante o tratamento. Pode ser realizado com três variações de seu sistema: com a aplicação de dióxido de carbono, ou um gás inerte, absorvedores de oxigênio ou os dois processos simultaneamente. Todos resultam na mortalidade dos organismos vivos (agentes de deterioração) em qualquer um de seus estágios evolutivos (ovo, larva, pupa e adulto).

As primeiras experiências de atmosfera modificada para tratamentos de desinfestação foram feitas com a utilização de dióxido de carbono.

Como dissemos acima, o método de atmosfera modificada pode ter variações. Estas variações de protocolo abrangem a três sistemas: dinâmico, estático e dinâmico-estático.

2.2.2.1. Sistema dinâmico:

O sistema dinâmico consiste no insuflamento da câmara ou bolsa de alta barreira com um gás, vindo de cilindros ou de geradores, por meio de fluxo constante. O fluxo do gás é controlado por um regulador de fluxo, uma parte é umidificada e misturada com o gás não umidificado, e ambos são injetados dentro da câmara. Este processo resulta na remoção do oxigênio interno existente (da bolsa), até que seja atingida uma concentração de menos de 0,3%, diminuindo-se o fluxo para manter este nível durante o tratamento.

Para controlar o efeito letal, a umidade relativa, a temperatura e os níveis de oxigênio são monitorados constantemente através de equipamentos. Podem ser instalados também umidificadores e desumidificadores dentro das câmaras, para ser mantida a umidade natural dos materiais, sem consequências de danos por absorção de umidade ou ressecamento dos substratos. Schaefer (s.d.) recomenda ainda, o uso de ventiladores no interior das embalagens de grandes dimensões, a fim de que não se formem camadas de gases. Com a movimentação do ar, os gases irão se misturar e atingir igualmente todos os níveis dos materiais contidos na embalagem.

O dióxido de carbono (CO_2) é utilizado no sistema dinâmico de anoxia. Sua aplicação é mais indicada em grandes câmaras reutilizáveis para tratar grandes quantidades de objetos. Segundo Selwitz e Maekawa (1998), o dióxido de carbono também é bastante eficaz na mortalidade de insetos, em uma concentração entre 60% e 80% já possui efeito letal sobre eles. Não exige alto rigor na selagem das embalagens e as flutuações de concentração não prejudicam o desempenho do tratamento. É mais barato do que o nitrogênio. Entretanto, segundo Schaefer (s.d.), em uma concentração de 100%, o dióxido de carbono diminui o metabolismo de alguns insetos, como as brocas, causando um estado de latência e não causando a morte destes insetos. Além disto, se houver umidade dentro das embalagens, desprendida pelos próprios materiais em tratamento, ocorre o risco do dióxido de carbono formar ácido carbônico. Esta substância poderá provocar a acidificação nos materiais, causando danos em metais e pigmentos orgânicos. Portanto, os Conservadores devem ficar atentos a estas consequências e avaliá-las, antes de escolher a metodologia de tratamento.

Os gases inertes mais utilizados são o nitrogênio e o argônio. Estudos realizados por pesquisadores (Valentin e Preusser, Rust e Kennedy, Gilbert, Banks e Annis¹⁴) com este dois gases afirmam que, sob condições controladas de umidade relativa, temperatura e

¹⁴ Vide tabela apresentada no capítulo 2, p. 12, da publicação “Inert gases in the control of museum insect pests”, Selwitz e Maekawa, 1998.

tempo de exposição, várias espécies de insetos comuns em museus, apresentaram 100% de mortalidade (Ver gráfico 1, p. 49). O que foi observado em relação aos dois, é que o tempo letal para algumas espécies é menor com o uso de argônio. E além disto, este gás inibiria a proliferação de alguns microorganismos anaeróbicos, mas isto apenas com a utilização de altos níveis de umidade relativa, o que não deve acontecer no procedimento de anóxia. Fora estas diferenciações, no Brasil, o uso de nitrogênio é mais amplo, devido seu custo ser mais baixo. Segundo informações de Schäfer (s.d), o nitrogênio não reage quimicamente com os compostos, sendo o gás encontrado em maior proporção na composição da atmosfera terrestre (78%).

O gás hélio, um gás nobre e inerte, pode ser eficaz para este tratamento, porém ele possui um taxa de difusão muito alta através de filmes plásticos, o que pode levar a problemas de contenção e também apresenta alto custo, segundo dados de Selwitz e Maekawa (1998).

Segundo Elert e Maekawa (2003), o oxigênio deve ser mantido abaixo de 0,3 % por um período de 14 dias, para garantir a mortalidade dos insetos em todos os seus estágios (ovos, larvas, pupas e adultos), conforme a espécie em questão. A temperatura recomendada no interior do sistema deve ser em torno de 25º C a 30º C e a umidade relativa, igual ou inferior a 50%. Entretanto, segundo Beck (2009), a umidade do ar elevada, exige um tempo de exposição de 15 a 22 dias.

Em experimentos de Rust e Kennedy (1993), doze espécies de insetos, que infestam os objetos e artefatos de museus (besouros, traças, baratas e cupins), foram submetidas à atmosfera modificada com o uso de nitrogênio, para determinar o tempo necessário para garantir sua mortalidade em todos os estágios de desenvolvimento. Este estudo colaborou para estabelecer parâmetros de tempo de exposição para as espécies testadas, os quais são aplicados atualmente.

Segundo Elert e Maekawa (2003), a espécie, o estágio de desenvolvimento e as condições ambientais durante o tratamento são fatores importantes a serem considerados e que influenciarão na mortalidade dos insetos. Os ovos e pupas são mais resistentes, enquanto adultos e larvas, fases com maior mobilidade, são mais atingidas. Por este motivo, é necessário observar o tempo mínimo indicado para exposição, a fim de garantir a mortalidade de todos os estágios.

A mortalidade dos insetos se deve à desidratação de seu organismo. Os fatores temperatura e umidade relativa também influenciam este processo. De acordo com

levantamentos de Selwitz e Maekawa (1998) em estudos de vários pesquisadores¹⁵, quando há elevação da temperatura, aumenta a taxa metabólica e o consumo de oxigênio nos insetos, ou seja, eles consomem mais oxigênio e perdem mais líquido do corpo, o que leva à mortalidade por desidratação e, quanto menor a umidade do ar, maior será a evaporação.

Outro fator ressaltado por estes autores é o tempo de exposição às baixas concentrações de oxigênio. Nos estudos realizados por Rust e Kennedy (1993), observou-se a mortalidade de todos os estágios da espécie de broca *Lasioderma serricorne*, em 192 horas de exposição à atmosfera anóxia, com concentração de 0,1% de oxigênio, a 25,5º C e 55% de UR. E segundo observações de Elert e Maekawa (2003), a maioria dos insetos pode ser erradicada em oito dias, em concentrações de oxigênio abaixo de 0,3% a 50% de UR e 25º C. Entretanto, estes autores recomendam:

Assim, um prazo de quatorze dias de acordo com as condições acima é aconselhável para a garantia de morte completa. A isto pode ser incluído cerca de dois dias para o estabelecimento de condições anóxias no ambiente, mais uma margem de segurança de cerca de 50 % acima do que o tempo de sobrevivência experimental apresentado de pragas comuns. No entanto, a temperaturas inferiores a 25 ºC, deve haver um aumento no tempo de tratamento de cerca de 50 % para cada 5 ºC a menos; isto é, cerca de vinte e dois dias serão necessários a 20 ºC. Os insetos mais resistentes podem não serem mortos em vinte e dois dias a 20 ºC. (ELERT E MAEKAWA, 2003, p. 10, tradução nossa.)¹⁶

Portanto, os parâmetros de temperatura, umidade relativa e concentração de oxigênio devem ser observados, assim como a espécie a ser atingida pelo tratamento, pois há espécies de insetos mais resistentes, isto é, que sobreviverão por mais tempo às condições de anóxia¹⁷.

¹⁵ Para maiores informações consultar o capítulo 1: Mechanisms of insect mortality da publicação do Getty Conservation Institute: “Inert Gases in the Control of Museum Insect Pests”, com os estudos de Selwitz e Maekawa, 1998.

¹⁶ “Thus a period of fourteen days under the above conditions is advisable for assurance of complete kill. This would include about two days for establishing anoxic conditions in the enclosure, plus a safety margin of some 50% more than the experimentally proved survival time of common pests. However, at temperatures below 25°C there must be an increase in treatment time of about 50% for each 5°C decrease; that is, about twenty-two days will be required at 20°C. The most resistant insects may not be killed in twenty-two days at 20°C.” (ELERT e MAEKAWA, 2003, p.10)

¹⁷ Estes parâmetros são usados para tratamentos de anóxia com gases inertes, dióxido de carbono e absorvedores de oxigênio.

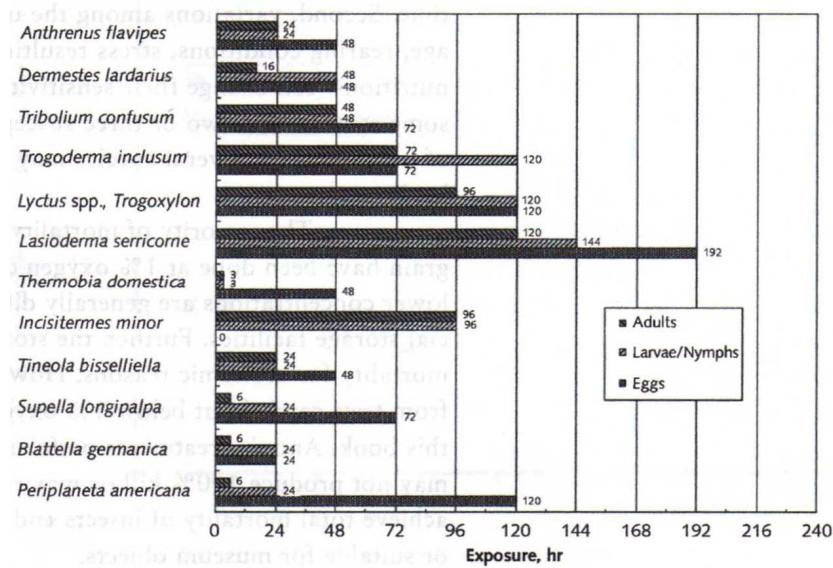


Gráfico 1 – Pragas e tempo de exposição em atmosfera anóxia.

Legenda traduzida: Tempo de exposição necessário para atingir 100% de mortalidade de cada estágio das doze pragas mais comuns em museus em uma atmosfera com 0,1 % de oxigênio em 25,5 °C e 55 % UR.

(Rust et al. 1996)

Fonte: ELERT e MAEKAWA, 2003, p.9.

O gráfico 1, acima, relaciona espécies de brocas (*Anthrenus flavipes*, *Dermestes lardarius*, *Tribolium confusum*, *Trogoderma inclusum*, *Lyctus spp.*, *Trogoxylon* e *Lasioderma serricorne*); traças (*Thermobia domestica* e *Tineola bisselliella*); cupim de madeira seca (*Incisitermes minor*) e baratas (*Supella longipalpa*, *Blattella germanica* e *Periplaneta americana*) que são encontrados em ambientes de acervos e o tempo de exposição, em horas, em atmosfera anóxia, demonstrando a resistência das diferentes espécies de insetos em diferentes estágios. Podemos observar que a espécie *Lasioderma serricorne* é uma das mais resistentes em todas as fases.

Outro fator importante a ser considerado na obtenção da atmosfera anóxia é a câmara, bolha ou bolsa onde serão colocados os materiais a serem desinfestados. Elas são confeccionadas em películas de filme plástico de alta barreira, ou seja, de plástico com baixa permeabilidade de oxigênio. Foram desenvolvidas originalmente para as empresas dos setores alimentícios, cosméticos e farmacêutico, a fim de que seus produtos pudessem ser estocados, transportados e conservados por longo prazo e sem danos.

As bolsas ou bolhas de alta barreira são confeccionadas por camadas de diferentes plásticos, como o Politeeftalato de etileno, PET¹⁸; o Policloreto de vinilideno, PVDC¹⁹; a poliamida (nylon) e o poliéster, unidos por coextrusão²⁰.

O objetivo principal destas bolhas é que ofereçam a mais baixa permeabilidade ao oxigênio para o interior (garantindo níveis abaixo de 0,3% de oxigênio durante o tratamento), sejam flexíveis, transparentes e resistentes a perfurações e rasgos seláveis, e que, não apresentem distorções quando seladas com calor. Todas estas propriedades são fundamentais para o procedimento correto do tratamento em anóxia.

De acordo com as variações do método, as bolhas terão formatos diferentes para melhor atender às suas necessidades e especificidades. Poderão ser confeccionadas pelos Conservadores de acordo com as dimensões do objeto a ser tratado ou poderão ser compradas, no caso de câmaras de grandes dimensões. Adiante veremos exemplos de formatos de bolhas utilizadas.

A seguir, citaremos como exemplo de tratamento com utilização de nitrogênio em câmaras de grandes dimensões: o procedimento de anóxia realizada no acervo da Biblioteca Mário de Andrade, em São Paulo, pelo Conservador/Restaurador Stephan Schaefer, durante este ano. Foram tratados 200 mil livros por este sistema, que segundo Schaefer, é um equipamento altamente sofisticado e que foi criado especialmente para este trabalho, dada às suas dimensões (a câmara tem capacidade para 160 m³ de livros). Esta etapa foi realizada fora da biblioteca, em um galpão especialmente equipado para o tratamento (Vide figuras 18 e 19).

¹⁸ O PET apresenta as seguintes características: elevada resistência mecânica, transparência, flexibilidade e oferece barreira a gases

¹⁹ O PVDC apresenta as características: excelente barreira ao vapor de água e gases, boa resistência química, alta resistência à tração, é termoselável e aplicável ao revestimento de PET. As Informações sobre PET e PVDC pesquisadas no Portal de embalagens da Fundação Universidade Federal do Rio Grande/ RS, consultar a bibliografia.

²⁰ Coextrusão significa extrusão de dois ou mais termoplásticos simultaneamente para produzir filmes laminados de características diferenciadas. A diversidade de aplicações de embalagens flexíveis requer laminados com propriedades que atendam às exigências dos produtos acondicionados em termos de estabilidade.



Figura 18 - Unidade de controle ligada à câmara de armazenamento dos livros.



Figura 19 - Galpão de armazenamento onde livros estão sendo tratados, dentro de bolha gigante.

Fonte: <http://aber.locaweb.com.br/v2/noticia.php?IdNoticia=2065>

De acordo com informações de Schäfer:

Foi utilizado um gerador de Nitrogênio com qualidade museológica, que é muito silencioso e não produz qualquer emissão de vapores orgânicos ou oleosos. Trata-se de um sistema integralmente "oil free" que é acoplado a uma unidade de controle e monitoramento contínuos que constantemente mede e mantêm valores previamente programados da concentração de Oxigênio, umidade relativa e temperatura, além de outras opções como pressão, etc. O sistema grava os dados em forma de "data sets individuais", que também podem ser visualizados em forma de gráficos para facilitar a leitura. (informação verbal)²¹.

O projeto constituiu-se de outras etapas, além da desinfestação por anóxia. O acervo passou por um diagnóstico e, após o tratamento, foi completamente higienizado para retornar ao seu ambiente de guarda.

Esta metodologia é mais recomendada para objetos de grandes dimensões ou, como no exemplo apresentado, nos tratamentos de grandes quantidades de objetos simultaneamente em uma mesma bolha. Porém apresenta altos custos.

Estudos e pesquisas para a desinfecção de objetos museológicos, como o realizado por Valentin (1998), em que foi utilizada a atmosfera modificada com uso de nitrogênio, apresentaram resultados satisfatórios no controle da atividade microbólica. Este fato demonstra que a metodologia também pode ser eficaz para o controle de fungos e bactérias que contaminam os acervos.

²¹ Informação fornecida por Stephan Schäfer por correio eletrônico, em 10 de novembro de 2009.

2.2.2.2. Sistema estático:

Passemos agora, ao sistema estático de tratamento. Segundo Elert e Maekawa (2003), este sistema é mais básico e menos caro do que o anterior. Ele é usado para objetos menores, que podem ser tratados em bolsas pequenas ou médias confeccionadas com plásticos de alta barreira. Estas bolsas podem variar de volume, tendo entre 0,001 a 1 m³ (1- 1000 litros). É utilizada uma seladora, que pode ser portátil (figura 20), para vedar as embalagens, possibilitando a selagem rápida de um grande número de bolsas de uma só vez.



Figura 20 - Seladora portátil com temperatura constante.

Fonte: ELERT e MAEKAWA (2003), p. 28.

Os objetos infestados são colocados nas embalagens, envoltos em tecido macio e poroso, para ficarem protegidos da abrasão entre eles e evitar danos na bolsa. O sistema utiliza-se de absorvedores de oxigênio em quantidade suficiente para garantir o nível abaixo de 0,3% durante o tratamento. Um simples indicador visual de oxigênio ou um monitor eletrônico é inserido para monitorar esta concentração. Inclui também uma cartela indicadora de umidade ou um monitor eletrônico de umidade e temperatura, para monitoração da UR dentro das bolsas, e absorvedores de umidade, em forma de sachês com sílica gel²². Como é possível se perceber, podemos utilizar equipamentos mais sofisticados, como monitores eletrônicos ou mais simples, como pastilhas e cartelas, que são mais práticas e menos custosas.

Segundo Beck (2009), os sachês de absorvedores de oxigênio são compostos basicamente por óxido de ferro em pó, ácido ascórbico e água. O invólucro é confeccionado por um plástico microporoso que permite a absorção do oxigênio e faz com este reaja em seu interior, causando a oxidação do pó de ferro (figura 21). Esta reação consome todo o oxigênio presente de forma rápida, sendo exotérmica, isto é, liberando calor. O calor liberado não causa um aumento significativo da temperatura ambiental, e uma consequente diminuição da umidade relativa; no entanto, não é recomendável que os sachês de absorvedor fiquem diretamente sobre os objetos, para não lhes causar danos.

²² A sílica gel é um composto químico mineral em forma de partículas altamente higroscópicas, que mudam de cor quando absorvem água. É usada em equipamentos de grande porte e em ambientes de pequenas dimensões, como gavetas, vitrines ou armários sem entrada de ar do exterior. Para esta finalidade, geralmente é utilizada em sachês ou em recipientes abertos, sempre sem contato direto com os itens.

De acordo com Elert e Maekawa (2003), várias empresas atualmente produzem os absorvedores de oxigênio, por exemplo: Ageless ® pela Mitsubishi Gas Chemical Company, no Japão; FreshPax ™ pela Multisorb Technologies, nos Estados Unidos e Atco ™ por Standa Industrie, na França. Os absorventes são vendidos de acordo com a capacidade de absorção de oxigênio, medida em centímetros cúbicos. São vendidos em pacotes individuais, como o Ageless ® Z-1000, o FreshPax ™ D-1000 e o Atco ™ LH 1000. Cada um desses pacotes individuais absorve 1000 cc (ml) de oxigênio, de acordo as informações dos fabricantes.



Figura 21 - Absorvedor de oxigênio.

Legenda traduzida: Figura 3 - A maioria dos pacotes de absorvedores de oxigênio é de pó de óxido de ferro que reagem com o oxigênio e formam outros óxidos de ferro.

Fonte: ELERT e MAEKAWA, 2003, plate 3.

Pressupondo que o ar é composto aproximadamente por 20% de oxigênio, os absorvedores dentro das bolsas terão que reter esta quantidade para tornar sua concentração a mais baixa possível, abaixo de 0,3 %, para que os insetos não sobrevivam.

Beck (2009) explica que para calcularmos a quantidade suficiente de absorvedores para cada bolsa, fazemos o cálculo do volume da bolsa em cm^3 , multiplicamos a largura pela profundidade e pela altura do volume tratado em cada bolsa. Dividimos este resultado, que é o volume em centímetros cúbicos de ar, por 5, que corresponde a 1/5 ou 20% do oxigênio do ar. Por exemplo: um objeto que mede 12 x 40 x 30 cm, terá 14.400 cm^3 , que será dividido por 5 e teremos o resultado: 2.880 cm^3 . Lembrando de que 1 cm^3 corresponde a 1 ml, temos 2.880 ml ou 2,88 litros de oxigênio. Se estivermos usando absorvedores de 1l de oxigênio, precisaríamos de três absorvedores de 1l para esta bolsa.

Sensores indicadores de oxigênio irão ajudar no controle da concentração do gás, mostrando se a atmosfera está com baixa concentração. Se não corresponderem à expectativa, algum problema pode estar acontecendo, como a ocorrência de alguma fenda na bolsa plástica de alta barreira ou problemas na selagem de fechamento.

A seguir, apresentamos na figura 22 o funcionamento do sensor indicador de oxigênio Ageless-Eye, da Mitsubishi Gas Chemical Company, que muda de cor indicando a

baixa concentração na bolha. Quando exposto ao ar, possui cor violeta; conforme ocorre a queda de concentração de oxigênio, dentro da bolsa, vai tornando-se rosado, e por volta de 0,1%, torna-se rosa.

AGELESS-EYE® Oxygen Indicator

The AGELESS-EYE is an in-package monitor which indicates the presence of oxygen at a glance.

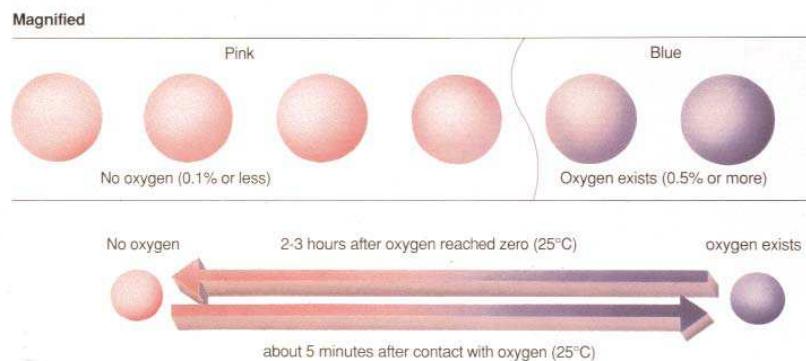


Figura 22 – Funcionamento do sensor de oxigênio.

Legenda traduzida: Figura 2 – Ilustração comercial do desempenho do indicador de oxigênio Ageless-Eye (MGC 1994).

Fonte: ELERT e MAEKAWA, 2003, plate 2.

Se a umidade do ar estiver acima de 50% no ambiente da anóxia, é recomendável, segundo Beck (2009), que se adicione sílica gel em quantidade a ser definida conforme o volume da bolsa e a umidade a ser absorvida.

Para se ter controle sobre o material que está em tratamento por anóxia, Beck (2009), aconselha que sejam confeccionadas cartelas, onde serão anotadas as informações sobre cada bolsa. A cartela deverá conter informações como: data, número da bolsa, quantidade de absorvedores e fixar o sensor de oxigênio. Esta cartela e o indicador de umidade devem ficar visíveis dentro da bolha.

A etapa final, após a colocação das obras/documentos, dos absorvedores, dos sensores e da cartela de controle, é a selagem da bolsa, que como já foi explicado, é feita com uma seladora (A figura 23 mostra bolsas seladas com os materiais). A faixa de selagem precisa ter no mínimo 1 cm de largura, de acordo com Beck (2009). Para que a faixa de selagem não fique com bolhas de ar, falhas ou vincos, se faz necessário observar a temperatura correta para a selagem, evitando o superaquecimento ou o aquecimento insuficiente.

No terceiro capítulo apresentaremos como estudo de caso deste sistema de tratamento, o projeto desenvolvido entre 2007 e 2008, pela Conservadora/Restauradora Ingrid Beck, na Biblioteca Barbosa Rodrigues, do Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, a fim de verificar a viabilidade e a eficácia do método.



Figura 23 - Bolsas com livros em tratamento: observa-se a cartela de controle com os sensores de oxigênio na imagem à esquerda e os absorvedores na imagem à direita.

Fonte: BECK (2009).

2.2.2.3. Sistema dinâmico-estático:

A terceira variação do protocolo ocorre com o sistema dinâmico-estático, quando é feito o insuflamento de nitrogênio e a colocação de sachês de oxigênio na bolsa, para acelerar o processo de tratamento e manter reduzida a quantidade de oxigênio. Esta técnica é recomendada para bolsas entre 100 e 1000 litros de volume. É necessário avaliar as condições do objeto e verificar como deve ser feito corretamente o insuflamento com o nitrogênio, que poderá ser aplicado umidificado ou não, e o controle da UR da bolsa, para não ocorrerem danos ao substrato.

Esta variação do sistema segue os mesmos protocolos dos sistemas anteriores (dinâmico e estático), para sua execução.

Apesar de muito eficiente contra várias espécies testadas em quaisquer estágios de desenvolvimento, o tratamento por anóxia oferece dificuldades. A execução dos métodos exige materiais específicos e técnicos treinados. Os materiais utilizados no sistema com insuflação de gases (geradores ou cilindros de gás, câmaras de plásticos de alta barreira, válvulas, medidores, etc.) são de alto custo. Problemas em relação à concentração inadequada do gás utilizado, falhas na vedação das bolhas, tempo de exposição insuficiente, falta de monitoramento e medição das concentrações dos gases e da umidade relativa durante todo o processo, podem acarretar no insucesso do tratamento. O isolamento do ambiente é importante para se ter certeza se se trata de reincidência ou nova infestação,

pois isto será um dado importante para outras medidas, como as elaboradas em um programa de monitoramento. Portanto, uma das melhores formas de evitar a infestação ou a reinfestação dos acervos bibliográficos ainda é a adoção de medidas preventivas e a conscientização dos conservadores, dos responsáveis pelos acervos e dos usuários no que se refere à preservação do patrimônio cultural.

2.3. PROGRAMA DE CONTROLE INTEGRADO DE PRAGAS

O controle ou manejo integrado de pragas (CIP/MIP) consiste em um programa sistemático de prevenção de infestações e reinfestações. Como no caso da utilização de produtos químicos para a desinfestação, também se originou do meio agrícola como alternativa ao controle de pragas que infestavam plantações e produtos armazenados. Sua metodologia envolve medidas preventivas e monitoramento regular, utilizando-se de técnicas flexíveis, adequadas para a realidade das instituições e, que sejam as menos prejudiciais aos acervos e aos funcionários envolvidos.

Ogden (2001) frisa que:

Os profissionais da preservação recomendam com insistência cada vez maior a estratégia de *controle integrado de pragas* (CIP). Esta abordagem utiliza primeiramente meios não-químicos (como controle do clima, das fontes de alimentação e dos pontos de entrada do prédio) para prevenir e controlar a infestação dessas pragas. (OGDEN, 2001, p. 7, grifo da autora)

As medidas devem visar à preservação e o mínimo de reincidência de infestações em longo prazo, sendo que devem ser revistas e avaliadas periodicamente para que o CIP funcione de maneira satisfatória.

Todos os agentes de biodeterioração apresentados no primeiro capítulo podem ser identificados, monitorados, controlados e evitados através das estratégias do programa de CIP. Ogden (2001) explica o que atrai os insetos para os acervos bibliográficos e os danos que eles podem causar:

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 atacarão 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. (OGDEN, 2001, p. 7)

A implantação do CIP deverá envolver toda a equipe técnica que trabalha diretamente com o acervo bibliográfico, bem como os responsáveis por ele em nível administrativo e os funcionários da equipe de limpeza do ambiente. Uma pessoa da equipe deverá ser escolhida para gerenciá-lo. Todavia, todos devem passar por treinamento para compreender o programa e conhecer as tarefas que irão realizar e quais as consequências posteriores, se as medidas não forem cumpridas. Desse modo, estarão envolvidos e conscientes de que o sucesso do CIP dependerá da ação de cada um e quais as consequências posteriores, se as medidas não forem cumpridas.

Ao iniciar um programa formal de CIP, é necessário fazer um levantamento do prédio, das áreas de guarda e de seu entorno. Schaefer (s.d.) aconselha começar o diagnóstico pelos telhados, o que constituiria uma observação de “cima a baixo” de toda a construção, já que o prédio é o invólucro principal dos acervos e seu estado de conservação afeta diretamente a preservação das coleções. Também devem fazer parte deste estudo prévio, questões como: se já houve infestações no acervo; qual o tipo de praga foi encontrado; qual material foi atacado; como o problema foi resolvido, etc. Os riscos potenciais encontrados devem ser eliminados e outras medidas diversas podem ser consideradas para reduzirmos a presença de insetos nas bibliotecas.

Listamos algumas destas medidas que podem ser empregadas, baseando-se em orientações de Ogden (2001) e Schaefer (s.d.):

2.3.1. Limpeza e conservação do ambiente:

A limpeza das áreas de guarda dos acervos deve fazer parte da rotina da instituição e do setor responsável. Os itens, o mobiliário, o ambiente, janelas, portas, entradas e saídas de ventilação, caixas e gavetas precisam ser vistoriadas quanto à presença de sinais de insetos e outras pragas. Esses sinais podem ser observados diariamente, durante o trabalho na instituição: quando da limpeza do ambiente e do acervo, no manuseio dos itens e na circulação no ambiente de guarda. Também podem ser estabelecidos períodos para a verificação dos locais citados e outros mais, de acordo com as especificidades de cada instituição. Ogden (2001) recomenda: “Todas as áreas deverão ser verificadas quanto a sinais de praga pelo menos uma vez por mês.” (OGDEN, 2001, p. 11) E Beck (2007/2008) recomenda que a limpeza dos itens do acervo seja feita a cada três meses.

A poluição atmosférica que está presente nas áreas urbanas dos grandes centros e nas cidades industriais, além de causar a deterioração dos suportes, também favorece o ataque biológico. Os poluentes do ar apresentam-se em forma de partículas (poeira e

sujeira) e gases. A poeira, a fuligem, os resíduos de fumaça de cigarro, a queima de combustíveis, os aerossóis alcalinos do assentamento do concreto depositam nos objetos quantidades nocivas de monóxido de carbono, acetona, óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio e ozônio, segundo Baer e Banks (1985).

Os poluentes sólidos são agentes abrasivos, compostos de partículas de tamanhos variados, principalmente de sílica e óxido de ferro, fuligem e esporos de microorganismos que ficam em suspensão no ar. Sua ação pode ser superficial e também pode atingir as fibras do papel e ser absorvida através de ligações químicas. Devido a sua capacidade higroscópica, em condições de alta UR do ar, podem formar ácidos e modificar o pH dos suportes. Contribuindo, portanto, para o desencadeamento de diversas reações químicas e atrair insetos e desenvolver microorganismos.

Os poluentes gasosos contêm agentes corrosivos e oxidantes. De acordo com Baer e Banks (1985), os principais gases poluentes são o dióxido de enxofre (SO_2), o dióxido de nitrogênio (NO_2) e o ozônio (O_3). Os papéis, os couros e as fotografias são bastante afetados pelo dióxido de enxofre, que combinado com altos índices de UR e de luminosidade aceleram o tempo de reação dos materiais, formando o ácido sulfúrico.

Sendo assim, usamos da recomendação de Ogden (2001): “Procure montículos de poeira, corpos de insetos, excrementos, casulos e insetos vivos e limpe-os imediatamente.” (OGDEN, 2001, p. 11), pois todo o acúmulo de sujidade deve ser removido do ambiente. As condições de higiene podem ser aprimoradas, como o aumento das inspeções e das limpezas, o que evita a ocorrência de abrigos seguros e condições favoráveis para a proliferação. Estabelecer que a higienização do acervo seja realizada periodicamente, será um meio de manter as condições de limpeza sempre favoráveis para a conservação e vistoriar rotineiramente as coleções.

A presença dos sinais de insetos deve ser comunicada aos funcionários do setor e/ou aos responsáveis pelo CIP, para que sejam monitoradas e tomadas as medidas necessárias.

2.3.2. Prevenção e exclusão de rotas de entrada:

Ogden (2001) sugere que portas e janelas sejam vedadas, para bloquear o ingresso de insetos. Rachaduras e aberturas ao redor de canos ou dutos também devem ser vedadas. A vedação irá funcionar como barreira contra a entrada dos insetos e, em muitos casos, o alastramento para áreas de acervo adjacentes. As aberturas de entrada e saída de ventilação devem ser limpas periodicamente e receber telas.

Sobre a vegetação no entorno dos prédios, Ogden (2001) recomenda: “Convém manter uma faixa de cerca de trinta centímetros ao redor do prédio livre de plantas para desestimular a entrada dos insetos.” (OGDEN, 2001, p. 10) e evitá-las no interior dos locais de guarda, exposição, tratamento técnico e uso do acervo. Árvores antigas e jardins já existentes no entorno muito próximo devem ser vistoriados.

2.3.3. Controle e manutenção do clima:

Sabemos que o controle ambiental em regiões de clima tropical é uma tarefa bastante difícil, pois pode-se atingir taxas muito altas e oscilantes de umidade relativa e temperatura em determinados períodos, devido às condições climáticas. O recomendável seria manter temperatura e umidade relativa do ar em média, já que os equipamentos mecânicos envolvem alto consumo energético e não oferecem resultados satisfatórios.

A estrutura interna do prédio e a disposição dos ambientes podem ser estudadas e avaliadas por especialistas, buscando medidas para melhorar as condições ambientais, através de mudanças estruturais e instalação de equipamentos.

Para manter em condições estáveis a temperatura e a umidade do ar recomenda-se o uso de ventiladores e desumidificadores nos ambientes de guarda do acervo. Os equipamentos de medição, como os *dataloggers*, registram e armazenam os dados climáticos para o monitoramento das condições ambientais, fornecendo os dados para a análise e tomada de decisões. Estas opções recomendadas pelos especialistas de um modo geral asseguram a sustentabilidade e a continuidade das condições climáticas.

A ventilação dos ambientes é um aspecto importante a ser observado. Promover a aeração dos ambientes, evitando que o ar fique estagnado, principalmente nos locais de guarda, como recomenda Beck (1985), é uma medida que irá colaborar para diminuir a UR e promoverá a renovação do ar. Ela pode ser feita através de entradas de ar, como vãos, janelas ou dutos de ventilação, devidamente protegidos por telas e regularmente limpos e inspecionados.

Outros fatores contribuem para a variação climática no interior dos prédios, como fontes de umidade (infiltrações) e radiação solar. As fontes de água e tubulações de banheiros, cozinhas ou dos equipamentos mecânicos devem ser inspecionados periodicamente para evitar vazamentos. O telhado e o subsolo do prédio também podem ser fontes de infiltrações e exigem uma manutenção rotineira. A radiação solar contribui para o aumento da temperatura no interior dos ambientes, para evitar isto, podem ser colocadas cortinas ou filtros UV nas janelas. Também é necessário não armazenar o acervo próximo

às paredes que fiquem expostas excessivamente à radiação solar em determinados períodos do dia, principalmente na época do verão.

2.3.4. Monitoramento de pragas:

Algumas medidas tomadas em conjunto irão auxiliar no bloqueio e na detecção da entrada de insetos nos acervos. Uma medida a ser implantada é a quarentena de todos os itens novos ou doados que serão incorporados ao acervo. Ogden (2001) aconselha que o material deva ser examinado, para que sejam verificados sinais de infestação, seja higienizado e isolado em uma sala de quarentena, até o seu processamento técnico e incorporação definitiva ao acervo. Caso sejam detectados sinais de infestação ou infecção, deve-se consultar um especialista em Conservação e tomar as medidas necessárias.

A inspeção visual regular nos ambientes de guarda, manuseio e exposição é outra medida que deve fazer parte do plano de ação do CIP. Este procedimento pode ser feito juntamente com a limpeza dos ambientes; sendo assim, os funcionários encarregados desta tarefa, podem ser treinados para reconhecer sinais da presença de insetos (Como o resíduo apresentado na figura 24). Além deles, os funcionários responsáveis pela implantação do CIP também devem fazer uma inspeção rigorosa em todo o acervo periodicamente.

Segundo Beck (2009):

A identificação das infestações é feita por meio de vistoria, examinando-se o local sob as lombadas e no interior dos volumes, especialmente nas primeiras folhas e junto à costura, para localizar as fezes das larvas, em forma de areia. Além da presença desses resíduos observa-se a presença de larvas ou de perfurações causadas por elas. Considera-se a possibilidade de infestação ativa em todos estes casos, pois os insetos podem estar ocultos dentro das capas dos livros. (BECK, 2009, p. 194)

Ainda segundo a especialista, com estas informações coletadas nas vistorias é possível fazer o mapeamento da infestação, que servirá como uma ferramenta durante o tratamento de desinfestação e no controle preventivo.



Figura 24 - Pó encontrado sob as lombadas durante a inspeção visual.

Fonte: BECK, 2009, figura 7.

A utilização de iscas ou armadilhas adesivas, de feromônios ou luminosas pode contribuir para detectar a presença de insetos; identificá-los; observar seu comportamento; mostrar suas rotas de entrada, suas fontes de alimento, se as barreiras de controle estão funcionando; e ainda, monitorar e diminuir a população já existente no acervo. Quaisquer que sejam as iscas utilizadas, é necessário que haja uma rotina de monitoramento, para que os dados coletados sejam interpretados e, a partir deles, ações sejam planejadas e executadas. Ogden (2001) explica que: “Estas informações permitem a identificação das áreas problemáticas e o desenvolvimento de programas de tratamento adequado para as espécies em questão.” (OGDEN, 2001, p. 12). As iscas ou armadilhas ainda irão ajudar a verificar se o método de controle está sendo eficiente, em função da quantidade de insetos que ainda são encontrados no acervo.

Segundo Ogden (2001), os insetos encontrados nas iscas, nas inspeções visuais ou na higienização deverão ser identificados através de consulta à bibliografias especializadas, à departamentos de Biologia de universidades ou à museus de História Natural que possuam entomologistas. E de acordo com Schaefer (s.d.), compreender a biologia dos insetos será um fator importante para evitar e prevenir pragas. Como ele explica, as infestações ativas dependerão frequentemente das condições ambientais, como as taxas de UR e temperaturas elevadas. Conhecendo a biologia dos insetos mais comuns em ambientes de acervos, saberemos que alguns deles, como a traça e os piolhos de livros, funcionam como alarmes biológicos, indicando que as condições ambientais não estão adequadas e que outros insetos logo poderão estar infestando os itens também. E segundo Daniel e Pearson (1998), através da identificação, saberemos quais os insetos representam verdadeiramente uma ameaça para os acervos bibliográficos.

As informações obtidas com a metodologia do controle integrado de pragas podem indicar o caminho para a escolha do tratamento adequado de desinfestação do acervo. E caso a instituição ainda não tenha elaborado o CIP, este pode ser implantado após o tratamento, com o objetivo de monitorar o acervo e evitar reinfestações.

CAPÍTULO 3

O PROJETO DE CONSERVAÇÃO DA BIBLIOTECA BARBOSA RODRIGUES

3.1. O ACERVO DA BIBLIOTECA E SEU PROJETO DE CONSERVAÇÃO

O Horto Botânico Real, hoje Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, foi criado em 1808 por Dom João IV para cultivar diversas espécies botânicas, principalmente as de especiarias vindas do Oriente. Com isto, a instituição tornou-se um marco histórico para o desenvolvimento da História Natural no Brasil.

A Biblioteca Barbosa Rodrigues - BBR, localizada no Jardim Botânico, foi criada em 23 de junho de 1890. Sua coleção originou-se de uma doação feita pela Família Imperial de obras sobre Botânica, pertencentes a Dom Pedro II, ao então diretor do JBRJ, João Barbosa Rodrigues. Este foi diretor da instituição de 1890 a 1909, sendo um dos seus mais destacados administradores, por suas ações para tornar o Jardim Botânico uma instituição de cunho científico. Ele promoveu a pesquisa científica, com a criação do herbário, do arboreto, da biblioteca e do museu botânico. Também incentivou a visitação do público em geral, com o intuito de popularizar a botânica e promover o estudo de amadores, estudantes e visitantes.

O acervo da BBR possui obras nacionais e estrangeiras, divididas em obras especializadas, livros de referência, periódicos científicos, teses, dissertações e obras raras. O acervo raro possui publicações do século XVI ao XX, incluindo parte da coleção de Botânica Teresa Cristina Maria; a coleção Barbosa Rodrigues e outras obras preciosas, como a *Flora Brasiliensis*, de Karl Friedrich Philipp von Martius, a *Florae Fluminensis*, de José Mariano da Conceição Vellozo, e a obra mais antiga do acervo, sobre plantas medicinais de Pietro Andrea Mattioli: *Commentarii in sex libros Pedacii Dioscoridis Anazarbei de Medica Materia*, de 1565.

Sua coleção representa uma fonte valiosa para estudos biológicos nas áreas da Botânica e da História das Ciências Naturais, além de possuir um valor nacional e internacional para a memória científica.

Aproximadamente, um ano antes da realização do projeto, o prédio passou por reformas, pois se tratava de uma construção antiga, tinha infiltrações e não possuía climatização. As figuras 25 e 26 mostram o entorno do prédio rodeado pela vegetação do Jardim Botânico. O acervo apresentava um grande número de obras em processo de deterioração, devido à ação do tempo e condições ambientais inadequadas. Uma grande infestação estava degradando os itens e também existia a presença de agentes microbiológicos em algumas obras.

O projeto de conservação elaborado para tratar o acervo, realizou um tratamento massivo, com o objetivo de desinfestar as obras atingidas, higienizar todos os itens e restaurar noventa e três obras raras, que estavam mau estado de conservação e tinham sido atacadas por insetos. Um sistema de CIP foi implantado na biblioteca após o término do projeto, para assegurar as condições adequadas para a conservação do acervo, evitando, desse modo, a deterioração de suas obras e novas infestações.

O projeto de conservação do acervo ocorreu entre junho de 2007 e setembro de 2008, com o financiamento do Programa Petrobras Cultural e o apoio institucional do Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, da Associação de Amigos do Jardim Botânico, do IPHAN e do Ministério da Cultura. O trabalho foi elaborado e realizado pela Museóloga e Conservadora/Restauradora Ingrid Beck com o auxílio de uma equipe composta por cinco técnicos.

A seguir, descreveremos as etapas do projeto, incluindo o diagnóstico, a higienização e a desinfestação pelo método da atmosfera anóxia, com o uso de absorvedores de oxigênio. A análise deste trabalho servirá como estudo de caso para avaliar a viabilidade do método, bem como, a sua eficácia no tratamento de acervos bibliográficos.



Figura 25 - Vista da entrada da Biblioteca
Barbosa Rodrigues.



Figura 26 - Visão da lateral direita e fundos
do prédio da Biblioteca.

Fonte: Arquivo pessoal/ 2009.

3.2. DIAGNÓSTICO E HIGIENIZAÇÃO

O trabalho teve início com o diagnóstico de conservação do acervo e o mapeamento da infestação, primeiramente no setor de Obras Raras (figura 27), e após, no setor de Periódicos e Obras de Referência do acervo geral (figura 28).



Figura 27- Setor de Obras Raras, acervo em arquivos deslizantes.



Figura 28- Setor de Periódicos, composto por dois andares.

Fontes: Arquivo pessoal/ 2009.

O resultado do diagnóstico mostrou que o acervo encontrava-se em mau estado de conservação, com sujidade e condições climáticas inadequadas. Com todos estes fatores desfavoráveis, uma infestação era um fato inevitável.

Durante o diagnóstico e a higienização do acervo, foram recolhidas amostras dos insetos encontrados para identificar, através de suas características morfológicas, a(s) espécie(s) do(s) inseto(s) causador(es) da infestação. A análise identificou que tratava-se de uma infestação por brocas, da família *Anobiidae* e a espécie apresentava características semelhantes ao do *Stegobium paniceum*, conhecido como besouro ou gorgulho da farinha, que ataca normalmente cereais armazenados e alimentos protéicos. O entorno da biblioteca, rodeado de muitas espécies vegetais que possuem uma grande variedade de sementes, pode ter facilitado a presença destes insetos nas suas instalações.

A vistoria realizada no diagnóstico indicou o grau de contaminação do acervo, que foi considerado alto, e qual metodologia seria mais adequada para o tratamento. O mapeamento realizado ofereceu subsídios para controlar os focos de infestação, durante o tratamento e servirá para prevenir reinfestações no futuro.

O instrumento de identificação da presença de ataque de insetos ativos ou inativos nos itens foi a vistoria individualizada. Os locais examinados foram o interior dos volumes, principalmente as primeiras folhas e junto às costuras da encadernação, e as lombadas. A presença de furos, rendilhados e excrementos em forma de pó muito fino encontrados nas

prateleiras e sob as lombadas, denunciaram a presença de larvas que estavam se alimentando ainda dos materiais ou não mais.

As larvas são as principais responsáveis pelos danos no suporte de papel, e notou-se que elas alimentaram-se bastante dos materiais de revestimento interno e adesivos utilizados nas lombadas, destruindo-os, muitas vezes, por completo (Ver figuras 29, 30 e 31). Os livros muito compactados nas prateleiras facilitaram a perfuração através dos volumes. Lembrando-se que as fases de ovo e pupa são as latentes e de larva e adulto, as ativas, quando causam os maiores danos nos itens.

As brocas costumam completar seu ciclo de desenvolvimento dentro dos livros e saem para o acasalamento e postura dos ovos em novos materiais. Os furos encontrados na parte externa das encadernações indicam o local por onde os insetos adultos saíram dos materiais para se reproduzir (figura 32).

As larvas e os adultos são difíceis de serem encontrados, pois, conforme o observado, eles escondem-se no interior das encadernações e ficam paralisados quando sentem a movimentação do objeto. Por este motivo, mesmo com a presença dos sinais de infestação, não foi possível saber de imediato se se tratava de uma infestação ativa ou inativa. Assim optou-se por uma vistoria minuciosa para que fossem encontradas as larvas e/ou os insetos adultos vivos ou mortos.

As brocas não são insetos sociais, por isto, seu ataque pode ser pontual ou elas podem estar disseminadas em grande parte do acervo, pois possuem a capacidade de voar e podem se deslocar para várias áreas de um mesmo ambiente.

As elevadas taxas de umidade relativa e temperatura no ambiente da biblioteca favoreceram o aumento da infestação, porque aceleram o metabolismo e o desenvolvimento desses insetos, como foi explicado no capítulo 1, no item 1.1.1.5²³.

O setor de obras raras foi tratado no período de agosto a dezembro de 2007. Durante o procedimento de verificação, foram selecionados os volumes que passariam pelo processo de desinfestação de acordo com os sinais apresentados. Por medida de segurança, os volumes próximos aos infestados ou que apresentavam sinais suspeitos de ataque também foram incluídos no tratamento.

²³ Consultar o capítulo 1, item 1.1.1.5, para se obter mais informações específicas sobre as brocas, especialmente sobre a espécie encontrada na BBR, o *Stegobium paniceum*.



Figura 29 - Exemplar das Obras raras muito atacado por insetos.



Figura 30 - Exemplar das Obras raras com ataque de insetos, com perda total da encadernação.

Fonte: Arquivo pessoal/ 2009.



Figura 31 - Exemplar das Obras raras, o ataque de insetos provocou sérios danos na lombada.

Fonte: Arquivo pessoal/ 2009.

Os livros raros que não apresentavam sinais de infestação foram higienizados folha a folha, o que possibilitou uma segunda inspeção mais detalhada de cada volume e, consequentemente permitiu identificar, ainda, que mais alguns volumes deveriam passar pelo tratamento. Os volumes encaminhados diretamente para a desinfestação foram higienizados somente após seu tratamento.

De janeiro a maio de 2008, os setores de periódicos e de obras de referência passaram pelas etapas de diagnóstico, higienização e desinfestação. Como procedimento de diagnóstico foi realizado o já descrito. Porém este acervo possuía maior quantidade de volumes do que as obras raras e também mais pontos de infestação. Por este motivo, após a rápida identificação dos itens infestados, eles foram colocados em anóxia. Igualmente às obras raras infestadas, nestes volumes a higienização foi realizada posteriormente, mas ainda com o intuito de verificar novos focos de infestação.

Neste setor do acervo foram colocadas cortinas de não-tecido nas estantes para proteger os volumes, já desinfestados e limpos, de novos ataques.

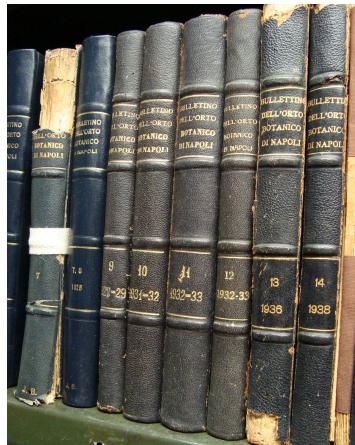


Figura 32 - Exemplares de Periódicos do século XX com sinais de ataque de insetos, furos e danos nas lombadas.

Fonte: Arquivo pessoal/ 2009.

O procedimento de higienização objetivou remover as impurezas superficiais dos volumes, como poeira acumulada, excrementos de insetos e esporos de micro-organismos, conforme pode ser visto nas figuras 33 e 34. A poeira precisava ser retirada, pois é higroscópica, podendo causar danos químicos aos suportes, além de servir de alimento e atrativo para insetos e microorganismo.

Os livros foram aspirados com aspirador de pó e limpos com trincha macia a partir do corte superior, com o livro fechado, seguindo da lombada para a ponta, depois na goteira e corte inferior. Nos itens em bom estado, a limpeza das capas das encadernações foi feita com aspirador e com trincha macia. Para retirar o pó de excrementos de insetos e detectar sua presença ativa ou não, batia-se cuidadosamente na lombada do livro em pé com a trincha e observava-se os resíduos.

A equipe utilizou os materiais e equipamentos de proteção individuais (EPI's) recomendados, que segundo Cassares e Moi (2000), são: trinchas e pincéis macios, flanelas, espátulas, borracha plástica branca e seu pó, mesa de higienização, aspiradores de pó com filtro especial (tipo HEPA²⁴), luvas descartáveis, máscaras com filtros, toucas descartáveis, avental ou jaleco e em casos mais específicos, óculos de proteção e máscaras com filtros especiais para micro-organismos (categoria FF2). Esses materiais e equipamentos são de uso obrigatório durante a higienização de livros e documentos, a fim de que os técnicos previnam-se de reações alérgicas ou outros problemas de saúde que podem ser ocasionados pelos agentes patogênicos e pela sujidade depositada nos itens.

Após a higienização e desinfestação dos itens, as prateleiras das estantes foram limpas com pano umedecido em álcool 70%, para receber os volumes (figura 35), de maneira a favorecer o controle e a vistoria posteriores.

²⁴ Filtro tipo HEPA - High Efficiency Particulate Air Filter, filtro particulado de ar de alta eficiência.



Figura 33 - A higienização foi realizada nos volumes não infestados, logo após o diagnóstico. Já os volumes infestados foram limpos, após a desinfestação.

Fonte: BECK, 2007/2008, figura 11.



Figura 34 - Resíduos e insetos mortos retirados de um livro após a desinfestação: ao centro um adulto e à direita uma larva, totalmente desidratados.

Fonte: BECK, 2007/2008, figura 8.



Figura 35 - Higienização das estantes, para receber os volumes desinfestados e limpos.

Fonte: BECK, 2007/2008, figura 15.

Podemos observar que as etapas do diagnóstico e higienização alcançaram seus objetivos, pois conseguiram: mapear a infestação; identificar o tipo de inseto presente no acervo; selecionar os itens atacados para serem desinfestados; reconhecer as proporções do ataque; higienizar todos os itens do acervo raro e de obras gerais; e consequentemente promover a preservação de toda a coleção.

3.3. O MÉTODO DE ATMOSFERA ANÓXIA EMPREGADO PARA A DESINFESTAÇÃO

A metodologia da atmosfera anóxia com absorvedores de oxigênio foi empregada na desinfestação do acervo, por ser um tratamento não tóxico e que vem sendo estudado e

aplicado, com resultados satisfatórios, por vários especialistas, como foi visto no capítulo 2 desta monografia.

Segundo Beck (2007/2008), esta metodologia, por ser eficaz e de fácil aplicação, pode ser utilizada no tratamento massivo de acervos e também estar associada a uma sistemática de conservação preventiva, como o CIP, para o controle de infestações pontuais.

Os recursos usados no tratamento foram: bolsas de plástico transparente de alta barreira, com cinco camadas de polímeros sintéticos; absorvedores de oxigênio; indicadores de oxigênio residual; sílica gel; cartela indicadora de umidade; ficha com informações sobre a bolsa; seladora portátil e não-tecido.

Os volumes selecionados eram colocados em invólucros individuais de não-tecido, inseridos nas bolsas e após o cálculo para a quantidade de absorvedores (já explicado no capítulo anterior no item 2.2.2.2) estes eram distribuídos ao redor dos itens. Após eram inseridos também: a cartela indicadora de umidade; a ficha contendo informações daquela bolsa com o sensor de oxigênio residual fixado e o sachê de sílica gel.

Com as bolsas devidamente seladas, criava-se um ambiente controlado, impermeável à passagem de oxigênio. O oxigênio retido nas bolsas era consumido pela reação química ocorrida nos absorvedores, alcançando-se uma atmosfera anóxia, indicada pelos sensores de oxigênio, que ao tornaram-se rosas, mostravam que a concentração estava abaixo de 0,3%. Com este ambiente, os insetos não conseguiam sobreviver e morriam desidratados, sendo encontrados secos no interior dos livros durante a higienização. Considerando as recomendações de Elert e Maekawa (2003), os volumes permaneceram em anóxia por 22 dias, para assegurar que todas as fases de evolução dos insetos fossem atingidas pelo tratamento.

Verifica-se que os fatores apresentados abaixo são essenciais para se obter a atmosfera anóxia e garantir sua eficácia:

- o uso das bolsas plásticas de alta barreira ao oxigênio;
- o cálculo dos sachês de absorvedores de oxigênio compostos por óxido de ferro, na quantidade necessária ao procedimento;
- o uso de indicadores de oxigênio residual, que indicam se a barreira está eficaz e se a concentração está no limite estabelecido;
- os sachês de sílica gel, para controlar a umidade dentro das bolsas, e auxiliar no processo de eliminação dos insetos;
- os indicadores de umidade para monitoramento do microclima criado.

A conjunção destes recursos é que viabiliza a obtenção da baixa concentração de oxigênio, o controle da umidade e proporciona o monitoramento adequado para assegurar que o processo está transcorrendo dentro dos padrões almejados.

Devido à falta de espaço no ambiente da biblioteca, as bolsas foram feitas em pequenas dimensões e dispostas nas próprias prateleiras das estantes. Com isto, uma grande quantidade de livros pode ser tratada simultaneamente (figura 36).



Figura 36 - Grande volume de itens em tratamento para reduzir rapidamente a infestação.

Fonte: BECK, 2007/2008, figura 13.

3.4. MANUTENÇÃO PREVENTIVA

O tratamento de desinfestação conseguiu reduzir em grande parte a infestação do acervo, desta forma, por meio de medidas preventivas implantadas na biblioteca, será possível controlar novos focos de insetos.

O mapeamento realizado no início do projeto será subsidiado pelo monitoramento contínuo do acervo, principalmente das áreas mais atingidas, com a finalidade de checar e acompanhar novos ataques. A higienização e a vistoria periódica dos itens também contribuirão para a identificação de focos eventuais de reincidência e o seu controle. Para isto, os funcionários da equipe de limpeza e as bibliotecárias foram treinados para realizar estes procedimentos, objetivando dar continuidade ao trabalho, após o término do projeto.

Conforme foi relatado por Rosana Medeiros, bibliotecária responsável pelo acervo, em entrevista feita em 06 de novembro de 2009, atualmente, estas atividades vêm sendo realizadas após o término do projeto. Segundo ela: “Durante a higienização, que vem sendo feita periodicamente no acervo, ainda são encontrados focos pontuais em alguns itens.” À medida que são identificados, o funcionário treinado realiza o procedimento de anóxia seguindo a metodologia, utilizando os mesmos materiais do projeto, e depois higieniza os itens (figura 37).



Figura 37 - Exemplares sendo tratados devido a pontos de infestações encontrados após o projeto.

Fonte: Arquivo pessoal/ 2009.

3.5. RESULTADOS OBTIDOS

Dados levantados no projeto:

ACERVO / VOLUMES	Total	Diagnóstico/ Higienização	Volumes contaminados identificados no diagnóstico preliminar	Desinfestados em anóxia após higienização
ACERVO RARO				
<i>Livros Raros</i>	2.880	2.880	864	864
<i>Periódicos Raros</i>	1.340	1.340	1.340	1.340
ACERVO GERAL				
<i>Livros e obras de referência</i>	9.407	9.407	373	576
<i>Periódicos</i>	29.237	29.237	3.047	3.658
Total	42.864	42.864	5.624	6.438

Tabela 1 - Dados do projeto. Fonte: BECK, 2007/2008, p. 23.

Observamos que:

- No acervo raro: 100% dos periódicos e 30% dos livros estavam infestados.
- Enquanto que no acervo geral: 12,5% dos periódicos e 6% dos livros e obras de referência foram atacados.

Com estes dados, concluímos que 15% do total geral do acervo foi desinfestado pelo método; sendo que, de acordo com os dados do relatório final do projeto: “O índice de contaminação do acervo raro correspondeu a 52%.” e “O índice de contaminação do acervo geral correspondeu a 11%.” (BECK, 2007/2008, p. 22).

Portanto, o tratamento ocorreu em maior proporção no acervo raro, o qual também teve noventa e três obras restauradas (0,2%) através deste mesmo projeto, por um especialista em restauro de encadernações, em decorrência do grave estado de conservação em que se encontravam.

Segundo Beck (2007/2008), o projeto alcançou seu objetivo, controlando a infestação do acervo e implantando uma política de preservação para toda a coleção.

As principais ações preventivas adotadas para a preservação do acervo foram:

- o monitoramento das infestações e infecções;
- a manutenção do controle pontual das infestações ainda encontradas;
- o monitoramento das taxas de umidade relativa e temperatura por meio de equipamentos;
- a redução dos níveis de umidade no ambiente com a instalação de desumidificadores;
- a sensibilização, a conscientização e o treinamento da equipe, que se mostrou bastante envolvida e motivada para dar continuidade às medidas preventivas.

CONCLUSÕES

Os acervos bibliográficos podem sofrer com os danos causados por vários fatores. As pragas, como um desses agentes, podem ser consideradas um dos maiores devastadores de materiais que compõem este tipo de acervo. Os cupins e as brocas, que são insetos xilófagos e bibliófagos (atacam madeiras e papéis, respectivamente) são os principais, por alimentarem-se basicamente de celulose e da glucose.

Sabendo-se que os acervos bibliográficos são constituídos por materiais orgânicos, que fazem parte da dieta alimentar dos insetos, todo o cuidado com os materiais ainda é pouco. Como agravantes temos as condições climáticas tropicais, favoráveis a eles, o que faz com que precisemos tomar medidas preventivas constantes, e tratar as infestações assim que forem identificadas. Surge daí a necessidade de conhecermos bem os agentes, os nossos acervos e os métodos de tratamento. Os Conservadores, juntamente com uma equipe multidisciplinar, munidos destes conhecimentos, saberão como escolher o melhor método de tratamento de desinfestação de seu acervo, assim como, implantar um sistema de Controle Integrado de Pragas adequado às necessidades de cada instituição. Todavia, é sempre aconselhável consultar um especialista em Entomologia para sanar as dúvidas sobre os insetos e um Conservador, para as dúvidas pertinentes ao acervo e aos métodos de tratamento, a fim de que as medidas tomadas sejam as mais apropriadas, sem oferecerem riscos às coleções.

Os tratamentos químicos tóxicos oferecem riscos graves em curto e longo prazos, tanto para os acervos quanto para a saúde humana. Os produtos tóxicos possuem poder residual por um tempo, entretanto estes resíduos, como apresentamos no capítulo 2, causam danos físicos e químicos aos acervos. Desse modo, os métodos atóxicos são os mais recomendados, pois eles irão tratar as infestações sem oferecerem riscos de contaminação ao acervo, às pessoas e ao meio ambiente. Entretanto, é preciso reconhecer que o uso destes métodos também não impede que novas infestações possam ocorrer, exigindo, monitoramento e controle pontual contínuo.

Os métodos de atmosfera modificada têm apresentado bons resultados no tratamento de infestações em diversos tipos de acervos, conforme pudemos verificar nesta pesquisa. Sua metodologia exige o conhecimento de seus procedimentos, dos requisitos e dos equipamentos específicos. Por meio de estudos e treinamento adequado da equipe é

possível aplicá-los, sistematicamente, nos acervos bibliográficos infestados; especialmente porque o Conservador que for utilizá-lo deverá ter conhecimento da metodologia e ser capaz de identificar o tipo de infestação, bem como suas proporções.

Analizando a metodologia da atmosfera anóxia, observamos que durante à sua aplicação, os principais fatores que assegurarão a sua eficácia são:

- a manutenção da concentração de oxigênio abaixo de 0,3%;
- o tempo de exposição do item ao microambiente criado com o oxigênio reduzido;
- a manutenção da umidade relativa em torno de 50% dentro das bolsas.

Respeitando-se estas exigências durante todo o processo de tratamento, irá produzir-se o efeito letal sobre os insetos, pois esses três fatores atuam em conjunto.

Analizando o método de atmosfera anóxia com absorvedores de oxigênio pode-se considerar viável na sua aplicação em acervos bibliográficos, pelos seguintes motivos:

- possui uma metodologia sistemática de execução, e exige que as pessoas que irão aplicá-lo, tenham conhecimento do método e sejam treinadas adequadamente;
- pode ser aplicado em locais que disponha de pouco espaço para o trabalho;
- seus equipamentos não possuem custos altos e são de fácil manuseio.

Comparando-o com o método de atmosfera modificada, com a utilização de gases inertes e dióxido de carbono, podemos concluir que estes não oferecem estas vantagens expostas acima, pois há necessidade de uma infraestrutura maior, incluindo equipamentos complexos, com custos muito altos, que exigem uma área de trabalho relativamente grande, nem sempre disponível nas bibliotecas e sua metodologia de execução é ainda mais complexa.

O fato de poder utilizar o método de anóxia com o sistema estático em tratamentos massivos e pontuais nos acervos mostra que é uma metodologia viável e sustentável em uma sistemática de tratamentos curativos, de grandes proporções, e em uma sistemática de controle, realizada em pequenos focos de infestações.

Aplicando um dos princípios da Medicina na Conservação, concluímos que não se pode tratar apenas os sintomas, devemos conhecer e tratar a enfermidade. Assim, não adianta tratar as infestações e não observar o ambiente em que o acervo está depositado, porque elas voltarão a ocorrer. Portanto, a implantação de um programa de Controle Integrado de Pragas irá auxiliar no levantamento das condições de nosso ambiente - tanto na estrutura física interna quanto externa do prédio e seu entorno -, das condições climáticas internas e da região onde o prédio/ a instituição está geograficamente

localizado/a. Sendo assim, descobriremos as causas principais do problema e poderemos tomar as medidas necessárias para que elas sejam superadas, ou que interfiram cada vez menos sobre o acervo. Neste sentido, a qualidade do diagnóstico realizado irá determinar resultados positivos ou negativos no controle das infestações. Um diagnóstico incorreto sobre qualquer um dos aspectos de um prédio/ instituição, acervo ou infestação poderá comprometer negativamente o tratamento e as medidas de preservação do CIP, resultando em consequências indesejadas e prejudiciais ao acervo.

Conforme apresentado no Capítulo 1, temperaturas acima de 25º C e UR do ar elevada aceleram a proliferação dos insetos nos acervos. Portanto, o controle das condições ambientais é de fundamental importância dentro de um CIP. Monitorar e controlar as condições ambientais pode ser considerado um dos melhores procedimentos para manter os insetos afastados das coleções e/ou prevenir contra novas infestações. O monitoramento de eventuais infestações, em conjunto com o controle da temperatura e da UR do ar, podem garantir resultados satisfatórios em longo prazo, se forem adotados como parte da rotina das instituições e incluídos em sua política de preservação.

Caso ocorram infestações, se a instituição já tem um programa de CIP implantado, será mais fácil tratá-la e escolher o método de desinfestação mais adequado. Se ainda não o tiver, após tratar a infestação, a instituição deverá implementar um programa com a maior brevidade, pois é a melhor alternativa: sempre prevenir e evitar uma infestação ou reinfestação.

O projeto de conservação da Biblioteca do Jardim Botânico foi um exemplo de trabalho bem planejado, que diagnosticou o problema, realizou os procedimentos de desinfestação e higienização de acordo com as necessidades do acervo e a proporção da infestação. O método de atmosfera anóxia, utilizando absorvedores de oxigênio, mostrou-se uma opção bastante viável para o tratamento do acervo, que pode ser considerada uma coleção de médio porte, atacada por uma significativa infestação de insetos coleópteros. Esta metodologia permitiu que uma grande quantidade de volumes fosse tratada simultaneamente, sem que a infestação se alastrasse por outras áreas, mesmo o acervo tendo sido tratado num espaço restrito e no próprio local de guarda. A higienização de todos os itens proporcionou uma vistoria geral na coleção. Com a implantação do programa de Controle Integrado de Pragas (na biblioteca) será possível uma ação pontual sobre novas infestações; como vem sendo feito, e o tratamento, assim que detectado algum problema, evitando que atinjam muitos volumes.

De acordo com as características do acervo da Biblioteca Barbosa Rodrigues, da infestação, e dos resultados obtidos e, em conformidade com o estudo aqui desenvolvido,

concluímos que a metodologia escolhida foi viável e eficaz no tratamento dos itens, controlando a atividade dos insetos e viabilizando a preservação do acervo, já que o método de atmosfera anóxia teve um caráter curativo e o CIP terá um caráter preventivo.

Sugerimos com este estudo, que a aplicação do método de atmosfera modificada, com suas variações de sistema, possa ser empregada nos acervos bibliográficos do país. Para tanto, especialistas brasileiros devem utilizar e adotar uma metodologia científica, com o objetivo não só de solucionar o problema das infestações, como desenvolver projetos de pesquisa para aprimorar o método, considerando o nosso clima e a biologia de nossas espécies, em prol da preservação do patrimônio histórico e artístico de nosso país.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Thaís Helena; BOJANOSKI, Silvana. Tratamentos químicos aplicados à biodeterioração de acervos documentais na cidade do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO ABRACOR, 2009, Porto Alegre, **Anais...** ABRACOR, 2009. p. 387-393.

ARAB OLAVARRIETA, Alberto José. **Padrão e dinâmica do forrageamento em Coptotermes gestroi e Heterotermes tenuis (Isoptera: Rhinotermitidae)**. 2005. 91f. Tese (Doutorado em Ciências biológicas – Zoologia) - Instituto de Biociência, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Rio Claro, 2005. Disponível em: <<http://www.bv.fapesp.br/dissertacoes-teses/4026/padrao-dinamica-forrageamento-coptotermes-gestroi-heterotermes/>>. Acesso em 17 out. 2009.

ARAÚJO, Eliany A.; OLIVEIRA, Marlene. A produção de conhecimentos e a origem das bibliotecas. In: OLIVEIRA, Marlene (Coord.) **Ciência da Informação e Biblioteconomia: novos conteúdos e espaços de atuação**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005. (p. 29 a 43)

BAER, Norbert S.; BANKS, Paul N. Poluição do ar em interiores: efeitos sobre materiais culturais e históricos. International Journal of Museum Management and Curatorship, Oxford: Elsevier Science, v.4, n.1, p.9-20, 1985. In: MENDES, M. (Org.). **Conservação: conceitos e práticas**. Trad. de Vera L. Ribeiro. Rio de Janeiro: UFRJ, 2001.

BECK, Ingrid. **Manual de conservação de documentos**. Rio de Janeiro: Arquivo Nacional, 1985.

_____. (Coord.) **Manual de preservação de documentos**. Publicações Técnicas 46. Rio de Janeiro: Arquivo Nacional, 1991.

_____. **Relatório técnico final de atividades do Projeto de Conservação do acervo da Biblioteca Barbosa Rodrigues do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro**, junho/2007 a setembro/2008.

_____. Desinfestação do acervo da Biblioteca Barbosa Rodrigues, do Jardim Botânico do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO ABRACOR, 2009, Porto Alegre, **Anais...** ABRACOR, 2009. p. 193-198.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Portaria n. 329 de 02/09/85.** Disponível em <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=568&word=Portaria>>. Acesso em 07 nov. 2009.

CABRERA, Brian J. **Drugstore Beetle, Stegobium paniceum L. Insecta: Coleoptera: Anobiidae.** Publication EENY-228 (IN385). Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, 2008a. Disponível em <<http://edis.ifas.ufl.edu/IN385>>. Acesso em 25 out. 2009.

_____. **Cigarette Beetle, Lasioderma serricorne F. Insecta: Coleoptera: Anobiida.** Publication EENY-227 (IN384). Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, 2008b. Disponível em <<http://edis.ifas.ufl.edu/IN384>>. Acesso em 25 out. 2009.

CARRASCO, Gessonia L. de A. Contaminação do acervo do Arquivo Histórico de Joinville por inseticidas organoclorados. In: CADERNO TÉCNICO APCR, ano 1, n.1, São Paulo, 2004. p. 50-53.

CARRERA, Messias. **Entomologia para você.** São Paulo: Nobel, 1980.

CASSARES, Norma C.; MOI, Cláudia. **Como fazer conservação preventiva em arquivos e bibliotecas.** São Paulo: Arquivo do Estado, Imprensa Oficial, 2000. (Projeto como fazer, 5)

CASTRO, Jayme. **A arte de tratar o livro.** Porto Alegre: Edição Sulina, 1969.

COBRA, Maria José Távora. **Pequeno Dicionário de Conservação e Restauração de livros e documentos.** Brasília: Cobra Pages, 2003.

D' AMATO, Cláudio, TORRES, João P. M., MALM, Olaf. DDT (dicloro-difenil-tricloroetano): toxicidade e contaminação ambiental – uma revisão. **Revista Química Nova**, São Paulo, vol. 25 número 6, nov./dez. 2002. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422002000600017>. Acesso em 04 jul. 2009.

DANIEL, Vinodd; PEARSON, Colin. Controle de Pragas em Museus: visão geral. Anais Teerã, 1998. In: MENDES, M. (Org.).**Conservação: conceitos e práticas.** Trad. de Vera L. Ribeiro. Rio de Janeiro: UFRJ, 2001.

ELERT, Kerstin; MAEKAWA, Shin. **The Use of Oxygen-Free Environments in the Control of Museum Insect Pests.** Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2003.

FILHO, Mário Cesar. Patrimônio cultural preservado – nova técnica combate microorganismos e insetos em documentos históricos. **Revista Ciência Hoje**, n. 215, maio de 2005. Disponível em <<http://cienciahoje.uol.com.br/3383>>. Acesso em 07 nov. 2009.

FREITAS, Noel D. de. Controle entomológico para acervos infestados por Anobiidae pelo método de congelamento profundo. In: SEMINÁRIO ABRACOR, 1994, Petrópolis, **Anais... ABRACOR**, 1994. p. 67-70 .

GONÇALVES, Edmar M. Uso de Gás Inerte em Câmera Hermética de Fumigação: Tratamento de acervos atacados por pragas. Um estudo de Caso. In: CONGRESSO ABRACOR, 2006, Fortaleza, **Anais...** ABRACOR, 2006. p.479-482.

INTOXICAÇÕES POR AGROTÓXICOS. In: **Guia de Vigilância Epidemiológica**. Ministério da Saúde/ Fundação Nacional de Saúde / Centro Nacional de Epidemiologia, 1998, p. 234-250. Disponível em <<http://www.cro-rj.org.br/biosseguranca/Guia%20de%20Vigilancia%20Epidemiologica.pdf>>. Acesso em 30 out. 2009.

LEGISLAÇÃO FEDERAL DE AGROTÓXICOS E AFINS. Lei n. 7.802, de 11 de julho de 1989. Disponível em <<http://www.andef.com.br/legislacao/lei7802.htm>>. Acesso em 30 out. 2009.

LEGISLAÇÃO FEDERAL DE AGROTÓXICOS E AFINS. Decreto n. 4.074, de 04 de janeiro de 2002. Disponível em <<http://www.andef.com.br/legislacao/dec4074.htm>>. Acesso em 30 out. 2009.

LELIS, A.T. Brocas de madeira – nem só cupins vivem em nossos móveis. **Revista Vetores e Pragas**, ano I, n.01, 2º trimestre de 1998. Disponível em <<http://wsiez.vilabol.uol.com.br/brockas.html>>. Acesso em 17 out. 2009.

LINNIE, Martyn J. Controle de pragas em Museus: a utilização de produtos químicos e os problemas de saúde correlatos. *Museum Management and Curatorship*, Oxford: Elsevier Science, v.9, n.4, p. 419-423, 1990. In: MENDES, M. (Org.). **Conservação: conceitos e práticas**. Trad. de Vera L. Ribeiro. Rio de Janeiro: UFRJ, 2001.

LUCCAS, Lucy; SERIPIERRI, Dione. **Conservar para não restaurar: uma proposta para preservação de documentos em bibliotecas**. Brasília: Thesaurus, 1995.

MARINS, Marcos de Afonso. **Cupins e Brocas**. (s.d.). Disponível em <<http://www.fundacaolamf.org.br/index.php?option=content&task=view&id=50>>. Acesso em 15 out. 2009.

OBRAS DE ARTE TRATADAS PELA RADIAÇÃO. *Jornal Órbita IPEN on line*, ano VIII, n. 49, novembro/dezembro de 2008. Disponível em <<http://www.ipen.br/sitio/?idc=5764>>. Acesso em 07 nov. 2009.

OGDEN, Sherelyn. Controle integrado de pragas. In: **Emergências com pragas em arquivos e bibliotecas**. BECK, Ingrid (Coord.); trad. Elizabeth Larkin Nascimento e Francisco de C. Azevedo. Rio de Janeiro: Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos/ Arquivo Nacional, 2001.

OLIVEIRA, Rosália M. et al. **Concentração residual de hexaclorociclohexano em área contaminada na Cidade dos Meninos, Duque de Caxias, Rio de Janeiro, Brasil, após tratamento com óxido de cálcio** (2002). Disponível em <<http://www.scielosp.org/scieloOrg/php/articleXML.php%3Fpid%3DS0102-311X2003000200011%26lang%3Den+feema%2Bbhc&cd=8&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>>. Acesso em 13 nov. 2009.

PET. Disponível em <<http://www.furg.br/portaldeembalagens/tres/pet.html>>. Acesso em 14 nov. 2009.

PVDC. Disponível em <<http://www.furg.br/portaldeembalagens/tres/pvdc.html>>. Acesso em 14 nov. 2009.

POTENZA, Marcos Roberto. Aspectos bioecológicos das baratas sinantrópicas. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO- PRAGAS AGROINDUSTRIAIS, 2005, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto, 2005a.

_____. Bioecologia e Controle de Cupins. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO- PRAGAS AGROINDUSTRIAIS, 2005, Ribeirão Preto, **Anais...** Ribeirão Preto, 2005b.

RUST, Michael K., KENNEDY, Janice M. **The feasibility of using modified atmospheres to control insect pests in museums**. California: GCI Scientific Program Report, 1993.

SCHÄEFER, Stephan. **Desinfestação com métodos alternativos, atóxicos e manejo integrado de pragas (MIP) em museus, arquivos e acervos & armazenamento de objetos em atmosfera modificada**. Disponível em <http://www.aber.org.br/v2/pdfs/artigo_Anoxia_ABER.pdf>. Acesso em 01 jul. 2009.

SELWITZ, Charles; MAEKAWA, Shin. **Inert Gases in the Control of Museum Insect Pests**. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 1998.

SERIPIERRE, Dione [et al.]. **Manual de Conservação Preventiva de documentos: papel e filme**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005.

VALENTÍN, Nieves. Chapter 3: Preservation of Historic Materials by Using Inert Gases for Biodeterioration Control. In: MAEKAWA, Schin (ed.). **Research in Conservation/ Oxygen-free museum cases**. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 1998.

VETORES E PRAGAS URBANAS - CUPINS. Disponível em: <<http://www.feema.rj.gov.br/med-cupins.asp?cat=110>>. Acesso em 17 out. 2009.

ZORZENON, Francisco José. Noções sobre as principais pragas urbanas. In: BIOLÓGICO, São Paulo, v.64, n.2, p.231-234, jul./dez., 2002.

BIBLIOGRAFIA

ALVES, Líria. **Naftalina faz mal?**. Disponível em <<http://www.brasilescola.com/quimica/naftalina-faz-mal.htm>>. Acesso em 13 nov. 2009.

APLICAÇÃO DE GASES EM TRANSPORTE DE ALIMENTOS. Disponível em <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./energia/gases/index.php3&conteudo=./energia/gases/gases.html>>. Acesso em 17 out. 2009.

BIOLOGIA DOS CUPINS. Disponível em <<http://www.ibaraki.com.br/cupim-biologia-dos-cupins.htm>>. Acesso em 17 out. 2009.

BORTOLETTO, Maria Elide et al. Contaminação fúngica do acervo da Biblioteca de Manguinhos da Fundação Oswaldo Cruz: ações desenvolvidas para sua solução. In: ENCONTROS BIBLI: REVISTA ELETRÔNICA DE CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, n. 14. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, out/2002.

BURGI, Sérgio, MENDES, Marylka, BAPTISTA, Antonio C. N. (Org.) **Banco de dados: materiais empregados em conservação-restauração de bens culturais**. Rio de Janeiro: ABRACOR, 1990.

COSTA, Marilene Fragas. **Noções básicas de conservação preventiva de documentos**. Disponível em <<http://www.bibmanguinhos.cict.fiocruz.br/normasconservacao.pdf>>. Acesso em 15 out. 2009.

CRESPO, Jayme Moreira. **Preservação e difusão do patrimônio cultural do Exército Brasileiro**. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército Editora, 2005.

CRIPPA, Agnaldo. et al. Desempenho de filmes multicamadas em embalagens termoformadas. In: POLÍMEROS: CIÊNCIA E TECNOLOGIA, vol.17, n.3, p. 188-193, 2007. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/po/v17n3/02.pdf>>. Acesso em 14 nov. 09.

CUPINS DE MADEIRA SECA. Disponível em <<http://www.dowagro.com.br/sentricon/cupins/seca.htm>>. Acesso em 16 out. 2009.

CUPINS SUBTERRÂNEOS. Disponível em <<http://www.dowagro.com.br/sentricon/cupins/subter.htm>>. Acesso em 16 out. 2009.

FERNANDES, Francisco; LUFT, Celso Pedro; GUIMARÃES, F. Marques. **Dicionário Brasileiro Globo**. 30 ed. São Paulo: Globo, 1993.

HISTÓRICO DO INSTITUTO DE PESQUISAS DO JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. Disponível em <<http://www.jbrj.gov.br/historic/index.htm>>. Acesso em 15 nov. 2009.

LANXESS – FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS, ficha n. 3 – data de revisão: 27/06/05 – Preventol-O Extra. Disponível em <http://www.polyorganic.com.br/fispq/lanxess/preventol_o_extra_06-2005.pdf>. Acesso em 13 nov. 2009.

LANXESS – PRODUCT INFORMATION – PREVENTOL O EXTRA / ON EXTRA. Disponível em <http://www.polyorganic.com.br/literatura/lanxess/preventol_oextra_onextra.pdf>. Acesso em 13 nov. 2009.

LELIS, A. T. O papel do patrimônio histórico na pesquisa de novos métodos de controle de cupins. In: BOLETIM ABRACOR, mar/abr/mai 2001, p. 3 -6. Disponível em <http://www.abracor.com.br/novosite/pdfs/bol_new.pdf>. Acesso em 19 out. 2009.

MAEKAWA, Shin (ed). **Oxygen-free Museum cases.** Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 1998.

MAEKAWA, Shin; TOLEDO, Franciza.. Controlled Ventilation and Heating to Preserve Collections in Historic Buildings in Hot and Humid Regions. In: PAPER PRESENTED AT THE ICOM-CC 13TH TRIENNIAL MEETING. Rio de Janeiro: 2002. Disponível em <http://www.getty.edu/conservation/publications/pdf_publications/icomcc1.pdf>. Acesso em 15 nov. 2009.

MICHALSKI, Stefan. Relative Humidity: A Discussion of Correct/Incorrect Values. In: ICOM-CC 10TH MEETING, WASHINGTON, D.C., Paris: ICOM-CC, 1993, pp. 624-629. Disponível em <http://www.cci-icc.gc.ca/publications/cidb/view-document_e.aspx?Document_ID=118>. Acesso em 19 out. 09.

MORAES, Rubens B. **O bibliófilo aprendiz.** São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1975.

MOTTA, Edson; SALGADO, Maria Luiza G. **O papel – problemas de conservação e restauração.** Petrópolis: Museu de Armas Ferreira da Cunha, 1971.

MUJICA, Paloma. **Conservación Preventiva para Archivos 5.** Centro Nacional de Conservación y Restauración/ DIBAM. Proyecto Puesta en Valor Arte Sacro Arquidiócesis de La Serena. Santiago de Chile, 2002.

OGDEN, Sherelyn Temperatura, umidade relativa do ar, luz e qualidade do ar: diretrizes básicas de preservação. In: **Meio ambiente.** BECK, Ingrid (Coord.); trad. Elizabeth Larkin Nascimento e Francisco de C. Azevedo. Rio de Janeiro: Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos/ Arquivo Nacional, 2001.

PIOLHOS DOS LIVROS. Disponível em <http://www.vetpermutadora.pt/piolhos_livros.htm>. Acesso em 15 out. 2009.

SOARES, Pedro de B.; SOUZA, Luiz Antônio C.; CAMARGOS, Virgínia A. Agentes biológicos em arquivos e bibliotecas – insetos xilófagos e bibliófagos. **Revista Brasileira de Arqueometria, Restauração e Conservação**, Olinda, n.1, AERPA: 2006. Resumos do III Simpósio de Técnicas Avançadas em Conservação de Bens Culturais, Olinda 2006. Disponível em <http://www.conhecendoamadeira.com/download/agentesbiologicos_biblio.pdf>. Acesso em 12 nov. 2009.

SU, Nan-Yao; SCHEFFRANHN, Rudolf H. **West Indian Drywood Termite, Cryptotermes brevis (Walker) (Insecta: Isoptera: Kalotermitidae)**. University of Florida. Disponível em <<http://edis.ifas.ufl.edu/IN236>>. Acesso em 25 out. 2009.

VALENTÍN, Nieves R.; PREUSSER, Frank. Controle de insetos por gases inertes em museus, arquivos e bibliotecas. In: **Emergências com pragas em arquivos e bibliotecas**. BECK, Ingrid (Coord.); trad. Elizabeth Larkin Nascimento e Francisco de C. Azevedo. Rio de Janeiro: Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos/ Arquivo Nacional, 2001.

ZURITAGEO. **Agrotóxico/cuidado: veneno!** Disponível em <<http://br.geocities.com/zuritageo/agrotoxico.htm>>. Acesso em 30 out. 2009.