

Conservação ambiental de livros e documentos I (ar + temperatura + umidade)

Leopold Rodés

A conservação ambiental de livros e documentos históricos visa manter sob controle os impactos causados por uma série de agentes nocivos externos que podem ser agrupados em três conjuntos diferentes, como segue:

- I. ar + temperatura + umidade;
- II. insetos + roedores + mofo + iluminação;
- III. especialistas + visitantes e curiosos + administradores.

Cada um dos três conjuntos acima apontados será tratado separadamente. Os agentes externos que favorecem uma degradação material formam o primeiro grupo e são o objeto do presente ensaio. O segundo conjunto reúne os principais agentes externos responsáveis pela depreciação de livros e documentos, tema do ensaio seguinte. Um terceiro ensaio será dedicado a estudar os diferentes perfis e interações dos recursos humanos necessariamente envolvidos na conservação de livros e documentos.

Em cada um dos três ensaios dedicados à conservação ambiental, os temas neles incluídos se apresentam com um potencial de extensão e abrangência muito amplo, com aspectos interessantes e convidativos para detalhamentos que dificilmente podem ser cobertos no limitado espaço disponível para estes levantamentos. Portanto, os aspectos que compõem cada tema foram pinçados com o propósito de mostrar uns bons exemplos de impactos nocivos a serem evitados ou minimizados, porquanto eles favorecem a degradação

ou a depreciação dos objetos de valor histórico cuja preservação é visada.

Ar + temperatura + umidade ar atmosférico

A composição normal

A composição volumétrica normal do ar relativa a ingredientes potencialmente nocivos para a conservação de livros e documentos é a seguinte:

Nitrogênio	78,00%
Oxigênio	21,00%
Água	0,0-0,4%
Bióxido de carbono (1988)	346 ppm
Ozônio	12 ppm
Anidrido sulfuroso	10-2-10-3 ppm
Óxidos de nitrogênio	<0,002 mg/m ³
Particulados	0,01-0,02 mg/m ³

As emissões gasosas e de particulados geradas em atividades urbanas e industriais, principalmente na queima da crescente quantidade de combustíveis necessários para atender a demanda energética de um desenvolvimento descontrolado, estão modificando o perfil da composição acima indicado. As modificações que podem aumentar sua agressividade com relação ao papel são comentadas como segue.

Os óxidos de enxofre, SO_x

Estes poluentes, principalmente o anidrido sulfuroso (SO₂) são os mais nocivos entre as emissões gasosas, porquanto freqüentemente o anidrido sulfuroso é oxidado e transformado em ácido sulfúrico diluído o qual, na forma de um aerosol, causa uma hidrólise ácida dos polímeros celulósicos.

Nas cidades, o ar pode chegar a ter uma concentração de anidrido sulfuroso 2000 vezes maior que a normalmente presente em áreas rurais.

Os óxidos de nitrogênio

O óxido e o bióxido de nitrogênio existem no ar em pequenas quantidades. Por serem gerados na combustão nos motores de automóveis, estes óxidos são mais abundantes no ar urbano. As radiações da faixa ultravioleta propiciam o aparecimento de diversos radicais livres, responsáveis por grande parte da nocividade da poluição causada pelo *smog* oxidante.

Particulados

Aos poluentes gasosos acima mencionados, podem ser acrescentados um grande número de poeiras em suspensão formadas por partículas com diâmetros diminutos, originados por fenômenos os mais diversos, entre os quais se destacam os seguintes: partículas de fuligem, atribuídas a incêndios florestais e/ou queima incompleta de combustíveis; partículas sólidas decorrentes de erosões eólicas ou de erupções vulcânicas; uma infinidade de esporos vegetais que, em suspensão no ar e dispersados pelos ventos, estão à procura de um lugar propício para sua germinação e subseqüente crescimento das suas bifas, assim formando um novo micélio.

No ar das cidades, a concentração de particulados pode atingir níveis entre 100 e 200 vezes maiores que no ar do campo.

Ar condicionado

Ar condicionado consiste numa atmosfera confinada artificialmente de modo a manter umas condições de umidade e temperatura que dificultem a vida e proliferação dos organismos nocivos desequilibrada da biodiversidade de organismos no mini-ecossistema do papel.

Temperatura

A temperatura é um fator importante para as atividades biológicas; e salvo raras exceções, a vida somente acontece entre 0 e 50° C. Nesta estreita faixa, a temperatura é o fator fundamental na determinação da velocidade e do resultado final nas reações químicas que ocorrem especialmente no campo da biologia.

A elevação da temperatura acarreta uma diminuição do teor do oxigênio dissolvido na água, como mostra a seguinte tabela:

Temperatura em °C	Oxigênio dissolvido (mg / l)
0	14,16
10	10,92
20	8,84
30	7,53

Simultaneamente à diminuição do oxigênio dissolvido na água, o aumento da temperatura propicia um aumento na atividade metabólica dos seres vivos fato que, paralelamente, aumenta o seu consumo de oxigênio. Os seres vivos reagem diferentemente a choques térmicos: os estágios jovens apresentam maior sensibilidade às mudanças de temperatura que outros estágios mais desenvolvidos.

Umidade

É sabido que as fibras celulósicas do papel tornam higroscópico este material, propiciando uma absorção da água presente no ar do ambiente onde o papel se encontra. É sabido também que a quantidade de água absorvida não vai depender somente do nível de umidade absoluta do ar circundante (massa de água presente numa unidade de volume de ar): ela depende da umidade relativa do ar

que estiver em contato com o papel e da temperatura do ambiente. Cabe lembrar que a umidade relativa é definida pelo resultado de dividir a massa de água, contida num volume de ar, pela massa de água necessária para saturar um volume idêntico de ar, nas mesmas condições de temperatura e pressão. Isto representa um problema muito agudo em regiões tropicais onde a umidade relativa do ar é extremamente elevada. Pequenas quedas de temperatura podem significar níveis de saturação que levam a pontos de orvalho localizados e, nestas condições, a quantidade de água absorvida pela celulose do papel e a temperatura elevada que caracteriza o ambiente tropical constituem dois fatores que se complementam mutuamente na configuração de um mini-ecossistema muito propício para uma proliferação da vida bacteriana, de fungos e de insetos xilófagos,

problemas generalizados nos nossos arquivos e bibliotecas.

Água de hidratação versus água "livre" retida no reticulado celulósico

O estado da arte nos conhecimentos presentes sobre a estrutura molecular da celulose I e II, sobre suas formas amorfa e cristalina, assim como o nível de cristalinidade do reticulado de fibrilas que forma os poros no papel (e cujo maior ou menor acesso determina a reatividade dos seus componentes celulósicos) permite afirmar que tanto o crescimento microbiano quanto à atividade enzimática estão mais relacionados com o valor de água ativa (A.W. *Active Water*) ou o equilíbrio na umidade relativa, isto é, a relação entre a pressão do vapor d'água na água associada à molécula de celulose por hidratação, e a pressão do vapor d'água na água

"livre", porém retida mecanicamente nos interstícios capilares e nos poros da estrutura celulósica. Os valores de A.W. menores que 0,90 indicam uma probabilidade muito baixa para proliferação bacteriana. Os fungos e os fermentos são inativos em condições de A.W. a partir de 0,88-0,80. As amilases são inabitadas quando os valores de A.W. atingem 0,85. As lipases, porém, podem permanecer ativas para valores de A.W. de 0,10.

Condições para análise física versus condições para preservação

Existe certa confusão sobre as condições ideais de umidade relativa e de temperatura que devem ser especificados para museus, arquivos e bibliotecas. Dois conceitos precisam ser acertados: é conveniente esclarecer, primeiro, que as condições ambientais para a proteção de livros e documentos não precisam ser tão rigorosas e exigentes como as que especificam a temperatura e a umidade relativa para os laboratórios de análises físicas de papéis, visando estabelecer um nível aceitável de confiabilidade nos resultados dos testes executados em amostras necessariamente e adequadamente aclimatadas às condições ambientais estabelecidas.

Em segundo lugar, precisa esclarecer também que os ambientes destinados à proteção de livros e documentos devem ser preferivelmente mantidos limpos de particulados e de componentes gasosos nocivos para a estabilidade dos objetos a serem protegidos. Também precisa manter, nestes ambientes, uma temperatura e um teor de umidade relativa compatíveis com o conforto dos funcionários, visitantes e/ou pesquisadores que trabalham com os documentos. Este teor deve ser mantido suficientemente elevado para evitar o desenvolvimento de eletricidade estática e seus problemas. Dentro do possível, devem ser evitadas variáveis de temperatura (principalmente decréscimos rápidos), porquanto elas podem causar condensações de umidade que aumentariam os valores de água livre disponível para crescimentos microbianos ▲