

## História do papel: panorama evolutivo das técnicas de produção e implicações para sua preservação

**Clara Landim Fritoli**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil  
[claralandim@gmail.com](mailto:claralandim@gmail.com)

**Eduardo Krüger**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil  
[ekruger@utfpr.edu.br](mailto:ekruger@utfpr.edu.br)

**Silmara Küster de Paula Carvalho**

Universidade de Brasília, Faculdade de Ciência da Informação, Curso de Museologia, Brasília, DF, Brasil  
[kuster\\_museu@gmail.com](mailto:kuster_museu@gmail.com)

**Resumo:** Este artigo conta a história do papel em breves linhas, inclusive sobre seu aparecimento no Brasil, traçando um panorama evolutivo das técnicas de produção e das implicações para sua preservação, especialmente no que se refere aos processos de fabricação conhecidos. Apresenta o método das isopermas, uma ferramenta que quantifica o efeito dos fatores ambientais de temperatura e de umidade relativa percentual sobre a expectativa de vida útil prevista para coleções em suporte de papel. Para tal, aborda o monitoramento de acervos e reservas técnicas assim como o monitoramento experimental e ensaios de envelhecimento natural de amostras de papel, demonstrando a importância de se lançar um olhar sobre esse material como testemunho dos processos de modificação técnica e tecnológica, e das influências positivas e negativas que essas alterações provocam em sua permanência. Finaliza a abordagem lembrando que o advento do registro das informações em meio digital aparece como solução para tornar as informações mais acessíveis, mas também requer mudanças específicas na política de preservação dos novos acervos.

**Palavras-chave:** Bens culturais; Climatização de acervos; Conservação documental; Documento em papel; Isopermas; Monitoração ambiental.

### **History of paper: evolutionary panorama of production techniques and the implications for its preservation**

**Abstract:** This article tells briefly the history of the paper, including on its appearance in Brazil, tracing an evolutionary panorama of production techniques and the implications for its preservation, especially with regard to known manufacturing processes. It presents the method of isopermas, a tool that quantifies the effect of environmental factors of temperature and relative humidity percentage of the expected life expectancy for collections on paper. To this end, it addresses the monitoring of collections and technical reserves as well as the experimental monitoring and natural aging testing of paper samples, demonstrating the importance of launching a look at this material as evidence of technical and technological change processes, and positive and negative influences that these changes cause in its permanence. It ends the approach pointing out that the advent of recording information in digital media appears as a solution to make the information more accessible, but it also requires specific changes in conservation policy of the new collections.

**Keywords:** Cultural heritage; Documentary conservation; Isopermas; Paper document; Air conditioning collections; Environmental monitoring.

## Historia del papel: panorama de la evolución de las técnicas de producción y las implicaciones para su conservación

**Resumen:** Este artículo cuenta la historia del papel brevemente, en particular sobre su aparición en Brasil, trazando un panorama de la evolución de las técnicas de producción y las implicaciones para su conservación, especialmente con respecto a los procesos de fabricación conocidos. Se presenta el método de isopermas, una herramienta que cuantifica el efecto de los factores ambientales de temperatura y porcentaje de humedad relativa de la esperanza de vida esperado para colecciones en papel. Para ello, aborda el seguimiento de las colecciones y las reservas técnicas, así como el seguimiento experimental y pruebas de envejecimiento natural de las muestras de papel, lo que demuestra la importancia de poner en marcha un vistazo a este material como evidencia de los procesos técnicos y tecnológicos de cambio, y las influencias positivo y negativo que estos cambios provocan en su permanencia. Termina el planteamiento señalando que el advenimiento de la grabación de la información en los medios digitales se presenta como una solución para que la información sea más accesible, pero también requiere cambios específicos en la política de conservación de las nuevas colecciones.

**Palabras clave:** Bienes culturales; Conservación Documental; Documento en papel; Isopermas; Climatización de colecciones de climatización; Monitoreo ambiental.

## 1 Introdução

*Rags make paper, Paper makes money,  
Money makes banks, Banks make loans,  
Loans make beggars, Beggars make Rags<sup>1</sup>.*

Anonymous, c. 18<sup>th</sup> Century

Desde as pinturas rupestres do Paleolítico, consideradas o mais antigo registro pictográfico da humanidade que chegou até nossos dias, o gênero humano busca o registro do pensamento e das ações.

Com o passar do tempo e a evolução da linguagem, ampliou-se a variedade de materiais utilizados como suporte e as técnicas de registros: blocos de argila na Babilônia, obeliscos de pedra entalhada no Egito, cascas de árvores na América pré-colombiana, folhas de palmeiras na Índia e até ossos e seda na China.

O papiro chegou a ser o principal suporte da escrita dos povos mediterrâneos; e Martins (1996, p. 111) observa que a palavra “papel” etimologicamente deriva de “papiro”, que em latim era *papyrus*, e em grego, *papyrus*.

O nome pouco relação tem com a coisa, e o papel não é um derivado do papiro: é o seu rival vitorioso. O “papel do Egito”, tão caro aos escribas ancestrais, foi derrotado por completo quando o papel se tornou conhecido no Ocidente.

---

<sup>1</sup> Trapos fazem papel, Papel faz dinheiro, Dinheiro faz bancos, Bancos fazem empréstimos, Empréstimos fazem mendigos, Mendigos fazem Trapos.

Temendo sua escassez, ou para impedir o crescimento da biblioteca de Pérgamo, que rivalizava com a de Alexandria, os egípcios proibiram sua exportação no século II d.C., conforme cita McMurtrie (1965, p. 32).

A história conta-nos que Eumenes II, rei de Pérgamo, incorreu na má vontade dos Ptolomeus, então senhores do Egito, que impediram a exportação do papiro para aquela cidade. Desde então seus habitantes passaram a se servir de peles de animais para a finalidade da escrita.

Os habitantes de Pérgamo, obrigados a buscar outros materiais para o suporte da escrita, acabam por criar o pergaminho, cuja utilização atravessou a Idade Média, chegando até os dias de hoje, na confecção de diplomas e títulos honoríficos e originando a denominação “papel pergaminhado” a certo tipo de papel que imita a textura original do produto.

A principal desvantagem do pergaminho era o custo. Seriam necessários 300 carneiros para a impressão da Bíblia de Gutenberg (ROTH, 1982, p. 16).

Por suas peculiares características, o papel acabou suplantando os demais materiais e se consolidou como o principal suporte da escrita, como afirma Roth (1982, p. 20).

Todos os suportes empregados pelo homem antes do papel tinham, em comum, algumas desvantagens: seu preparo era complexo, seu transporte e armazenagem difíceis por seu peso e volume. Era necessário, assim, um material leve e barato para substituir todos os outros meios de comunicação escrita.

## **2 A origem e os caminhos do papel**

Apesar de certa controvérsia quanto ao real início de sua produção, a origem do papel está na China. Atribui-se sua criação ao oficial da corte T'sai Lun, que em 105 d.C., durante uma estada em Pequim, observou as vespas triturando fibras vegetais de bambu e amoreira, obtendo uma pasta celulósica que era utilizada na construção dos ninhos.

Baseando-se no mesmo princípio utilizado pelos insetos, ele pilou as cascas de amoreira, bambu e restos de rede de pescar até obter uma pasta úmida que estendeu e colocou para secar: nascia, assim, a primeira folha de papel, cujo princípio básico de produção permanece quase inalterado após quase dois mil anos de sua invenção.

O segredo da confecção de papel permaneceu longo tempo apenas entre os chineses, chegando na Coréia no século VIII, quando o país foi invadido pelos chineses, e de lá propagou-se para o Japão (FRUGONI, 2007, p. 59).

O fator determinante para a difusão do processo de produção do papel no mundo foi o contato entre chineses e árabes no século VIII, durante o episódio conhecido como a Batalha de Talas, na cidade de Sarmacanda, entreposto das caravanas comerciais chinesas, na Ásia

Central.

Além das baixas em seu exército, muitos chineses foram feitos prisioneiros. Entre eles, alguns que conheciam as técnicas de produção do papel e trocaram seu conhecimento pela liberdade (PALADINO, 1985).

Em pouco tempo Sarmacanda ficou conhecida pelo papel de ótima qualidade que produzia, principalmente em função do linho utilizado como matéria-prima e da qualidade da água utilizada no processo de fabricação.

A civilização árabe vivenciava um período de riqueza econômica e cultural, e a difusão da técnica de fabricação do papel seguiu a expansão geográfica dos domínios árabes: de Sarmacanda o papel foi para Bagdá, Cairo, Fez, até chegar à Europa, precisamente na Península Ibérica, no século XI.

É na cidade espanhola de Játiva ou Xátiva que aparece o primeiro registro de moinho de papel, datado de 1100 (LABARRE, 1970).

Surge em seguida, na cidade de Fabriano, Itália, outra fábrica de papel que funciona ainda hoje. Em Fabriano foi criada a maneira de identificar o papel por meio de marcas d'água ou filigranas.

Por toda a Europa surgem relatos de moinhos movidos pela força hidráulica (GIMPEL, 1977, p. 49): “A força motriz da água revolucionou a indústria do ferro, tal como tinha revolucionado a moagem e o pisoar do pano”. Le Goff (1986, p. 207) faz referência aos moinhos de cânhamo e relata que “nos séculos 13 e 14, Florença enviava seus tecidos até Prato, para ali serem pisados”. Cita ainda que o primeiro moinho francês é de 1338 (Troyes), e que o primeiro alemão é de 1390, em Nuremberg (LE GOFF, 1986, p. 208).

Da Espanha e Itália o papel se difunde por toda a Europa e da Europa para o mundo, principalmente através dos movimentos das colonizações.

### **3 Breve histórico do papel no Brasil**

A primeira presença do papel no Brasil é a carta de Pero Vaz de Caminha, elaborada quando do descobrimento de nosso país, e segundo Roth (1982), escrita em papel de linho holandês. A primeira referência à manufatura do papel em solo nacional se encontra, segundo Motta e Salgado (1971, p. 44), em um documento atualmente sob guarda do Museu Imperial, no qual o botânico e frei José Mariano da Conceição Velozo notifica ao conde de Linhares, dom Rodrigo Domingos de Souza Teixeira de Andrade Barbosa, então ministro do príncipe regente dom João, sua experiência na fabricação de papel:

Querendo aproveitar-se da ocasião do portador e antecipar minha notícia,

que julgo será a V. Excia. agradável, lhe (*sic*) remeto uma amostra do papel, bem que não alvejado, feito em primeira experiência, da nossa embira. Prosseguir-se-á a procurarmos outros gêneros de plantas filamentosas as mesmas tentativas.

Uma amostra do papel produzido foi enviada com a seguinte citação: “O primeiro papel que se fez no Rio de Janeiro, em 16 de novembro de 1809” (MOTA e SALGADO, 1971, p. 44).

Não se tem conhecimento de como o ministro reagiu ao fato, embora alguns autores assegurem que a corte portuguesa considerava a tipografia, e conseqüentemente o papel, elementos perigosos à sua soberania (MARTINS, 1996, p. 309).

Segundo Mota e Salgado (1971), a primeira fábrica de papel do Brasil foi construída em Andaraí Pequeno, no Rio de Janeiro, por volta de 1810, e a segunda em 1841, por Zeferino Ferrez, escultor e gravador que fez parte da Missão Artística Francesa.

Em 1852 surge a fábrica de Orianda, nas proximidades de Petrópolis, pertencente ao barão de Capanema, que acabou falindo em 1874 depois de enfrentar muitas dificuldades, inclusive a falta de matéria-prima, o que obrigava o proprietário a importar os trapos da Europa.

Atualmente, 95% da produção industrial de papel no Brasil tem como matéria-prima a madeira reflorestada de *pinus* e eucalipto. A madeira é um material renovável, abundante, e embora as duas espécies citadas não sejam nativas do Brasil, o crescimento delas em solo nacional é muito mais rápido que em seus países de origem.

#### **4 Os processos de fabricação e suas implicações para a preservação**

Durante sua passagem pelas diversas regiões, o papel sofreu modificações e adaptações, principalmente aquelas relativas à matéria-prima disponível para sua produção: o bambu e a amoreira utilizados na Ásia foram substituídos pelo cânhamo e pelo linho na Pérsia. O processo de produção da pasta de celulose era manual, sendo assim descrito por Paladino (1985):

[...] com o penteamento das tranças de cânhamo até se tornarem tenras e imersas durante toda a noite no leite de cal branca para depois serem amassadas com as mãos e colocadas para secar... a folha de papel é revestida nas duas faces de fina camada de um mingau de amido de trigo dissolvido em água fervente.

Os chineses maceravam a matéria-prima até que ela se desfibrasse. O molde utilizado era de bambu e recoberto com estopa, o que impedia a retirada da folha até sua completa secagem, exigindo um molde para cada folha.

Na Europa, a utilização de trapos brancos de tecidos, principalmente os feitos de linho

e cânhamo, deu origem ao que ficou conhecido como papel-trapo, e durante vários séculos esses insumos foram a matéria-prima fundamental para a produção do papel no Ocidente.

Os trapos eram separados, rasgados e em seguida triturados através de um sistema de pilão com martelos, movidos primeiramente pelo homem e depois pela força dos moinhos de água, formando uma pasta que era colocada numa vasilha com água, permitindo a introdução de uma tela capaz de reter uma camada de fibras, deixando a água escorrer.

Após a retirada da folha ainda úmida, o que deixava o molde livre para nova utilização, ela era prensada para retirar o excesso de água e pendurada para secar.

O processo de secagem que inicialmente era individual, evoluiu para a modalidade em blocos de várias folhas separadas por feltros e prensadas juntas. Essa mudança do processo de prensagem favoreceu a produção de maior número de folhas.

Após a secagem, as folhas destinadas à escrita eram mergulhadas em banho de cola feito a partir de cartilagens de animais, no processo denominado “encolagem”, que tornava a superfície do papel mais uniforme e diminuía a absorção de líquidos pela celulose, substituindo o mingau de amido dos árabes. Depois de secas, as folhas podiam ser polidas com pedra de ágata, fazendo com que a superfície ficasse lisa. Mais tarde o polimento com pedras foi substituído pelo martelo polidor e finalmente pela calandra de cilindros, utilizada atualmente.

A partir do século XV, a invenção da imprensa de tipos móveis, criada por Gutemberg na Alemanha, permitiu a produção e reprodução de livros em escala nunca antes imaginada, conforme Capanella *apud* Rossi (2001, p. 87):

[...] foram feitos mais livros nestes cem anos do que em um passado de cinco mil; e a maravilhosa invenção do ímã, da imprensa e das armas de fogo constituem grandes sinais da união do mundo.

O livro, até então artesanalmente confeccionado por longos e laboriosos processos, passou a ser produzido de forma muito mais rápida, mudando a relação das pessoas com o objeto, antes restrito praticamente ao ambiente monástico, em que cabia aos monges copistas a tarefa de escrever à mão os textos considerados importantes. A imprensa surge como novo meio para disseminar conhecimento (DEBUS, 2004, p. 6). Segundo Frugoni (2007, p. 59), o papel era considerado muito frágil em relação ao pergaminho, mas a invenção da imprensa foi decisiva para sua consolidação como principal suporte da escrita, como menciona McMurtrie (1965, p. 91).

Há um exemplo clássico que bem explica o fato. A Bíblia das 42 linhas, impressa por Gutemberg talvez em 1455, pediria 160 pergaminhos para cada exemplar. Assim, para os 13 exemplares que hoje são conhecidos, exigir-se-iam pelo menos dois mil animais, número bem

significativo. Mas já os possíveis 120 exemplares que deviam ter sido feitos da tiragem em papel ficariam muito mais baratos.

A imprensa e o conseqüente aumento da produção de livros provocaram maior procura pelos trapos, e a oferta para atender a essa demanda se tornou insuficiente: na Inglaterra em 1666, o uso desses tecidos foi proibido em sepultamentos para que o material fosse preservado e utilizado na produção de papel (PALADINO, 1985; ROTH, 1983).

Na Holanda do final do século XVII surge uma máquina que desintegra os trapos em velocidade muito maior que os martelos, fazendo em quatro ou cinco horas a mesma quantidade de pasta que um antigo moinho de martelo gastava em vinte e quatro horas. A chamada “máquina holandesa” propagou-se rapidamente e chegou aos nossos dias sem modificações significativas em seu modo de funcionamento.

Os avanços sobre o conhecimento da química também contribuíram, em certo ponto, para a degradação dos papéis: no século XVIII, a descoberta do poder alvejante do cloro amenizou de certa forma a escassez da matéria-prima, já que os papéis brancos sempre foram mais apreciados, o que só se conseguia com a utilização de trapos oriundos de tecidos brancos. Com o cloro – e sua nociva ação oxidante – podia-se produzir trapo branco a partir de qualquer cor de tecido.

Entre o final do século XVIII e início do XIX, a fabricação de papel foi impulsionada com a invenção de máquinas de produção contínua, resultando no agravamento do problema de abastecimento de matéria-prima. A escassez dos trapos favoreceu o surgimento de um comércio internacional, conforme constata Marx (1968, Livro 1, v. 1, p. 531):

Sabe-se que a Grã-Bretanha, além de possuir seus próprios estoques de trapo, é o empório mundial desse artigo. Os trapos afluem do Japão, dos mais distantes países da América do Sul e das Canárias. Mas, seus principais fornecedores são a Alemanha, França, Rússia, Itália, Egito, Turquia, Bélgica e Holanda. Servem para adubos, para fazer estofos de roupa de cama, lã artificial e papel.

Paladino (1985, p. 16) relembra a citação do escritor Balzac para exemplificar a gravidade do problema:

Ora, não se pode forçar a produção de trapos. O trapo é o resultado do uso de roupas e a população de um país fornece uma quantidade determinada. Esta quantidade não pode crescer senão com o aumento da taxa de nascimentos. Para que uma mudança sensível se opere na população de um país, são necessários um quarto de século e grandes revoluções nos costumes, no comércio e na agricultura. Se, então as necessidades da atividade papeleira se tornam superiores ao que a França produz de trapos, seja o dobro, seja o triplo, é necessário, para manter baixo o preço do papel,

introduzir na sua fabricação um outro elemento que não o trapo<sup>2</sup>.

A partir da segunda metade do século XIX, a madeira começa a substituir os trapos na fabricação de papel na Europa. A diferença entre os papéis produzidos a partir dos trapos e da madeira já foi notada em 1892, conforme relata Girard *apud* Paladino (1985, p. 19):

Na fabricação de papéis comuns intervém também, infelizmente numa grande medida, um produto imperfeito fornecido pela moagem da madeira e habitualmente designado de pasta mecânica. Sobre este produto eu não tecerei qualquer comentário; de seu emprego resulta um rebaixamento da qualidade do papel; uma supressão da maciez, da solidez do papel e é somente de fibras realmente papeleiras que eu gostaria de discursar<sup>3</sup>.

É no século XIX que se concentra a maior fonte dos problemas relacionados à preservação de papéis: embora as soluções para atender à demanda do produto tenham sido encontradas, as mudanças no processo de produção significaram menor qualidade do papel, principalmente no que se refere à presença de acidez.

A produção de papéis de polpa de madeira, sem tratamento, resultou num produto que se tornaria extremamente ácido e quebradiço nos anos seguintes. Além da fragilidade da matéria-prima utilizada, a substituição da antiga cola de animais utilizada na encolagem das folhas por uma mistura de “alúmen-breu”, que se transforma em ácido abiético, agravou ainda mais o problema da conservação das obras.

Um fator determinante para a preservação dos papéis é a boa qualidade da água empregada em sua produção. A presença de carbonatos de cálcio e magnésio, comuns na água de rios de determinadas regiões geográficas, principalmente na Europa, contribuiu de forma decisiva para a preservação do papel. Seu efeito mais importante é a capacidade de neutralizar os ácidos e promover uma reserva alcalina que impede o desenvolvimento de acidez no futuro.

Os papéis produzidos a partir da segunda metade do século XIX foram alvo da silenciosa degradação química, só percebida em sua real e preocupante situação no século seguinte, quando já estavam praticamente condenados ao desaparecimento, como esclarece Beck (2006, p. 26).

A degradação irremediável foi chamada de *fogo lento*. Como resultado, milhões de livros tornaram-se (*sic*) quebradiços, colocando em risco toda a produção intelectual mundial dos últimos 150 anos. Esta situação alarmante ecoou na década de 1980, envolvendo a comunidade acadêmica mundial, advogando pela produção de papéis de melhor qualidade e pelo resgate de grande volume de informação em risco.

---

<sup>2</sup> Balzac, Honoré de. *Ilusões Perdidas*. 1825.

<sup>3</sup> Girard, A. *Le papier et ses ancêtres, son histoire*. Conferência da Sociedade Industrial em 03 de abril de 1892, em Paris.

A preocupação com a preservação futura de documentos, ocasionada principalmente pela situação dos papéis produzidos no século XIX, resultou em medidas práticas para a prevenção da degradação de papéis ocasionada pelos métodos de fabricação.

A International Organization for Standardization especifica, pela norma ISO 9706 de 1994, os requisitos para a fabricação de papéis permanentes utilizados para documentos.

Segundo a citada norma, esses papéis devem se manter estáveis nas propriedades mecânicas, óticas e químicas por longo período de tempo, observando-se sobretudo a matéria-prima utilizada e conteúdo mínimo de substâncias alcalinas capazes de dificultar o desenvolvimento da acidez no futuro.

A utilização de novas técnicas de fabricação, com aplicação de produtos químicos capazes de retirar da madeira os elementos que posteriormente degradam o papel, representou grande avanço para a preservação, do mesmo modo que o branqueamento feito com produtos livres de cloro garante um produto de maior durabilidade através do tempo.

## **5 Os processos de fabricação e suas implicações para a preservação dos papéis**

Michalski (2004, p. 57) descreve os nove agentes de degradação: *(i)* forças físicas diretas, *(ii)* ladrões, vândalos e pessoal distraído, *(iii)* incêndio, *(iv)* água, *(v)* pragas, *(vi)* contaminantes, *(vii)* radiação, *(viii)* temperatura incorreta e *(ix)* umidade relativa incorreta, além do agente de degradação dissociação<sup>4</sup>, recentemente acrescentado à lista e que pode provocar danos ao acervo. Os museus, as bibliotecas e os arquivos devem realizar periodicamente estudos para avaliar e verificar os riscos potenciais que esses fatores de degradação poderão isoladamente ou em conjunto desencadear. Risco pode ser interpretado como a possibilidade de uma situação indesejada ocorrer no futuro, a partir de inúmeros fatores. O Gerenciamento do Risco dependerá da análise<sup>5</sup> realizada de acordo com o tipo de risco a que o acervo estará exposto. Michalski (2004) desenvolveu um método de avaliação que utiliza escalas de ordem de grau simples empregado em vários museus e aplicado em cursos no International Center for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property (ICCROM) e Canadian Conservation Institute (CCI). As escalas consideram quatro componentes da avaliação de risco, com pontuação de 0 a 3 para cada questão. Conforme Michalski (2004, p. 70), são as seguintes.

---

<sup>4</sup> Pedersoli, 2011. Nota de palestra IBRAM

<sup>5</sup> Há várias ferramentas para análise de riscos, tais como: Análise Preliminar de Riscos (APR); Análise WI (What-If); Análise de Modos de Falha e Efeitos (AMFE); Estudos e Operabilidade e Riscos (*Hazard and Operability Studies HazOp*); Diagrama de Causa e Efeito Ishikawa; Matriz SWOT

- I. *Com que rapidez?*
  - a. Uma vez a cada 1000 anos
  - b. Uma vez a cada 100 anos
  - c. Uma vez a cada 10 anos
  - d. Uma vez por ano
  
- II. *Qual a quantidade de danos para cada artefato afetado?*
  - a. Com poucas perdas (0,1%)
  - b. Danos moderados ou reversíveis no artefato (1%)
  - c. Danos significativos, mas limitados ao artefato (10%)
  - d. A perda total (100%)
  
- III. *Quanto do acervo foi afetado?*
  - a. Um artefato (0,1% ou menos)
  - b. Uma fração pequena do acervo (1%)
  - c. Uma fração grande do acervo (10%)
  - d. Tudo ou a maior parte do acervo (100%)
  
- IV. *Qual a importância dos artefatos afetados?*
  - a. Abaixo do valor comum para o acervo (1/10 do valor comum)
  - b. Valor normal para o acervo
  - c. Maior que o valor comum (10 vezes o valor comum)
  - d. Muito maior que o valor comum (100 vezes o valor comum)

A pontuação de cada item é somada e a pontuação total é a Magnitude de Risco avaliado, considerando as seguintes prioridades:

9-10 Prioridade extrema com possível perda total do acervo nos próximos anos ou menos;

6-8 Prioridade urgente com possíveis danos ou perdas significativas em porção significativa do acervo nos próximos anos;

4-5 Prioridade moderada com danos moderados para alguns artefatos nos próximos anos, ou

perdas e danos significativos possivelmente em várias décadas;

1-3 Manutenção do museu. Danos ou riscos moderados de perda nas próximas décadas.

A proposta do Gerenciamento do Risco objetiva a prevenção, a redução e o controle de tais perigos. Para a realização de uma análise de riscos quantitativa ou qualitativa, é necessário identificar o agente de degradação e as possíveis consequências a serem desencadeadas.

Os agentes de degradação citados por Michalski (1999) podem agir concomitantemente nos ambientes onde estão as coleções, provocando degradações física, química e biológica; portanto não se pode descurar do conjunto considerando o macro, o médio e o microambiente e suas relações com o acervo. Conforme apresentado por Pedersoli (2011), no gerenciamento de riscos ao patrimônio são utilizadas três ferramentas conceituais que serão priorizadas, como segue:

(1) os dez agentes de degradação: dos agentes citados, entende-se por *forças físicas diretas* tudo o que provocar alguma movimentação brusca nos bens culturais móveis, imóveis e integrados, desencadeando danos, por exemplo, terremoto, trepidação, quedas de objetos; *ladrões, vândalos e pessoal distraído*, os riscos de roubo, furto e vandalismo são agentes de degradação observados em museus<sup>6</sup>; *incêndio*, podendo ser proposital ou acidental; *água*, as fontes de água poderão ter várias origens, dependendo do contexto a partir dos agentes naturais, por exemplo, tsunamis, chuvas torrenciais, inundações, infiltrações, encanamento defeituoso, calhas entupidas, uso de água abundante do pessoal de limpeza sem treinamento; *pragas* procuram nos acervos alimento, abrigo e condições ambientais favoráveis para a sua proliferação, quando a instituição não possui uma política de aquisição, procedimentos adequados no que concerne a vistorias biológicas e quarentena, os materiais podem entrar nos acervos com infestações ativas; *contaminantes*, abrange várias fontes, desde poeira, gasosos, dióxido de enxofre, ozônio, contaminação acidental, por exemplo, derrubar algum líquido sobre um documento; *radiação*, não só as radiações UV e IV, mas a luz visível também é fator de degradação cumulativa e irreversível; *temperatura incorreta e umidade relativa incorreta* sempre vão atuar e seus efeitos dependerão da vulnerabilidade dos materiais; *dissociação* corresponderá a qualquer tipo de perda de um item do acervo em relação ao conjunto onde deveria estar inserido, por exemplo, a retirada de um livro para consulta e a recolocação em outro local na estante, ou mídias eletrônicas sem equipamento adequado para leitura são considerados dissociados do conjunto;

---

<sup>6</sup> Moreira e Ono, no livro *Segurança em Museus* descrevem exemplos de casos de furtos e roubos de obras de arte em museus, casos de vandalismo e terrorismo.

(2) as camadas de invólucro citadas por Michalski (2004, p. 67), consideradas camadas existentes ao redor do objeto do acervo (*Local – geográfico e entorno da edificação, edifício, salas do acervo, guarnições, embalagem*). As camadas de invólucro poderão agir de forma favorável ou desfavorável, uma vez que cada nível, quando em condições impróprias, poderá introduzir novos riscos ao acervo;

(3) estágio de controle dos agentes. No estágio de controle dos agentes de degradação é imprescindível pensar que a ação deles poderá ser pontual dentro de uma vitrine, por exemplo, e globalmente quando tais agentes agem concomitantemente no macroambiente e em seu entorno.

A temperatura e a umidade relativa do ambiente, quando inadequadas, constituem ameaça constante para os objetos de origem orgânica e contribuem para vários fatores de degradação. A ação combinada da temperatura e umidade extremas pode desencadear atividade biológica de fungos e insetos. Conforme Teijgeler (2007, p. 84), a ação das pragas está condicionada aos altos índices de temperatura e umidade relativa.

O Controle Integrado de Pragas (CIP) apresentado nas edições do Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivo (CPBA) propõe primeiramente uma ação sem o uso de produtos químicos, além de uma série de procedimentos conjuntos para reduzir a infestação biológica.

As estratégias do CIP estimulam a manutenção e a limpeza constantes para se eliminar a existência de ambientes acolhedores para as pragas nas bibliotecas e nos arquivos. Estas atividades incluem: inspeção e manutenção, controle do clima, restrição a alimentos e plantas, limpeza regular, armazenagem adequada, controle sobre as peças que entram para evitar a infestação dos acervos existentes. CPBA (2001).

Shäfer (2002, p. 03) descreve o *Manejo Integrado de Pragas (MIP)*, uma metodologia de prevenção de reinfestações, considerando a situação de cada instituição de acordo com as possibilidades econômicas, a disponibilidade de recursos humanos, a arquitetura e a estrutura predial e seu entorno, com o objetivo de chegar à solução mais econômica e eficaz com um mínimo de intervenção. Schäfer (2002, p. 7-17) também explica os métodos utilizados para o controle de pragas, como o congelamento controlado, o tratamento térmico controlado e acondicionado e o método de anóxia.

Conforme descrito pelo CPBA (2001), há restrições ao uso do congelamento em objetos muito frágeis, e o material a ser submetido a esse procedimento deverá ser mantido em temperatura ambiente até o início do processo para evitar que os insetos se aclimatem e resistam à baixa temperatura. Outra importante recomendação é observar o ciclo de vida dos insetos e realizar o procedimento durante a fase larval, uma vez que os ovos são muito

resistentes e podem sobreviver e infestar novamente o acervo.

O tratamento com atmosfera modificada consiste em uma ambientação hostil para os insetos com baixos níveis de oxigênio, baixa umidade relativa e uso de gases inertes, como o nitrogênio. Os métodos de tratamento recomendados deverão ser apropriados *de acordo com a espécie e inseto e tipo de material infestado*. Cabe lembrar que há um processo técnico e de procedimentos para a realização do congelamento e da atmosfera modificada<sup>7</sup>, devendo ser conduzido por profissional experiente para evitar danos nos materiais a serem tratados. Pelo fato de os métodos de anóxia e congelamento não utilizarem produtos químicos residuais, é necessário o monitoramento e medidas sistemáticas de prevenção (SHÄFER, 2002). Além dos problemas citados com pragas, os acervos, por serem constituídos de matéria orgânica, inorgânica e mista (SOUZA, 2008), sofrem degradações quando há variações bruscas da temperatura e umidade relativa e quando os níveis são extremos, portanto a característica do material que compõe o acervo deverá ser considerada também na tomada de decisão de preservação. Esses acervos, mesmo protegidos por todas as camadas de invólucro, poderão sofrer algum dano quando as condições internas de temperatura e umidade relativa experimentam alterações, seja pelas influências das condições externas ou por algum outro fator gerado dentro do próprio museu, como por exemplo, vazamentos, infiltrações ou limpezas inadequadas.

Independentemente do que possa provocar alterações ambientais internas nos espaços que abrigam coleções, seja em exposição ou reserva técnica, Michalski (1999) adverte que a umidade relativa do ambiente onde estão inseridas as coleções determinará o conteúdo de água nos materiais orgânicos. Nas isotermas de adsorção de água através de materiais orgânicos, Padfield (1996) ressalta que a maioria dos materiais orgânicos tem índice de umidade de equilíbrio determinado pela umidade relativa do ambiente, sendo ligeiramente influenciado pela temperatura. A quantidade de umidade dos materiais orgânicos à certa umidade relativa do ambiente é chamada de *Equilibrium Moisture Content* (EMC) MICHALSKI (1999). Ao ocorrerem variações de temperatura e umidade relativa do ambiente, o equilíbrio é alterado e os materiais higroscópicos absorvem e liberam umidade para o ambiente. Esse processo desencadeia mudanças dimensionais nos acervos orgânicos, provocando alterações mecânicas e deformações nos materiais como o papel, têxteis, pergaminho, couro, madeira, dilatando-os e contraindo-os, ocasionando várias alterações, por exemplo, ondulações, descamação de tintas, rompimento de emulsões fotográficas, rompimento de fibras, fissuras na madeira etc. (THOMSON, 1986; OGDEN, 1994; SOUSA, 2008).

Além dos processos de degradação, índices elevados de temperatura contribuem para

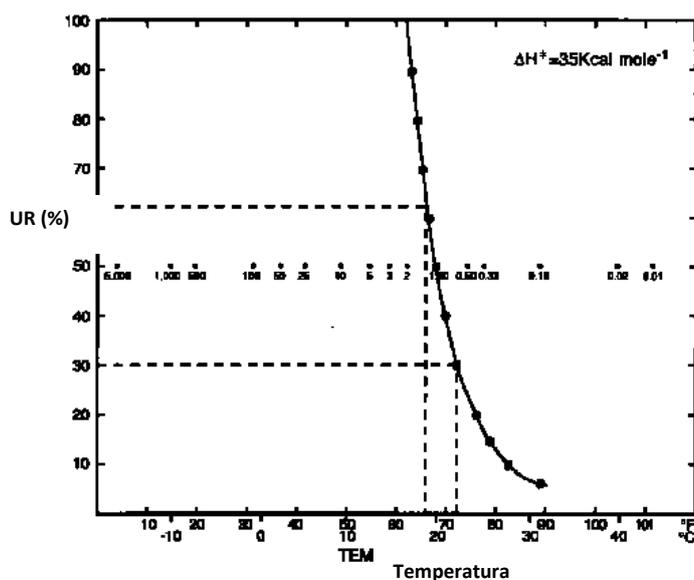
---

<sup>7</sup> Ver CPBA. **Conservação preventiva em bibliotecas e arquivos**. Emergência com pragas em arquivos e bibliotecas 26 a 29. Rio de Janeiro. 2001. Disponível *on line*: <http://www.argosp.org.br/cpba/>; e ver artigo publicado pela Revista da Associação Paulista de Conservadores e Restauradores de Bens Culturais, edição número 1, de 2002. Shafer, S. Desinfestação com métodos alternativos, atóxicos e manejo Integrado de Pragas (MIP) em Museus, Arquivos e Acervos & Armazenamento de objetos em atmosfera modificada.

o aceleração das reações químicas. Segundo Ogden (1994), testes artificiais de envelhecimento indicam que, a cada aumento de 5°C, quase dobra a taxa de degradação da celulose. Níveis extremos de umidade favorecem as reações químicas nos materiais. Conforme Sebera (1997, p. 19), testes de envelhecimento induzido demonstraram que a perda da resistência do papel aumenta com a elevação da temperatura e da umidade, e ao diminuir estes índices ocorre o aumento da permanência do papel. A degradação por hidrólise está relacionada ao teor de umidade do papel, que por sua vez está diretamente relacionado ao percentual de umidade do ambiente onde o papel está inserido

Sebera (1997) descreve o método das isopermas para verificar o impacto que a temperatura e umidade têm sobre as taxas de degradação de acervos em papel. Segundo o método das isopermas, a taxa de degradação de materiais higroscópicos como o papel é influenciada pela temperatura e pelo percentual de umidade relativa do ambiente circundante. Este método é limitado às reações químicas de hidrólise e oxidação da celulose e estabelece um conjunto de pares de temperatura e umidade relativa que estão associados a um mesmo valor de permanência, definida como uma isoperma. A título de exemplo, Sebera (1997, p. 14) apresenta uma isoperma com valor igual a 1,00, com temperatura de 20°C e 50% UR como estado de permanência inicial de 45 anos, parâmetros escolhidos pelo fato de mais se aproximarem das condições comuns de armazenamento, podendo servir como padrão comparativo (figura 1). Na figura 1 se observa outros pares de temperatura e umidade relativa com valor de permanência igual a 1,00, determinados a partir de cálculos.

Figura 1 - Construção de uma Isoperma



FONTE: Sebera (1994)

## 6 Construção de uma isoperma

Conforme o exemplo citado por Sebera (1994), se um papel em condições de 20° C e 50% de UR possui expectativa de vida de 45 anos, esse papel terá a mesma condição de permanência sob qualquer par de temperaturas e umidade relativa ao longo da linha de permanência de valor igual a 1,0. À medida que diminui a temperatura e a umidade relativa a 50% é mantida, a isoperma poderá ser modificada para os valores (2,0), (3,0), (5,0), dentre outros, como exemplificado na figura 2.1, correspondendo a uma expectativa de vida maior. Ao passo que, se aumentar a temperatura, mantendo 50% de UR, a expectativa de vida do papel diminuirá, conforme apresentado por Sebera (1994, p. 14):

Os valores de isoperma de 5,0 e 0,33 a 12,2° C e 25,6° C, respectivamente, significam que o papel com expectativa de vida de 45 anos a 20° C precisaria de 225 anos para atingir o mesmo estado de deterioração a 12,2° C (e 50% UR), mas levaria apenas 15 anos para alcançar o mesmo estado a 25,6° C (também a 50% UR).

## 7 Monitoramento de acervos e reservas técnicas

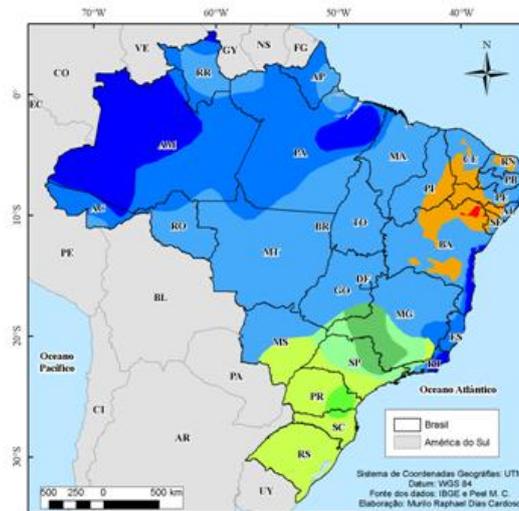
O contexto climático do Brasil é diverso e caracterizado por região, conforme a classificação climatológica de Köppen (figura 2), o que impõe uma análise criteriosa por parte dos conservadores, antes da tomada de decisão no que se refere às recomendações de temperatura e umidade relativa interna indicada para conservação de objetos de museus, arquivos e bibliotecas<sup>8</sup>.

Faz-se necessário considerar as inúmeras variáveis climáticas e geográficas e de implantação da edificação de acordo com o regime de ventos, insolação, tipo construtivo, barreiras de contenção, drenagem do terreno, características de entorno, como, por exemplo, a existência de rios, lagos e mar.

---

<sup>8</sup> ICOM. *Como gerir um museu*: Manual Prático. Michalski. S. Conservação e preservação de acervos. Apêndice 3. Especificações da temperatura e umidade relativa. Compilado por Michalski no Instituto de Conservação Canadense para utilizar no manual de ASHRAE, primeira publicação em 1999 e depois em 2004. p. 97.

Figura 2 – Climas do Brasil: Classificação de Köppen



### Classificação Climática: Köppen

<span style="color: blue;">■</span> Af - Clima tropical úmido ou Clima Equatorial	<span style="color: lightgreen;">■</span> Cfa - Clima temperado úmido com Verão quente
<span style="color: blue;">■</span> Am - Clima de monção	<span style="color: green;">■</span> Cfb - Clima temperado úmido com Verão temperado
<span style="color: lightblue;">■</span> Aw - Clima Tropical com Estação seca no inverno	<span style="color: lightgreen;">■</span> Cwa - Clima temperado úmido com Inverno seco e Verão quente
<span style="color: orange;">■</span> BSh - Clima das estepes quentes de baixa latitude e altitude	<span style="color: green;">■</span> Cwb - Clima temperado úmido com Inverno seco e Verão temperado
<span style="color: red;">■</span> BWh - Clima das regiões desérticas quentes de baixa latitude e altitude	

Fonte: IBGE e Peel M. C. Elaboração: Murilo Raphael Dias Cardoso<sup>9</sup>

Muitas instituições museológicas no Brasil estão localizadas em edificações que não foram construídas com a finalidade de museu. Este fato exige um monitoramento contínuo e estudos minuciosos das condições ambientais de temperatura e umidade relativa destes locais. A partir do monitoramento do ambiente e da análise de dados registrados, a tomada de decisão ficará coerente e o acervo não correrá riscos em função de alterações inadequadas das condições higrotérmicas internas.

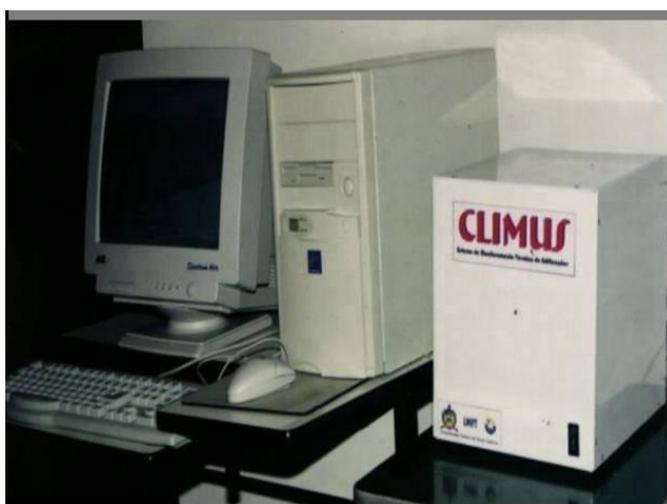
O monitoramento do ambiente exige critérios de análise, avaliação e caracterização de dados registrados (SOUSA, 2008), sem o qual não é possível caracterizar as condições ambientais em longo prazo, seja em reservas técnicas ou em espaços expositivos. O Instituto de Museus e da Conservação Português no Plano de Conservação Preventiva – Bases orientadoras, normas e procedimentos (IPM, 2007, p. 103) enfatiza a importância do monitoramento do ambiente para implementar estratégias que melhorem as condições ambientais e para avaliar se determinado local apresenta valores de temperatura e umidade apropriados para os acervos.

<sup>9</sup> Disponível em: [http://geobrainstorms.files.wordpress.com/2011/02/climas\\_br.png](http://geobrainstorms.files.wordpress.com/2011/02/climas_br.png). Acesso em: 09 dez. 2015.

Nos anos de 2010 e 2011, diagnósticos de conservação foram conduzidos por alunos do curso de Museologia da Universidade de Brasília<sup>10</sup> em 22 instituições, entre arquivos, bibliotecas e museus públicos no Distrito Federal. Das instituições diagnosticadas, apenas duas possuem algum sistema de climatização com monitoramento do ambiente. Oito possuem climatização, mas sem monitoramento, e o mais grave com o desligamento do sistema durante a noite e nos dias em que a instituição está fechada. Dezesesseis instituições não possuem nenhum controle nem monitoramento do ambiente. Cabe lembrar que o monitoramento do ambiente é necessário para reconhecer os reais problemas de conservação existentes em cada local.

Vários são os equipamentos disponíveis no mercado para a realização do monitoramento do ambiente com medição pontual ou medição contínua. O Sistema Térmico para Coleções CLIMUS (figura 3) é um equipamento desenvolvido pelo Laboratório de Meios Porosos (LMPT) do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC (GÜTHS, 1998) para monitorar ambiente em museus, arquivos e bibliotecas. Trata-se de um sistema de medição e aquisição de sinais montado sobre uma base PC com sensores variados, de acordo com a necessidade de monitoramento do acervo: o CLIMUS possui sensor de temperatura e umidade interno e externo, sensor de temperatura superficial, luminosidade, radiação ultravioleta, condensação em paredes da qualidade do ar (solventes orgânicos, fumaças), velocidade do ar, detectores de incêndio, sensor de presença etc.

Figura 3 - Climus



Fonte: Güths, 1998

---

<sup>10</sup> Disciplina Conservação e Restauração de Documentos - Faculdade de Ciência da Informação- UnB.

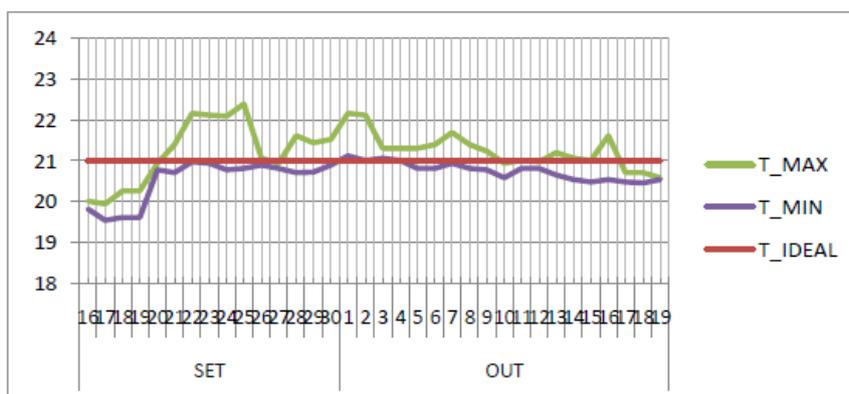
É composto de três programas que permitem a aquisição dos sinais de diversos sensores e a visualização na tela em tempo real (figura 4), além da possibilidade de montagem de gráficos para visualização e tratamento dos dados registrados Climus Visual (figura 5).

Figura 4 - Climus Aquis



Fonte: Güths, 1998

Figura 5 - Climus Visual



Fonte: Güths, 1998

Carvalho (2005) analisou o uso da estratégia de ventilação forçada na Capela Cônego José Ernser, localizada na cidade de Rio Negro - PR e no Arquivo Público Mineiro na cidade de Belo Horizonte – MG. Ambos os locais estavam sendo monitorados pelo Sistema Térmico para Coleções (Climus). Após o monitoramento do ambiente e dos dados gerados de 2002 na Capela e 2003 no Arquivo Público Mineiro, foi aplicada a metodologia de predição<sup>11</sup> para análise das condições ambientais, considerando a análise do padrão de relação entre a variável dependente de interesse (temperatura e umidade internas) e as variáveis independentes que podem alterá-la (temperatura e umidade externas e a média das diferenças entre externa e interna), gerando assim equações preditivas. A partir das equações preditivas, foi possível estimar o uso da estratégia de ventilação forçada, para reduzir ou aumentar os níveis de vapor d'água em ambientes internos, considerando os limites mínimos e máximos estabelecidos pela ciência da conservação preventiva; além disso, foi possível avaliar a viabilidade do uso da estratégia de ventilação forçada do ar externo para o interno como alternativa de preservação.

Essa metodologia de predição foi desenvolvida por Givoni em 1993, para estudar duas edificações – teste, não habitadas, localizadas em Pala, sul da Califórnia. No início da pesquisa de Givoni, a prioridade era verificar os efeitos de massa térmica e de ventilação natural noturna, visando melhorar as temperaturas durante o dia e as condições de conforto, escolhendo como critério de avaliação do desempenho das edificações-teste a temperatura máxima interna e sua redução sob a máxima externa. Após análise em diversas condições de sombreamento, ventilação natural, cor da edificação etc., equações preditivas foram geradas, estimando-se as temperaturas máximas e mínimas, considerando diferentes fatores climáticos. Conforme Givoni (1998), a equação de predição gerada no experimento foi baseada em parâmetros gerais do clima, podendo a equação ser aplicada em outras condições climáticas.

O método de predição desenvolvido por Givoni foi aplicado em estudos como os de Silva (2001), Givoni e Vecchia (2001), Krüger e Givoni (2004) e Fernandes (2006).

## **8 Monitoramento experimental e ensaios de envelhecimento natural de amostras de papel**

Uma exemplificação de estudos sobre envelhecimento natural de papéis em condições variáveis de temperatura e umidade relativa é apresentada pela pesquisa de Landim<sup>12</sup> (2010), realizada em ambientes de biblioteca. Para a referida análise foram confeccionados corpos de provas em papéis produzidos com celulose industrial branqueada de fibra curta e longa

---

<sup>11</sup> Metodologia de predição desenvolvida por Baruch Givoni.

<sup>12</sup> Fritoli, C. L. Análise da degradação de amostras de papel expostas a diferentes condições higrotérmicas. Início: 2010. Dissertação (Mestrado e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

(*Eucalipitus* e *Pinus* SP) no laboratório de papel do Arquivo Nacional no Rio de Janeiro. Os corpos de prova foram adaptados em caixa protótipo preparada especialmente para abrigá-los. Foram preparados 300 corpos de prova de cada tipo de papel (fibra longa e curta) e distribuídos em quatro caixas, especialmente desenvolvidas para essa pesquisa (DINIZ e KRÜGER, 2008) (figura 6).

Figura 6 - Caixa protótipo revestida com manta de carvão ativado instalada nas bibliotecas da UTFPR e UFPR Litoral.



Fonte: Landim, 2010.

As caixas foram colocadas em locais internos e externos, em Curitiba PR e em Caiobá, no litoral do Paraná. Para os locais externos, abrigos meteorológicos foram confeccionados e instalados nas áreas externas do Campus Curitiba da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), e do Campus Litoral da Universidade Federal do Paraná (UFPR), em Caiobá.

Figura 7 - Abrigos meteorológicos utilizados nos espaços externos



Fonte: Landim, 2010.

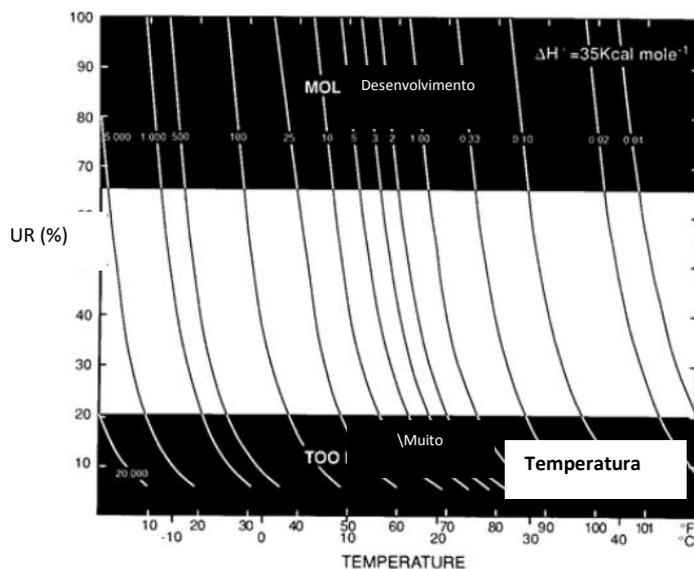
Dentro de cada caixa foram instalados *data logger* para o registro da temperatura e da umidade relativa desde o mês de julho de 2010. A partir de análise de um ano de monitoramento, do período de julho de 2010 a julho de 2011, foram gerados gráficos e diagramas de isopermas para analisar as condições ambientais sob as quais os corpos de provas ficaram submetidos.

O diagrama de isopermas de percentual de umidade relativa *versus* temperatura foi apresentado por Sebera (1997) para fins de avaliação das condições de temperatura e umidade relativa e suas consequências de degradação. Na figura 2-8, a área inferior do diagrama intitulada *muito inflexível* está localizada em área com teor de umidade abaixo de 20%; os papéis armazenados nestas condições ficarão inflexíveis e degradarão quando manipulados. Na zona de *desenvolvimento de mofo*, acima de 65% há a probabilidade de desenvolvimento de mofo e o surgimento de *foxing*<sup>13</sup> no papel. Ambas as zonas demarcadas no diagrama indicam condições ambientais inadequadas.

---

<sup>13</sup> Infecção fúngica resultante de reação química entre os sais ferrosos do papel com alguns ácidos orgânicos produzidos pelos fungos (ROSENFELD, 1997, p. 60).

Figura 8 - Diagrama de Isopermas: umidade relativa x temperatura

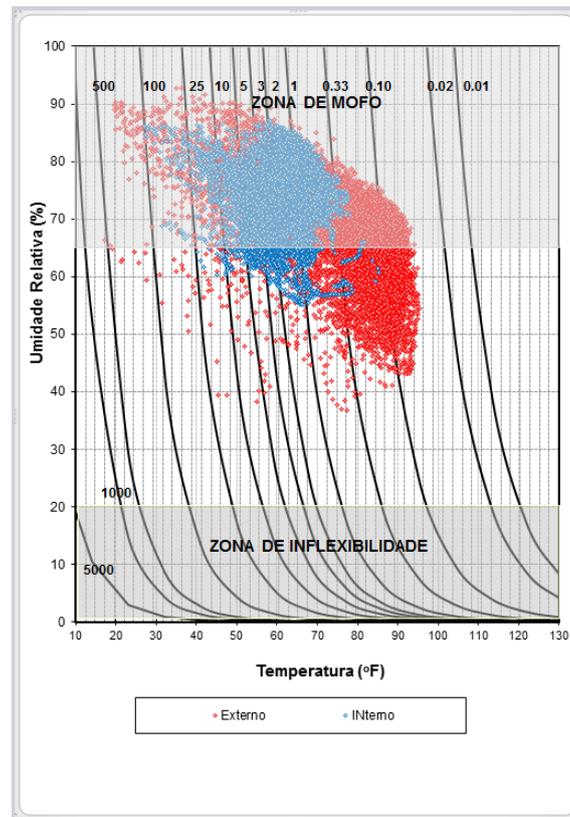


Fonte: Sebera (1994)

Os diagramas de isopermas a seguir representam o potencial de preservação do papel, observado a partir de dados de temperatura e umidade relativa registrados interna e externamente a cada biblioteca, durante o período de um ano (julho de 2010 a julho de 2011) na UTFPR e, no litoral, na UFPR.

A partir da observação das isopermanências no diagrama gerado (figura 9), é possível observar que, na maior parte do período, a temperatura e umidade relativa internas (pontos azuis do diagrama) ficaram em torno e acima do valor de isoperma 1, mantendo/aumentando a permanência do material. No entanto, a umidade relativa esteve acima de 65% (zona de mofo no diagrama), o que indica que os corpos de provas estão em área de risco biológico.

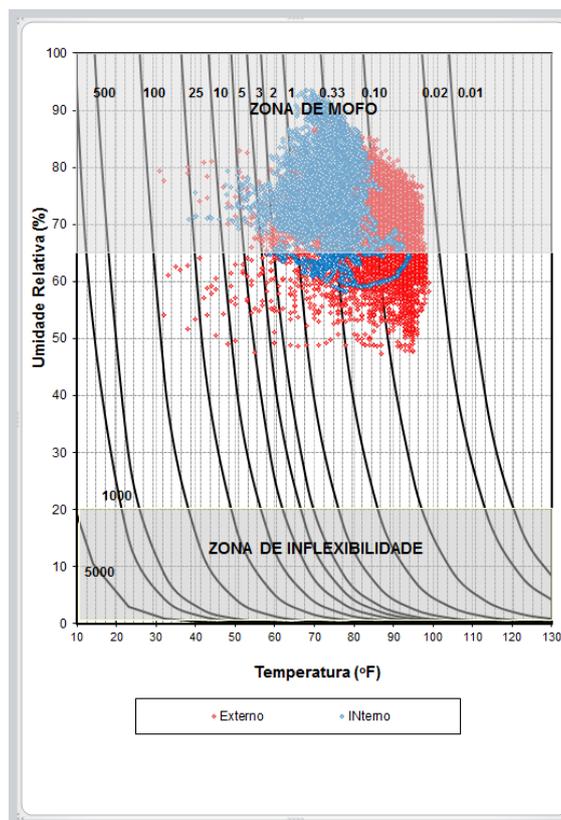
Figura 9 - Diagrama de Isopermas de Curitiba registrados no período de julho de 2010 a julho de 2011



Fonte: Landim, 2010

Nos dados registrados no mesmo período no litoral em Caiobá - PR (figura 10), observa-se que os pares de temperatura e umidade relativa internas (pontos azuis do diagrama) ficaram abaixo do valor de isoperma 1, chegando à isopermanência 0,10. Tal índice sugere uma diminuição da permanência do material. Além disso, a umidade relativa manteve-se acima de 65% (zona de mofo no diagrama), alertando para riscos de degradação biológica nos corpos de prova.

Figura 10 - Diagrama de Isopermas de Caiobá - Litoral, dados internos e externos registrados no período de julho de 2010 a julho de 2011



Fonte: Landim, 2010

Por outro lado, tanto em Curitiba quanto em Caiobá, os dados monitorados não apresentaram riscos na zona de inflexibilidade no período. As etapas futuras da pesquisa preveem os ensaios dos corpos de prova em laboratório, verificando resultados observados em termos de degradação das amostras em papel.

## 9 Considerações finais

Por trás de uma folha de papel existe um processo evolutivo de características históricas, no que se refere à evolução das técnicas de fabricação. Além do aspecto histórico, há ainda outro fator relevante que é a condição do papel enquanto suporte da informação e da arte.

Portanto, há que se lançar um olhar sobre a importância desse material como testemunho dos processos de modificação técnica e tecnológica, e das influências positivas e negativas que essas alterações provocam em sua permanência.

O advento do registro das informações em meio digital aparece como solução para

tornar as informações mais acessíveis, mas também requer mudanças específicas na política de preservação de novos acervos, como nos lembra Cook *apud* Beck (2006, p. 5).

A noção confortável de valor permanente de documentos arquivísticos únicos, ao longo do tempo, precisa ser modificada, simplesmente porque o documento eletrônico ficará ilegível ou incompreensível, se não for copiado e sua estrutura e funcionalidade reconfigurada em um novo software, a cada curto prazo de poucos anos. Isto substitui a preservação arquivística tradicional, que indica procedimentos adequados ao reparo, à restauração e ao armazenamento, e uso do meio físico que foi o documento.

Apesar dos avanços tecnológicos, o consumo de papel nunca foi tão grande como atualmente. A consciência a respeito da importância da preservação de livros e documentos pode nos ajudar a conhecer o passado e saber quem somos, pois como afirma Beck (1985, p. 5), “inúmeros registros da história brasileira são destruídos sem ao menos estarem identificados, devido ao envelhecimento precoce do papel, perda que muitas vezes leva à má compreensão dos fatos históricos”.

Com essa preocupação, tem sido grande o esforço despendido em pesquisas para o desenvolvimento de novas tecnologias aplicáveis à conservação do papel, com aumento significativo dos investimentos na preservação dos bens culturais bibliográficos e arquivísticos, sobretudo nos países mais ricos. No Brasil, o processo de reconhecimento da importância dos bens patrimoniais ainda é lento, porém irreversível.

A conservação dos papéis está condicionada aos agentes internos e externos de degradação que agem concomitantemente. Os agentes internos poderão estar configurados a partir das características de fabricação e de matérias-primas empregadas durante a confecção do papel. No que tange aos agentes externos, poderão estar presentes no meio ambiente onde as coleções estão inseridas, quando expostas em condições inadequadas de incidência direta de luz, variações de temperatura e umidade relativa, poluentes etc.

Esses fatores poderão ser potencializados quando a instituição não possuir uma política de preservação ampla, abrangendo a manutenção predial, o treinamento dos profissionais para a observação minuciosa do local, vistorias biológicas, segurança, limpeza adequada e procedimentos de rotina.

Os museus, bibliotecas e arquivos deverão em suas ações de conservação preventiva considerar todos esses agentes que poderão potencializar os fatores de degradação química, biológica e física. Há que se considerar a totalidade da instituição e a interdependência de todas as ações que objetivam a conservação.

## Referências

- BECK, Ingrid. **Manual de conservação de documentos**. Rio de Janeiro: Arquivo Nacional, 1985.
- BECK, Ingrid. **O ensino da preservação documental nos cursos de Arquivologia e Biblioteconomia: perspectivas para formar um novo profissional**. 2006. 119 p. Dissertação, Mestrado em Ciência da Informação. Universidade Federal Fluminense/IBICT, Niterói, 2006.
- CARVALHO, Silmara. K. P. **Conservação preventiva: análise de condições ambientais em espaços museológicos por meio de um método de previsão**. 2005.149f. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Tecnologia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba PR, 2005.
- CPBA. *Conservação preventiva em bibliotecas e arquivos*. Emergência com pragas em arquivos e bibliotecas 26 a 29. Rio de Janeiro. 2001.
- DEBUS, Allen G. **O homem e a natureza no Renascimento**. Porto, 2004, 1-15.
- DINIZ, W.P.P.; KRÜGER, E. Conservação preventiva de coleções em papel e a utilização de parâmetros higrotérmicos em três climas brasileiros: preparação da etapa experimental. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENTAC), 12., 2008, Fortaleza CE. **Anais do XII ENTAC**. Porto Alegre, RS: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC), 2008.
- DUMKE, E. M. S. **Avaliação do desempenho térmico de sistemas construtivos da vila tecnológica de Curitiba como subsídio para o estudo de tecnologias apropriadas em habitação de interesse social**. 2002. 210f. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação e Tecnologia) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Curitiba PR, 2002.
- FEBVRE, Lucien; MARTIN, Henri-Jean. **La nascita del Libro**. Ed. Laterz, 2000.
- FERNANDES, Leandro. **Utilização de equações de regressão linear para estimativa do desempenho térmico de edificações de interesse social**. Curitiba, 2005. 199f. Dissertação. Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Tecnologia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2005.
- FRUGONI, Chiara. **Invenções da Idade Média**. Rio de Janeiro: Zahar, 2007.
- GIMPEL, Jean. **A Revolução Industrial na Idade Média**. Rio de Janeiro: Zahar, 1997.
- GIVONI, B. Minimum climatic information needed to predict performance of passive buildings in hot climates. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE – PLEA'99, 1999, Brisbane, Austrália. **Proceedings**. p. 197-202.
- GIVONI, B.; VECCHIA, F.; KRÜGER, E. Predicting Thermal performance of Housing Types in Developing Countries with minimum Climatic Data. In: WORLD CONGRESS OF CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 18., 2001, Florianópolis, Brasil. **Proceedings**. p.701-705.
- HOMEM, P. M. Ferramentas inovadoras para monitorização ambiental e avaliação de danos para objetos em museus, palácios, arquivos e bibliotecas: a exposição luminosa e os dosímetros LightCheck®. **Revista da Faculdade de Letras Ciências e Técnicas do Patrimônio**, Porto, I Série, v. 5-6, p. 225-240, 2006.
- HUNTER, Dard. **Papermaking: the history and technique of an ancient craft**. New York: Dover Publications, 1978.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 9706 – Information and documentation; Paper for documents, Requirements for Permanence**. 1994.

KRÜGER, Eduardo. L.; GIVONI, Baruch; CARVALHO, Silmara K. P. The use of predictive formulas for environmental control in museological spaces. In: ASES NATIONAL SOLAR ENERGY CONFERENCE, 33<sup>rd</sup>, 2004, Portland. **Solar 2004 Proceedings**. Boulder, Colorado, American Solar Energy Society (ASES), 2004. v. 1. p. 1005-1011.

KRÜGER, Eduardo. L.; CARVALHO, Silmara K. P. *Analysis of the potential of using forced ventilation for environmental control in museological spaces in tropical conditions*. In: TRIENNIAL MEETING OF INTERNATIONAL COUNCIL OF MUSEUMS CONSERVATION COMMITTEE (ICOM CC), 14<sup>th</sup>, 2005, Den Haag. Icom – CC. **Proceedings**. Den Haag, Holanda, Netherlands Institute for Cultural Heritage (ICN), 2005. v. 1. p. 1-7

KRÜGER, E. L.; AGUIAR, E. C.; PEREIRA, L. A. Desempenho térmico de um protótipo construído a partir de blocos ISOPET. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENCAC), 7., e, CONFERÊNCIA LATINO- AMERICANA SOBRE CONFORTO E DESEMPENHO ENERGÉTICO DE EDIFICAÇÕES (COTEDI), 3., 2003, Curitiba. **Anais...** Curitiba: PUC-PR, 2003, v. 1, p. 1229-1236.

KRÜGER, Eduardo L. Avaliação de desempenho térmico em 11 cidades Brasileiras. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENCAC) E III CONFERÊNCIA LATINO- AMERICANA SOBRE CONFORTO E DESEMPENHO ENERGÉTICO DE EDIFICAÇÕES (COTEDI), 7., 2003, Curitiba. **Anais...** Curitiba: PUC-PR, 2003.v.1, p. 249-256 P.

LABARRE, A. **Histoire du livre**. Paris. PUF, 1970.

LE GOFF, Jacques. **A civilização do ocidente medieval**. Lisboa: Estampa, 1986.

MARTINS, Wilson. **A palavra escrita: história do livro, da imprensa e da biblioteca**. 3. ed. São Paulo: Ática, 1996.

MARX, Karl. **O Capital**. Rio de Janeiro, Editora Civilização Brasileira. 1968. Livro I, v. 1, p. 531.

McMURTRIE, Douglas. **O livro**. 2<sup>a</sup> Ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1982.

MICHALSKI, S. Care and preservation of collections. In: BOYLAN, P. J. (Ed.). **Running a museum: a practical handbook**. Paris: International Council of Museums, 2004. p. 51-90. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001410/141067e.pdf>>. Acesso em: 9 dez. 2015.

MICHALSKI, Stefan. Setting standards for conservation: new temperature and relative humidity guidelines are now published. **CCI Newsletter**, n. 24, November 1999.

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

OGDEN, Sherelyn. Temperatura, umidade relativa do ar, luz e qualidade do ar: diretrizes básicas para a conservação. In: **Caderno Técnico: meio ambiente**, n. 14. Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos. Rio de Janeiro: Arquivo Nacional, 1997.

PADFIELD, Tim. **The absorption of water by materials 2/96**. Disponível em: <<http://www.natmus.dk/cons/tp/>>. Acesso em: 9 dez. 2015.

PALADINO, Gina. **Papel, Técnica e capital: estudo sobre a evolução e mutação nos processos de trabalho e de produção do papel e análise do desenvolvimento do setor papelero no Brasil**. 1985. 364f. Dissertação. Mestrado em Desenvolvimento e Planejamento Regional. Universidade Federal de Minas Gerais, 1985.

ROSSI, Paolo. **O nascimento da ciência moderna no Renascimento**. Bauru: Edusc, 2001, p. 65-14.

ROTH, Otávio. **Criando papéis: o processo artesanal como linguagem**. São Paulo: MASP, 1982.

ROTH, Otávio. **O que é papel**. São Paulo: Ed. Brasiliense, 1983.

SEBERA, Donald. Isopermas: uma ferramenta para o gerenciamento ambiental. In: **Caderno Técnico: meio ambiente**, n. 18. Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos. Rio de Janeiro: Arquivo Nacional, 2001.

SILVA, A. **Estudos climáticos e ambiente construído no município de Descalvado – SP**. São Carlos, 2001. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo.

SOUZA, L. **Reconhecimento de materiais de acervos**. Tópicos em Conservação 4. UFMG Belo Horizonte. 2008, p. 4-28.

SCHÄFER, S. Desinfestação com métodos alternativos, atóxicos e manejo Integrado de pragas (MIP) em museus, arquivos e acervos & armazenamento de objetos em atmosfera modificada. **Revista da Associação Paulista de Conservadores e Restauradores de Bens Culturais**, edição número 1, 2002.

STEINBERG, H. S. **Cinque secoli di stampa**. Torino: Piccola Biblioteca Einaudi, 1982. 361 p.

TEIJGELER, R. **Conservação preventiva da herança documental em climas tropicais**. Uma bibliografia anotada. Biblioteca Nacional. Lisboa. 2007, p. 84.

THOMSON, G. **The museum environment**. 2<sup>nd</sup> ed. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann, 1986.