

Métricas de preservação química - taxas de permanência ponderadas pelo efeito cumulativo do tempo: Explorando a aplicabilidade de um conceito

Willi de Barros Gonçalves^{1*}

¹Laboratório de Conservação Preventiva, Escola de Belas Artes, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte (Brasil)

*willidebarros@ufmg.br

Palavras-chave: Patrimônio cultural; Preservação; Conservação Preventiva de coleções; Métricas de preservação.

1. Introdução

Este resumo expandido discute a aplicabilidade dos conceitos envolvidos no cálculo do Índice de Preservação ponderado pelo efeito cumulativo do tempo (IETP), introduzido por REILLY et al. (1995, 2001), a outras métricas de preservação químicas similares, embasadas em taxas de deterioração (r) e permanência (P), como as Isopermas de SEBERA (1988, 2001) e os Multiplicadores de Expectativa de Vida (LM) de MICHALSKI (2000, 2002).

Métricas de preservação são índices ou parâmetros que propiciam uma avaliação quantitativa das condições de conservação das coleções, em função de fatores microclimáticos utilizadas principalmente como indicadores para o gerenciamento ambiental de coleções. As métricas de preservação também possibilitam a comparação de dois ou mais microclimas no mesmo espaço (p. ex. duas vitrines em uma sala ou duas salas em um edifício), em termos da expectativa de vida das coleções. Sua obtenção e interpretação integram condições e mecanismos dinâmicos complexos, envolvidos na deterioração das coleções, e resultam em indicadores que permitem sintetizar grandes quantidades de dados. Configuram, em última análise, critérios quantitativos que podem ser calculados a partir de dados microclimáticos medidos em campo ou derivados de simulações ambientais, cujo estudo pode representar um importante auxílio nas tomadas de decisão, visando à melhoria das condições de conservação e diminuição dos riscos para a preservação dos bens culturais. GONÇALVES (2013) discute a fundamentação teórica e as incertezas envolvidas na aplicação destas ferramentas.

O uso de métricas de preservação difere da análise básica de tabelas e gráficos brutos de temperatura (T) e umidade relativa do ar (UR), resultantes de campanhas de monitoramento ambiental. Essa análise básica geralmente é feita comparando os valores medidos com padrões, limites, faixas ou zonas de segurança fixos, estáticos e de aplicabilidade geralmente restrita, a exemplo dos chamados “números mágicos” de THOMSON (1978), que fixou em $50 \pm 3\%$ a umidade relativa segura para conservação de acervos. Normalmente, tais interpretações são determinísticas / binárias, do tipo “atende” ou “não atende”, “está dentro” ou “está fora” dos limites considerados. Os parâmetros propostos por Thomson vêm sendo questionados durante os últimos quarenta anos, culminando essa discussão na publicação de diretrizes para o gerenciamento ambiental de coleções pelo Comitê de Conservação do Conselho Internacional de Museus (ICOM-CC, 2014). Uma abordagem metodológica intermediária é o uso de índices de desempenho, que demanda o processamento estatístico dos dados de monitoramento ambiental, com o estabelecimento de “critérios-limite” ou “faixas seguras” para as variáveis que se deseja estudar. O índice de desempenho indica a porcentagem do tempo, em relação ao período monitorado, ou pré-definido (anual, mensal, semanal etc.) na qual as variáveis analisadas permanecem dentro dos critérios-limite previamente estabelecidos (CORGNATI et al., 2009).

O método das isopermanências ou isopermas foi originalmente desenvolvido por SEBERA (1988, 2001). Ele permite comparar condições microclimáticas distintas, em termos da expectativa de vida

proporcionada pelos microclimas para as coleções, com relação a mecanismos químicos de deterioração, influenciados por T e UR. O método parte da relação diretamente proporcional entre a taxa de deterioração, correlacionada positivamente com a velocidade das reações químicas, e os valores observados de T e UR. A proposição de Sebera baseou-se em mecanismos químicos de deterioração de papel, sendo a energia de ativação (E) para a hidrólise da celulose uma das variáveis fundamentais do método, que segundo o autor (SEBERA, 2001, p. 9) poderia ser aplicado para outros materiais higroscópicos como tecidos e pergaminhos. Sebera chama a expectativa de vida para uma coleção de Permanência (P), cujo valor é inversamente proporcional à taxa de deterioração (r). A razão comparativa entre duas permanências (P2/P1) será o inverso da razão entre duas taxas de deterioração. SEBERA (2001, p. 12) apresenta equações para derivar as taxas de deterioração (e inversamente, as permanências) dos valores de T, UR e da energia de ativação (E) da reação química de hidrólise do papel, considerada como representativa das aplicações para preservação, da ordem de 30-35Kcal/mol. Segundo MICHALSKI (apud MARTENS, 2012, p. 61) a energia de ativação fica entre 70 e 100 kJ/mol (~17 a 24 kcal/mol) para a maioria dos materiais.

MICHALSKI (2000, 2002) elaborou um modelo de Isopermanências semelhante ao de Sebera, também arbitrando a isoperma de número 1 com referência em T=20°C e UR=50%, e as chamou de Multiplicadores de Expectativa de vida (*Lifetime Multipliers* - LM). Segundo MARTENS (2012, p. 117), condições microclimáticas que produzem expectativas de vida maiores que LM = 1 (T=20°C e UR=50%) resultam em um baixo risco de deterioração química para as coleções. Valores de T ou de UR acima de 20°C/50% produzirão LMs menores. Martens considerou o risco de deterioração química causado por condições microclimáticas na faixa $0,75 < LM < 1$ como “mediano” e quando o $LM \leq 0,75$, como “alto”. Ao se comparar o modelo de Sebera com o de Michalski, verifica-se que, de modo geral, para UR > 50%, as taxas de permanência calculadas por Michalski resultam em valores menores que os calculados por Sebera, ocorrendo o contrário para UR < 50%. STRANG e GRATTAN (2009) revisaram o modelo de Sebera, incorporando a equação de Arrhenius e aproximando a isoterma de sorção pelo modelo GAB (Guggenheim-Anderson-deBoer).

O Índice de preservação (IP) e índice de preservação ponderado pelo efeito cumulativo do tempo (IETP) foram desenvolvidos pelo Instituto de Permanência da Imagem (IPI, 2005, 2020; NISHIMURA, 2007; REILLY et al., 1995, 2001). O método é uma evolução do de Sebera (REILLY et al., 2001, p. 7) e considera o efeito combinado de T e UR sobre as condições de conservação, embutindo um conceito similar de taxas de permanência e deterioração. REILLY et al. (2001) afirmam que o IP e o IETP se aplicam a todos os materiais orgânicos e não somente ao papel, afirmação que deve ser considerada com cuidado, devido as incertezas envolvidas no embasamento, que utiliza dados empíricos, não cabendo uma utilização indiscriminada (GONÇALVES, 2013). REILLY et al (2001) avaliaram ser mais significativo falar de expectativa de vida em anos, do que em uma taxa de deterioração por ano. Assim, o IP exprime uma estimativa aproximada da expectativa de vida, em anos, de materiais orgânicos inerentemente instáveis. Os autores alertam que os erros inerentes ao modelo são significativos quando envolve expectativas de vida muito longas, de centenas a milhares de anos.

Segundo REILLY et al (2001, p. 11), o IP representa a qualidade de preservação instantânea, para um dado momento, em um microclima (sala ou mobiliário fechado) estável, com T e UR constantes. Entretanto, mesmo na presença de sistemas ativos de climatização, raramente os ambientes que abrigam coleções apresentam microclimas estáveis. Assim, é conveniente calcular um IP médio, ao longo de um determinado intervalo de tempo típico (semana, mês, estação do ano, ano). Porém esse IP médio não pode ser calculado como uma média aritmética simples, pois o(s) período(s) de tempo que a coleção durante os quais as coleções são mantidas sob condições ambientais desfavoráveis à preservação tem um impacto mais significativo sobre a sua expectativa de vida. Para responder essa questão, REILLY et al. (2001) propuseram o IETP - Índice de preservação considerando o efeito

cumulativo do tempo. GONÇALVES (2013) discute o embasamento teórico e a nomenclatura deste índice.

Para calcular o IETP obtém-se a média aritmética de todas as taxas de deterioração observadas anteriormente numa série temporal obtida em uma campanha de monitoramento. O inverso dessa média corresponde a uma permanência (expectativa de vida) média. Ou seja, considerando n IPs obtidos em um procedimento de monitoramento ambiental, com intervalos de tempo iguais, calcula-se uma média harmônica cumulativa dos IPs obtidos até o ponto considerado na série. Este conceito pode ser aplicado aos modelos de isopermas de Sebera e Michalski definindo taxas de permanência ponderadas pelo efeito cumulativo do tempo (GONÇALVES, 2013). REILLY et al (2001, p. 17) sugerem o uso de médias móveis de T e UR para o cálculo do IETP, devendo o período para o cálculo da média móvel ser escolhido em função do tempo de resposta típico da coleção às flutuações ambientais (ANKERSMIT; STAPPERS, 2017).

2. Metodologia

A metodologia utilizada neste trabalho envolveu as seguintes etapas: a) Revisão bibliográfica e investigação da aplicabilidade de Métricas de Preservação como ferramentas auxiliares no diagnóstico de condições de conservação de coleções de bens culturais; b) Preparação e aferição de sensores registradores de temperatura e umidade relativa do ar; c) Monitoramento de temperatura e umidade relativa *in situ* do caso estudado – Museu da Cidade, localizado em Governador Valadares-MG; d) Derivação e análise de taxas de deterioração médias ponderadas pelo efeito cumulativo do tempo (médias harmônicas) e de suas recíprocas inversas, taxas de permanência ponderadas pelo efeito cumulativo do tempo, a partir de médias móveis calculadas para séries temporais de T e UR, considerando períodos de 24h para T e trinta dias para a UR.

3. Resultados e discussão

As Figuras 1 e 2 comparam as taxas de permanência instantâneas e ponderadas pelo efeito cumulativo do tempo (Isoperma-T) calculadas respectivamente pela metodologia de Sebera e Michalski, conforme metodologia sucinta acima, detalhada por GONÇALVES (2013), com base no monitoramento por um ano, de uma sala de exposição do Museu da Cidade.

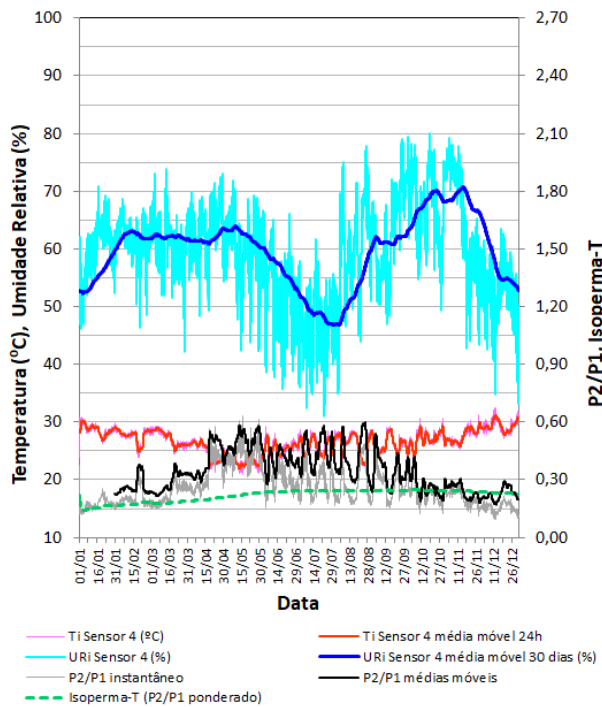


Figura 1: Ti e URi x taxas de permanência instantâneas (P2/P1) e ponderadas (Isoperma-T)

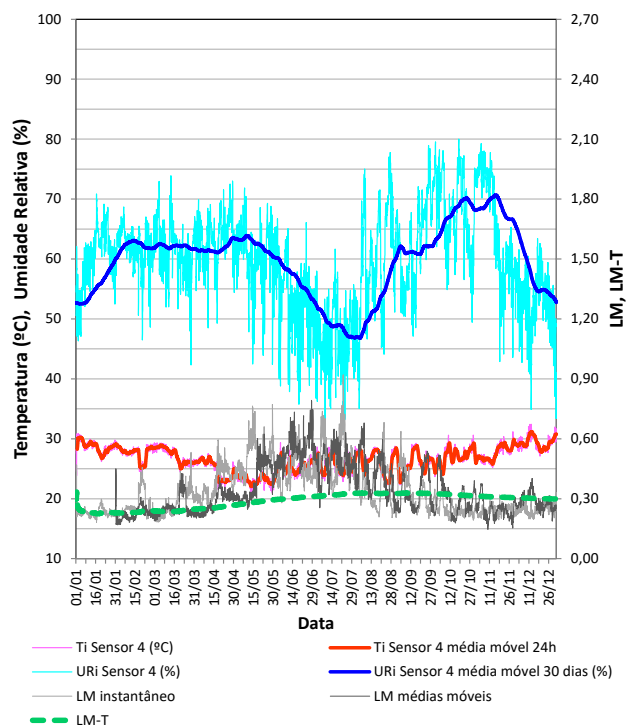


Figura 2: Ti e URi x taxas de permanência instantâneas (LM) e ponderadas (LM-T)

Na Figura 1 observa-se que as taxas de permanência instantâneas (P2/P1) se elevam no período mais seco, influenciando na discreta elevação das taxas de permanência ponderadas (Isoperma-T). Os resultados mostrados na Figura 2 apontam que na sala estudada durante o período monitorado ocorreram condições desfavoráveis de conservação, com elevado risco de deterioração química do acervo, considerando os limites de LM-T propostos por MARTENS (2012), descritos sucintamente na metodologia e detalhados por GONÇALVES (2013).

4. Considerações finais

Em geral, os resultados obtidos mostram que as taxas de permanência calculadas pelos métodos de Sebera ou Michalski são equivalentes e que ambos os métodos podem ser usados como ferramentas auxiliares em rotinas diagnósticas de conservação. A revisão do embasamento teórico destes índices indica que eles são muito sensíveis a alguns parâmetros, como por exemplo a energia de ativação considerada nas equações, o que representa uma dificuldade para o seu uso generalizado.

Os resultados demonstraram a presença de riscos de deterioração química na sala estudada no Museu da Cidade e poderiam ser reduzidos com diminuição da temperatura, sem elevação da umidade relativa, o que pode embasar estratégias de conservação do acervo.

O uso das métricas de preservação aponta para uma mudança de paradigma em termos da prática do gerenciamento ambiental. Ele exige uma maior compreensão sobre o que está sendo monitorado e controlado (mecanismos de deterioração, dados climáticos, dados sobre o edifício e seus sistemas), bem como sobre os objetivos do gerenciamento ambiental.

O emprego de taxas de permanência ponderadas pelo efeito cumulativo do tempo permite uma abordagem quantitativa mensurável da “qualidade de conservação” das coleções, em função das condições microclimáticas. Tais índices vantajosamente, permitem a comparação de dois ou mais microclimas no mesmo espaço ou de espaços distintos com diferentes condições microclimáticas, ou

de variações no microclima ao longo do tempo, em termos da expectativa de vida das coleções, mas também requerem conhecimento e bom senso dos usuários.

Agradecimentos

O autor agradece ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico; à FAPEMIG – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais; ao PROAP-CAPES – Programa de Apoio à Pós-Graduação; à UFMG e seus Programas de Pós Graduação: PPG em Artes e PPG em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável, pelo apoio financeiro a projetos de pesquisa que deram origem a esse artigo e no auxílio para sua divulgação e publicação.

Referências

- ANKERSMIT, Bart; STAPPERS, Marc. **Managing indoor climate risks in museums**. Suíça: Springer, 2017.
- CAMUFFO, Dario. **Microclimate for cultural heritage**. Nova Iorque: Elsevier, 1998.
- CORGNATI, Stefano Paolo; FABI, Valentina; FILIPPI, Marco. A methodology for microclimatic quality evaluation in museums: Application to a temporary exhibit. **Building and environment**, v. 44, n. 6, p. 1253-1260, 2009.
- GONÇALVES, Willi de Barros. **Métricas de preservação e simulações computacionais como ferramentas diagnósticas para a conservação preventiva de coleções: estudo de caso no sítio patrimônio mundial de Congonhas - MG**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Belas Artes, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/JSSS-9GRH79>. Acesso em: 4 out. 2020.
- ICOM-CC. CONSELHO INTERNACIONAL DE MUSEUS. COMITÊ DE CONSERVAÇÃO. **Environmental Guidelines ICOM-CC and IIC Declaration**. 2014. Disponível em: <http://www.icom-cc.org/332/-icom-cc-documents/declaration-on-environmental-guidelines>. Acesso em: 4 out. 2020.
- IPI - IMAGE PERMANENCE INSTITUTE. **Step-by-step workbook: achieving a preservation environment for collections**. Rochester, Nova Iorque: Rochester Institute of Technology, 2005.
- IPI - IMAGE PERMANENCE INSTITUTE. **Preservation metrics**. Nova Iorque: Rochester Institute of Technology, 2020. Disponível em: https://www.eclimatenotebook.com/fundamentals_nl.php. Acesso em: 4 out. 2020.
- MARTENS, Marco Hendrikus Jozef. **Climate risk assessment in museums: degradation risks determined from temperature and relative humidity data**. Tese (Doutorado) – Department of Architecture, Building and Planning – Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven, 2012.
- MICHALSKI, Stefan. **Guidelines for humidity and temperature in Canadian archives**. CCI Technical Bulletin 23. Ottawa: Canadian Conservation Institute, 2000.
- MICHALSKI, Stefan. Double the life for each five-degree drop, more than double the life for each halving of relative humidity. *In*: VONTOBEL, Roy (Editor). **Proceedings of ICOM-CC 13th Triennial Conference**, Rio de Janeiro, 22-27 September 2002. Earthscan Ltd., 2002, p. 66-72.
- NISHIMURA, D. **Understanding preservation metrics**. Rochester, Nova Iorque: Image Permanence Institute, (s.d.). Disponível em: <https://www.imagepermanenceinstitute.org/education/publications.html>. Acesso em: 4 out. 2020.

PADFIELD T. **The preservation index and the time weighted preservation index.** 2004. Disponível em: http://www.conservationphysics.org/twpi/twpi_01.html. Acesso em: 4 out. 2020.

REILLY, James M. et al. **New tools for preservation: assessing long-term environmental effects on library and archives collections.** Washington, DC: Commission on Preservation and Access, 1995.

REILLY, James M. et al. **Novas ferramentas para preservação: avaliando os efeitos ambientais a longo prazo sobre coleções de bibliotecas e arquivos.** 2. ed. Rio de Janeiro: Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos: Arquivo Nacional, 2001.

SEBERA, Donald K. A graphical representation of the relationship of environmental conditions to the permanence of hygroscopic materials and composites. In: **Proceedings of Conservation in Archives – Actes du Colloque sur la Conservation aux Archives.** 1988. p. 51-75.

SEBERA, Donald K. **Isopermas: uma ferramenta para o gerenciamento ambiental.** [trad. José Luiz Pedersoli Jr.] 2. ed. Rio de Janeiro: Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos: Arquivo Nacional, 2001.

STRANG, Tom; GRATTAN, David. **Temperature and humidity considerations for the preservation of organic collections-the isoperm revisited.** E-Preservation Science, v. 6, p. 122-128, 2009.

THOMSON, Garry. **The museum environment.** Londres: Butterworth-Heinemann, 1. ed., 1978.