

**EVENTOS CLIMÁTICOS
EXTREMOS, UMIDADE
RELATIVA, FUNGOS E
RESÍDUOS HISTÓRICOS DE
PESTICIDAS EM ACERVOS
MUSEOLÓGICOS:
IMPLICAÇÕES PARA A
CONSERVAÇÃO
PREVENTIVA E A SAÚDE
OCUPACIONAL**

**EXTREME CLIMATE EVENTS, RELATIVE HUMIDITY, FUNGI AND
HISTORICAL PESTICIDE RESIDUES IN MUSEUM COLLECTIONS:
IMPLICATIONS FOR PREVENTIVE CONSERVATION AND OCCUPATIONAL
HEALTH**

Ciências Biológicas, Ciências Sociais Aplicadas, Ciências da Saúde •

17/10/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/792122628](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/792122628)

RESUMO

Eventos climáticos extremos associados à variabilidade climática podem produzir chuvas intensas, inundações e alterações persistentes das condições higrométricas dos edifícios, ampliando os riscos de deterioração dos acervos museológicos e de exposição ocupacional. Este artigo analisa as relações entre aumento da umidade relativa, desenvolvimento fúngico e presença de resíduos históricos de pesticidas em coleções museológicas, com ênfase no contexto do episódio El Niño 2026–2027. Realiza-se revisão narrativa de documentos institucionais e literatura científica relacionada à conservação preventiva, biodeterioração, resíduos de pesticidas em coleções de história natural e saúde ocupacional. A literatura demonstra que a permanência prolongada de elevada umidade relativa favorece a germinação e o crescimento de fungos, especialmente em materiais higroscópicos, enquanto infiltrações e inundações aceleram a deterioração de materiais orgânicos. Resíduos históricos de arsênio, mercúrio, chumbo e pesticidas orgânicos podem permanecer em espécimes e mobiliário museológico durante décadas. Evidência recente demonstra relação não linear entre umidade relativa e emissão de mercúrio elementar gasoso em herbários contaminados, com aumento expressivo acima de aproximadamente 65% de umidade relativa. Entretanto, esse resultado não deve ser generalizado para todos os pesticidas. Conclui-se que a preparação para eventos climáticos extremos deve integrar conservação preventiva, monitoramento microclimático, gestão de emergências, Manejo Integrado de Pragas e avaliação de riscos químicos e biológicos, priorizando a segurança dos trabalhadores e a estabilização dos acervos.

Palavras-chave: conservação preventiva; mercúrio; museus; saúde ocupacional.

ABSTRACT

Extreme climate events associated with climate variability may produce intense rainfall, flooding, and persistent changes in the hygrothermal conditions of buildings, increasing risks to museum collections and occupational exposure. This article analyzes the relationships between increased relative humidity, fungal growth, and historical pesticide residues in museum collections, with emphasis on the 2026–2027 El Niño episode. A narrative review was conducted using institutional documents and scientific literature on preventive conservation, biodeterioration, pesticide residues in natural history collections, and occupational health. The literature indicates that prolonged high relative humidity favors fungal germination and growth, particularly in hygroscopic materials, while water infiltration and flooding accelerate deterioration of organic materials. Historical residues of arsenic, mercury, lead, and organic pesticides may persist in specimens and museum furniture for decades. Recent evidence demonstrates a nonlinear relationship between relative humidity and gaseous elemental mercury emissions from contaminated herbarium specimens, with a marked increase above approximately 65% relative humidity. However, this finding should not be generalized to all pesticides. The study concludes that preparedness for extreme climate events should integrate preventive conservation, microclimate monitoring, emergency management, Integrated Pest Management, and chemical and biological risk assessment, prioritizing worker safety and collection stabilization.

Keywords: preventive conservation; mercury; museums; occupational health.

1. INTRODUÇÃO

A ocorrência de eventos climáticos extremos constitui um desafio crescente para instituições responsáveis pela salvaguarda do patrimônio cultural. Museus, arquivos, bibliotecas e outras instituições de memória dependem de condições ambientais relativamente estáveis para reduzir processos de deterioração física, química e biológica. Alterações abruptas ou prolongadas de temperatura e umidade, infiltrações e inundações podem, portanto, desencadear processos de deterioração que ultrapassam os danos imediatamente provocados pela água.

O episódio de El Niño observado em 2026 constitui um exemplo particularmente relevante. Segundo o Painel El Niño 2026–2027, elaborado conjuntamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), Serviço Geológico do Brasil (SGB) e Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC), as condições de El Niño foram confirmadas em junho de 2026. O boletim indicou probabilidade superior a 90% de permanência do fenômeno até pelo menos o início de 2027 e apontou, para grande parte da Região Sul, maior probabilidade de precipitações acima da média no trimestre julho-agosto-setembro de 2026 (INPE et al., 2026).

No âmbito internacional, a UNESCO desenvolveu a iniciativa Culture × El Niño 2026–2027, voltada à preparação do setor cultural diante dos possíveis impactos do fenômeno. A iniciativa considera eventos como chuvas intensas e inundações entre os riscos capazes de afetar instituições culturais e enfatiza a necessidade de preparação antecipada, avaliação de vulnerabilidades e fortalecimento da capacidade de resposta (UNESCO, 2026).

Para os museus, a relevância desses fenômenos decorre de sua capacidade de alterar o equilíbrio higroscópico dos materiais. A entrada de água, a elevação persistente da umidade relativa (UR) e a condensação podem aumentar o teor de umidade de substratos orgânicos e favorecer a germinação de esporos fúngicos. Papel, madeira, tecidos, couro, fibras vegetais, pergaminho e outros materiais apresentam diferentes capacidades de absorção e dessorção de água, de modo que o risco não depende exclusivamente da condição média do ambiente.

Paralelamente ao risco microbiológico, determinadas coleções históricas podem conter resíduos de substâncias empregadas no passado para o controle de pragas. Coleções de história natural, taxidermias, peles, penas e herbários são particularmente relevantes nesse contexto, podendo apresentar resíduos de arsênio, mercúrio, DDT e outros pesticidas, inclusive na superfície dos objetos e no mobiliário de armazenamento (Graham, 2017).

Essa dimensão química merece atenção especial durante períodos de elevada umidade, pois existe uma relação não linear entre UR e emissão de mercúrio elementar gasoso, por exemplo, em espécimes de herbário contaminados, medições realizadas no ambiente de um herbário mostraram associação entre aumento da UR e aumento da concentração de mercúrio no ar (Manca et al., 2026).

Assim, a estabilidade higrométrica deixa de representar somente uma estratégia de preservação física e biológica e passa a constituir também uma possível medida de redução da exposição ocupacional a determinados contaminantes.

Diante desse contexto, o presente artigo tem como objetivo analisar as relações entre eventos climáticos extremos, aumento da UR, desenvolvimento de fungos e resíduos históricos de pesticidas em acervos museológicos, discutindo suas implicações para a conservação preventiva e a saúde ocupacional. Busca-se, adicionalmente, propor princípios de prevenção e resposta aplicáveis às instituições museológicas.

2. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O estudo caracteriza-se como uma revisão narrativa, de natureza qualitativa e exploratória. Foram analisados documentos institucionais de organismos nacionais e internacionais e publicações científicas relacionadas aos seguintes eixos: eventos associados ao El Niño; conservação preventiva; umidade relativa e crescimento fúngico; resíduos históricos de pesticidas em coleções museológicas; emissões de mercúrio em herbários; exposição ocupacional a fungos; e Manejo Integrado de Pragas. Foram priorizadas fontes institucionais oficiais, artigos científicos indexados e publicações técnicas de instituições reconhecidas na área de conservação do patrimônio. Entre as fontes institucionais encontram-se UNESCO, CEMADEN, Canadian Conservation Institute, Smithsonian Museum Conservation Institute e National Archives/National Park Service. A literatura científica foi utilizada para fundamentar as relações entre condições ambientais, biodeterioração, contaminantes históricos e exposição ocupacional. A análise foi organizada de maneira temática, buscando distinguir evidências diretamente demonstradas na literatura de hipóteses que dependem das características específicas do contaminante, do objeto e do ambiente.

3. EL NIÑO E VULNERABILIDADE DAS INSTITUIÇÕES CULTURAIS

O El Niño altera padrões de circulação atmosférica e pode produzir impactos regionais distintos. Consequentemente, sua relação com a precipitação não é uniforme em todo o território brasileiro. No cenário de 2026, o Painel El Niño indicou maior probabilidade de chuvas acima da média em grande parte da Região Sul durante o período analisado pelo primeiro boletim (INPE et al., 2026).

A ocorrência de chuva intensa, entretanto, não determina isoladamente a magnitude do dano a uma coleção. O impacto resulta da interação entre o evento externo e a vulnerabilidade da instituição. Edificações com problemas de cobertura, calhas, drenagem ou impermeabilização apresentam maior probabilidade de infiltração. Reservas técnicas localizadas em subsolos ou próximas a paredes externas podem apresentar maior exposição. A ausência de equipamentos de monitoramento, planos de emergência e pessoal treinado também aumenta a vulnerabilidade.

A UNESCO propõe, por meio do El Niño Readiness Check, uma abordagem de preparação que considera a identificação de medidas existentes, lacunas e procedimentos que já tenham sido testados. A ferramenta ressalta a importância de avaliar as características particulares de cada instituição, em vez de presumir que uma medida genérica seja suficiente para todos os contextos (UNESCO, 2026).

No caso dos museus, essa perspectiva é particularmente importante porque os acervos apresentam diferentes sensibilidades. Uma mesma inundação pode provocar danos muito diferentes em uma

coleção predominantemente metálica e em uma coleção composta por papel, couro, madeira ou espécimes naturais.

4. UMIDADE RELATIVA E DESENVOLVIMENTO FÚNGICO

Fungos fazem parte da microbiota ambiental e seus esporos encontram-se amplamente distribuídos no ar e nas superfícies. A presença de esporos, portanto, não significa necessariamente a existência de uma infestação. O desenvolvimento ocorre quando as condições ambientais e nutricionais permitem germinação e crescimento.

A umidade é um dos fatores mais importantes nesse processo. Recomenda-se, como estratégia preventiva, evitar que a UR dos ambientes de coleção ultrapasse aproximadamente 65%, ressaltando que níveis entre 45% e 55% reduzem a probabilidade de germinação, embora não eliminem o risco (Guild et al. 2020; Bastholm et al., 2022).

O valor de 65% deve, entretanto, ser interpretado como referência operacional e não como uma fronteira biológica absoluta. Diferentes espécies apresentam diferentes exigências ambientais. Além disso, temperatura, composição do substrato, atividade de água, disponibilidade de nutrientes e duração da exposição interferem no desenvolvimento.

Guild et al. (2020) destacam que o crescimento de fungos em coleções deve ser compreendido considerando-se não somente a UR do ar, mas também o teor de umidade dos próprios objetos. Materiais que tenham absorvido água podem continuar oferecendo condições favoráveis ao crescimento mesmo depois de uma redução da UR do ambiente.

Assim, a duração da exposição é uma variável fundamental, pois um episódio breve de UR elevada não apresenta necessariamente o mesmo risco que vários dias de umidade persistente. Da mesma forma, o risco associado a uma elevação da UR ambiental não pode ser equiparado ao de um objeto que sofreu contato direto com água.

Materiais higroscópicos estabelecem equilíbrio dinâmico com a umidade do ambiente. Papel, madeira, couro, tecidos e fibras vegetais podem absorver vapor d'água quando a UR aumenta e liberá-lo quando as condições se tornam mais secas.

Essa característica cria a possibilidade de formação de microambientes. Livros empilhados, caixas fechadas, gavetas de herbários, tecidos compactados e materiais acondicionados em embalagens podem apresentar condições internas diferentes daquelas registradas no centro da sala.

Por essa razão, o controle ambiental deve considerar a localização dos sensores e a disposição física das coleções. Um único equipamento instalado no centro de uma reserva técnica pode não representar adequadamente as condições de uma gaveta fechada junto a uma parede sujeita à infiltração.

O Canadian Conservation Institute recomenda atenção às condições específicas de armazenamento e aos microambientes, particularmente quando os objetos são constituídos por materiais sensíveis à umidade (Guild et al., 2020).

O desenvolvimento fúngico pode produzir alterações cromáticas, manchas, enfraquecimento de fibras, perda de coesão e alterações químicas nos materiais. Em papel e tecidos, a atividade microbiana

pode provocar redução da resistência mecânica; em couro e outros materiais proteicos, pode ocorrer alteração da superfície e enfraquecimento estrutural.

Além do dano ao objeto, a proliferação de fungos aumenta a concentração de partículas biológicas no ambiente. O movimento de objetos contaminados, sua limpeza e seu transporte podem provocar ressuspensão de esporos. Ressalta-se que materiais contaminados devem ser isolados e que procedimentos de limpeza devem ser realizados de forma a reduzir a dispersão de esporos.

A recuperação após danos por água deve, portanto, ser rápida, mas não improvisada. O objetivo inicial consiste em impedir a continuidade do processo de deterioração e estabilizar os objetos, considerando as características de cada material.

A presença de fungos em ambientes museológicos também representa questão de saúde ocupacional. Wiszniewska et al. (2009) avaliaram 103 trabalhadores do Museu Nacional da Polônia potencialmente expostos a fungos. O estudo investigou sensibilização a alérgenos fúngicos, sintomas relacionados e parâmetros respiratórios, demonstrando que a exposição ocupacional a fungos constitui uma questão relevante para trabalhadores de museus.

Esses resultados não podem ser extrapolados diretamente para todas as instituições, pois a exposição varia conforme o tipo de acervo, ventilação, condições ambientais, intensidade de manipulação e procedimentos de limpeza. Contudo, o estudo fornece evidência de que trabalhadores envolvidos com coleções

contaminadas podem estar expostos a agentes biológicos capazes de produzir efeitos adversos.

O Canadian Conservation Institute também reconhece simultaneamente o potencial de dano dos fungos aos objetos e o risco à saúde dos profissionais responsáveis por sua manipulação (Guild et al., 2020). Assim, a resposta a surtos fúngicos deve, portanto, integrar conservação e segurança do trabalho.

5. PESTICIDAS HISTÓRICOS EM COLEÇÕES

A utilização histórica de pesticidas é particularmente documentada em coleções de história natural. Taxidermias, peles, penas e espécimes botânicos foram frequentemente tratados com substâncias destinadas a impedir ataques de insetos e outros organismos.

Segundo Graham (2017), muitos espécimes de taxidermia produzidos antes da década de 1970 foram tratados com compostos tóxicos, sendo o arsênio historicamente importante. Mercúrio e pesticidas orgânicos, como o DDT, também foram utilizados. Em espécimes botânicos antigos, especialmente aqueles provenientes de coleções dos séculos XIX e início do século XX, compostos de mercúrio podem estar presentes. Os resíduos podem migrar para a superfície do objeto ou permanecer em armários e no ar de espaços de armazenamento.

O Smithsonian Museum Conservation Institute também documenta a presença histórica de resíduos de arsênio, chumbo e mercúrio em coleções e desenvolveu métodos instrumentais para sua detecção e quantificação (Smithsonian Museum Conservation Institute, [s.d.]).

A existência de resíduos não significa, por si só, que a exposição ocupacional seja necessariamente elevada. O risco depende de fatores como concentração, forma química, disponibilidade do contaminante, frequência e forma de manipulação e via de exposição. Por isso, objetos de procedência ou histórico desconhecido não devem ser automaticamente classificados como perigosos, mas determinadas categorias de coleções antigas devem ser consideradas prioritárias para avaliação de risco.

Manca et al. (2026) investigaram a emissão de mercúrio elementar gasoso por espécimes de herbário contaminados e combinaram experimentos laboratoriais com monitoramento *in situ*. Os resultados mostraram fluxos muito baixos entre 30% e 60% de UR e aumento exponencial quando a UR ultrapassou aproximadamente 65%. As medições ambientais também demonstraram que aumentos da UR coincidiam sistematicamente com aumentos das concentrações de mercúrio gasoso.

Os autores propõem que alterações físico-químicas induzidas pela umidade nos materiais celulósicos possam favorecer a mobilização e volatilização do mercúrio. A pesquisa também sugere que manter condições de UR baixa e estável, aproximadamente entre 40% e 60%, pode constituir uma medida relativamente simples para reduzir a emissão de mercúrio em coleções contaminadas (Manca et al., 2026).

Esse resultado é relevante para a conservação preventiva porque estabelece uma ligação entre duas dimensões tradicionalmente tratadas separadamente, sendo o controle ambiental e a higiene ocupacional. Entretanto, é necessário evitar uma extrapolação indevida.

O comportamento observado para o mercúrio não significa concluir que a elevação da UR provoque aumento da volatilização de todos os pesticidas históricos. Arsênio, chumbo e pesticidas orgânicos apresentam propriedades físico-químicas diferentes. Para esses contaminantes, a exposição pode ocorrer por contato, poeira, ingestão acidental, partículas ou, dependendo da substância, vapores, devendo a avaliação ser específica para cada contaminante.

Os eventos extremos podem aumentar a exposição ocupacional não apenas pela alteração das propriedades dos contaminantes, mas também porque exigem maior intensidade de manipulação. Após uma infiltração ou inundação, trabalhadores podem precisar retirar objetos de armários, transportar caixas, separar materiais, remover sedimentos e reorganizar reservas técnicas. Essas ações podem aumentar a dispersão de partículas e resíduos.

O risco pode ser maior quando a manipulação envolve objetos de história natural antigos. Recomenda-se procedimentos de manuseio que reduzam o contato direto e ressalta-se a necessidade de equipamentos de proteção quando não houver certeza sobre a ausência de resíduos perigosos (Graham, 2017).

Incorpora-se o princípio de precaução, notadamente quando existir suspeita documentada ou plausível de pesticidas históricos, deve-se evitar limpeza improvisada, escovação, uso de ar comprimido ou outros procedimentos capazes de gerar poeira. A caracterização do risco deve preceder intervenções de descontaminação. A remoção desses resíduos constitui problema técnico específico, que deve considerar simultaneamente a toxicidade da substância e a preservação do objeto (Charola; Koestler, 2010).

A presença de fungos ou insetos não deve conduzir automaticamente à aplicação de novos pesticidas. O Manejo Integrado de Pragas (MIP) constitui abordagem preventiva que combina monitoramento, identificação dos organismos, manutenção predial, limpeza, controle ambiental, barreiras físicas, quarentena e tratamentos específicos quando necessários.

Querner et al. (2013) demonstram a aplicação de programas de MIP em grandes coleções museológicas de Berlim e Viena, destacando a redução da dependência de pesticidas e a importância do monitoramento sistemático.

Em situações de El Niño, o controle ambiental assume importância adicional porque condições de elevada umidade podem favorecer diferentes agentes de deterioração simultaneamente. A manutenção da cobertura, das calhas, da drenagem e dos sistemas de climatização pode contribuir para reduzir tanto o crescimento fúngico quanto determinadas condições favoráveis às pragas. Assim, o MIP deve ser incorporado ao plano de emergência climática, e não tratado como atividade independente.

6. ESTRATÉGIAS DE PREVENÇÃO E RESPOSTA

A preparação deve ocorrer antes da ocorrência do evento extremo, assim, recomenda-se que os museus estabeleçam pelo menos cinco linhas de ação.

6.1. Monitoramento Ambiental

A temperatura e a UR devem ser monitoradas continuamente ou com frequência compatível com a vulnerabilidade da coleção. Valores superiores a aproximadamente 65% de UR devem

desencadear investigação, especialmente quando persistentes. Em coleções potencialmente contaminadas por mercúrio, recomenda-se atenção especial a períodos prolongados acima desse patamar.

6.2. Manutenção do Edifício

Telhados, calhas, rufos, tubulações, esquadrias, paredes e sistemas de drenagem devem ser inspecionados antes do período de maior risco. A prevenção de infiltrações é uma das medidas mais eficientes para reduzir simultaneamente risco físico, químico e biológico.

6.3. Resposta a Entrada de Água

Quando ocorrer infiltração ou inundação, a primeira prioridade deve ser a segurança dos trabalhadores. Em seguida, deve-se interromper a fonte de água, isolar a área, registrar os danos e iniciar a triagem dos objetos. Objetos molhados devem ser estabilizados rapidamente, mas os métodos de secagem devem ser definidos segundo o material. O congelamento pode constituir alternativa para determinados materiais quando a secagem imediata não for possível, mas deve integrar protocolo especializado.

6.4. Controle de Fungos

Objetos com sinais de crescimento fúngico devem ser isolados, a movimentação deve ser minimizada e os procedimentos de limpeza devem evitar a dispersão de esporos. O uso de proteção respiratória e outros equipamentos de proteção individual deve ser definido segundo avaliação de risco. A escolha de respiradores para partículas não deve ser confundida com proteção contra vapores químicos.

6.5. Gestão de Contaminantes Históricos

Coleções de história natural, especialmente herbários, taxidermias e peles antigas, devem ser avaliadas quanto à possibilidade de resíduos históricos. Quando houver suspeita de mercúrio, arsênio, chumbo ou pesticidas orgânicos, a instituição deve estabelecer procedimentos específicos de manipulação e, quando necessário, realizar caracterização analítica.

7. IMPLICAÇÕES PARA A SAÚDE OCUPACIONAL

A conservação preventiva deve ser integrada às políticas institucionais de saúde e segurança do trabalho. O trabalhador que manipula um objeto molhado e potencialmente contaminado por fungos pode estar sujeito simultaneamente a riscos físicos, biológicos e químicos. A avaliação de risco deve, portanto, considerar a combinação desses agentes.

Entre as medidas possíveis encontram-se a redução da manipulação desnecessária; o isolamento de áreas contaminadas; a utilização de luvas adequadas; a proteção ocular quando houver risco de partículas; a proteção respiratória compatível com o agente; os procedimentos para evitar dispersão de poeira e esporos; a higienização adequada das mãos; a descontaminação ou descarte adequado de materiais de apoio; e o treinamento dos trabalhadores.

Destaca-se que um respirador destinado à filtração de partículas não proporciona automaticamente proteção contra vapores de mercúrio ou compostos orgânicos voláteis. Quando houver suspeita de contaminantes químicos voláteis, deve ser realizada avaliação específica por profissional competente em higiene ocupacional.

8. DISCUSSÃO

Eventos climáticos extremos devem ser compreendidos como multiplicadores de risco para instituições museológicas, atuando inicialmente sobre o edifício, mas seus efeitos podem propagar-se para o microclima, os materiais, os organismos deterioradores e as condições de trabalho.

A relação entre umidade e fungos é relativamente bem estabelecida, com a entrada de água ou a permanência prolongada em ambientes com elevada UR aumentando a disponibilidade de água para os substratos e favorecendo a germinação de esporos. A resposta, portanto, deve privilegiar a eliminação da fonte de umidade e a rápida estabilização dos materiais (Guild et al., 2020).

A relação entre umidade e contaminantes químicos é mais complexa, não existindo fundamento para considerar que todos os resíduos históricos de pesticidas sejam igualmente mobilizados pela umidade. A evidência recente sobre mercúrio representa, entretanto, um avanço importante porque demonstra experimentalmente que a UR pode controlar a emissão de um contaminante químico presente em determinadas coleções (Manca et al., 2026).

Essa distinção é essencial para evitar dois extremos. O primeiro seria subestimar o risco químico de coleções antigas, presumindo que substâncias aplicadas décadas atrás já não constituem problema. E o segundo seria considerar qualquer objeto histórico como altamente tóxico sem realizar avaliação adequada.

A abordagem mais consistente é a gestão de risco baseada em evidências com a identificação de coleções prioritárias, reconstrução do histórico de tratamentos, avaliação da possibilidade de

contaminação, redução da exposição desnecessária e a realização de análises quando os resultados puderem modificar as decisões de conservação.

O mesmo princípio aplica-se aos fungos, poisa a presença de esporos é normal; o problema é a criação de condições que permitam o crescimento. Por isso, a resposta deve privilegiar prevenção, monitoramento e controle ambiental em lugar de tratamentos químicos indiscriminados.

Recomenda-se, assim, que museus localizados em áreas potencialmente afetadas por chuvas intensas reforcem o monitoramento sistemático de temperatura e UR; mantenham sistemas de desumidificação dimensionados para áreas críticas; realizem manutenção preventiva de telhados, calhas, drenagem, tubulações e esquadrias; identifiquem as coleções mais vulneráveis à água e à umidade; mantenham plano de emergência atualizado e testado; estabeleçam áreas para isolamento de objetos atingidos por água ou contaminados por fungos; mantenham inventário de coleções potencialmente tratadas com pesticidas históricos; deem atenção especial a herbários, taxidermias e outras coleções de história natural; evitem intervenções químicas sem avaliação técnica; adotem programas de Manejo Integrado de Pragas; estabeleçam protocolos específicos de proteção dos trabalhadores; avaliem contaminantes químicos quando houver evidências históricas ou ambientais que justifiquem a investigação; e registrem temperatura, UR, ocorrências de infiltração, presença de fungos e medidas de resposta para subsidiar a gestão de riscos futuros.

9. CONCLUSÃO

Eventos climáticos extremos associados ao El Niño podem produzir efeitos que ultrapassam os danos diretamente causados pela água. Em museus, chuvas intensas, infiltrações e inundações podem alterar as condições higrométricas das reservas técnicas e áreas de exposição, favorecendo o crescimento de fungos e aumentando a necessidade de manipulação emergencial dos acervos.

A manutenção da UR em níveis controlados constitui uma das principais medidas de prevenção do crescimento fúngico e a estabilidade ambiental também reduz a vulnerabilidade de materiais higroscópicos, contribuindo para a conservação preventiva e promoção da saúde ocupacional.

No campo dos contaminantes históricos, a relação entre umidade e risco químico merece atenção específica, reforçando a importância do controle microclimático como medida que pode beneficiar simultaneamente a conservação dos objetos e a saúde ocupacional.

Entretanto, não deve-se generalizar esse comportamento para todos os pesticidas históricos. Arsênio, chumbo, DDT e outros compostos devem ser avaliados segundo suas propriedades, concentração, localização no objeto e vias de exposição.

Dessa forma, a preparação para eventos climáticos extremos deve adotar abordagem integrada, articulando conservação preventiva, gestão de emergências, microbiologia, toxicologia, higiene ocupacional e Manejo Integrado de Pragas. Mais do que responder aos danos depois que eles ocorrem, cabe às instituições desenvolver capacidade de antecipação. Monitorar a umidade, corrigir fontes de infiltração, identificar coleções potencialmente contaminadas, preparar trabalhadores e testar procedimentos de emergência são

medidas que reduzem simultaneamente perdas patrimoniais e riscos ocupacionais.

O desafio imposto pelos eventos climáticos extremos exige, portanto, uma mudança de perspectiva, sendo que a proteção do patrimônio cultural e a proteção das pessoas que trabalham com ele constituem dimensões inseparáveis de uma mesma política de conservação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASTHOLM, Camilla Jul et al. The mysterious mould outbreak: a comprehensive fungal colonisation in a climate-controlled museum repository challenges the environmental guidelines for heritage collections. **Journal of Cultural Heritage**, v. 55, p. 78–87, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.culher.2022.02.009>.

CANADA. Canadian Conservation Institute. **Caring for natural history collections: preventive conservation guidelines for collections**. Ottawa: Government of Canada, 2017. Disponível em: <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/preventive-conservation/guidelines-collections/natural-history.html>. Acesso em: 5 out. 2026.

CHAROLA, A. Elena; KOESTLER, Robert J. (ed.). **Pesticide mitigation in museum collections: science in conservation: proceedings from the MCI workshop series**. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Scholarly Press, 2010. DOI: <https://doi.org/10.5479/si.19492359.1.1>.

GRAHAM, Fiona. **Caring for natural history collections**. Ottawa: Canadian Conservation Institute, 2017. Disponível em:

<https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/preventive-conservation/guidelines-collections/natural-history.html>. Acesso em: 1 out. 2026.

GUILD, Sherry; MACDONALD, Maureen; STRANG, Tom. **Mould prevention and collection recovery: guidelines for heritage collections**. Ottawa: Canadian Conservation Institute, 2020. Technical Bulletin, n. 26. Disponível em: <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/conservation-preservation-publications/technical-bulletins/mould-prevention-collection-recovery.html>. Acesso em: 8 out. 2026.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE); INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET); CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS (CEMADEN); AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA); SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB); SECRETARIA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL (SEDEC). **Painel El Niño 2026–2027: boletim mensal n. 1, junho de 2026**. Brasília, DF, 2026. Disponível em: <https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/noticias-cemaden/lancado-o-primeiro-boletim-do-painel-do-el-nino-2026-2027-apresentando-potenciais-impactos-e-orientacoes>. Acesso em: 8 out. 2026.

MANCA, Rosarosa et al. The role of relative humidity in the control of gaseous elemental mercury emissions: insights from herbaria museum collections. **Journal of Hazardous Materials**, v. 515, 142990, 2026. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2026.142990>.

QUERNER, Pascal; SIMON, Stefan; MORELLI, Michaela; FÜRENKRANZ, Sophie. Insect pest management programmes and results from their application in two large museum collections in Berlin and Vienna. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 84, p. 275–280, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2012.04.024>.

SMITHSONIAN MUSEUM CONSERVATION INSTITUTE. **Pesticide residues on collections**. Washington, D.C.: Smithsonian Institution, [s. d.]. Disponível em: <https://mci.si.edu/pesticide-residues-collections>. Acesso em: 8 out. 2026.

UNESCO. **El Niño Readiness Check: culture sector**. Paris: UNESCO, 2026. Disponível em: <https://clt.unes.co/cem/eop/el-nino/>. Acesso em: 8 out. 2026.

UNESCO. **UNESCO × El Niño 2026–2027: protecting heritage from disasters**. Paris: UNESCO, 2026. Disponível em: <https://www.unesco.org/en/culture/culture-x-el-nino-2026-2027>. Acesso em: 8 out. 2026.

WISZNIEWSKA, Marta et al. Occupational exposure and sensitization to fungi among museum workers. **Occupational Medicine**, v. 59, n. 4, p. 237–242, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1093/occmed/kqp043>.

¹ Engenheiro Agrônomo da Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Laranjeiras do Sul. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)