



Patrimônio cultural, ciência e inovação: desafios contemporâneos

MARCOS JOSÉ DE ARAÚJO PINHEIRO

CARLA MARIA TEIXEIRA COELHO

ANTÔNIO JOSÉ ESTEVÃO GRANDE CANDEIAS

SARA SOFIA GALHANO VALADAS [ORGS.]



mórula
EDITORIAL



FAPERJ

O alcance da preservação do patrimônio cultural ultrapassa limites geográficos por meio de ações que abrangem os diversos continentes, e o desenvolvimento de trabalhos em conjunto, por meio de acordos cooperativos reunindo universidades, centros de pesquisa e instituições culturais, como o que resultou na presente publicação, entre a Casa de Oswaldo Cruz (Fio-cruz), Programa de Pós-Graduação em Preservação e Gestão do Patrimônio Cultural das Ciências e da Saúde (PPGPAT), e o Laboratório Herança Cultural, Estudos e Salvaguarda (HERCULES) da Universidade de Évora, contribui para a consolidação e divulgação do conhecimento sobre o tema.

No início dos anos 2000, por ocasião do encontro em Vantaa, May Cassar, diante da natureza interdisciplinar da conservação preventiva, apontou para a necessidade de ações recíprocas e mútuas entre os diversos campos do conhecimento, e o que se observa hoje, com a variedade de temas que compõem esta publicação é uma grande conquista.

Durante a realização do II Seminário Internacional Valorização do Patrimônio Cultural: Tecnologias aplicadas à conservação preventiva, evidenciou-se a relevância das discussões relacionadas a métodos de análise de conservação, monitoramento e estratégias para a conservação do patrimônio cultural, digitalização e modelagem do patrimônio cultural, inovação e projetos colaborativos e mudanças climáticas e patrimônio cultural, reunindo diversos campos disciplinares, que convergem para a busca de soluções para preservação do patrimônio que estejam alinhadas com as questões sociais que permeiam a contemporaneidade.

Direitos desta edição reservados à MV Serviços e Editora Ltda e à Fiocruz, nos termos da licença Creative Commons aqui utilizada.



Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, e embora os novos trabalhos tenham de atribuir o devido crédito aos autores e não possam ser usados para fins comerciais, os usuários não têm de licenciar esses trabalhos derivados sob os mesmos termos.

REVISÃO

Marília Pereira

César Zárate

FOTO (CAPA)

Vitor Vogel. Painel de azulejos de autoria de Paulo Rossi Osir, Pavilhão Carlos Augusto da Silva (Fiocruz, Rio de Janeiro).

CIP-BRASIL. CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

SINDICATO NACIONAL DOS EDITORES DE LIVROS, RJ

Elaborado por Vagner Rodolfo da Silva - CRB-8/9410

P314

Patrimônio cultural, ciência e inovação: desafios contemporâneos / Marcos José de Araújo Pinheiro ... [et al.]. - Rio de Janeiro : Mórula Editorial, 2024.

460 p. ; 17cm x 24cm.

Inclui bibliografia e índice

ISBN 978-65-6128-070-9

1. Patrimônio cultural. 2. Ciência. 3. Inovação. 4. Patrimônio cultural - Américas - Ciência e Tecnologia. 5. Patrimônio cultural - Península Ibérica - Ciência e Tecnologia. 6. Fundação Oswaldo Cruz. 7. Fiocruz. 8. Casa de Oswaldo Cruz. 9. Universidade de Évora. 10. Laboratório Hercules. I. Pinheiro, Marcos José de Araújo. II. Coelho, Carla Maria Teixeira. III. Candeias, António José Estevão Grande. IV. Valadas, Sara Sofia Galhano. V. Título.

CDD 363.69

2024-4485

CDU 351.853



Rua Teotônio Regadas 26 sala 103

20021_360 _ Lapa _ Rio de Janeiro _ RJ

www.morula.com.br _ contato@morula.com.br

morulaeditorial morula_editorial

Patrimônio cultural, ciência e inovação: desafios contemporâneos

MARCOS JOSÉ DE ARAÚJO PINHEIRO

CARLA MARIA TEIXEIRA COELHO

ANTÓNIO JOSÉ ESTEVÃO GRANDE CANDEIAS

SARA SOFIA GALHANO VALADAS [ORGS.]

SUMÁRIO

7 PREFÁCIO

LUCIANA HEYMANN

11 PREFÁCIO

FILIPE THEMUDO BARATA

14 APRESENTAÇÃO

MARCOS JOSÉ DE ARAÚJO PINHEIRO

CARLA MARIA TEIXEIRA COELHO

ANTÔNIO JOSÉ ESTEVÃO GRANDE CANDEIAS

SARA SOFIA GALHANO VALADAS

MÉTODOS DE ANÁLISE PARA A CONSERVAÇÃO

18 Contaminantes do ar e interações em obras de arte

CARLO GALLIANO LALLI

MARIA BEATRIZ MEDEIROS KOTHER

ELISABETE EDELVITA CHAVES DA SILVA

32 Novas fronteiras na detecção e biocontrole de comunidades microbianas em patrimônio cultural: a experiência do Laboratório HERCULES

ANA TERESA CALDEIRA • ANTÔNIO CANDEIAS

52 Possibilidades metodológicas no âmbito da Ciência do Patrimônio aplicadas ao acervo arquitetônico da Fiocruz

HUGO MARLON DA SILVA NASCIMENTO

TAYLON ALMEIDA DA SILVA SOARES

ELISABETE EDELVITA CHAVES SILVA

74 Métodos de exame e análise aplicados ao estudo de obras de arte, ou a ciência que revela histórias ocultas

SARA VALADAS • CATARINA MIGUEL

TERESA TEVES REIS

MONITORAMENTO E ESTRATÉGIAS PARA A CONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO CULTURAL

98 Aplicação da técnica de termografia na inspeção não destrutiva de edificações de interesse cultural

LARISSA CAMILO DE SOUZA LIMA E SILVA

113 Gerenciamento ambiental de coleções — apontamentos para especificação, localização e verificação de registradores de temperatura e umidade relativa do ar

WILLI DE BARROS GONÇALVES • LUIZ ANTÔNIO CRUZ

SOUZA

133 Monitorización de la protección del muralismo contemporáneo: influencia de la pintura, del tipo del sustrato y del ambiente de exposición

JOSÉ SANTIAGO POZO-ANTONIO • TERESA RIVAS

DIGITALIZAÇÃO E MODELAGEM DO PATRIMÔNIO CULTURAL

156 Experiências formativas e de colaboração acadêmica entre a FAUUSP e o DIAPReM: levantamento integrado para projetos de conservação preventiva e de restauro

RENATA CIMA CAMPIOTTO • BEATRIZ MUGAYAR KÜHL

178 Estratégias e planejamento da implementação HBIM na gestão do patrimônio cultural edificado da Fiocruz

BRUNO TEIXEIRA DE SÁ • CRISTIANE LOPES CANUTO

196 Digitalização e modelagem do patrimônio cultural — experiências no LACONPRE e LACICOR/UFGM

LUIZ ANTÔNIO CRUZ SOUZA • WILLI DE BARROS GONÇALVES
YACY-ARA FRONER • TIAGO DE CASTRO HARDY

- 215** A digitalização como estratégia de preservação e ampliação ao acesso ao patrimônio cultural

MARCOS JOSÉ DE ARAÚJO PINHEIRO
MARCUS VINÍCIUS PEREIRA-SILVA
RODRIGO GOMES FERRARI CESAR

INOVAÇÃO E PROJETOS COLABORATIVOS

- 242** Inovação e projetos colaborativos na conservação do patrimônio cultural
NEUVÂNIA CURTY GHETTI

- 261** O Formulário Médico e o seu percurso de apropriação como patrimônio
MARIA CLAUDIA SANTIAGO

- 276** Sistema ABC de gestão de riscos para o patrimônio cultural: uma colaboração Casa de Oswaldo Cruz — Fiocruz/ICCROM/*Canadian Conservation Institute*
CARLA COELHO • JOSÉ LUIZ PEDERZOLI JR.
WAGNER NASCIMENTO SILVA

- 294** Redes colaborativas e inovação na preservação do patrimônio cultural
MARCIA DE MATHIAS RIZZO • LUIZ SOUZA
WILLI DE BARROS GONÇALVES • KARLA BALZUWEIT
MARIA LUIZA ROCCO • GUILHERME AMOGLIA PRIORI

- 313** A Rede de Laboratórios de Conservação e Restauração da Fiocruz — gênese e desafios
MARCOS JOSÉ DE ARAÚJO PINHEIRO • MÔNICA GARCIA
ANA MARIA OSÓRIO DE BARROS BARBEDO MARQUES

FORMAÇÃO E EDUCAÇÃO PATRIMONIAL

- 336** A formação *on-line* em gestão de riscos para a preservação de coleções. A experiência com o *Museum of Christian Art* (MoCA), Goa, Índia
TERESA TEVES REIS • NATASHA FERNANDES
NOAH FERNANDES • GLEN FERNANDES

- 353** Uma década de conservação preventiva na Escola das Artes (2014-2024). Uma abordagem inovadora às questões da conservação de patrimônio cultural
EDUARDA VIEIRA • PATRICIA MOREIRA

- 366** La sensibilización social como estrategia de conservación preventiva. Acciones de divulgación en el Área de Fondo de Arte y Patrimonio de la Universitat Politècnica de València
ANTONI COLOMINA SUBIELA
BEATRIZ DOMÉNECH GARCÍA

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E PATRIMÔNIO CULTURAL

- 384** As alterações climáticas e as suas consequências no patrimônio cultural
FABIO SITZIA

- 399** Emergências climáticas: contribuições do campo do patrimônio para a construção de novas realidades
LUANA CRISTINA DA SILVA CAMPOS
ALINE VIEIRA DE CARVALHO
JOÃO PAULO SOARES SILVA

- 414** Experiencias de conservación preventiva y sustentabilidad en el Museo de Arte Contemporáneo Beato Angélico UCALP
MAURO GARCÍA SANTA • JIMENA GARCÍA SANTA
WALTER PATRICIO DI SANTO • GUILLERMO RUBÉN GARCÍA
PROF. DR. WALTER PATRICIO DI SANTO

- 435** ÍNDICE REMISSIVO

- 437** SOBRE AS AUTORAS E OS AUTORES

PREFÁCIO

LUCIANA HEYMANN

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Preservação e Gestão do Patrimônio Cultural das Ciências e da Saúde (PPGPAT/COC/Fiocruz)

O cenário contemporâneo apresenta novos desafios para a gestão e preservação do patrimônio cultural, coetâneos ao processo de sua diversificação e democratização. Identificado, desde finais do século XX, como “categoria dominante, englobante, senão devorante, em todo caso, evidente, da vida cultural e das políticas públicas”, nas palavras do historiador François Hartog (2006, p. 265), o patrimônio expandiu sua presença na vida social para abranger novos atores e abordagens. O aumento e diversificação dos bens culturais alçados a essa categoria levaram os órgãos responsáveis pela gestão pública do patrimônio a novas configurações institucionais, impulsionaram demandas por reconhecimento oriundas de diferentes quadrantes da vida social e fizeram crescer a preocupação com ações de preservação, tanto do ponto de vista da manutenção da integridade física dos bens como da atualização de seus significados como referência cultural.

Se consideramos artificiais as divisões que opõem o material ao imaterial, na medida em que “todo e qualquer patrimônio é fruto da imaterialidade dos valores a ele atribuídos, bem como se realiza em alguma materialidade”, como sugere Márcia Chuva (2020, p. 25), entre outros estudiosos, entendemos que as diversas categorias de bens aos quais se atribui valor patrimonial demandam abordagens integradas e originais¹. De maneira geral, portanto, seria possível afirmar que a nova configuração do campo patrimonial

reclama investimentos em ao menos três dimensões: inovação tecnológica, parcerias interinstitucionais e gestão participativa.

Em uma instituição como a Fundação Oswaldo Cruz, gestora de importante patrimônio cultural materializado em seus acervos arquivístico, bibliográfico e museológico, em sua paisagem arquitetônica, em sítios arqueológicos e coleções biológicas, mas também em sua própria memória institucional centenária, esses desafios têm impulsionado projetos inovadores e de corte eminentemente interdisciplinar. Um exemplo foi o projeto capitaneado pela Casa de Oswaldo Cruz, de aplicação do Método ABC de gestão de riscos — elaborado pelo *International Centre for the Study of Preservation and Restoration of Cultural Property* (ICCROM) e pelo *Canadian Conservation Institute* (CCI) — ao diversificado patrimônio da instituição, cujos primeiros resultados foram sistematizados em Coelho *et al.* (2023).

Além de projetos que apostam na inovação, a Fiocruz tem investido em parcerias entre grupos de pesquisa e laboratórios de conservação, seja no país ou no exterior, e tem ampliado o diálogo com os territórios em que a instituição se insere em seus vários campi por meio de projetos colaborativos. Tais movimentos reverberam no Programa de Pós-Graduação em Preservação e Gestão do Patrimônio Cultural das Ciências e da Saúde (PPGPAT), vinculado à Casa de Oswaldo Cruz, animando atividades acadêmicas de diferentes

formatos, muitas delas em colaboração com parceiros internacionais². Além disso, é notável a presença de novos públicos e problemas de pesquisa em nosso mestrado profissional, processo que questiona referências clássicas e anima reflexões sobre difusão e popularização do conhecimento em gestão patrimonial.

Somam-se aos desafios apresentados pela ampliação do campo do patrimônio as demandas crescentes por acesso remoto aos bens culturais, seja para fins de pesquisa ou fruição, aceleradas pela experiência pandêmica e a proliferação de iniciativas que buscaram mitigar os efeitos do isolamento social. Tais demandas animam projetos de digitalização e virtualização do acesso ao patrimônio, mas também evidenciam as desigualdades que afetam coletivos e instituições. Refletir sobre métodos e processos de preservação mais acessíveis e sustentáveis, e desenvolver projetos colaborativos que façam circular o conhecimento de maneira ampla e capilarizada são caminhos a trilhar diante de um patrimônio ampliado e diverso.

Não é possível falar em desafios contemporâneos sem pensar no clima. Comunidades, instituições e cidades se veem diante da necessidade de elaborar planos de gestão que levem em consideração alterações de padrões climáticos e eventos extremos. Desde a primeira década do nosso século, aliás, a UNESCO tem se ocupado dos efeitos da crise climática sobre o patrimônio

cultural e natural e alertado para a necessidade de planejamento, em nível global, nacional e local, visando monitorar riscos e mitigar danos (UNESCO, 2007). Nesse caso, a sustentabilidade das ações de preservação ganha novo desenho já que não se trata, apenas, de pensar soluções de longo prazo e acessíveis, mas de levar em conta eventuais impactos que tais ações podem causar ao meio ambiente, como sugerem Froner *et al.* (2021, p. 138): “As metas propostas nos acordos climáticos para mitigação dos efeitos das mudanças climáticas envolvem a redução da pegada de carbono no ambiente construído, inclusive nos edifícios do patrimônio cultural”.

A amplitude do campo do patrimônio parece, portanto, diretamente proporcional aos desafios postos à sua gestão e preservação. Nesse cenário, ganham relevância de iniciativas como a obra “Patrimônio cultural, ciência e inovação: desafios contemporâneos”. Reunindo autores de cinco nacionalidades — brasileira, portuguesa, espanhola, italiana e argentina —, e distintas filiações institucionais, o livro é, ele próprio, exemplo de trabalho colaborativo e interdisciplinar. Ao reunir discussões metodológicas a estudos de caso, aponta caminhos e atualiza procedimentos, despontando como referência para estudos no âmbito da Ciência do Patrimônio, para instituições e coletivos responsáveis pela gestão de bens patrimoniais, e para cursos de formação.

Adotando como perspectiva a conservação preventiva, com sua visão holística sobre os bens culturais e os contextos em que estão inseridos, a obra aporta debates extremamente ricos com base em experiências institucionais distintas, que vão da adoção de novas ferramentas de monitoramento a estratégias de sensibilização social, passando pela questão da sustentabilidade e das agendas colaborativas. Temas e abordagens que têm espaço garantido no campo do patrimônio, e ganham especial relevância em contextos marcados por assimetrias. É, portanto, com muita satisfação que saudamos a obra organizada por Carla Coelho, Marcos José Pinheiro, António Candeias e Sara Valadas, resultado de frutuosa colaboração entre a Casa de Oswaldo Cruz e o Laboratório HERCULES, da qual se beneficia largamente a comunidade acadêmica do PPGPAT e as equipes profissionais da Casa de Oswaldo Cruz, uma obra que confirma a abordagem preventiva, sustentável e integrada para a conservação do patrimônio cultural.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, Aline; MENEGUELLO, Cristina. (Org.). *Dicionário Temático do Patrimônio: debates contemporâneos*. Campinas, Ed. Unicamp, 2020.
- CHUVA, Márcia. Patrimônio Cultural em perspectiva decolonial: historiando concepções e práticas. In: DUARTE, Alice. (Ed.). *Seminários DEP/FLUP*, v. 1, Porto: Universidade do Porto, Faculdade de Letras/DCTP, 2020, p. 16-35.
- COELHO, Carla; PINHEIRO, Marcos José; SÁ, Bruno; SERRANO, Nathália Vieira. *A gestão de riscos como estratégia para a preservação do patrimônio cultural das Ciências e da Saúde*. Rio de Janeiro: Mórula, 2023.
- FRONER, Yacy Ara et al. *Mudanças climáticas, riscos ao patrimônio cultural e ambiental, políticas públicas e o papel das redes colaborativas: um olhar sobre o panorama brasileiro contemporâneo*. *Memória e Patrimônio*, v. 17, n. 2, 2021, p. 124-151.
- HARTOG, François. Tempo e Patrimônio. *Varia Historia*, Belo Horizonte, vol. 22, nº 36, 2006, p. 261-273.

UNESCO. *Climate Change and World Heritage*.

Report on predicting and managing the impacts of climate change on World Heritage and Strategy to assist States Parties to implement appropriate management responses. 2007. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf00000160019>. Acesso em: 20 out. 2024.

NOTAS

- 1 Para uma visão das categorias que surgiram nas últimas décadas, paralelamente à emergência de memórias marginalizadas, ver Carvalho e Meneguello (2020).
- 2 Um exemplo de atividade em cooperação foi a “Oficina de estudos e investigações científicas do Patrimônio Cultural”, realizada em outubro de 2023, no campus da Fiocruz, reunindo especialistas do Laboratório HERCULES, da Universidade de Évora, equipes de conservação da Casa de Oswaldo Cruz e discentes do mestrado profissional.

Em Portugal, como noutros países, nos processos de formação dos anos sessenta e setenta do século XX e mesmo depois, as opções dos estudantes eram mais fáceis. De um conjunto de formações, escolhia-se aquela que cada um achava mais adequada aos seus interesses e às aptidões que era suposto ter. Esta situação correspondia à perspectiva de um trabalho para a vida, que estava mais ou menos definido. Fôssemos engenheiros, advogados, médicos, historiadores, arquitetos, padres, economistas ou artistas, todos imaginávamos e quase sabíamos o que nos esperava.

Mas, pouco a pouco, as coisas foram mudando e tudo se tornou mais complicado. Foram aparecendo áreas de trabalho que, cada vez mais, iam juntando pessoas com formações muito diversas, incluindo gente vinda das artes e das letras com outros oriundos da engenharia, da física e da química.

Para não ir mais longe, o património cultural foi um desses domínios. Mas, para dizer a verdade, se o trabalho começou a ser mais complexo, o processo de investigação e os resultados tornaram-se mais estimulantes, já que os desafios são cada vez mais interessantes com um potencial de inovação que não imaginávamos. Um bom exemplo, para qualquer leitor, são as páginas que se seguem e, neste caso, mais focadas na conservação preventiva.

Dois desses artigos lembram-nos como, nos dias de hoje, há a absoluta necessidade de desenvolver o trabalho num quadro de cooperação e de interdisciplinaridade, não sob a forma de uma espécie de vaga

intenção, mas como uma condição para comparar e consolidar o conhecimento que já só é possível quando pessoas de várias formações colaboram. Só assim será possível compreender e preservar objetos, coleções e espólios. Quando, pelos Anos 90 do século XX, comecei a lidar com a atividade em museus e a formação em museologia, havia uma frase de Garry Thomsson, que ficou famosa, que dizia: *um mau restaurador pode destruir um objeto num mês; um mau conservador pode destruir uma coleção inteira num ano*. Para compreender do que estamos a falar, o leitor tome uma peça e vá enumerando quem nela intervém desde o momento em que se entra no inventário: os que a adquirem, os que a incorporam, os que estudam a história da peça, os que se dedicam a fazer o diagnóstico sobre o seu estado, os que avaliam os riscos com que se defronta, os que decidem onde e como a apresentam ao público, entre outras.

São alguns dos intervenientes deste processo que o leitor pode acompanhar nas páginas deste livro. Note-se que esta obra nasceu de um *workshop* que envolveu várias instituições que cooperam entre si. Como alguns dos participantes me informaram, a intenção será a de, no futuro, criar publicações periódicas dedicadas à gestão e valorização do património cultural. Hoje, é bem necessário este tipo de informação e reflexão; por isso, deste ponto de vista, o livro que ora se apresenta é uma promessa de que futuras edições possam ir ao encontro de um público muito interessado.

Um conjunto de artigos têm por objetivo a reflexão em torno das agendas colaborativas entre grupos de investigação. Todos compreendemos que comparar metodologias relativas à conservação preventiva que as instituições envolvidas nestas atividades desenvolvem é uma questão essencial. É desta forma que a informação e o conhecimento circulam e é com esta colaboração, em especial com projetos conjuntos, que se percebem os nós inovadores.

Outra área muito atrativa é o conjunto de artigos cuja questão central é a da análise dos mecanismos de erosão das obras de arte, como é o caso do artigo que mostra como o ácido clorídrico funciona como um agente corrosivo cíclico de objetos de bronze. Do mesmo modo, alguns artigos apresentam estudos sobre argamassas, estuques e tijolos cerâmicos. Este interesse poderá parecer estranho na boca de alguém que vem das ciências humanas e sociais, mas é esta atenção que faz destas áreas um motor da inovação.

Importa lembrar que, quando muitos de nós ocupamos funções de responsabilidade em museus e outras instituições culturais, precisamos de compreender os riscos que os objetos que estão à nossa responsabilidade correm e saber a importância do trabalho daqueles que lidam com perspectivas diferentes das mesmas obras. Aliás, esses trabalhos, muitas vezes, lançam outros olhares e novas conclusões sobre as próprias obras de arte. É, justamente, o caso dos retratos dos Vice-Reis e

Governadores da Índia — outro dos assuntos apresentados —, em que o estudo de muitas das obras obrigou os historiadores a perceberem melhor o que se tinha passado na evolução política da região.

De facto, a apresentação de exemplos concretos, a par da capacidade de reflexão sobre os problemas em causa, é do maior interesse para um público cada vez mais vasto que, direta e indiretamente, lida com as indústrias culturais e criativas. Muitos relatórios oficiais demonstram que esta será uma das áreas económicas que mais crescerá nos próximos anos, tendo em consideração diversos aspetos, incluindo a sua proximidade com o turismo.

Deste ponto de vista, os artigos sobre protocolos de conservação preventiva e o uso de termografia aplicada em ambientes específicos, a aplicação de protetores de cor com objetivos muito precisos, as características dos registadores de temperatura e humidade relativa e gestão ambiental de coleções, a utilização de tecnologias digitais para registo patrimonial, a capacidade de desenvolver o trabalho com o *scanner* para obter dados precisos da geometria da peça, incluindo deformações, e os artigos sobre modelagem e simulação computacional permitem-nos perceber que há investigadores, equipas e instituições que se preocupam e que lidam profissionalmente com o património.

Gostava de voltar ao setor do turismo e recordar que, por motivos conhecidos, é uma parte de algumas preocupações, tanto do ponto de vista

dos múltiplos impactos, como do lado da criação da conservação preventiva e até da criação de melhores condições de guarda ou apresentação de peças.

O turismo, pelo incremento exponencial de visitantes que aporta para as galerias de arte, museus, sítios e monumentos, amplia riscos e traz novos desafios. Permito-me até uma nota mais pessoal. Há alguns anos, participei em discussões, em Paris, sobre a forma de evitar que o número de visitantes do Louvre crescesse mais e se, pelo contrário, ele poderia diminuir. Na discussão, mais uma vez, as questões da conservação preventiva não eram de modo nenhum secundárias.

Nesta obra, um outro conjunto de artigos, leva-nos para questões que são, ao mesmo tempo, científicas, mas também técnicas, económicas e sociais. Refiro-me aos textos que discutem o problema das alterações climáticas e como os agentes do património cultural se podem articular com esta questão, aos que pretendem participar na formação de uma consciência cidadã como estratégia de reforço da conservação preventiva e do património cultural em geral e a reflexão em torno da ampliação do conhecimento dos saberes fazer e das práticas tradicionais.

São temas a que não temos dado a atenção necessária, embora, reconheço-o, nem sempre fáceis de equacionar. Repare-se numa situação concreta em que se choca o papel da cidadania, as alterações climáticas e os saberes fazer tradicionais: em vários pontos de África, num exemplo que

eu acompanhei pessoalmente, a cultura do arroz fazia-se em áreas abertas na floresta, cuja madeira, depois de cortada, servia para produzir carvão. Com esta prática e com o facto de os serviços de saúde estarem em muito melhores condições e a população crescer, a floresta foi desaparecendo, mas os cidadãos achavam que esta era a sua prática tradicional. Mas esta mesma prática ajudava a intensificar as alterações climáticas e as comunidades viam-se confrontadas com a falta de alimentos; eis uma das razões pelas quais emigram!

Este exemplo só pretende demonstrar como estamos longe de ter conseguido levar os cidadãos a perceber o alcance das alterações climáticas, que temos políticas de comunicação com a cidadania e sobre a importância da conservação preventiva muito frágeis e que o saber fazer tradicional tem voltas estranhas, com as quais lidamos mal. Umas vezes, temos de conhecer esse saber fazer e aproveitar o que com ele aprendemos, enquanto, outras vezes, temos de o ajudar a mudar. Fazemos isso? Não me parece.

Temos sido mais fortes, o que é importante, a planear políticas e a implementar projetos; começamos agora a interessar-nos pela comparação e colaboração com aqueles que promovem projetos semelhantes com os nossos, o que é melhor e, no fim de ler todos os artigos, só espero que o leitor tenha o mesmo sentimento do que eu: esperança!

Lisboa, 11 de novembro de 2024.

APRESENTAÇÃO

MARCOS JOSÉ DE ARAÚJO PINHEIRO

Casa de Oswaldo Cruz (Fiocruz)

CARLA MARIA TEIXEIRA COELHO

Casa de Oswaldo Cruz (Fiocruz)

ANTÓNIO JOSÉ ESTEVÃO GRANDE CANDEIAS

Universidade de Évora

Laboratório de Herança Cultural, Estudos
e Salvaguarda (HERCULES)

SARA SOFIA GALHANO VALADAS

Universidade de Évora

A presente publicação resulta da parceria entre a Casa de Oswaldo Cruz/ Fiocruz, por meio do Programa de Pós-Graduação em Preservação e Gestão do Patrimônio Cultural das Ciências e da Saúde (PPGPAT), e o Laboratório Herança Cultural, Estudos e Salvaguarda (HERCULES) da Universidade de Évora. Sua elaboração foi inspirada nas discussões ocorridas durante a realização do II Seminário Internacional Valorização do Patrimônio Cultural: Tecnologias aplicadas à conservação preventiva, realizado na cidade do Rio de Janeiro em outubro de 2023 pela Casa de Oswaldo Cruz (COC) em parceria com o Curso de Conservação da Escola de Belas Artes da Universidade Federal do Rio de Janeiro (EBA/UFRJ) e o Laboratório HERCULES.

O seminário internacional foi um dos desdobramentos das pesquisas e atividades de formação realizadas pela COC em parceria com a Universidade de Évora/HERCULES voltadas à ciência do patrimônio e à constituição de redes de cooperação para a preservação e valorização do patrimônio cultural. Foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) por meio do Edital de Apoio a Grupos Emergentes de Pesquisa no estado do Rio de Janeiro, que possibilitou também a elaboração da presente publicação. O projeto contemplado, intitulado “Tecnologias

aplicadas à conservação preventiva do Patrimônio das Ciências e da Saúde”, se vincula à linha de pesquisa Conservação Preventiva das Ciências e da Saúde, do Grupo de Pesquisa Saúde, Cidade: e Patrimônio Cultural (Fiocruz).

Durante a realização do seminário, evidenciou-se a relevância das discussões relacionadas a métodos de análise de conservação, monitoramento e estratégias para a conservação do patrimônio cultural, digitalização e modelagem do patrimônio cultural, inovação e projetos colaborativos. A esses temas acrescentamos para esta publicação uma parte especial voltada às mudanças climáticas e patrimônio cultural, considerando a relevância desse assunto na contemporaneidade e a necessidade de preparação das populações e dos bens culturais para uma nova realidade ambiental que traz significativos desafios para a preservação desses bens e provoca transformações nas suas relações com as comunidades e indivíduos com quem se conectam.

A partir dos debates realizados durante o evento, outros profissionais e instituições do Brasil, Argentina, Espanha e Portugal que fazem parte da importante rede colaborativa que vem sendo estabelecida pelas instituições organizadoras ao longo dos últimos anos foram convidados a colaborar com as reflexões propostas.

A elaboração e disponibilização da presente

publicação visa contribuir para a disseminação de práticas, tecnologias e métodos de conservação de bens culturais com foco nas ações preventivas e na sustentabilidade, e para o fortalecimento e ampliação das redes colaborativas tanto no âmbito nacional quanto internacional.

Esperamos poder contribuir para o debate, a reflexão e a cooperação entre aqueles que se dedicam à área do patrimônio cultural, favorecendo a aproximação entre povos e culturas e reforçando nossa responsabilidade com as gerações que nos precederam e com as que virão.

MÉTODOS DE ANÁLISE PARA A CONSERVAÇÃO

Contaminantes do ar e interações em obras de arte

CARLO GALLIANO LALLI

Istituto per l'Arte e il Restauro Palazzo Spinelli

MARIA BEATRIZ MEDEIROS KOTHER

Istituto per l'Arte e il Restauro Palazzo Spinelli

ELISABETE EDELVITA CHAVES DA SILVA

Casa de Oswaldo Cruz (Fiocruz)

INTRODUÇÃO

Atividades relacionadas à geração de energia, indústria e transporte contribuem significativamente para o aumento da poluição atmosférica que hoje figura como uma das questões mais alarmantes a nível global (Chikamoto *et al.*, 2023; Lu *et al.*, 2023). Considerando a estreita ligação entre a vida humana e o ambiente atmosférico, a poluição do ar não apenas impacta o desenvolvimento econômico e cultural (Niu *et al.*, 2017), mas também prejudica a qualidade da saúde humana (Chen; Chen, 2021), bem como de todos os viventes. Entretanto, a cada dia presenciamos situações que nos colocam em risco e a tudo o que construímos ao longo dos séculos e constituiu-se em nosso patrimônio cultural.

O patrimônio cultural exerce uma importância fundamental nas sociedades contemporâneas, atuando como um elo com o passado e, consequentemente, como um meio de preservar as identidades de um mundo em constante mudança. Nesse contexto, a introdução de políticas de melhoria da qualidade do ar se torna importante, trazendo benefícios não apenas para a preservação dos monumentos, mas também para a preservação do patrimônio cultural (Comite *et al.*, 2021).

Antes de discutir a interação entre poluentes atmosféricos e obras de arte, é importante definir a composição do ar atmosférico em sua forma. Essa compreensão é fundamental para identificar e analisar as influências que certos poluentes

podem exercer sobre materiais artísticos e culturais. O ar atmosférico normalmente é composto por uma mistura de gases em proporções, conforme mostrado na Tabela 1. Os principais componentes incluem nitrogênio (azoto), oxigênio e argônio, além de outros gases presentes em quantidades significativamente menores.

TABELA 1 | **COMPOSIÇÃO DO AR ATMOSFÉRICO NORMAL**
(AS QUANTIDADES SÃO EXPRESSAS EM PARTES
POR MILHÃO, PPM)

Nitrogênio	780.840,000
Oxigênio	209.460,000
Argônio	9.340,000
Dióxido de Carbono	330,000
Neônio	18,180
Hélio	5,240
Metano	1,500
Criptônio	1,140
Hidrogênio	0,500
Óxido Nitroso	0,500
Monóxido de Carbono	0,100
Xenônio	0,087
Dióxido de Nitrogênio	0,020
Amoníaco	0,010
Ozônio	0,010

FONTE: Carlo Lalli, início anos 2000.

Podemos definir como poluente qualquer substância (em fase, gasosa, aerossol, líquida ou partícula) presente na atmosfera, mas não incluída na composição do ar atmosférico normal. Também consideramos poluentes todas aquelas substâncias presentes acima da normalidade representada pelos dados supracitados.

Para um tratamento completo dos poluentes, é importante classificá-los corretamente. Primeiramente, recomenda-se dividi-los em duas categorias: poluentes sólidos, que incluem aqueles na forma líquida e aerossol, e poluentes gasosos. Os poluentes sólidos podem ser subdivididos em não vivos, ou abióticos, que englobam substâncias inorgânicas como metais pesados, sais inorgânicos e minerais, e substâncias orgânicas como compostos orgânicos voláteis (VOCs) e pesticidas. Já os poluentes vivos, ou bióticos, incluem microrganismos como algas, bactérias, fungos, além de esporos e pólen. Os poluentes gasosos, por sua vez, são classificados de acordo com o elemento predominante em sua composição, como os poluentes que contêm carbono, exemplificados pelo dióxido de carbono (CO₂) e monóxido de carbono (CO); os que contêm enxofre, como o dióxido de enxofre (SO₂); e os que contêm nitrogênio, como os óxidos de nitrogênio (NO_x). Dentro do grupo das substâncias particuladas, tanto as inorgânicas quanto as orgânicas podem estar presentes, assim como os microrganismos. No entanto, os danos causados por microrganismos não serão abordados neste texto.

Embora os mecanismos de ação sobre obras de arte dessas substâncias consideradas individualmente sejam, pelo menos em parte, conhecidos, é muito mais difícil determinar sua incidência quando são misturadas na atmosfera e quais são as interações entre elas e os materiais, orgânicos e inorgânicos, com os quais entram em contato.

A dificuldade é ainda maior porque os modelos experimentais são difíceis de desenvolver e, além disso, os ciclos obtidos em câmaras climáticas pela variação da umidade relativa, temperatura e proporções de gases ácidos, bem como o envelhecimento pela exposição à radiação ultravioleta, nunca são representativos da situação natural (interações prolongadas por décadas, senão por séculos com materiais naturalmente envelhecidos). Podemos, portanto, apenas formular hipóteses sobre os mecanismos de interação dessas substâncias com obras de arte, mecanismos que determinam sua deterioração.

AGENTES DE DETERIORAÇÃO

A interação entre diversos poluentes atmosféricos e as superfícies de obras de arte e artefatos históricos resulta em uma ampla gama de degradações, que podem comprometer a integridade estética e estrutural desses bens culturais. Este texto explora os efeitos dos principais agentes poluentes sobre materiais utilizados nos monumentos históricos

e artísticos, ou seja os hidrocarbonetos, metais e óxidos metálicos, compostos de enxofre, dióxido de carbono, compostos nitrogenados, ácido clorídrico e ozônio.

HIDROCARBONETOS PESADOS E PARTÍCULAS CARBONÁCEAS

Esses compostos particulados provêm da combustão de derivados de petróleo (especialmente diesel e óleos combustíveis), carvão, madeira, especialmente quando a combustão é incompleta. Na atmosfera, eles se manifestam como *smog* (fumaça), enquanto em obras de arte aparecem na forma de crostas negras antiestéticas. São esses compostos que conferem às crostas negras uma aparência enegrecida, conforme pode ser observado nas Figuras 1 e 2.

Essas substâncias têm uma certa adesividade que facilita sua acumulação e deposição, especialmente em áreas não lavadas. Além de conferir uma aparência enegrecida às crostas negras, elas também incorporam gesso, sílica, silicatos, óxidos de ferro, pólen e outros materiais. Esses compostos são repelentes à água e tendem a impermeabilizar as superfícies onde se depositam. Como resultado, são extremamente prejudiciais a artefatos de pedra, pinturas murais e rebocos em geral, pois impedem as trocas gasosas entre o interior e o exterior, o que pode causar descolamentos e quedas visíveis de material.



FIGURA 1 | Catedral de Florença, Porta da Mandorla, diferença entre áreas alteradas e não alteradas.

FONTE: CARLO LALLI, INÍCIO DOS ANOS 2000.

Deve-se lembrar também que ainda hoje, mas especialmente em séculos passados, hidrocarbonetos pesados e partículas de carbono foram produzidos, especialmente em igrejas, mas também em casas, pela combustão de velas, lâmpadas a óleo e tochas, os produtos dessas combustões são



FIGURA 2 | Catedral de Florença, detalhe do rosto da Mandorla, diferença entre áreas alteradas e não alteradas.

FONTE: CARLO LALLI, INÍCIO DOS ANOS 2000.

conhecidos pelo nome de “*nerofumo*”. O “*nerofumo*” é, portanto, também encontrado em obras móveis de pintura, em pinturas de parede, esculturas de madeira policromadas e outros tipos de obras de arte preservadas nesses ambientes, conforme pode ser observado na Figura 3.



FIGURA 3 | Cúpula da Catedral de Florença, detalhe de depósitos de negro de fumo.

FONTE: CARLO LALLI, FINAL DOS ANOS 1980.

METAIS E ÓXIDOS METÁLICOS

Existem inúmeros e extremamente variáveis metais e seus óxidos, presentes em atmosferas poluídas. A sua presença é principalmente função do tipo de processamento industrial, embora muitos, em particular dióxido de silício, silicatos e óxidos de ferro, sejam em sua maioria de origem natural.

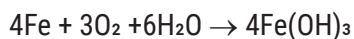
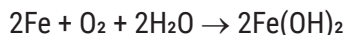
Como catalisadores, favorecem, por exemplo, a oxidação do dióxido de enxofre em anidrido sulfúrico que, por sua vez, com a água, dá origem à formação de ácido sulfúrico, portanto, mesmo não envolvidos diretamente, contribuem para a deterioração de obras de arte.

A sílica e os silicatos, que são predominantemente de origem natural, desempenham um papel

crucial no processo de “degradação eólica”. Essas partículas possuem uma dureza consideravelmente maior do que a do mármore, por exemplo. A dureza dos silicatos e da sílica varia entre 6 e 7, enquanto a calcita, a qual o mármore é uma forma metamórfica, tem dureza 3. Portanto, essas partículas, transportadas pelo vento em regiões particularmente expostas ou em áreas sujeitas a correntes atmosféricas, provocam um desgaste mecânico erosivo, que pode ser comparado à ação típica de um micro jato de areia.

Um papel particular é desempenhado pelos óxidos de ferro, pois são solúveis em um ambiente ácido; uma vez solubilizados, podem penetrar, sob

a forma de hidróxidos, nas estruturas porosas, determinando pigmentações vermelho alaranjadas antiestéticas, especialmente em mármore brancos; esses produtos são extremamente difíceis de remover. A solubilização pode ser resumida da seguinte forma:



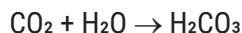
Ao fazê-lo, consideraremos primeiramente os compostos de carbono que, na literatura mais recente, são considerados muito prejudiciais.

DIÓXIDO DE CARBONO

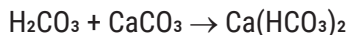
Esse gás está presente no ar atmosférico normal na quantidade de cerca de 330 ppm. É, portanto, um componente natural do ar e, em sua maioria, é produzido por organismos heterotróficos (animais, insetos, fungos e bactérias heterotróficas).

As intervenções indiscriminadas do homem nas últimas décadas alteraram profundamente o equilíbrio ambiental. Nos anos 1970, cerca de 5 bilhões de toneladas de dióxido de carbono eram emitidas anualmente pela combustão de combustíveis fósseis. Hoje, esse número aumentou drasticamente para aproximadamente 60 bilhões de toneladas por ano. Dessa enorme quantidade, menos da metade é convertida em material

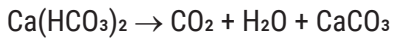
orgânico por organismos autótrofos, enquanto a parte restante permanece na atmosfera, aumentando a concentração de dióxido de carbono. Em relação ao impacto desse gás sobre obras de arte, é importante destacar que ele é solúvel em água, seguindo o esquema de solubilidade a ser descrito:



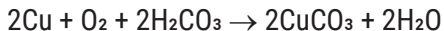
Forma-se ácido carbônico que, apesar de ser um ácido fraco, consegue atacar alguns materiais constituintes de obras de arte ao ar livre, em especial, levando em conta os calcários, uma vez que a solubilidade da calcita, aliás podemos falar, por exemplo, do mármore que é uma calcita metamórfica, aumenta com o aumento da porcentagem de CO_2 dissolvido na água, é óbvio que esse aumento se traduz em um aumento na corrosão dos mármore e de todas as litotipos de natureza e matriz carbonática, de acordo com o esquema:



O bicarbonato de cálcio produzido é muito mais solúvel do que a calcita, cuja solubilidade é igual a 0,014 g/l. Nas partes lavadas o bicarbonato será levado pela água da chuva, enquanto nas partes não lavadas permanecerá *in situ* e para descarbonatação e desidratação dará origem à formação de carbonato de cálcio, calcita de recristalização (calcário), de acordo com o esquema:



Nos bronzes ao ar livre, o processo corrosivo, embora também leve, prossegue sobre o cobre, que é o agente de liga presente em maior porcentagem de acordo com o seguinte esquema:

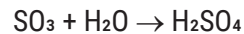
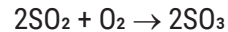


Em análise, carbonato de cobre ou hidroxicarbonatos de cobre (Azhurrita e Malaquita) nunca são encontrados em bronzes ao ar livre, enquanto eles representam uma constante em bronzes arqueológicos, uma vez que, ao ar livre, ácidos mais fortes, como ácido clorídrico, ácido sulfúrico, corroem, por sua vez, esses produtos de corrosão.

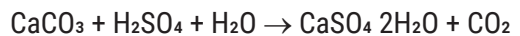
COMPOSTOS DE ENXOFRE

Esses incluem dióxido de enxofre (SO_2), trióxido de enxofre (SO_3) e sulfureto de hidrogênio (H_2S). Os dois primeiros óxidos são produzidos como resultado da combustão do petróleo e seus derivados, carvão e madeira. A produção mundial anual de SO_2 , nos anos setenta, foi estimada em 150 milhões de toneladas, na década de noventa chegaram a 400 milhões de toneladas por ano, as estimativas atuais são de cerca de um bilhão de toneladas por ano. Na atmosfera esse gás é facilmente oxidado em SO_3 . Na atmosfera, o trióxido de enxofre reage

com a água para formar ácido sulfúrico. As reações podem ser resumidas da seguinte forma:



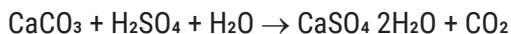
Como existem partículas na atmosfera constituídas por carbonato de cálcio, o ácido sulfúrico reage com elas dando origem à formação de gesso, de acordo com o esquema:



Esse gesso cai no chão, portanto, tanto em obras de arte colocadas fora quanto dentro, é chamado de gesso de deposição atmosférica.

O ácido sulfúrico é a principal causa da chuva ácida e, nos últimos anos, o grau de acidez da água da chuva tem aumentado cada vez mais, e os danos causados ao homem, à natureza em geral e às obras de arte em particular têm aumentado no mesmo ritmo.

A reatividade do ácido sulfúrico em obras de arte ao ar livre e, em particular, em artefatos de pedra da natureza ou matriz carbonática e em artefatos metálicos é bem conhecida, com efeitos desastrosos sobre o patrimônio artístico. Corrói mármore e outros litotipos de composição carbonática, conforme o esquema visto anteriormente, a saber:

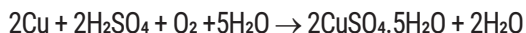


Como mencionado anteriormente, os ácidos, na forma de chuva ácida, atacam obras de arte ao ar livre, mas nem mesmo poupam obras internas, como pinturas de parede. Na verdade os gases ácidos, juntamente com a água, podem se condensarem nas superfícies dessas obras exercendo sua ação corrosiva, tanto sobre materiais inorgânicos quanto sobre materiais orgânicos e, em particular, sobre pigmentos metálicos. Nas tintas de parede o ácido sulfúrico que é formado como resultado da condensação determina a formação de gesso, de acordo com o esquema usual. O gesso é um sal pouco solúvel que pode causar sérios danos, especialmente em afrescos. Sempre o encontramos nas crostas negras em artefatos de pedra e metal ao ar livre.

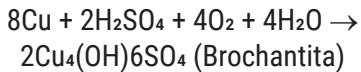
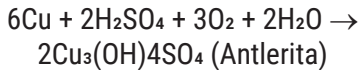
Além do gesso, o ácido sulfúrico pode dar origem a sais solúveis: sulfato de sódio, sulfato de potássio, sulfato de amônio etc. Esses sais desempenham uma ação particularmente nociva nos artefatos de pedra, cerâmicas de pinturas murais e, de forma geral, em todos os materiais porosos. Basta lembrar que o primeiro (sulfato de sódio), cristalizando na forma decahidratada ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), aumenta seu volume em 300% com dano mecânico de fácil previsibilidade se cristalizar no interior de estruturas porosas e já parcialmente fragilizadas.

Nas obras de arte ao ar livre, especificamente nas esculturas de bronze, as pátinas verde-azuis que encontramos em sua superfície, nada mais são do que o produto da alteração do cobre que reage com as substâncias ácidas da atmosfera, em particular o ácido sulfúrico e clorídrico, com a formação de sulfatos, (Calcantita, Antlerita e Brochantita) e cloretos (Atacamita, Paratacamita e Nantokita). Atenção especial será dedicada posteriormente ao ataque do ácido clorídrico em bronzes ao ar livre.

Nos bronzes e ligas à base de cobre, o elemento mais atacado é justamente o cobre com a formação de produtos de corrosão, incluindo o sulfato de cobre pentahidratado: calcantita que é solúvel e é lixiviado. A reação pode ser resumida da seguinte forma:

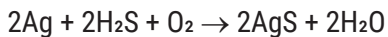


Juntamente com a Calcantita são formados, como mencionado acima, Antlerita e Brochantita, dois hidroxissulfatos de cobre, ambos pouco solúveis. Esses produtos de corrosão que permanecem na superfície das obras de arte de bronze e que representam a chamada “pátina nobre”, explicam-nos a razão para a aparência azul-esverdeada característica da superfície dos bronzes exteriores. A formação dos dois hidroxissulfatos de cobre pode ser resumida da seguinte forma:

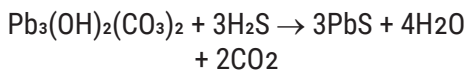


SULFETO DE HIDROGÊNIO

Esse ácido (H_2S), é principalmente devido à atividade vulcânica, ele ataca metais com a produção de sulfuretos enegrecidos. Os danos mais evidentes são suportados pela prata, com produção de sulfeto de prata preta (AgS), de acordo com o esquema:



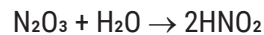
A ação nociva também pode ser realizada por pigmentos metálicos, como o chumbo branco, com a produção de sulfeto de chumbo preto (PbS). Esse fenômeno se manifesta em particular nos artefatos de papel pintado, a chamada têmpera sobre papel, de acordo com o esquema:



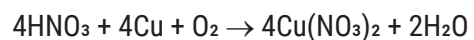
COMPOSTOS NITROGENADOS

Na atmosfera poluída, existem vários óxidos de nitrogênio (N_2O , NO , N_2O_3 , NO_2 , N_2O_5), presentes em concentrações de partes por milhão. Em cidades

com altos níveis de poluição, foram medidos valores muito mais elevados, chegando a ser várias ordens de magnitude acima do normal. Esses óxidos são produzidos principalmente por veículos com motores de combustão interna. Eles, ao passarem por processos de oxidação e subsequente reação com a água, dão origem ao ácido nitroso e, mais frequentemente, ao ácido nítrico, conforme o esquema a ser apresentado.



A reatividade destes ácidos é conhecida e sendo também oxidantes, em particular o ácido nítrico, atacam, bem como artefatos de pedra e metal ao ar livre, também materiais orgânicos. Atacam artefatos metálicos e de pedra ao ar livre, artefatos cerâmicos, bem como obras móveis de pintura, couro, couro, têxteis, tapeçarias, artefatos de papel, desenhos e gravuras, material fotográfico, em geral materiais orgânicos. Como componentes da chuva ácida, em obras de arte ao ar livre, bronzes e mármore, por exemplo, produzem corrosão com a formação de nitratos de cobre e cálcio que, por serem solúveis, são lixiviados, aliás, raramente são encontrados nas análises. O mecanismo de reação é respectivamente o seguinte:



Mas a principal fonte de nitratos são materiais de resíduos orgânicos, esterco de animais, incluindo humanos, guano de pássaro e muito mais, esses sais sendo muito solúveis podem se infiltrar em estruturas porosas, como rebocos, tintas de parede e seguindo o processo de cristalização do sal podem romper os artefatos e por ascensão capilar podem atingir alturas consideráveis. Deve-se enfatizar que o fenômeno de elevação capilar, o processo de cristalização de sais e os danos relacionados são determinados por todos os sais solúveis.

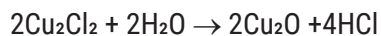
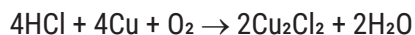
ÁCIDO CLORÍDRICO

O ácido clorídrico sempre esteve presente na atmosfera, pois é produzido pela interação entre aerossóis marinhos e dióxido de nitrogênio na atmosfera, de acordo com a seguinte reação química:



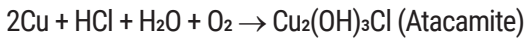
Ou seja, gotículas de água salgada, aerossóis marinhos reagem na atmosfera com dióxido de nitrogênio dando origem à formação de nitrato de sódio, monóxido de nitrogênio e ácido clorídrico. Atualmente, as indústrias também contribuem para o aumento deste ácido na atmosfera, embora altas porcentagens de ácido clorídrico tenham sido encontradas em ambientes costeiros não industrializados.

Como mencionado, ele merece tratamento especial, pois é responsável por esse tipo particular de corrosão do bronze que é comumente chamado de “câncer de bronze”. O mecanismo de ação desse fenômeno é conhecido, por isso seria mais correto chamá-lo de “corrosão cíclica do cobre”. De acordo com a teoria mais acreditada, a sequência de reações começaria a partir da formação de Nantokite por ataque ácido ao cobre. Esse sal mesmo que não muito solúvel, em um ambiente ácido solubiliza liberando óxido cuproso e ácido clorídrico pronto para religar o cobre, de acordo com as reações:



O ácido clorídrico recém-formado está pronto para reconectar o cobre e, portanto, a corrosão é cíclica e prossegue cada vez mais para dentro.

O ataque do ácido clorídrico aos bronzes, em particular ao cobre, também determina a produção de hidroxicloretos de cobre: Atacamita, Paratacamita e Botallaquita, essa última metaestável; estes produtos de corrosão, juntamente com os hidroxissulfatos de cobre Antlerita e Brochantita, determinam a aparência azul-esverdeada das superfícies dos bronzes exteriores (a pátina nobre). A sequência de reações pode ser resumida da seguinte forma:



OZÔNIO

Por ser um oxidante forte, o óxido de nitrogênio reage intensamente com substâncias orgânicas, causando danos a diversos materiais, como tintas, fibras têxteis, madeira, papel, pigmentos orgânicos, aglutinantes e adesivos, couro e material fotográfico. Ele contribui para o envelhecimento precoce desses materiais, reduzindo a resistência mecânica de fibras, fios e madeira, provocando descoloração de pigmentos orgânicos, envelhecimento das tintas, e amarelecimento. Além disso, as tensões provocadas podem levar à formação de craquelês densos, que podem afetar não apenas as tintas, mas também o filme pictórico e até mesmo as preparações subjacentes.

Dados coletados na década de setenta relataram níveis de ozônio iguais a 0,1 ppm, quando o normal é igual a 0,01 ppm. Naquela época, acreditava-se que a quantidade de ozônio no ar estava destinada a aumentar; opinião negada nos anos oitenta e noventa. Nesse período, de fato, fala-se em “buracos de ozônio” nas camadas superiores da atmosfera e isso se deve à introdução nos chamados gases assassinos, os clorofluorcarbonos em particular. De fato, hoje foi determinado um deslocamento anormal de

ozônio nas várias camadas da atmosfera, na verdade há altas porcentagens nas camadas mais baixas da atmosfera e baixas porcentagens em altitudes elevadas, normalmente, pelo contrário, os valores devem ser tais que encontrem pequenas porcentagens nas camadas mais baixas da atmosfera e valores mais altos em altitudes elevadas.

ANÁLISES REALIZADAS

Foram realizadas análises por FRX. Análise por espectrofotometria no infravermelho (FT-IR) para o estudo de produtos de depósito e corrosão. Análise estratigráfica ao microscópio óptico para observação da sequência estratigráfica dos produtos de corrosão. Análise por microscopia eletrônica (MEV/EDS). Análise por difratometria de raios X. Análise por cromatografia iônica (para o estudo de sais solúveis). Análise metalográfica, para a estrutura de ligas.

Para identificar as fases cristalinas dos produtos de corrosão, foi utilizada a difração de raios-X (XRD), técnica importante para entender as mudanças mineralógicas e estruturais decorrentes da degradação. A espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FT-IR) foi aplicada para investigar os produtos de depósito e corrosão, revelando informações sobre as ligações químicas e os compostos envolvidos, tanto orgânicos quanto inorgânicos.

A microscopia eletrônica de varredura (MEV) combinada com espectroscopia de dispersão de energia (EDS) forneceu imagens da morfologia e permitiu a análise pontual da composição química das superfícies, identificando as áreas de interesse. Além disso, a cromatografia iônica foi empregada na detecção e quantificação dos sais solúveis presentes, que são indicativos dos processos de degradação que afetam os materiais analisados.

Finalmente, a análise metalográfica foi realizada para estudar a microestrutura das ligas metálicas, examinando a distribuição de fases, os tamanhos dos grãos e a presença de defeitos internos, fatores críticos para entender o comportamento e a resistência à corrosão dos materiais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todas as obras de arte, mesmo as mais resistentes, sofrem uma decadência lenta e implacável (basta lembrar que 1 m³ de granito, deixado do lado de fora, em um ambiente com chuvas normais, em 50.000 anos é completamente alterado transformando-se em caulinita). É mais lento no caso de obras de arte feitas de materiais inorgânicos e mais acentuada em materiais orgânicos.

A poluição do ar acentua a decadência e desencadeia novos processos de alteração que afetam todas as obras de arte. O maior dano é devido aos materiais expostos e, infelizmente, ainda hoje o

problema relacionado à proteção não foi definitivamente resolvido, mesmo que alguns produtos, substâncias hidrorrepelentes da classe dos perfluoropoliéteres, desenvolvidos e testados nos últimos anos pareçam oferecer garantias adequadas do ponto de vista da proteção e conservação.

Ambientes controlados, com índices de temperatura, umidade e lux adequados, bem como isentos de pragas, contendo mecanismos para coibir a entrada de contaminantes e apresentando mecanismos de segurança, propiciam que as características químicas, físicas, artísticas e estéticas dos bens culturais tenham maior durabilidade. Além de outros fatores inerentes ao ciclo da musealização, para além da conservação, a comunicação e a exposição inserem o bem no discurso museológico, contextualizando-o por meio de narrativas.

O deslocamento de bens de valor cultural é uma decisão a ser discutida e adotada, considerando muitas variáveis e atores. Mas, na ausência de proteção adequada, não há outro caminho, quando possível, senão o abrigo interno das obras de arte (como no caso dos painéis das Portas do Paraíso de Ghiberti, Judith e Holofernes de Donatello, o San Giovanni Battista de Ghiberti, o San Marco de Donatello para citar apenas alguns dos casos mais sensacionais da realidade florentina).

REFERÊNCIAS

- ACCARDO, G.; FASSINA, V. *Proposal of a non Destructive Test to Evaluate the Moisture of a Wall*. ICOM 6th Triennial Meeting, Ottawa, 1981.
- BARCELLONA, S.; BARCELLONA, L.; GUIDOBALDI, F. *Influenza dell'inquinamento atmosferico*. Problemi di conservazione. Ed. Comp., Bologna, 1973. p. 427-438.
- CHEN, F.; CHEN, Z. *Cost of economic growth: Air pollution and health expenditure*. Science of the Total Environment, 755. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142543>.
- CHIKAMOTO, Y. et al. *Interannual variability and trends of summertime PM_{2.5}-based air quality in the Intermountain West*. Environmental Research Letters, 18(4), 2023. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/acc6e0>.
- COMITE, V. et al. *The impact of atmospheric pollution on outdoor cultural heritage: an analytic methodology for the characterization of the carbonaceous fraction in black crusts present on stone surfaces*. Environmental Research, 201, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111565>.
- FASSINA, V. et al. *Influenza del materiale particellare atmosferico sui processi di degradazione della pietra a Venezia*. Deterioramento e Conservazione della Pietra, 111° Congresso Internazionale, Venezia, 1979, p. 43-53.
- GUIDOBALDI, F. *Inquinanti atmosferici e possibili effetti sui materiali artistici ed archeologici*. Congresso Nazionale dell'ATI, Firenze, 1974, p. 14-48.
- LALLI, C.; LALLI, C. *L'inquinamento atmosferico, danni sui manufatti esposti*. La vetrina per il museo. Padova, 2004. p. 18, 32.
- LU, Y. et al. *Public Concern about Haze and Ozone in the Era of Their Coordinated Control in China*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 20(2), 2023. <https://doi.org/10.3390/ijerph20020911>.
- MATTEINI, M.; MOLES, A. *Scienza e restauro*. Metodi di indagine. Nardini, Firenze, 1984.
- NIU, Y.; CHEN, R.; KAN, H. *Air pollution, disease burden, and health economic loss in China*. In Advances in Experimental Medicine and Biology, Vol. 1017, 2017, pp. 233-242. Springer New York LLC. https://doi.org/10.1007/978-981-10-5657-4_10.

PANTANI, F. *Deposizioni acide in Toscana*. Convegno Boboli '90, Firenze, 9-11 mar. 1989.

PARFIELD, T. *The Control of Relative Humidity and Air Pollution in Showcases and Picture Frames*. *Studies in Conservation*, v. 11, 1966, p. 8-30.

SCOTT, G. *Atmospheric Oxidation and Antioxidants*. Elsevier Pub. Comp., New York, 1965.

STOLLOW, N. *The Microclimate: A Localized Solution*. *Museum News*, 1977.

THOMSON, G. *Air Pollution: A Review for Conservation Chemists*. *Studies in Conservation*, v. 10, 1965, p. 147-167.

THOMSON, G. *The Museum Environment*. The Bunerworth Series on Conservation in the Arts, Archaeology and Architecture. Bunerworth, London, 1986.

TORRACA, G. *Congresso Nazionale dell'ATI*. Firenze, 1974, p. 7-13.

vos, B. H. *Moisture in Monuments*. Application of science in examination of works of art. Museum of Fine Arts, Boston, 1970.

Novas fronteiras na deteção e biocontrolo de comunidades microbianas em património cultural: a experiência do Laboratório HERCULES

ANA TERESA CALDEIRA

Universidade de Évora
Laboratório de Herança Cultural, Estudos
e Salvaguarda (HERCULES)

ANTÓNIO CANDEIAS

Universidade de Évora
Laboratório de Herança Cultural, Estudos
e Salvaguarda (HERCULES)

INTRODUÇÃO

A preservação do património cultural é uma responsabilidade crucial que transcende fronteiras, garantindo que as futuras gerações possam compreender e apreciar a herança histórica e cultural dos seus antepassados. Contudo, a conservação deste património enfrenta inúmeros desafios, incluindo a deterioração causada por microrganismos que prosperam em ambientes patrimoniais. Estes organismos podem causar danos estéticos e estruturais significativos, comprometendo a integridade e a longevidade de artefactos históricos, edifícios e monumentos.

Nos últimos anos, o interesse na compreensão do papel dos microrganismos que colonizam superfícies patrimoniais e nas metodologias para a sua caracterização aumentou significativamente. O desenvolvimento de técnicas avançadas de sequenciação de DNA e análises metagenómicas permitiu uma compreensão mais profunda das comunidades microbianas e dos seus impactos. Além disso, técnicas de microscopia e microanálise avançadas têm sido empregadas para visualizar e estudar estas comunidades microbianas em detalhe.

Paralelamente, surgem novas soluções biotecnológicas ecológicas para a mitigação dos efeitos nocivos dos microrganismos no património cultural. Estas soluções incluem o uso de biocidas naturais, estratégias de biocontrolo e aplicações de biotecnologia verde, que não só são eficazes

no combate aos microrganismos, mas também sustentáveis e ecologicamente amigáveis.

Este artigo de revisão tem como objetivo explorar e analisar as metodologias combinadas utilizadas para a caracterização de microrganismos em contextos patrimoniais, bem como apresentar novas soluções biotecnológicas para a conservação do património cultural, com particular enfoque nas investigações realizadas na unidade de Biotecnologia e Biodegradação (B2U) do Laboratório HERCULES da Universidade de Évora. Ao fornecer uma visão abrangente das técnicas e abordagens atuais, pretendemos identificar as melhores práticas e destacar áreas para futuras investigações e inovações.

METODOLOGIAS DE CARACTERIZAÇÃO DE MICRORGANISMOS NO PATRIMÓNIO

TÉCNICAS DE SEQUENCIAÇÃO DE DNA E METAGENÓMICA

A sequenciação de DNA, especialmente através da tecnologia de *Next-Generation Sequencing* (NGS), tem sido um avanço revolucionário na caracterização de comunidades microbianas em superfícies patrimoniais. Esta técnica permite a identificação precisa e abrangente dos microrganismos presentes, incluindo aqueles que são difíceis de cultivar em laboratório. A título de exemplo referimos o artigo

intitulado *Purple Biodeterioration in Parchment: A Case in the Alcobacense Collection* (biodeterioração púrpura em pergaminho: um caso na coleção Alcobacense), de Catarina Pinheiro *et al.* (2020), que discute uma forma grave de dano microbiano que afeta documentos históricos em pergaminho e onde foi utilizado o NGS, revelando uma diversidade inesperada de microrganismos, incluindo várias espécies de bactérias e fungos que contribuem para a biodeterioração. A técnica permitiu a identificação precisa dos microrganismos responsáveis por manchas de cor púrpura, que não seriam detetáveis por métodos tradicionais. Especificamente, examina a degradação de um manuscrito do século XIII, o Alcobacense 338, que está guardado na Biblioteca Nacional de Portugal.

Este manuscrito, assim como outros da Coleção Alcobacense, foi vítima do que se refere como biodeterioração púrpura ou roxa, uma condição que se manifesta por manchas roxas distintas no pergaminho. Essas manchas representam um desafio sério para a conservação, devido à fragilidade que causam, tornando o pergaminho quebradiço e propenso a uma deterioração adicional. O manuscrito em questão, Alcobacense 338, é particularmente valioso porque contém comentários de São Jerónimo sobre os Doze Profetas Menores, sendo, portanto, um artefacto histórico e religioso importante. Apesar da sua capa de couro bem preservada, os fólios internos estão significativamente degradados. O artigo destaca que



FIGURA 1 | Manuscrito BNP, ALC 338 — capa e fôlios evidenciando manchas roxas.

FONTE: PINHEIRO ET AL. 2020.

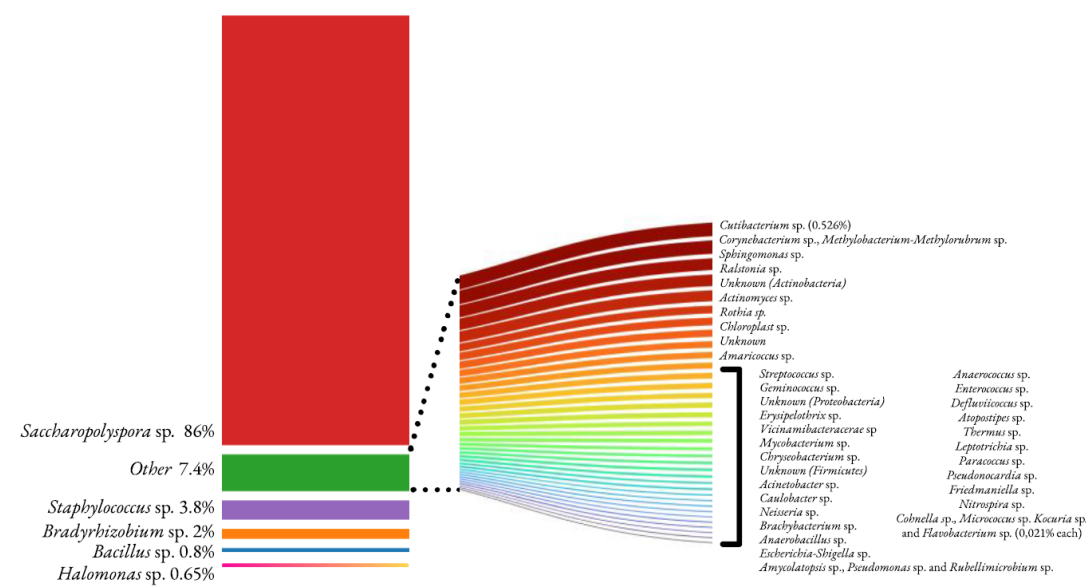
as “manchas roxas” — como são coloquialmente conhecidas — não são isoladas, aparecendo em quase todos os fôlios do manuscrito.

Neste trabalho sugere-se que as manchas roxas provavelmente resultem de uma sucessão microbiana, onde um tipo de microrganismo abre caminho para outros, criando uma comunidade complexa e em evolução no pergaminho. Segundo a teoria da sucessão microbiana, esse processo começa com a presença de Arqueobactérias, que se acredita serem introduzidas nas fases iniciais da preparação do pergaminho, especificamente pelo sal usado para preservar as peles dos animais antes de serem transformadas em pergaminho. Estes organismos halófilos criam as condições para a colonização microbiana posterior, levando à formação das manchas roxas.

A investigação realizada no Alcobacense 338 utilizou várias metodologias para estudar a extensão e a natureza do dano. A inspeção visual, tanto in loco quanto sob microscópio ótico, permitiu avaliar a degradação física do manuscrito. O pergaminho foi considerado extremamente frágil, particularmente nas áreas onde as manchas

roxas eram mais proeminentes. A recolha de amostras foi uma parte crucial do estudo, com material retirado de áreas manchadas e não manchadas para análise microbiana. Após a recolha das amostras, a equipa usou tanto métodos tradicionais de cultura quanto NGS para identificar os microrganismos responsáveis pela biodeterioração. Enquanto os métodos de cultura permitiram identificar com sucesso vários fungos comuns, como *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. e *Cladosporium* sp., esses métodos foram limitados nos resultados produzidos não permitindo diferenciar as áreas de pergaminho com manchas das não afetadas. Os resultados de NGS, por outro lado, proporcionaram uma visão muito mais ampla e detalhada das comunidades microbianas presentes no manuscrito. Por exemplo, a sequência de DNA bacteriano revelou a predominância de *Actinomycetota*, particularmente o género *Saccharopolyspora*, que representava uma parte significativa das bactérias encontradas nas áreas manchadas de roxo. Este género é conhecido por prosperar em ambientes de alto teor de sal, apoiando a teoria de que o uso de sal na preparação do pergaminho introduziu essas

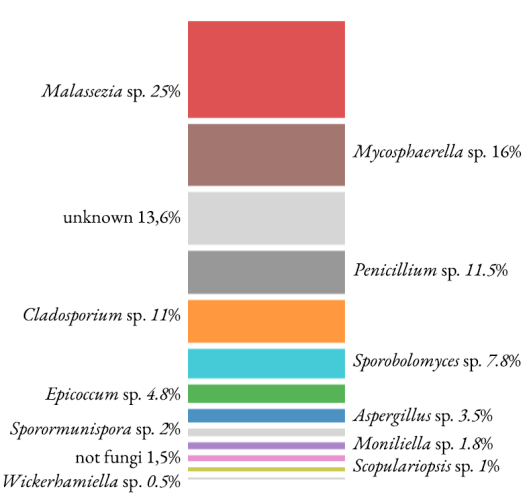
FIGURA 2 | Perfil bacteriano obtido por NGS de uma amostra de pergaminho afetada por manchas roxas.
FONTE: PINHEIRO ET AL., 2020.



bactérias. Outros gêneros bacterianos identificados incluíram *Halomonas*, outra bactéria halófila, e *Staphylococcus*, ambos associados a ambientes salgados e implicados na sucessão microbiana que leva à biodeterioração roxa. O NGS também identificou *Firmicutes*, um filo bacteriano que inclui comensais humanos e animais, sugerindo que o manuseio humano do manuscrito ao longo dos séculos pode ter contribuído para sua contaminação microbiana.

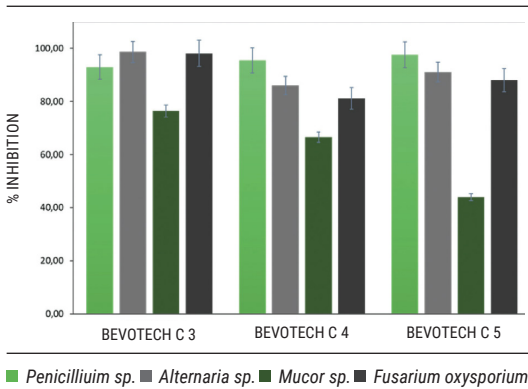
O estudo das comunidades fúngicas através do NGS revelou a presença de *Malassezia*, um gênero de levedura comumente encontrado na pele humana e animal. Outros fungos identificados incluíram contaminantes ambientais, como *Epicoccum* sp. e *Aspergillus* sp., que são onnipresentes e frequentemente associados à biodeterioração de bens patrimoniais. Essas descobertas

FIGURA 3 | Perfil fúngico obtido por NGS de uma amostra de pergaminho afetada por manchas roxas.



FONTE: PINHEIRO ET AL., 2020.

FIGURA 4 | Atividade antifúngica de diferentes biocidas verdes desenvolvidos contra fungos biodeteriogénicos.



FONTE: SILVA ET AL., 2020.

sugerem que, embora as manchas roxas sejam principalmente um fenómeno bacteriano, os fungos também desempenham um papel na deterioração contínua do manuscrito.

Os resultados deste estudo forneceram fortes evidências que apoiam a teoria da sucessão microbiana na biodeterioração roxa. A presença de bactérias halófilas, provavelmente introduzidas durante o processo de salmoura na preparação do pergaminho, parece iniciar o processo de degradação. Isso é, seguido pela colonização de outras bactérias e fungos, que contribuem para a formação das manchas roxas distintas.

Outro exemplo, é o estudo intitulado *Green bioactive compounds: mitigation strategies for cultural heritage* (compostos verdes bioativos:

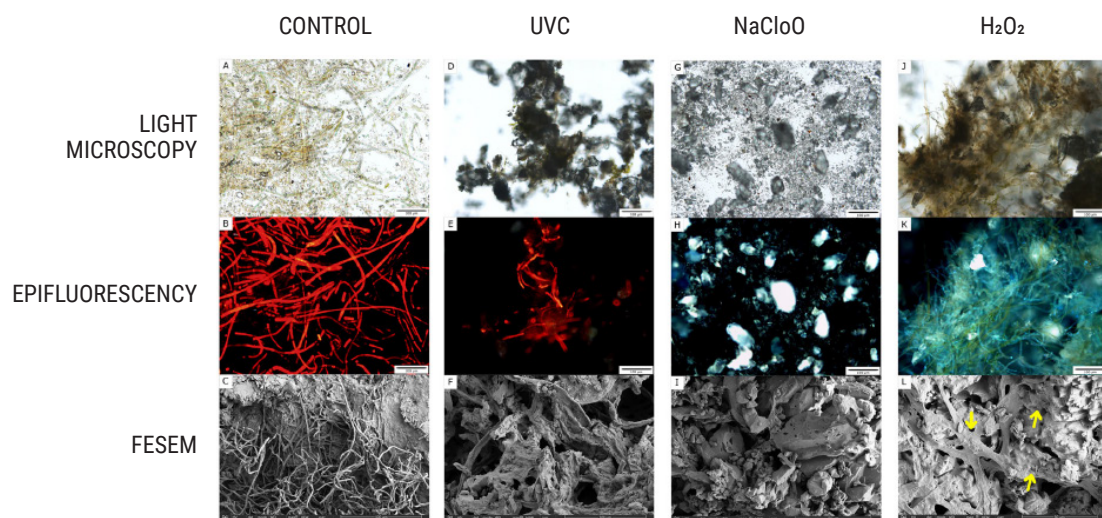
estratégias de mitigação para património cultural), de Mara Silva *et al.* (2020), onde a aplicação de NGS revelou a complexidade das comunidades microbianas em monumentos históricos, permitindo a identificação de microrganismos específicos associados à deterioração dos materiais. As análises metagenómicas vão além da simples identificação de microrganismos, permitindo a compreensão das funções e interações das comunidades microbianas. Esta técnica envolve a sequenciação de todo o material genético presente numa amostra, proporcionando uma visão mais completa das capacidades metabólicas das comunidades microbianas. No estudo conduzido por Mara Silva *et al.* (2020), as análises de NGS foram utilizadas para investigar o impacto de compostos bioativos na comunidade microbiana de superfícies históricas. Os resultados mostraram que os compostos bioativos alteraram a composição das comunidades microbianas, reduzindo a presença de organismos deteriorantes.

TÉCNICAS DE MICROSCOPIA E MICROANÁLISE

A microscopia eletrónica de varrimento e a microscopia ótica são técnicas cruciais para estudar a estrutura e organização das comunidades microbianas em superfícies patrimoniais. Estas técnicas permitem a visualização detalhada dos microrganismos e das suas interações com o substrato.

No estudo intitulado *A multidisciplinary approach to the comparison of three contrasting*

FIGURA 5 | Imagens de microscopia representativas de biofilmes nas superfícies: sem tratamento (control) e após cada tratamento, irradiação UVC, tratado com hipoclorito e tratado com peróxido de hidrogénio. As setas indicam características de corrosão e colapso de estruturas biológicas devido aos tratamentos com peróxido de hidrogénio. FONTE: ADESSO ET AL., 2021.



treatments on both lampenflora community and underlying rock surface (Abordagem multidisciplinar para a comparação de três tratamentos contrastantes tanto na comunidade de lampenflora quanto na superfície da rocha subjacente), realizado por Rosangela Adesso *et al.* (2021), apresenta diferentes técnicas de tratamento foram aplicadas a comunidades de lampenflora (organismos fototróficos) na gruta de Pertosa-Auletta, em Itália, e as mudanças estruturais nas comunidades microbianas foram analisadas utilizando uma abordagem multidisciplinar que empregou análise molecular, técnicas químicas como pirólise e termogravimetria e técnicas de microscopia avançada. Os biofilmes de lampenflora são comuns em grutas iluminadas para fins turísticos, onde perturbam o ecossistema natural e danificam as formações rochosas. Esses biofilmes consistem em organismos fotossintéticos, incluindo algas e cianobactérias, que segregam ácidos

orgânicos que corroem as paredes da caverna. Para mitigar este processo, vários métodos, como tratamentos químicos e radiação UVC, têm vindo a ser aplicados, mas a sua eficácia a longo prazo e o seu impacto no ecossistema ainda são pouco estudados. O estudo desenvolvido compreendeu ensaios de campo realizados numa secção isolada da gruta de Pertosa-Auletta tendo sido estudados em dois tipos de superfície: rocha exposta e superfícies vermiculadas (com depósitos sedimentares irregulares). Os tratamentos estudados incluíram hipoclorito de sódio (NaClO), peróxido de hidrogénio (H₂O₂) e irradiação UVC. Cada tratamento foi aplicado mensalmente durante oito meses. A remoção dos biofilmes e as mudanças na química da superfície da rocha foram medidas por meio de vários métodos. A microscopia revelou detalhes importantes sobre a eficácia dos tratamentos e a organização das comunidades microbianas após a sua aplicação.

ABORDAGENS INTEGRADAS E MULTI-ANALÍTICAS

A complexidade dos processos envolvidos na (bio) deterioração do património cultural e a diversidade de materiais, agentes e mecanismos, incluindo fatores ambientais e a composição química dos materiais que influenciam a colonização microbiana implicam que se tenha que adotar abordagens interdisciplinares com recurso a metodologias multianalíticas (Rosado *et al.*, 2014; 2014a). Estas combinam de forma recorrente técnicas não-invasivas para estudar a biodeterioração, como espectrometria de fluorescência de raios X, FORS, imagem hiperespectral, com técnicas de microscopia e microanálise como a microscopia ótica, a microscopia eletrónica de varrimento, a microespectroscopia Raman, a microdifração de raios X ou a micro-FTIR com técnicas baseadas em DNA e metagenómica, já mencionadas anteriormente e que permitem identificar e diferenciar comunidades microbianas, mesmo aquelas que não podem ser cultivadas em laboratório, ajudando assim a entender a dinâmica da colonização microbiana.

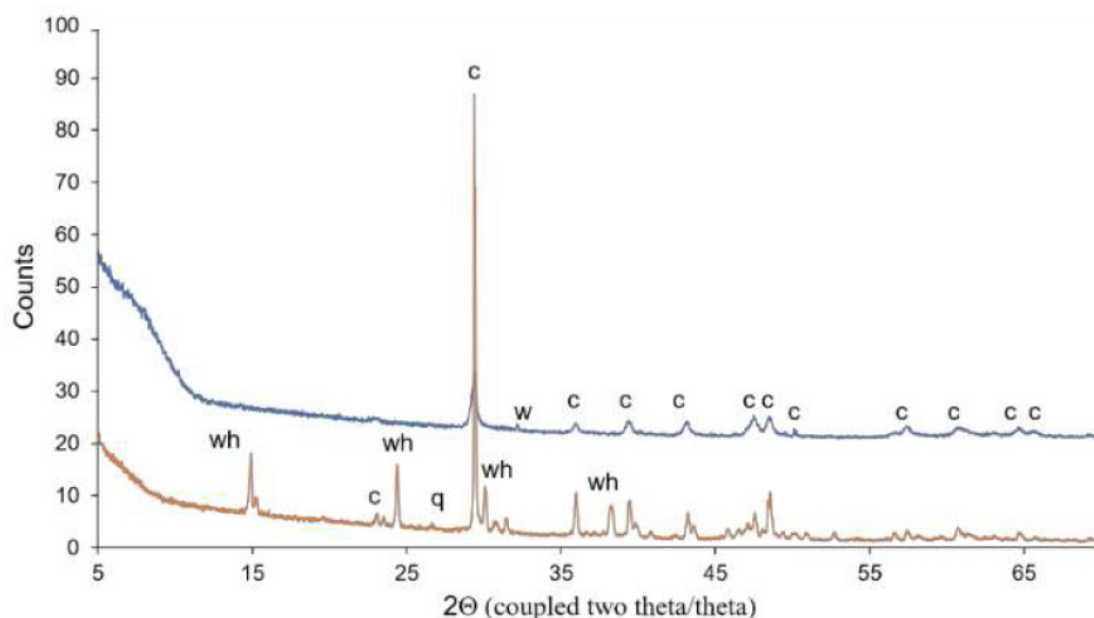
Estudos integrados, como os apresentados no artigo de revisão intitulado “Microrganismos e Património — Novas abordagens”, de A.T. Caldeira *et al.* (2015), destacam a necessidade de implementação de estratégias integradas de investigação para a identificação e mitigação de problemas microbiológicos em património cultural. A aplicação de metodologias combinadas tem permitido de

forma consistente uma caracterização detalhada das comunidades microbianas e dos seus mecanismos de biodeterioração e a implementação de estratégias de preservação mais eficazes.

A título de exemplo, refere-se o estudo *Assessing aesthetic and structural deterioration in historic monuments* (Avaliação da deterioração estética e estrutural em monumentos históricos), de L. Dias *et al.* (2021), que utilizou uma abordagem multidisciplinar para avaliar a deterioração estética e estrutural em monumentos históricos, combinando técnicas de NGS, microanálise e análise *in situ*. A investigação centrou-se no Convento de São João da Penitência, localizado em Estremoz, Portugal, um edifício, construído com mármore local, que apresenta vários tipos de degradação atribuídos a fatores geológicos, ambientais e biológicos. A investigação aplicada neste estudo utilizou uma abordagem não invasiva e microinvasiva para identificar os fatores de deterioração, com foco em técnicas analíticas avançadas que ajudam a caracterizar tanto a composição material quanto as populações microbianas colonizadoras.

Uma das primeiras abordagens utilizadas para avaliar a alteração estética do mármore foi a medição da cor, realizada através de um espectrofotómetro portátil. Essa técnica permitiu a quantificação da diferença de cor nas várias áreas deterioradas do convento, indicando a gravidade da alteração estética. As áreas com maior presença de biofilme mostraram os valores mais elevados de

FIGURA 6 | Difratomogramas obtidos em microfragmentos de mármore. Abreviaturas: c – calcita; Wh – Whewellita; q – quartzo; w – weddelita. FONTE: DIAS ET AL., 2021.



alteração cromática, revelando a influência significativa dos microrganismos no dano estético. A microscopia digital foi usada para obter imagens detalhadas de fissuras e biofilmes, destacando as áreas com maior colonização microbiana.

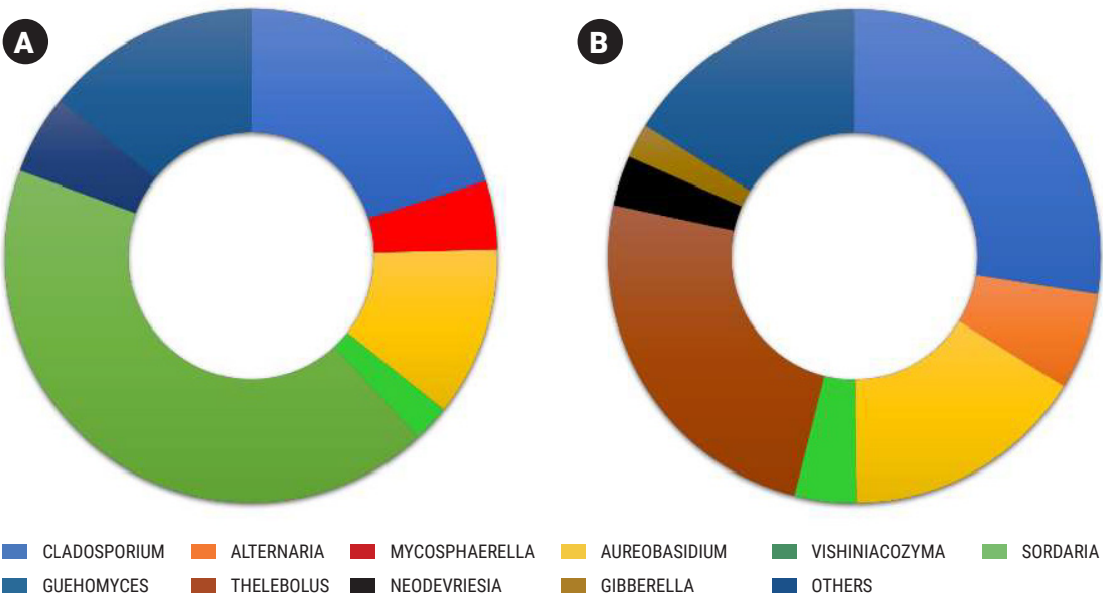
Para a caracterização da composição elementar das áreas afetadas, foi usada a técnica de espectrometria de fluorescência de raios X, que permitiu identificar impurezas e produtos de alteração na matriz calcítica do mármore. O estudo revelou a presença de sulfatos de cálcio e ferro, que são indicadores de contaminação ambiental e biológica. A técnica mostrou-se essencial para entender a contribuição de poluentes atmosféricos e compostos biogênicos na degradação do mármore.

A análise de microfragmentos de mármore recolhidos nas áreas de deterioração permitiu obter informação adicional sobre o papel dos microrganismos. A análise por micro-difração de raios-X

identificou a formação de oxalatos de cálcio, como weddelita e whewellita, que são subprodutos típicos da atividade microbiana. Esta formação indicou a ação de microrganismos responsáveis pela degradação química do mármore. A microscopia eletrônica de varrimento, acoplada à espectrometria de dispersão de energia (SEM-EDS), permitiu uma análise detalhada das microestruturas presentes, identificando microfissuras e a presença de microrganismos que penetram na matriz do mármore.

Para caracterizar as comunidades microbianas, foi utilizada NGS, que permitiu identificar tanto microrganismos cultiváveis quanto não cultiváveis, revelando uma diversidade significativa de microrganismos nas áreas estudadas, predominantemente fungos dos filos *Ascomycota* e *Basidiomycota*, e bactérias dos filos *Proteobacteria*, *Actinobacteria* e *Cyanobacteria*. A análise demonstrou que os fungos são responsáveis pela secreção

FIGURA 7 | Principais populações eucariotas identificas a) nos biofilmes vermelhos e nos biofilmes negros, a nível de género.
FONTE: DIAS ET AL., 2021.



de ácidos orgânicos que reagem com a calcita, promovendo a formação de biofilmes e manchas.

Foram ainda analisadas em detalhe, áreas com formação de biofilmes vermelhos e negros, mostrando que os fungos filamentosos têm a capacidade de penetrar nos poros do mármore, causando separação de fragmentos. A presença de diatomáceas e microalgas, particularmente no biofilme negro, indicou uma colonização microbiana diversificada. A combinação de técnicas de microscopia e cultura microbiológica permitiu uma avaliação detalhada do impacto destas colónias na superfície da pedra.

Este estudo destaca a importância de uma abordagem multidisciplinar para o diagnóstico da deterioração estética e estrutural de edifícios históricos. As várias técnicas analíticas utilizadas não só permitiram uma caracterização precisa dos materiais e dos agentes biológicos envolvidos, como também forneceram informações cruciais para o desenvolvimento

de estratégias de conservação e restauro. A implementação de métodos não invasivos e micro-invasivos mostrou ser eficaz na monitorização de futuros danos, proporcionando uma base sólida para intervenções de mitigação baseadas em biocidas naturais e produtos sustentáveis.

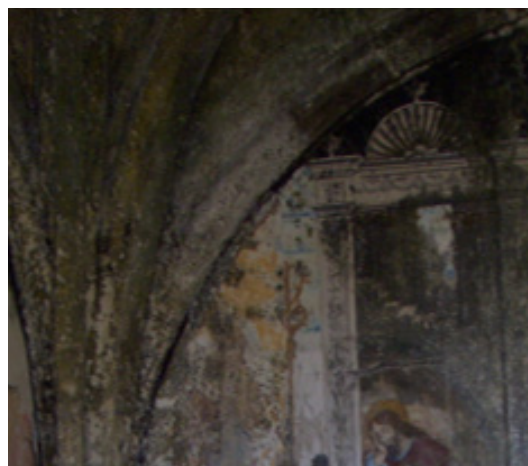
IMPACTO DOS MICRORGANISMOS NO PATRIMÓNIO CULTURAL

EFEITOS ESTÉTICOS

Os microrganismos podem causar uma variedade de danos estéticos em superfícies patrimoniais, incluindo manchas, descolorações e a formação de biofilmes. Estes efeitos podem comprometer a aparência visual dos bens patrimoniais e reduzir o seu valor estético e histórico.

FIGURA 8 | Exemplos de peças estudadas com evidentes sinais de biodegradação e danos estéticos.

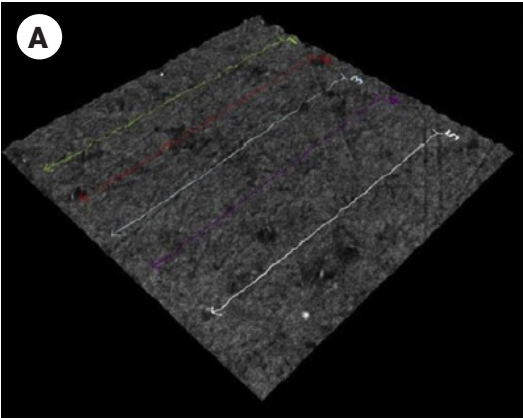
FONTE: CALDEIRA ET AL., 2015.



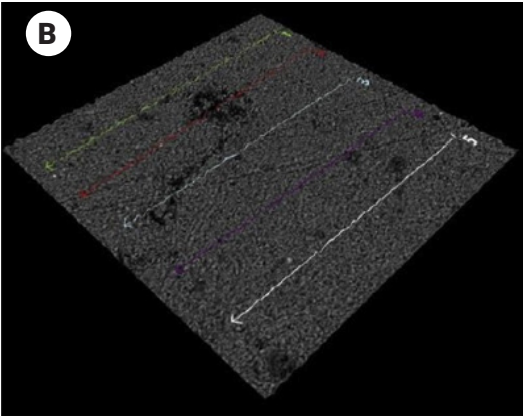
Tal como referido anteriormente, o estudo de C. Pinheiro *et al.* (2020) documenta a formação de manchas púrpuras em pergaminhos antigos, atribuídas à atividade de microrganismos específicos. A presença destes microrganismos resultou em danos estéticos significativos, afetando a aparência e a legibilidade dos pergaminhos. A identificação e mitigação dos microrganismos responsáveis por danos estéticos são essenciais para preservar o valor histórico e visual dos artefactos.

Além das manchas, os microrganismos podem formar biofilmes que alteram a textura e a aparência dos materiais patrimoniais. O estudo *Linking Ornamental Stone Discoloration to its Biocolonisation State* (Relacionando descoloração de rochas ornamentais com o estado de biocolonização), de L. Dias *et al.* (2020), examina a relação entre a descoloração de pedras ornamentais, em particular a rocha calcário “azul”, e a colonização microbiana que contribui para o

FIGURA 9 | Determinação dos parâmetros de rugosidade superficial em placas de pedra no controlo em t=0d (a) e t=15d (b), utilizando o *software 3D Roughness Reconstruction*. O valor médio e o desvio padrão foram calculados após 15 medições. FONTE: DIAS ET AL., 2021.



Ra(nm)	Rz(nm)
231.8 ± 30.5	1081.3 ± 163.25



Ra(nm)	Rz(nm)
451.2 ± 20.2	2393 ± 221.6

processo de biodeterioração. O estudo concentra-se na análise da alteração estética e estrutural dessas pedras quando expostas à ação de microrganismos e outros fatores ambientais. Durante o ensaio simulado de 180 dias, o estudo mostrou que as amostras de calcário inoculadas com misturas de bactérias e fungos exibiram uma descoloração mais intensa em comparação com amostras não inoculadas. As amostras inoculadas com uma mistura de ambos os tipos de microrganismos (bactérias e fungos) apresentaram os maiores níveis de descoloração, evidenciando o papel crucial dos biofilmes na alteração da cor das pedras. Além da descoloração, a ação dos microrganismos também promoveu mudanças significativas na textura e rugosidade das pedras. A atividade biológica, em particular a ação de microrganismos filamentosos como fungos, contribuiu para a degradação da matriz mineral das pedras, criando microcavidades e aumentando a rugosidade superficial. Essas alterações tornam as pedras mais suscetíveis à colonização adicional por microrganismos, gerando um ciclo contínuo de deterioração.

As micrografias obtidas por Microscopia Eletrónica de Varrimento (SEM) revelaram o desenvolvimento progressivo de comunidades microbianas na superfície das pedras, acompanhadas pela formação de cristais de gesso, resultantes da meteorização natural do calcário. Essa meteorização, que ocorre devido à presença de minerais sulfídricos, gera uma solução ácida que dissolve

os carbonatos na superfície da pedra, facilitando a penetração e ancoragem dos microrganismos.

EFEITOS ESTRUTURAIS

Tal como referido anteriormente, os microrganismos também podem causar danos estruturais, levando à fragilização e eventual colapso de estruturas históricas. A atividade microbiana pode degradar materiais de construção, como pedra, madeira e argamassa, comprometendo a integridade estrutural dos edifícios patrimoniais. A sua atividade é particularmente nociva para bens móveis que possuem frequentemente materiais orgânicos como proteínas, polissacarídeos, óleos secativos, resinas vegetais e ceras que fornecem nichos ecológicos que favorecem o crescimento de microrganismos, tais como pinturas, têxteis, papel e pergaminho ou outros materiais de origem biológica.

No estudo intitulado *Biodeterioration in Art: a case study of Munch's paintings* (biodeterioração na Arte: o caso das pinturas de Munch), de C. Salvador *et al.* (2022), examina-se o impacto dos microrganismos na degradação de obras de arte, focando-se em pinturas de Edvard Munch que apresentam alterações estéticas e estruturais com particular incidência na formação de eflorescências salinas e destacamento de camada cromática. O estudo analisa as comunidades microbianas que colonizam as superfícies dos esboços monumentais que Edvard Munch realizou para a Aula

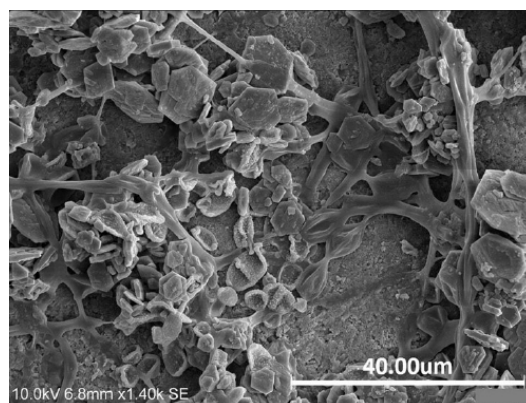
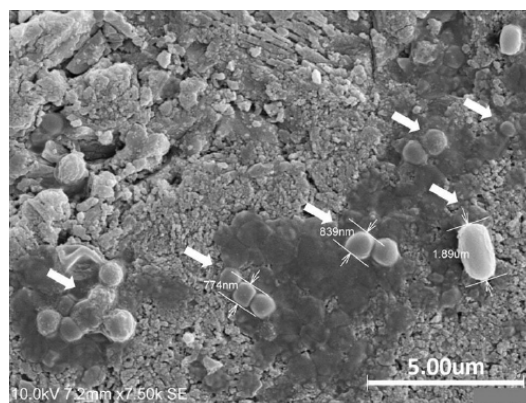
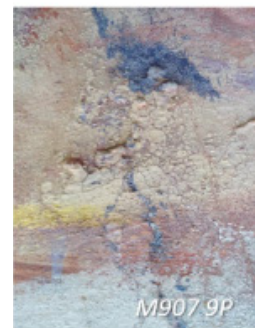


FIGURA 10 | Micrografias de SEM nas placas de pedra em $t=180d$ que indicam a presença de bactérias, hifas de fungos filamentosos e esporos proliferando ao redor dos cristais de calcita e gesso. FONTE: (DIAS ET AL., 2020).

FIGURA 11 | Pintura Alma Mater (M907) de Edvard Munch e destaque de patologias
FONTE: SALVADOR ET AL., 2022.



Magna da Universidade de Oslo entre 1909 e 1916 e a relação entre a presença de determinados microrganismos e os processos de deterioração. Estas obras, que estão no inventário do Museu Munch, foram expostas a elementos climáticos severos e inadequadamente armazenadas, o que resultou em grandes alterações cromáticas e estruturais.

A investigação focou-se na análise das comunidades microbianas e dos materiais orgânicos presentes nas camadas de tinta. Para identificação de aglutinantes proteicos foram realizados ensaios imunológicos (ELISA) tendo sido identificada a presença de caseína como o aglutinante usado por Munch nestas pinturas.

Para caracterizar as comunidades microbianas presentes nas pinturas, foi extraído e sequenciado DNA metagenômico, permitindo a identificação de microrganismos sem a necessidade de isolamento prévio. Os resultados mostraram que as comunidades bacterianas presentes nas pinturas pertencem maioritariamente aos filos Proteobacteria e Firmicutes, com géneros predominantes como *Paenibacillus*, *Reyranella*, *Phenylobacterium*, *Caulobacter* e *Sphingomonas*.

Algumas estirpes de bactérias isoladas, como as pertencentes ao género *Micrococcus*, mostraram atividade proteolítica significativa. Esses microrganismos têm a capacidade de degradar proteínas presentes nas camadas de tinta, o que contribui para a degradação estética e estrutural das obras.

Finalmente, para compreender melhor os efeitos das bactérias sobre os materiais usados por Munch, foram criados modelos de pintura que replicam as técnicas do artista, utilizando caseína como aglutinante e os pigmentos azul ultramarino e amarelo de crómio. As bactérias foram inoculadas nesses modelos e os resultados mostraram que as estirpes de *Micrococcus* causaram degradação significativa, especialmente nos modelos com caseína e pigmentos de azul ultramarino.

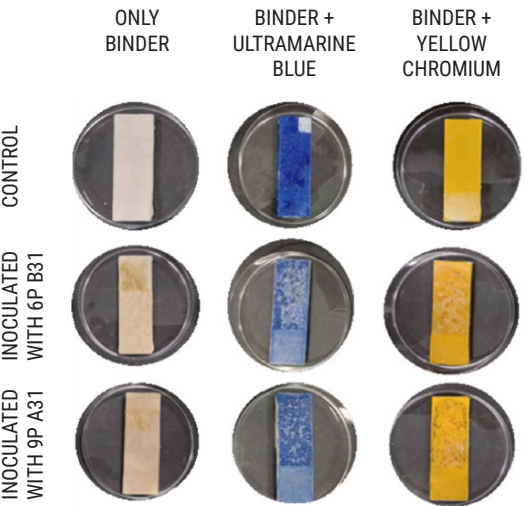


FIGURA 12 | Registo dos sinais de alteração de um conjunto de modelos de pintura de caseína comercial sem pigmento, com azul ultramarino e com pigmento amarelo de crómio, após a inoculação e incubação com as estirpes bacterianas CCLBH-6PB31 (*Micrococcus* sp.2) e CCLBH-9PA31 (*Micrococcus* sp.3), em comparação com um grupo de controlo. FONTE: SALVADOR, 2022.

SOLUÇÕES BIOTECNOLÓGICAS PARA A CONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO

As estratégias de biocontrolo envolvem a utilização de organismos benéficos para combater microrganismos deteriorantes. Estas abordagens são geralmente mais sustentáveis e menos prejudiciais ao meio ambiente em comparação com os biocidas químicos tradicionais. Por exemplo, o uso de biocidas naturais em superfícies históricas demonstrou a sua eficácia e sustentabilidade. Os biocidas naturais, como os derivados de plantas ou metabólitos secundários de origem microbiana, são compostos bioativos que têm propriedades antimicrobianas. Estes compostos podem ser aplicados em superfícies patrimoniais para controlar a colonização microbiana sem causar danos aos materiais ou ao meio ambiente (Macedo-Arantes *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2018).

No estudo *Essential oils of Portuguese flavouring plants: potential as green biocides in cultural heritage* (óleos essenciais de plantas aromáticas portuguesas: potencial como biocidas ecológicos no património cultural), de Macedo-Arantes *et al.* (2021), os autores exploraram a utilização de extratos vegetais como biocidas naturais para combater microrganismos em superfícies de pedra. Os resultados mostraram que os extratos foram eficazes na redução da colonização microbiana, sem causar danos aos materiais tratados.

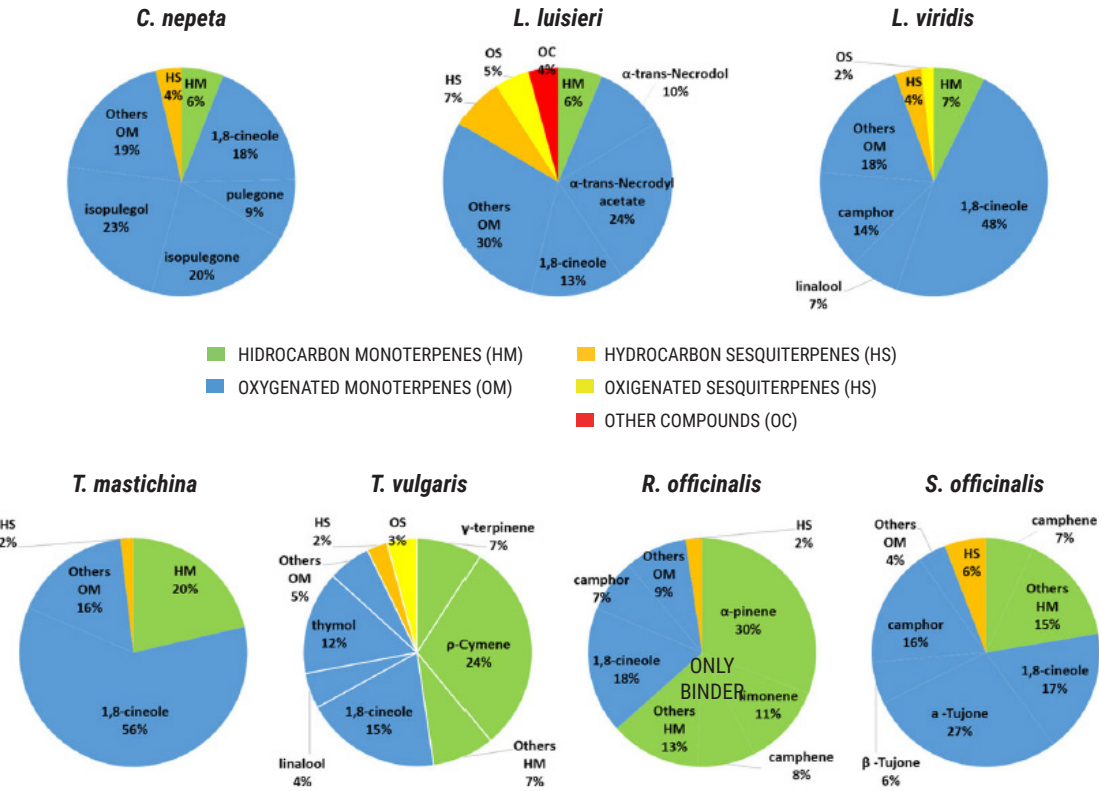
Sete Óleos Essenciais (OEs) de plantas aromáticas portuguesas foram selecionados e testados pela sua eficácia antimicrobiana. O estudo demonstrou que os OEs de *Lavandula luisieri* e *Calamintha nepeta* exibem amplo espectro antimicrobiano, sendo eficazes contra fungos biodeteriorogénicos como *Aspergillus niger*, *Cladosporium spp.*, *Penicillium spp.*, leveduras como *Rhodotorula sp.* e bactérias como *Arthrobacter sp.*

Os OEs foram analisados quanto à sua composição química através de cromatografia gasosa, que revelou que são predominantemente compostos por monoterpenos e sesquiterpenos, ambos conhecidos pelo seu potencial antimicrobiano.

Para superar o problema da volatilidade, o estudo explorou a encapsulação dos OEs em -ciclodextrina, o que permitiu um controlo gradual da sua libertação, prolongando o efeito antimicrobiano e reduzindo o impacto direto nos materiais patrimoniais. Os ensaios antimicrobianos mostraram que os OEs encapsulados, especialmente de *Thymus vulgaris*, mantiveram a sua eficácia contra microrganismos biodeteriorogénicos, como *Fusarium oxysporum* e *Penicillium brevicompactum*.

A eficiência de encapsulamento dos OEs ultrapassou os 50%, sugerindo que essa técnica é promissora para mitigar a volatilidade dos óleos e proporcionar uma solução ecológica para a conservação do património.

FIGURA 13 | Composição química dos óleos essenciais.
FONTE: MACEDO-ARANTES ET AL., 2021.



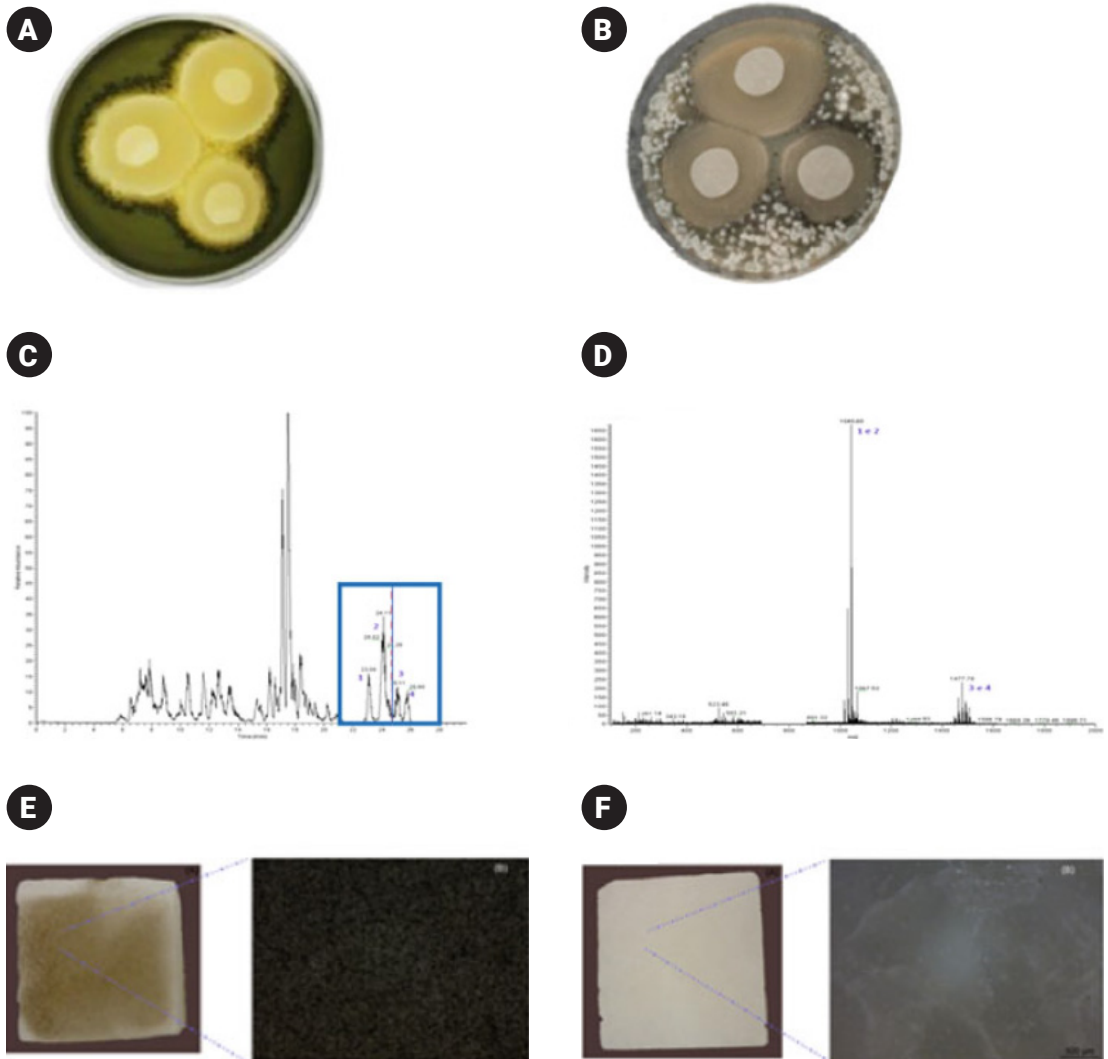
Este estudo demonstra o potencial dos biocidas naturais como uma alternativa viável e sustentável aos biocidas químicos sintéticos dado o seu potencial antimicrobiano, baixa toxicidade e biodegradabilidade.

No artigo de A. T. Caldeira intitulado “Green Mitigation Strategy for Cultural Heritage Using Bacterial Biocides” (estratégia de mitigação ecológica para o património cultural usando biocidas bacterianos) (Rosado; Silva; Caldeira, 2021) abordam-se estratégias inovadoras e sustentáveis para mitigar a biodeterioração de materiais do património cultural, com foco específico no uso de biocidas bacterianos.

Este estudo propõe o uso de biocidas bacterianos derivados de espécies do género *Bacillus*, designadamente *Bacillus subtilis* e *Bacillus amyloliquefaciens*, que produzem metabolitos secundários com propriedades antimicrobianas. Estas bactérias são capazes de sintetizar uma variedade de lipopeptídeos antimicrobianos, como a surfactina, iturina e fengicina, conhecidos pela sua capacidade de inibir o crescimento de fungos. Além disso, esses compostos apresentam baixa toxicidade, são biodegradáveis e atuam de forma ecologicamente amigável. O modo de ação desses lipopeptídeos geralmente envolve a desestabilização da membrana celular dos microrganismos-alvo,

FIGURA 14 | Inibição de biocida lipopeptídico contra *Penicillium* sp. (a) e *Cladosporium* sp. (b). Cromatograma da amostra de meio de cultura de *Bacillus* sp. (c) com espectros de massa dos picos de lipopeptídeos 1-4 (d) e compostos bioativos aplicados em amostras de mármore (e e f). Após a esterilização, as placas de mármore foram inoculadas com uma mistura composta de 1 mL de suspensão de esporos de *Penicillium* 105 UFC/mL, 500 μ L de extrato de malte e 500 μ L de água esterilizada (e) ou 500 μ L de sobrenadante de cultura líquida de *Bacillus* sp. CCLBH 1053, que continha os compostos bioativos produzidos (f).

FONTE: ROSADO; SILVA; CALDEIRA, 2021.



levando à sua morte. Esse mecanismo torna difícil o desenvolvimento de resistência por parte dos microrganismos, o que representa uma grande vantagem em relação aos biocidas químicos.

No artigo descreve-se o desenvolvimento de metodologias para a produção de biocidas a partir de culturas de *Bacillus amyloliquefaciens*, destacando que esses biocidas são particularmente eficazes contra fungos filamentosos. Os compostos produzidos por essas bactérias foram testados em amostras de mármore inoculadas com fungos como *Penicillium* e *Cladosporium*, mostrando resultados promissores com halos de inibição maiores do que os observados com produtos comerciais.

Como resultado desta investigação foi criada uma linha desenvolvimento de biocidas no Laboratório HERCULES que se designou de BEVOTECH (*Biocide EVOrA TECHnology*) tendo uma das soluções desenvolvidas sido utilizada posteriormente com sucesso na intervenção de conservação e restauro no templo romano da Cidade de Évora.

CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

Este artigo de revisão destacou as principais metodologias e soluções biotecnológicas utilizadas na caracterização e estudo de microrganismos

em contextos patrimoniais desenvolvidas pelo Laboratório HERCULES. As metodologias de sequenciação de DNA, e técnicas de microscopia e microanálise avançadas foram identificadas como ferramentas essenciais para a deteção e estudo detalhado das comunidades microbianas. Estas técnicas fornecem informações fundamentais sobre a diversidade, funções e interações dos microrganismos, informando estratégias de conservação mais eficazes.

As soluções biotecnológicas, incluindo estratégias de biocontrolo e aplicações de biotecnologia verde, mostraram-se eficazes e sustentáveis na mitigação dos efeitos nocivos dos microrganismos no património cultural. As estratégias de biocontrolo utilizam organismos benéficos para controlar microrganismos deteriorogénicos, oferecendo uma alternativa inovadora e ecológica aos biocidas químicos tradicionais para a conservação do património, como demonstrado nos estudos de casos analisados.

A investigação realizada aponta vários desafios e lacunas no conhecimento que necessitam de ser abordadas e aprofundadas, designadamente a compreensão das interações microbianas em diferentes tipos de materiais patrimoniais e o desenvolvimento de novos biocidas naturais. A necessidade de novos desenvolvimentos e inovações é crucial para melhorar a eficácia das abordagens atuais e garantir a conservação sustentável do património cultural. A longo prazo, as soluções biotecnológicas

têm o potencial de revolucionar a conservação do património, proporcionando métodos eficazes e sustentáveis para proteger e preservar a nossa herança cultural. O desenvolvimento contínuo de inovações biotecnológicas e a implementação de práticas sustentáveis são fundamentais para garantir que o património cultural seja preservado para as gerações futuras. A combinação de diferentes técnicas de caracterização e mitigação pode fornecer uma visão holística dos problemas e permitir o desenvolvimento de soluções mais eficazes. Além disso, a implementação de estratégias integradas e multidisciplinares é essencial para enfrentar os desafios complexos da conservação do património. A colaboração entre cientistas, conservadores e curadores é crucial para promover a inovação e a sustentabilidade na conservação do património cultural.

REFERÊNCIAS

- ADDESSO, R. *et al.* A multidisciplinary approach to the comparison of three contrasting treatments on both lampenflora community and underlying rock surfaces. *International Biodeterioration & Biodegradation*, v. 162, 2021, p. 105273.
- CALDEIRA, A. T. *et al.* Micro-organismos e Património — novas abordagens. *Magazine SPM*, n. 4, p. 10.03, 2015.
- CALDEIRA, A. T. *et al.* On the biodiversity and biodegenerative activity of microbial communities present in the hypogenic environment of the Escoural Cave, Alentejo, Portugal. *Coatings*, v. 11, n. 2, 2021, p. 1-17.
- DIAS, L. *et al.* Assessing aesthetic and structural deterioration in historic monuments. *Journal of Cultural Heritage*, v. 69, 2021, p. 150-165.
- DIAS, L. *et al.* Linking ornamental stone discoloration to its biocolonisation state. *Building and Environment*, v. 169, 2020, p. 106597.
- MACEDO-ARANTES, C. *et al.* Essential oils of Portuguese flavouring plants: potential as green biocides in cultural heritage. *The European Physical Journal Plus*, v. 136, 2021, p. 1106.

- MACEDO-ARANTES, C.; SILVA, M.; CALDEIRA, A. T. *Natural extracts as sustainable biocides for cultural heritage conservation*. The European Physical Journal Plus, v. 136, n. 5, 2021, p. 555.
- MACEDO-ARANTES, C.; SILVA, M.; CALDEIRA, A. T. *Sustainable biocides for heritage conservation*. The European Physical Journal Plus, v. 136, n. 5, 2021, p. 555.
- PINHEIRO, C. *et al.* *Purple biodeterioration in parchment: a case study in the Alcobaça Monastery collection*. Microbial Ecology, v. 79, n. 3, 2020, p. 567-578.
- ROSADO, T. *et al.* *A first insight on the biodegradation of limestone: the case of the World Heritage Convent of Christ*. Applied Physics A: Materials Science and Processing, v. 122, n. 12, 2016, p. 1012.
- ROSADO, T. *et al.* *Material characterization and biodegradation assessment of mural paintings: renaissance frescoes from Santo Aleixo Church, Southern Portugal*. International Journal of Architectural Heritage, v. 8, n. 6, 2014, p. 835-852.
- ROSADO, T. *et al.* *Pink! Why not? On the unusual colour of Évora Cathedral*. International Biodeterioration & Biodegradation, v. 94, 2014a, p. 121-127.
- ROSADO, T. *et al.* *Understanding the influence of microbial contamination on colour alteration of pigments used in wall paintings — The case of red and yellow ochres and ultramarine blue*. Color Research and Application, v. 44, n. 5, 2019, p. 783-789.
- ROSADO, T.; SILVA, M.; CALDEIRA, A. T. *Green mitigation strategy for cultural heritage*. Environmental Science and Technology, v. 56, n. 7, 2022, p. 4056-4064.
- SALVADOR, C. *et al.* *Biodeterioration in art: a case study of Munch's paintings*. European Physical Journal Plus, v. 137, n. 1, 2022, p. 11.
- SILVA, I. *et al.* *Microbial induced stone discoloration in Alcobaça Monastery: a comprehensive study*. Journal of Cultural Heritage, v. 67, 2024, p. 248-257.
- SILVA, M. *et al.* *Green bioactive compounds: mitigation strategies for cultural heritage*. Heritage Science, v. 8, n. 1, 2020, p. 47-59.
- SILVA, M. *et al.* *Production of antagonistic compounds by Bacillus sp. with antifungal activity against heritage contaminating fungi*. Coatings, v. 8, n. 4, 2018, p. 123.

Possibilidades metodológicas no âmbito da Ciência do Patrimônio aplicadas ao acervo arquitetônico da Fiocruz

HUGO MARLON DA SILVA NASCIMENTO

Casa de Oswaldo Cruz (Fiocruz)

TAYLON ALMEIDA DA SILVA SOARES

Casa de Oswaldo Cruz (Fiocruz)

ELISABETE EDELVITA CHAVES DA SILVA

Casa de Oswaldo Cruz (Fiocruz)

INTRODUÇÃO

A Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) possui um patrimônio arquitetônico, urbanístico, arqueológico e paisagístico de valor cultural, científico e tecnológico que se amálgama ao campo da saúde pública.

O primeiro conjunto de edificações, hoje denominado como Conjunto Eclético, foi construído nas primeiras décadas do século XX no *campus* Fiocruz Manguinhos, no Rio de Janeiro, e teve como arquiteto Luís Moraes Jr. (1868-1955), orientado pelo médico sanitariaista Oswaldo Cruz.

Como reconhecimento dos seus valores artísticos e históricos, parte desse conjunto de edificações que constituem o Núcleo Arquitetônico e Histórico de Manguinhos (NAHM), foi tombado em 29/01/1981 pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), sob o número de processo 1037 — T-80, no Livro de Belas Artes e no Livro Histórico. O pedido de tombamento do conjunto arquitetônico de Manguinhos foi elaborado pelo museólogo Luiz Fernando Fernandes, e solicitado pelo presidente da Fiocruz àquela época. O tombamento abrangeu o Pavilhão Mourisco (1905-1918), então denominado “Edifício Central”, o Pavilhão do Relógio (1904-1905) e a Cavalaria (1904).

Há também as edificações do Conjunto Modernista, construídas a partir da década de 1940, onde se destacam o Pavilhão Arthur Neiva e o Pavilhão Carlos Augusto da Silva, de autoria do arquiteto Jorge

MÉTODOS DE ANÁLISE PARA A CONSERVAÇÃO

FIGURA 1 | Mapa de localização e ocupação da área de preservação e amortecimento.

FONTE: FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. SAÚDE, CIÊNCIA E CULTURA EM MANGUINHOS. SOLICITAÇÃO DE INCLUSÃO NA LISTA INDICATIVA BRASILEIRA AO PATRIMÔNIO MUNDIAL. RIO DE JANEIRO (2024).

LEGENDA

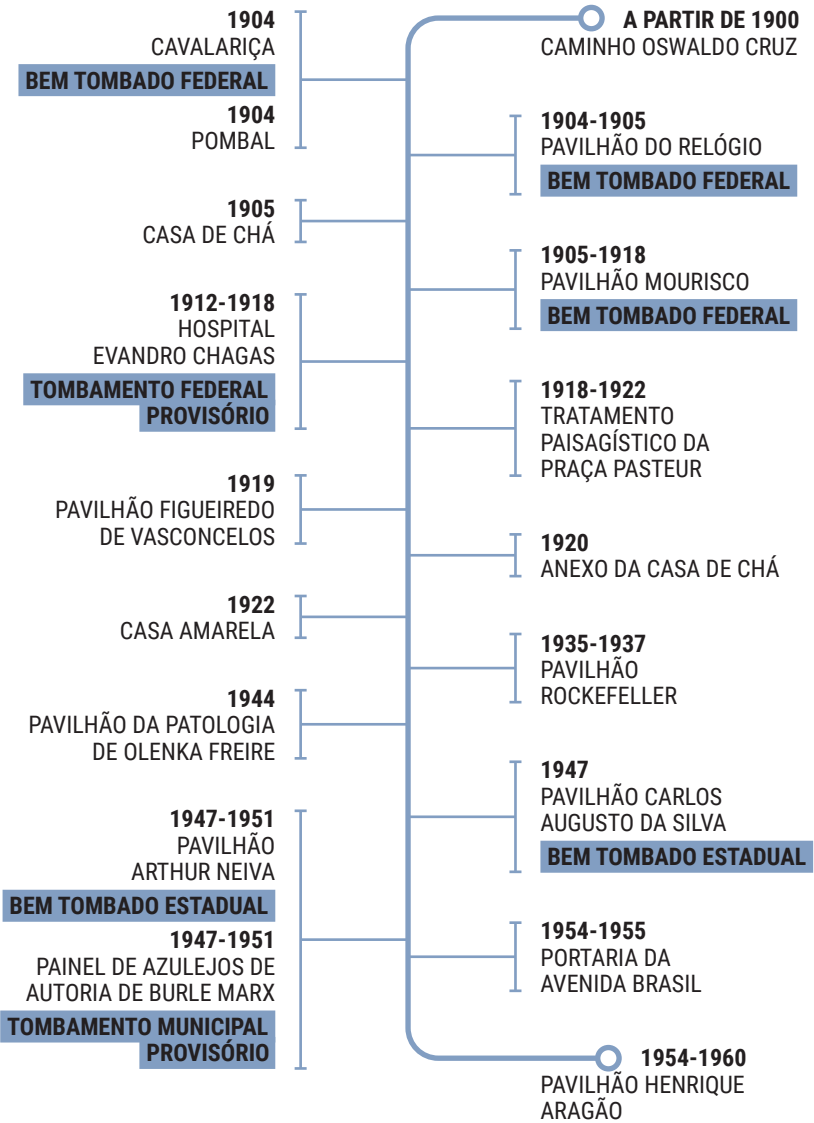


Ferreira, acautelados em nível estadual pelo Instituto Estadual de Patrimônio Cultural (INEPAC), em 2001, e o monumental painel de azulejos de autoria de Burle Marx, localizado no Pavilhão Arthur Neiva e protegido em nível municipal pelo Instituto Rio Patrimônio da Humanidade (IRPH), em 2009, dentre outras edificações históricas.

Acima, podemos observar a Figura 1 indicando a delimitação da área do *Campus Manguinhos* e Expansão, no Rio de Janeiro.

A Figura 2 (a seguir) apresenta uma linha do tempo contendo o ano de construção e identifica o tombamento das principais edificações dispostas em Manguinhos.

FIGURA 2 | Linha
do tempo da
Construção das
Principais Edificações
Históricas do Campus
Manguinhos.
FONTE: AUTORES (2024).



Em 1987, na gestão do médico sanitarista Sérgio Arouca, foi criada a Casa de Oswaldo Cruz (COC), unidade da Fiocruz responsável pela preservação e valorização dos acervos de valor cultural da Fiocruz. A “Política de Preservação de Acervos Culturais das Ciências e da Saúde”¹, publicada pela COC em 2013, contém as bases estruturantes para a conservação dos acervos, uma vez que estabelece as diretrizes para a gestão do patrimônio da Fiocruz, e subsidia a criação de redes, com vistas a direcionar as pesquisas e práticas relativas a questões basilares como a conservação preventiva, o gerenciamento de riscos, a conservação integrada e a preservação sustentável.

Desde a criação da COC, a unidade tem desenvolvido pesquisas sobre o patrimônio cultural da Fiocruz. As investigações ao longo dos anos foram desenvolvidas pelo DPH criado em 1989², e realizadas também por meio de parcerias como o Laboratório Interdisciplinar de Materiais Avançados (LIMAV/UNIFEI), Núcleo de Tecnologia de Preservação do Patrimônio (NTPR/UFBA), Laboratório de Ciência da Conservação (LACICOR/UFMG), Laboratório de Instrumentação Nuclear (LIN/UFRJ), Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), Laboratório Hercules/Universidade de Évora³, entre outras instituições. Essas atividades e parcerias revelaram a necessidade da criação de uma infraestrutura própria para as pesquisas relacionadas à Ciência do Patrimônio, que começa

a ser pensada em 2015 através do projeto do Laboratório de Conservação Preventiva (LaCoP), que está vinculado ao DPH e possui como missão:

Fornecer subsídios para o desenvolvimento de pesquisas científicas e estudos de métodos e técnicas de conservação curativa, preventiva e de restauração das edificações de valor histórico e científico da Fiocruz, funcionando como um espaço de compartilhamento de saberes e ações de educação formal e não formal (Fiocruz, 2022, p. 19).

O LaCoP está sendo instalado no Pavilhão Mourisco, e sua infraestrutura será utilizada para além das atividades de pesquisa sobre edificações históricas, no âmbito da Educação Museal, patrimonial e de apoio aos cursos do Programa de Pós-Graduação em Gestão do Patrimônio Cultural das Ciências e da Saúde (PPGPAT) da COC.

O LaCoP também está inserido na Rede de Laboratórios da Fiocruz, criada em 2019 com o intuito de “articular diferentes equipes e infraestruturas que possam contribuir para as ações de conservação e restauração dos acervos científicos e culturais da Fiocruz” (Fiocruz, 2022, p. 6). Atualmente, participam da Rede os laboratórios da COC, do Instituto Oswaldo Cruz (IOC), do Instituto de Comunicação e Informação Científica e Inovação Tecnológica em Saúde (ICICT), e do Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde (INCQS).

Desde que se iniciou o projeto de criação do LaCoP, os especialistas do DPH têm tido maiores possibilidades de desenvolver pesquisas no âmbito da Ciência do Patrimônio, por meio do PIDI, com destaque para os estudos sobre, argamassas e estuques do painel de azulejos policromáticos do 3º pavimento do Pavilhão Mourisco (caracterização, indicação de traço e aplicação), argamassas e estuques das fachadas do Pavilhão Mourisco (caracterização e indicação de processos de degradação), painel metálico do forro do beiral do Pavilhão do Relógio (caracterização, identificação de processos de degradação e indicação de processos de restauração), definição de protocolos de uso e gestão do LaCoP. Alguns destes resultados foram apresentados em 2023 no II Seminário Internacional de Valorização do Patrimônio Cultural: Tecnologias Aplicadas à Conservação Preventiva e outros serão apresentados neste artigo.

MÉTODOS E TÉCNICAS NO ÂMBITO DA CIÊNCIA DO PATRIMÔNIO

O acervo arquitetônico da Fiocruz é formado por bens materiais, constituídos pela agregação de elementos simples ou compostos, e a produção, deterioração e preservação dessas materialidades envolvem fenômenos e conceitos químicos, físicos, biológicos, geológicos, históricos, sociais, entre outros. Desse modo, os materiais constituintes

dos bens, a feitura, o uso ou desuso, o armazenamento e cruzamento dos dados relacionados aos processos de concepção, conservação e restauro, podem fornecer informações para evidenciar um cenário no qual os especialistas envolvidos na gestão da conservação poderão investigar e elaborar um conjunto de práticas adequadas a cada materialidade, e a integração entre elas, como será abordado nesse artigo, em especial as caracterizações físico-químicas.

A Ciência do Patrimônio abrange uma série de campos e áreas do saber das ciências humanas (museologia, sociologia, antropologia, arqueologia, história, geografia) e as ciências naturais (biologia, química, física, geologia, entre outras). Gonçalves e Souza esclarecem que:

Em 2006, o comitê de ciência e tecnologia do parlamento britânico propôs um novo termo para denominar um campo científico mais amplo, que inclui e configura uma extensão da Ciência da Conservação: a Ciência do Patrimônio (Heritage Science). Estariam aí contidos todos os aspectos da pesquisa realizada pelos cientistas da conservação, realizada em instituições museais, universidades e institutos de pesquisa, abrangendo não somente os aspectos físicos e materiais que dão suporte à Conservação-Restauração, mas também o acesso, registro e interpretação do Patrimônio Cultural (Gonçalves, W. B; Souza, L. A. C., p. 90, 2014).

Uma das questões a serem colocadas nos estudos da Ciência do Patrimônio é a metodologia de pesquisa adequada que é, na verdade, uma questão dinâmica e que depende de alguns fatores. O que é necessário identificar? Quais materiais estão sendo estudados? Quais equipamentos e infraestrutura estão disponíveis?

Na literatura existe uma vasta indicação de metodologias para estudos de materiais de interesse histórico-cultural, geralmente com a utilização de estudos analíticos bem difundidos. A definição dos equipamentos a serem utilizados e como eles se complementam é justamente a definição da metodologia, que deve ser definida caso a caso. Algumas técnicas são de uso recorrente, como difração de raio x (DRX), fluorescência de raio x (FRX), microscopia, termogravimetria (TG), infravermelho, entre outras. Sendo possível também utilizar técnicas menos comuns à Ciência do Patrimônio, como microscopia de força atômica, impedância e microtomografia. A utilização destas técnicas dependem de um entendimento da real necessidade de sua aplicação, voltando a uma pergunta básica sobre qual informação estamos buscando.

Para estudos de argamassas históricas, Kanan (2008) apresenta, entre as técnicas mais difundidas, a análise petrográfica através de microscopia de luz polarizada, a microscopia eletrônica de varredura, a difração de raio x, a cromatografia de íons, Infravermelho por transformada de Fourier, fluorescência de raio x, porosimetria e análise

térmica. Corroborando com essa ideia, Japiassú (2014) afirma que, a partir da análise em conjunto de resultados deste tipo de medidas, é possível determinar com maior precisão o traço e as características dos materiais utilizados na produção das argamassas históricas.

Nascimento *et al.* (2009) indica o uso da técnica de difração de raios x para análise mineralógica, capaz de identificar fases cristalográficas que podem ajudar a identificar agregados e aglomerantes.

A fluorescência de raios x é uma técnica de caracterização amplamente difundida, capaz de indicar qualitativa e quantitativamente os elementos presentes em materiais.

Para maior assertividade é necessário a utilização de técnicas complementares, a exemplo da espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FT-IR) que indica as ligações químicas presentes nos materiais analisados, podendo confirmar a presença de determinados materiais e capaz de indicar a presença de ligações químicas relacionadas a materiais orgânicos, como aditivos poliméricos, resinas naturais, óleos etc. Silva (2018) afirma que a espectroscopia Raman também é indicada para análises de materiais para identificação de moléculas orgânicas e inorgânicas. Podendo ser utilizado para o ensaio de amostras pequenas e irregulares.

Kanan (2008) afirma que a técnica de microscopia eletrônica de varredura equipada com

sistema de escaneamento por dispersão de energia (MEV-EDS) é capaz de demonstrar a microestrutura das amostras e fazer uma indicação qualitativa e semiquantitativa dos elementos químicos que compõem o material analisado.

Com esta técnica é possível obter, por exemplo, imagens de morfologia e da distribuição da composição elementar, o que é muito importante para o diagnóstico das causas de degradação, no controle da eficácia dos tratamentos de limpeza, de consolidação e de proteção aplicados. Para além disso, no MEV/EDS é possível fazer-se a análise química das zonas em observação, o que permite determinar a composição do ligante, dos agregados e a identificação de compostos de neoformação ou de degradação (Silva, 2019. p. 147).

A microscopia óptica é empregada para examinar a macroestrutura dos materiais, enquanto a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) permite um estudo detalhado da microestrutura em nível microscópico. Essas técnicas combinadas fornecem uma análise abrangente das características dos materiais, auxiliando na compreensão de sua composição e propriedades (Lopez-Arce, P.; Garcia-Guinea, J., 2005).

Silva (2018) também afirma que para análise de compostos orgânicos as técnicas mais empregadas são FTIR, RAMAN e a Cromatografia Gasosa. Especialmente úteis para identificar óleos, ceras,

resinas, pigmentos, corantes e ligantes orgânicos. A Cromatografia Gasosa também é utilizada para identificação de microrganismos, tais como fungos, musgos e outros.

A termogravimetria Simultânea a Análise Térmica Diferencial (TG/DTA) permite a caracterização de compostos em quantidades vestigiais e, em complemento com o DRX, a quantificação do teor de ligante; em complemento com a análise química possibilita a determinação do traço das argamassas.

Scrivener (2018), afirma que a Microscopia de Força Atômica (MFA) é uma das técnicas de microscopia mais promissoras para a avaliação da estrutura dos materiais cimentícios. Uma técnica relativamente nova, e com grande potencial para estudos de materiais de interesse histórico-cultural.

No contexto científico, tem sido de suma importância o aparecimento de técnicas de análise aprimoradas que permitiram compreender melhor a estrutura interna dos materiais, como os microscópios de varredura por sonda (SPM, do inglês scanning probe microscope), que são equipamentos que não empregam um feixe de elétrons na análise e sim utilizam uma ponteira que varre a amostra. Dentre essas técnicas de varredura por sonda está a microscopia de força atômica – MFA (do inglês, atomic force microscopy – AFM), criada em 1986, a qual é capaz de realizar análises em escala atômica (Cascudo, 2018. p. 03).

Testes físicos, como densidade aparente, teor de umidade, absorção de água atmosférica por 24 horas, porosidade e teste de resistência à compressão, são capazes de fornecer informações importantes quanto às propriedades mecânicas dos materiais. A densidade aparente, por exemplo, pode indicar solidez e compactação. A taxa de absorção de água, por sua vez, reflete a capacidade em absorver água e sua permeabilidade, enquanto a porosidade é um indicador relevante para avaliar o estado dos poros internos das amostras. Esses três parâmetros são comumente utilizados para avaliar a qualidade dos materiais e, em certa medida, podem oferecer *insights* sobre as condições do estado de conservação dos materiais históricos (Ma, S. *et al.*, 2022).

As técnicas apresentadas acima têm sido utilizadas nas pesquisas desenvolvidas pelos especialistas do DPH/COC e a definição das técnicas a serem utilizadas em cada caso faz parte do trabalho que vem sendo desenvolvido. Dependendo dos problemas a serem estudados, dos resultados e da disponibilidade de equipamentos, é possível a confirmação da assertividade da metodologia ou a necessidade de complementação por outras técnicas.

PROTOCOLO DE PESQUISA PARA MATERIAIS CIMENTÍCIOS

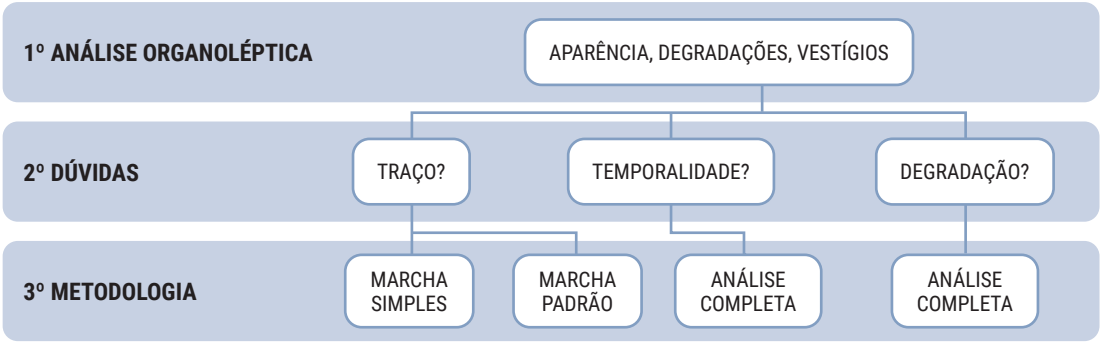
Em instituições onde há um histórico de pesquisa e, principalmente, que possuam bem definidas as demandas e possibilidades junto ao corpo técnico e parceiros, é possível elaborar uma proposta de protocolo com orientações sobre os procedimentos e técnicas adequadas para as diversas materialidades que compõem o patrimônio edificado.

Nesse sentido, foi proposto um protocolo de pesquisa para argamassas e estuques que busca promover instruções de coleta, preparação e procedimentos de acordo com os problemas de conservação e restauro, sendo esse protocolo um documento que deverá ser atualizado ou adaptado a partir das experiências realizadas e de debates técnicos.

O protocolo propõe a utilização de técnicas de análise físico-químicas complementadas com análises de microscopia e ensaios físicos para caracterização de materiais cimentícios, em especial argamassas e estuques. As medidas propostas seguiram indicações de ampla base bibliográfica, principalmente as de instituições com grande lastro acadêmico e experiência na área de Ciência do Patrimônio.

Após a reflexão das necessidades do DPH, foi indicado um fluxograma das atividades e possibilidades de ensaios (Figura 3) a ser seguido nos próximos trabalhos e pesquisas com argamassas

FIGURA 3 | Fluxograma da Metodologia Indicada para análise de argamassas e estuques.
FONTE: AUTORES (2022).



e estuques. As técnicas são complementares e a falta de uma pode causar incerteza das informações e dos resultados quando aplicados.

Embora pareça uma questão simples e intuitiva, a análise organoléptica se trata de uma abordagem complexa, que vai além de observação, é necessário a aplicação de recursos técnicos e gráficos avançados, como a utilização de drones para compor uma possível fotogrametria, registro gráfico por câmeras termográficas, luz UV, entre outras técnicas. Sendo também necessário o registro e análise de resultados destas imagens. Com estes estudos é possível verificar vestígios e indícios de processos aparentes de lixiviação, biodeterioração, intervenções, ou outras formas de deterioração. Além de possibilidades de informações históricas como ações de conservação e restauração anteriores e até mesmo verificar se a temporalidade é uma questão relevante. Através de uma análise organoléptica adequada é possível estabelecer quais informações serão almejadas e, assim, determinar uma marcha de técnicas analíticas.

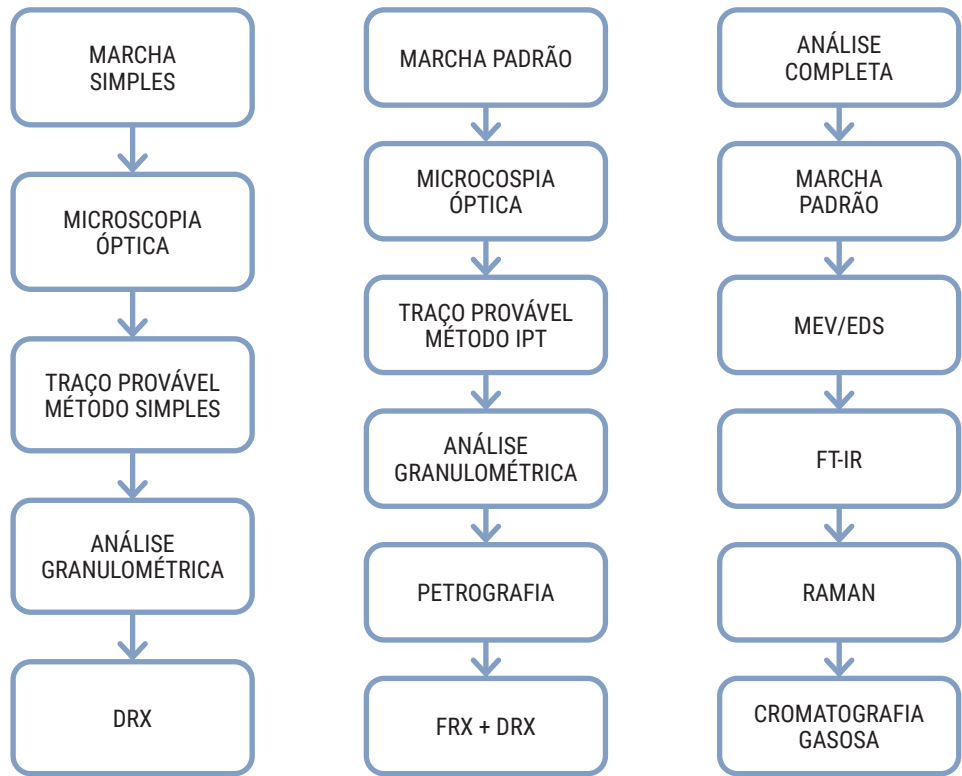
As marchas indicadas como metodologias estão apresentadas na Figura 4, que apontam quais ensaios e técnicas deverão ser aplicados,

dependendo das informações desejadas. Por exemplo, busca-se obter informações sobre um traço provável? É necessário ou relevante entender a temporalidade do material? Existe algum processo de degradação que precisa ser confirmado? A partir da compressão das informações obtidas na pesquisa, é possível definir quais análises deverão ser utilizadas, entendendo ainda que técnicas adicionais poderão ser necessárias.

As técnicas de caracterização necessitam de estudo prévio dos materiais a serem investigados para possibilitar a interpretação dos dados. Os componentes utilizados na preparação das argamassas podem apresentar uma ampla gama de elementos e fases cristalográficas e para interpretação dos resultados é necessário que se organize os constituintes comuns a estas materialidades.

A argamassa é um material composto por um aglomerante misturado à água e a um material inerte, normalmente denominado agregado (Ribeiro, 2021). Essa definição tem algumas limitações conceituais, podendo existir argamassa especiais sem a utilização de água, algumas apenas com aglomerante a água e ainda a utilização de aditivos (Oliveira, 2011).

FIGURA 4 | Fluxograma das possíveis marchas de análise para argamassas e estuques.
FONTE: AUTORES (2022).



O estuque é um tipo de argamassa onde normalmente se utiliza o pó de pedra ou outro agregado com maior granulometria (Santiago, 2007). A literatura indica um vasto uso de aditivos utilizados com o objetivo de aumentar sua durabilidade e resistência, incluindo o uso de ceras e óleos para atribuir propriedades hidrorrepelentes (Válek, 2021). Nas técnicas tradicionais é atribuído o uso de materiais orgânicos como crina de cavalo, sangue, ovos, chifres, óleo de linhaça, cola de proteína animal, entre outros.

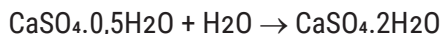
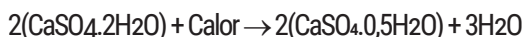
Pela definição e pelo uso de aditivos, as argamassas e estuques possuem uma estrutura complexa, com a utilização de materiais orgânicos

e inorgânicos. A cristalografia da argamassa é composta pelos vários cristais de hidratação dos aglomerantes e da estrutura dos agregados (Ribeiro, 2021).

As argamassas e estuques podem ser compostas pelo uso do cimento, cal e o gesso, em alguns casos mais de um desses aglomerantes, sendo que todos são reativos à sua hidratação. Os agregados são, normalmente, compostos por materiais silicosos, entretanto, nas argamassas antigas é possível identificar a presença de argilominerais, seja por contaminação ou pela própria composição, nos casos de argamassas de terra, também chamada de saibro (Bordalo *et al.* 2020).

Durante a hidratação, cada um dos aglomerantes geram cristais de hidratação distintos. O gesso é obtido pelo processo de britagem e desidratação da gipsita constituída principalmente pelo sulfato de cálcio (CaSO_4) que, após a desidratação, passa pelo processo de moagem até atingir a granulometria adequada.

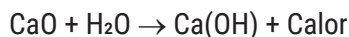
No processo de produção e durante a hidratação do gesso, existem as transformações de fases que podem ser encontradas na estrutura das argamassas e estuques, podendo apresentar as fases sulfato de cálcio/anidrita (CaSO_4), sulfato de cálcio di-hidratado/gipsita ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) e na fase sulfato de cálcio hemi-hidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$) (Ribeiro, 2002, p. 45-47). Abaixo, os processos de desidratação e hidratação do gesso:



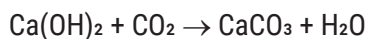
A cal é obtida de rochas calcárias e é formada basicamente por carbonato de cálcio (CaCO_3). Sua produção se dá por moagem e calcinação do calcário, devido ao desprendimento do gás carbônico, dando origem ao óxido de cálcio (CaO) (Ribeiro, 2002, p. 45-47) conforme processo apresentado a seguir:



O óxido de cálcio, também conhecido na construção civil como cal virgem, irá gerar uma reação exotérmica quando hidratado, por isso libera calor. No mercado, encontramos o material já hidratado previamente, a cal hidratada, nome genérico do Hidróxido de Cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})$), o que evita acidentes em locais de trabalho, conforme processo abaixo (Ribeiro, 2002, p. 45-47).



O processo de reação da cal se dá pelo contato do hidróxido de cálcio com gás carbônico presente no ar, chamado no mercado de cal aérea. A reação transforma o hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})$) em carbonato de cálcio (CaCO_3) e água (H_2O), o resultado gera um material tão sólido quanto as rochas de calcário que dão origem à cal. Abaixo, segue o processo da reação:



Entre os aglomerantes utilizados na argamassa, o cimento portland é o mais complexo, tanto na produção quanto no resultado dos cristais de hidratação. A fabricação de cimento é obtida na

formação do clínquer, material obtido através da clinquerização de uma mistura homogênea de calcário (CaCO_3) e argila (Ribeiro, 2002, p. 45-47).

Embora a argila seja um nome genérico para minerais menores que $2\ \mu\text{m}$, para a produção do clínquer durante a fabricação do cimento é necessário que o material seja composto principalmente de dióxido de silício/sílica (SiO_2) e óxido de alumínio/alumina (Al_2O_3). Que pode ser apresentado por um diagrama de fases ternário do sistema $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ sendo considerado apenas os três principais óxidos na formação do clínquer, ignorando todos os outros (Ribeiro, 2021). A Tabela 1 apresenta alguns dos componentes utilizados em argamassas.

A adição de água é necessária para que aconteça a reação hidráulica nas argamassas, formando assim outras fases cristalográficas, chamadas de produtos de hidratação, tais como silicato de cálcio hidratado (C-S-H), hidróxido de cálcio (HC), etringita entre outras possibilidades. A Tabela 2 apresenta os principais produtos de hidratação dos aglutinantes nas argamassas.

TABELA 1 | MATERIAIS UTILIZADOS EM ARGAMASSAS

MATERIAIS UTILIZADOS EM ARGAMASSAS		
AGLUTINANTE	FÓRMULA DE CONSTITUINTES	FASES CRISTALO-GRÁFICAS
Cimento	$(\text{CaO})_3\text{SiO}_2$ – Silicato tricálcico; $(\text{CaO})_2\text{SiO}_2$ – Silicato dicálcico; $(\text{CaO})_3\text{Al}_2\text{O}_3$ – Aluminato tricálcico; $(\text{CaO})_4\text{Al}_2\text{O}_3\text{Fe}_2\text{O}_3$ – Ferroaluminatotetracálcico; MgO ; Na_2O ; K_2O ; SO_3 .	Alita/Hatrurita; Belita/ Larnita; Celita/ Aluminato; Ferrita/ Brownmillerite; Óxido de Magnésio; Óxido de Sódio; Óxido de Potássio, Anidrito Sulfúrico.
Cal	CaO CaCO_3 – Carbonato de Cálcio	Óxido de Cálcio; Calcita
Gesso	CaSO_4 ; $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$; $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.	Anidrita; Bassanita; Gipsita
Areia Quartzosas	SiO_2	Sílica
Areia Carbonáticas	SiO_2 CaCO_3 ; $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	Sílica, Calcita; Aragonita; Dolomita;

FONTE: Autores (2022).

TABELA 2 | PRINCIPAIS PRODUTOS DE HIDRATAÇÃO DOS AGLUTINANTES

AGLUTINANTE	PRODUTOS DE HIDRATAÇÃO	FASES CRISTALOGRÁFICAS
Cimento	Silicato de Cálcio Hidratado – C-S-H; Hidróxido de Cálcio – Ca(OH) ₂ ; Sulfualuminatos de Cálcio Hidratados – Ca ₆ Al ₂ (SO ₄) ₃ (OH) ₁₂ · 26H ₂ O.	Tobermorita; Portlandita; Etringita.
Cal	Hidróxido de Cálcio – Ca(OH) ₂ Carbonato de Cálcio – CaCO ₃	Hidróxido de Cálcio; Carbonato de Cálcio.
Gesso	CaSO ₄ · 0,5H ₂ O; CaSO ₄ · 2H ₂ O.	Bassanita; Gipsita.

FONTE: Autores (2022).

As informações apresentadas acima são necessárias para aplicação do protocolo proposto e devem ser utilizadas para a interpretação e análise das medidas obtidas pelas técnicas inseridas na metodologia. Para caracterização dos materiais e fases encontradas em argamassas e estuques tradicionais podem ainda haver informações a serem complementadas, de acordo com técnicas e materiais aplicados historicamente no local. Os resultados poderão levantar indícios históricos que podem contribuir com a valorização dos bens históricos, além de fornecer informações importantes para indicação de processos de conservação e restauro.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA ANÁLISE DOS TIJOLOS CERÂMICOS

A produção de tijolos tem suas raízes nos períodos pré-históricos, onde esses elementos eram moldados em blocos de lama e depois deixados ao sol para secar. Desde então, tanto a composição, quanto o método de produção desses materiais têm passado por modificações significativas, em um processo contínuo de aprimoramento. No contexto atual, os tijolos se destacam como um dos materiais mais requisitados na construção civil, em virtude de sua versatilidade, resistência e durabilidade. Adicionalmente, a crescente busca por edificações sustentáveis tem fomentado o desenvolvimento de tijolos mais eficientes sob os aspectos energético e ambiental (Murmu; Patel, 2018).

Os tijolos, para além de seu papel fundamental na construção civil, desempenham uma função importante em várias esferas (Cheraghcheshm; Javanbakht, 2021). Na arquitetura, por exemplo, diferentes variedades e tonalidades de tijolos são utilizadas para criar estilos e designs únicos em fachadas e paredes. Além disso, no contexto da restauração e conservação de edifícios históricos, o uso de tijolos tradicionais é altamente valorizado como uma forma de preservar a herança arquitetônica.

Atualmente, os tijolos são, em sua maioria, fabricados a partir de uma mistura de argila e areia em proporções apropriadas, complementadas com

um aglutinante. Além desses métodos, também é possível confeccioná-los a partir de concreto e cinzas volantes. Em muitos casos, também são produzidos blocos de terra estabilizados utilizando uma variedade de materiais (Murmur; Patel, 2018). Esses blocos são então moldados em formas e tamanhos específicos, podendo passar por processos de queima ou secagem ao sol.

As propriedades dos tijolos, especialmente sua resistência à compressão, podem variar de acordo com a composição dos materiais utilizados e os procedimentos de fabricação adotados. Os tijolos fabricados a partir da argila têm suas características mecânicas e de durabilidade influenciadas por diversos fatores, incluindo o tipo de argila empregado, a proporção de água na mistura, os métodos de queima e o processo de cura.

A argila é um mineral da família dos aluminossilicatos, e sua composição é formada majoritariamente por sílica (SiO_2), alumina (Al_2O_3) e água (H_2O), podendo haver ainda outros óxidos metálicos (MOx). A quantidade desses óxidos metálicos pode influenciar tanto o ponto de fusão da argila quanto a resistência final dos tijolos.

Durante a queima, os componentes da mistura reagem entre si, formando novas estruturas que proporcionam resistência e solidez. Além disso, os óxidos metálicos podem alterar a cor dos tijolos. Por exemplo, a presença de óxido de ferro (Fe_2O_3) em concentrações de 5% a 10% dá aos tijolos uma cor avermelhada após a queima, o dióxido de

titânio (TiO_2) entre 3% e 10% resultam em tijolos amarelos, e o dióxido de manganês (MnO_2) entre 0,5% e 4% confere uma coloração acastanhada aos tijolos (Shi *et al.*, 2023).

Os tijolos históricos, frequentemente feitos de argila local, refletem as habilidades artesanais e as características geológicas do local, incluindo a presença de diversos minerais e impurezas que conferem singularidade à sua aparência e durabilidade. Os métodos tradicionais de produção, como a moldagem manual e a queima em fornos, contribuem para a diversidade de texturas, cores e resistências desses tijolos.

Essa conexão entre materiais locais e a técnica artesanal não só atendia às necessidades construtivas, mas também promovia a integração harmoniosa com a paisagem e a cultura regional. A durabilidade e a estética desses tijolos testemunham as técnicas ancestrais e o conhecimento transmitido por gerações, permitindo a criação de estruturas que perduram e narram a história de suas comunidades ao longo do tempo.

No contexto da globalização, cresce a consciência sobre a importância e a urgência de se valorizar e preservar elementos das culturas tradicionais. Os edifícios históricos, como testemunhas das transformações culturais e civilizacionais, representam o saber-fazer das comunidades. No entanto, a exposição prolongada ao ambiente natural pode resultar em diversos níveis de deterioração, e, com o tempo, esse processo tende a

se agravar. Isso ocorre porque os materiais de construção históricos, como tijolos, argamassas e rochas, apresentam uma estrutura porosa que os torna suscetíveis à deterioração ao longo do tempo.

Dentre esses processos, destacam-se aqueles desencadeados pela exposição a microrganismos, água, umidade, variações de temperatura e presença de sais (Shi *et al.*, 2023; Ślosarczyk *et al.*, 2023). Os microrganismos (algas, líquens, bactérias, fungos e cianobactérias), por exemplo, são responsáveis pela formação de manchas verdes, marrons e pretas na superfície dos materiais, comprometendo o aspecto estético dos edifícios históricos, além de contribuir para o dano físico e químico. Esse pode ser causado pela penetração de várias estruturas biológicas, através da porosidade, fraturas, buracos e fissuras. Os danos químicos, nesse caso, são causados pela excreção de metabólitos secundários, podendo levar a ocorrência de transformações mineralógicas ou a formação de novos minerais.

Adicionalmente, o estresse térmico nos materiais pode ocasionar fissuras e rachaduras entre suas camadas, resultando em descamação parcial. Os sais, ao aumentarem de volume durante a cristalização ou hidratação, também contribuem para esse tipo de estresse (Lisci *et al.*, 2022). A exposição à água e umidade pode levar à expansão após a umectação ou ao encolhimento e, posteriormente, a secagem. Tanto as eflorescências salinas, que aparecem na superfície dos tijolos, quanto as

subflorescências, que se formam abaixo da superfície, são causadas pela migração de sais solúveis.

As subflorescências, em particular, são especialmente prejudiciais, pois ao cristalizarem internamente, podem gerar pressão dentro do material, levando à sua deterioração. Os efeitos desses fenômenos na redução do desempenho mecânico e térmico da alvenaria podem não ser prontamente perceptíveis visualmente, porém, são consideravelmente prejudiciais (Vitiello *et al.*, 2020). É importante ressaltar que todos esses processos ocorrem de forma simultânea e interativa, o que intensifica os danos ao longo do tempo (Shen *et al.*, 2017).

Por exemplo, a maioria dos sais prejudiciais são altamente solúveis, o que facilita seu transporte através de materiais porosos com o movimento da água, acompanhados pela dissolução e cristalização devido às variações na umidade relativa. Sais como cloreto de sódio (NaCl) e sulfato de sódio (Na₂SO₄) são exemplos típicos. O NaCl tende a formar cristais isométricos até se transformar em uma crosta granular contínua. Já o Na₂SO₄ é considerado um dos sais mais prejudiciais, devido à sua forte resposta a mudanças de temperatura e umidade relativa. A formação de cristais de tenardita (Na₂SO₄) e mirabilita (Na₂SO₄·10H₂O), bem como a transição entre essas formas sob diferentes condições, é apontada como a principal fonte de danos (Pozo-Antonio *et al.*, 2016).

Os tijolos cerâmicos presentes nas fachadas do Pavilhão Mourisco destacam-se na paisagem

MÉTODOS DE ANÁLISE PARA A CONSERVAÇÃO

cultural e foram fabricados em Marselha, França. Os tijolos analisados continham a inscrição ‘Société Générale des Tuileries de Marseille’, possivelmente evidenciando sua origem. Os tijolos foram produzidos a partir da argila cozida, e tem se mostrado extremamente eficaz para construção, por sua durabilidade e por proporcionar isolamento térmico adequado. Esses tijolos, que exibem a marca do fabricante, foram adaptados conforme suas funções e os locais de assentamento, eles apresentam diferentes formatos e tamanhos, garantindo a estética e a funcionalidade da estrutura (Silva, 2024, p. 248).

No Pavilhão Mourisco, os tijolos cerâmicos estão dispostos na área externa, onde estão mais expostos a agentes de deterioração. A exposição contínua aos elementos naturais e urbanos resultam em uma ampla variação de tonalidades nos tijolos, com manchas visíveis causadas por excreções de morcegos, crosta negra derivadas da poluição e colonização biológica, incluindo fungos, líquens, bactérias e cianobactérias. Além disso, o acúmulo de sujeira devido à poluição atmosférica é um problema recorrente e requer constante manutenção e conservação.

Outro fenômeno observado é a presença de eflorescências salinas, criando depósitos esbranquiçados. Há também uma distinção significativa entre as áreas com e sem revestimentos hidrofóbicos, evidenciadas pelas diferenças na capacidade de repelir água, o que influencia diretamente na durabilidade e manutenção dos materiais. A Figura 5

FIGURA 5 | Tijolo cerâmico com a presença de sais solúveis e fissuras: a) imagem de tijolo do Pavilhão Mourisco. b) Ampliação mostrando detalhe de fissuras e a presença de sais no material. FONTE: AUTORES (2024).



ilustra a presença de sais solúveis e fissuras em tijolo cerâmico oriundo do Pavilhão Mourisco do NHAM.

Essas condições refletem a interação contínua e complexa entre os materiais de construção e o ambiente. As variações de umidade, temperatura e poluição afetam a integridade dos tijolos, destacando a importância de uma manutenção regular e criteriosa. A preservação da integridade estética e estrutural do edifício é essencial para garantir sua longevidade e aparência histórica.

As intervenções em edificações históricas devem ser cuidadosamente planejadas considerando o valor cultural e os fatores de desgaste do patrimônio. É essencial que os materiais utilizados na intervenção sejam funcionais, compatíveis

e não causem impacto visual significativo nas estruturas históricas. O Conselho Internacional de Monumentos e Sítios (ICOMOS) fornece diretrizes específicas para análise, conservação e restauração do patrimônio, recomendando a aplicação das normas contemporâneas apenas quando as técnicas tradicionais não são adequadas (ICOMOS, 2003). Essas recomendações visam preservar a autenticidade e a integridade das edificações históricas durante os processos de intervenção e conservação.

O aperfeiçoamento nas técnicas de restauração para edificações históricas é viável mediante uma análise minuciosa dessas estruturas e dos materiais que as compõem. No entanto, essa empreitada não é simples, pois ainda há uma escassez de informações detalhadas sobre a composição e as propriedades desses materiais, o que demanda, portanto, um extenso trabalho de pesquisa e investigação por parte dos pesquisadores. Além disso, cada caso requer uma análise individualizada.

Uma avaliação abrangente do edifício histórico é importante antes de realizar quaisquer intervenções construtivas. É fundamental caracterizar as técnicas e materiais de construção empregados, considerando a alta variabilidade e complexidade dessas estruturas em termos de materiais e sistemas estruturais. Intervenções que utilizam materiais inadequados podem acarretar danos adicionais à estrutura, o que evidencia a importância da análise cuidadosa e da seleção criteriosa de materiais e técnicas adequadas.

Os tijolos históricos feitos de argila são considerados materiais que possuem alta resistência mecânica quando submetidos a condições específicas de pressão e temperatura para estabilização. Dada à relevância desses tijolos na estrutura das construções históricas, diversos estudos têm sido conduzidos para analisar detalhadamente suas propriedades físicas, mecânicas e mineralógicas (Zang; Chun, 2023).

No estudo da integridade dos tijolos, é importante empregar o teste de resistência à compressão, uma avaliação da capacidade do material de suportar cargas por pressão axial. Esse teste ganha ainda mais relevância em ambientes com umidade excessiva, dado que a umidade não apenas impacta as propriedades físicas do tijolo, mas também compromete suas características mecânicas. O aumento do teor de água pode resultar na redução nas propriedades mecânicas de materiais de alvenaria. Isso destaca a necessidade de manter um equilíbrio adequado de umidade para preservar a durabilidade e a estabilidade dos tijolos ao longo do tempo, fundamentais para a conservação de construções históricas (Vitiello *et al.*, 2020; Ma *et al.*, 2022).

O desenvolvimento do projeto “Identificar e aplicar metodologia de análise para os tijolos cerâmicos do Núcleo Histórico e Arquitetônico de Manguinhos (NAHM)”, financiado pelo PIDI, tem como objeto de estudo os Tijolos cerâmicos que compõem a fachada do Pavilhão Mourisco. Esses estão sujeitos a deterioração decorrente da

FIGURA 6 | Caracterizações indicadas para análise de tijolos cerâmicos. FONTE: AUTORES (2024).

ORGANOLÉPTICA	MICROSCOPIA	QUÍMICA	FÍSICA	MECÂNICA
<ul style="list-style-type: none">• Visual	<ul style="list-style-type: none">• Óptica• MEV	<ul style="list-style-type: none">• FXR• DRX	<ul style="list-style-type: none">• Massa específica• Porosidade aparente• Absorção de água a temperatura ambiente	<ul style="list-style-type: none">• Ensaio de compressão mecânica

exposição a intempéries. Essa deterioração é ainda mais agravada pela ausência completa ou parcial do revestimento hidrofóbico.

A aplicação do revestimento hidrofóbico é uma técnica utilizada para proteger superfícies contra a penetração de água e umidade. Composto por materiais que repelem a água, esse tipo de revestimento cria uma barreira que impede a absorção de líquidos, protegendo assim a integridade estrutural dos materiais subjacentes.

A partir dessa problemática, com o objetivo de avaliar as condições dos tijolos, foi desenvolvida uma metodologia que inclui a análise visual, química, física, mecânica e de microscopia óptica e MEV, conforme pode ser visto na Figura 6.

A proposta permite identificar os sais presentes nas amostras de tijolos e avaliar o comportamento mecânico das mesmas revestidas e não revestidas frente às alterações causadas pela exposição à névoa salina. Além disso, inclui a verificação do revestimento hidrofóbico através do envelhecimento em câmara de UV. Essa metodologia

possibilita compreender melhor a deterioração dos tijolos em diferentes condições, fomentando informações suficientes para o desenvolvimento de estratégias de conservação mais eficazes para edificações históricas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento sobre os bens culturais no que tange à história, memórias, materiais e formas de saber-fazer, tem auxiliado os especialistas e gestores na tomada de decisão quanto aos valores dos bens, às mais diversas materialidades que devem ser preservadas.

As pesquisas desenvolvidas pelo LaCoP/DPH, têm a proposição de entender de maneira mais ampla o patrimônio arquitetônico da Fiocruz, utilizando de técnicas analíticas para identificação dos processos de feitura, trajetória, processos de deterioração e danos. Dessa maneira, os resultados têm contribuído com informações que buscam

orientar as várias equipes de conservação, restauração e manutenção às práticas conservativas e restaurativas.

As pesquisas na área da Ciência do Patrimônio necessitam de repertório aprofundado sobre técnicas analíticas, e exige que os pesquisadores da área se dediquem a acompanhar os avanços tecnológicos das técnicas clássicas. Também é auspicioso que os agentes envolvidos busquem novas metodologias e técnicas pouco usuais na Ciência do Patrimônio.

Para compreender o impacto nos materiais de um edifício histórico, é relevante considerar sua localização e exposição a fatores externos, sejam eles ambientais ou humanos. Primeiramente, uma pesquisa prévia sobre os materiais a serem estudados é importante, incluindo a compreensão das formas de obtenção e fabricação das matérias-primas. Materiais como argamassas, estuques e cerâmicas, frequentemente encontrados em edificações históricas, exibem uma ampla variedade de minerais e fases. Portanto, se faz entender sua composição, abrangendo suas propriedades químicas, físicas e mecânicas, por meio de técnicas analíticas usuais e/ou não convencionais, complementando-se mutuamente e contribuindo para uma interpretação mais assertiva dos resultados.

O desenvolvimento de um protocolo de pesquisa, busca indicar possibilidades metodológicas para as investigações relacionadas às

demandas e possibilidades de estudo de argamassas e estuques. Esta proposta visa ser uma referência institucional para investigações destas materialidades, não sendo portanto, um protocolo rígido, e sim, aberto a adaptações quando necessárias e oportunas.

A proposição de estabelecer protocolos também auxilia nos fluxos de trabalho, na tomada de decisão, contribuindo para celeridade e assertividade das ações de proteção e salvaguarda do acervo. Colaborando para formação do conhecimento acerca da história das técnicas e materiais presentes no acervo da Fiocruz, logo da história da ciência e da saúde.

Projetos de pesquisa, como o desenvolvido pelo PIDI, são importantes para aprimorar o conhecimento e promover o diálogo com a comunidade científica e a sociedade, fomentando trocas enriquecedoras. Além disso, contribuem para a formação de jovens pesquisadores ao investigar questões relevantes para a Ciência do Patrimônio, o que propicia uma abordagem inclusiva e colaborativa.

Esperamos, dessa maneira, estar contribuindo para o estabelecimento de práticas assertivas no que diz respeito à Ciência do Patrimônio aplicada à curadoria do acervo arquitetônico, arqueológico e paisagístico da Fiocruz. Além de colaborar com a construção do conhecimento acerca dos materiais e técnicas construtivas tradicionais.

REFERÊNCIAS

- BORDALO, Rui; BOTTAINI, Carlo; CANDEIAS, António. *A Framework Design for Information Management in Heritage Science Laboratories*. Journal on Computing and Cultural Heritage (JOCCH), v. 14, n. 1, 2020, p. 1-14.
- CASCUDO, Oswaldo et al. *Contribuição à caracterização nanoestrutural de pastas de cimento por meio da técnica de Microscopia de Força Atômica*. Matéria (Rio de Janeiro), v. 23, n. 1, 2018.
- CHERAGHCESHM, F.; JAVANBAKHT, V. *Surface modification of brick by zinc oxide and silver nanoparticles to improve performance properties*. Journal of Building Engineering, 34, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.job.2020.101933>.
- FIOCRUZ. *Portfólio rede de Laboratórios da Fiocruz* (Documento interno). Fiocruz, 2022. pp. 18.
- FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. *Saúde, Ciência e Cultura em Manguinhos. Solicitação de inclusão na Lista Indicativa Brasileira ao Patrimônio Mundial*. Rio de Janeiro, 2024.
- GONÇALVES, W. de B.; SOUZA, L. A. C. *O debate contemporâneo sobre as interfaces transdisciplinares de dois campos de conhecimento em consolidação: a Ciência da Sustentabilidade e a Ciência do Patrimônio*. PÓS: Revista do Programa de Pós-graduação em Artes da EBA/UFGM, Belo Horizonte, 2014, p. 84-102. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistapos/article/view/15655>. Acesso em: 4 jun. 2024.
- ICOMOS. *Recomendações Para a Análise, Conservação e Restauro Estrutural do Patrimônio Arquitectónico*. 2003.
- JAPIASSÚ, P. et al. *Caracterização da interface azulejo/argamassa de fachadas históricas*. Revista ALCONPAT, v. 4, n. 1, 2014. p. 55-76.
- POZO-ANTONIO, J.S. et al. *Effectiveness of granite cleaning procedures in cultural heritage: a review*. Sci. Total Environ., 571, 2016, pp. 1017-1028.
- KANAN, Maria Isabel. *Conservação e Intervenção em Argamassas e Revestimentos à Base de Cal*. Brasília: IPHAN – Cadernos técnicos, n. 8, 2008.
- LISCI, C. et al. *Limestones durability study on salt crystallisation: An integrated approach*. Case Studies in Construction Materials, 17, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01572>.
- MA, S.; WANG, L.; BAO, P. *Study on Properties of Blue-Brick Masonry Materials for Historical Buildings*. Journal of Renewable Materials, 10(7), 2022, pp. 1961-1978. DOI: <https://doi.org/10.32604/jrm.2022.018755>.

- MURMU, A. L.; PATEL, A. *Towards sustainable bricks production: An overview*. Construction and Building Materials. Elsevier Ltd. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.01.038>.
- NASCIMENTO, Claudia Bastos do et al. *Método de caracterização de argamassas históricas: proposição e estudos de caso*. Jornada de Técnicas de Restauración y Conservación del Patrimonio, v. 1, 2009.
- OLIVEIRA, Mário Mendonça de. *Tecnologia da conservação e da restauração — materiais e estruturas: um roteiro de estudos*. Edufba, 2011.
- QUARCIONI, Valdecir Angelo; CINCOTTO, Maria Alba. *Reconstituição de traço de argamassas: atualização do Método IPT*. 1998.
- RIBEIRO, Carmen Couto. *Materiais de construção civil*. Editora UFMG, 2002.
- RIBEIRO, Daniel Vêras. *Princípios da Ciência dos Materiais Cimentícios: Produção, Reações, Aplicações e Avanços Tecnológicos*. Editora Appris, 2021.
- SANTIAGO, Cybèle Celestino. *Argamassas tradicionais de cal*. Edufba, 2007.
- SCRIVENER, Karen; SNELLINGS, Ruben; LOTHENBACH, Barbara (Ed.). *A practical guide to microstructural analysis of cementitious materials*. Crc Press, 2018.
- SHEN, Y. X. et al. *Effect of salts on earthen materials deterioration after humidity cycling*. Journal of Central South University, 24(4), 2017, pp. 796-806.
- SHI, J. et al. *Comparative study on material properties of ancient fired clay bricks of China*. Case Studies in Construction Materials, 19, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02463>.
- SILVA, António Santos. *Estudo de revestimentos à base de cal: uma abordagem integrada*. Livro de Actas, 2018, pp. 143-165.
- SILVA, Elisabete Edelvita Chaves da. *A Conservação no âmbito da Musealização e Patrimonialização: Estudo de caso do Pavilhão Mourisco*. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, UNIRIO/CCH, Programa de Pós-graduação em Museologia e Patrimônio; Museu de Astronomia, 2024.
- SILVA, Rosana Elisa Coppedê da; RIBEIRO, Roberto Carlos da Conceição. *Metodologias disponíveis para cálculo do traço das argamassas históricas*. 2019.
- ŚLOSARCZYK, A. et al. *A comprehensive review of building materials modified with metal and metal oxide nanoparticles against microbial multiplication and growth*. Chemical Engineering Journal. Elsevier B.V. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2023.143276>.

VÁLEK, Jan *et al.* *Composição And Technology Of The 17th century stucco decoration sat Červená Lhota Castle in Southern Bohemia.* International Journal of Architectural Heritage, v. 14, n. 7, 2020, p. 1042-1057.

VITIELLO, V.; CASTELLUCCIO, R.; DEL RIO MERINO, M. *Experimental research to evaluate the percentage change of thermal and mechanical performances of bricks in historical buildings due to moisture.* Construction and Building Materials, 244, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118107>.

ZANG, W.; CHUN, Q. *Comparative study on the similarity between ancient white bricks and the self-developed imitative white bricks.* Journal of Building Engineering, 76, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.107307>.

NOTAS

- 1 Ver: https://www.coc.fiocruz.br/images/PDF/politica_preservacao_gestao_acervos_coc.pdf.
- 2 Anteriormente à criação do DPH em 1989 havia um grupo denominado COORES – Coordenação de Restauração, que desde 1985 era coordenado pela arquiteta Cristina Mello e vinculado à Presidência da Fiocruz que cuidava das edificações históricas após o processo de redemocratização do Brasil.
- 3 Tem-se utilizado o LIMAV para realização de diversas medidas, e estabelecido um diálogo entre os pares; observou-se desde os primórdios do DPH que o NTPR/UFBA tem colaborado com várias pesquisas, com destaque nas análises de argamassas; LIN e CETEM têm colaborado nas pesquisas atuais no âmbito do PIDI e o Lacicor e a U. Évora/ Laboratório Hercules têm colaborado para a construção do LACOP, tendo os especialistas do Hércules ministrado cursos, conferências, webinars e consultorias.

Métodos de exame e análise aplicados ao estudo de obras de arte, ou a ciência que revela histórias ocultas

SARA VALADAS

Universidade de Évora
Laboratório de Herança Cultural, Estudos
e Salvaguarda (HERCULES)

CATARINA MIGUEL

Universidade de Évora
Laboratório de Herança Cultural, Estudos
e Salvaguarda (HERCULES)

TERESA TEVES REIS

Universidade de Évora
Laboratório de Herança Cultural, Estudos
e Salvaguarda (HERCULES)

INTRODUÇÃO

Existem muitas histórias por contar, muitas das quais poderiam ter ficado perdidas no esquecimento se não fossem os avanços da ciência e da tecnologia aplicada ao estudo do Património.

O que escondem os retratos dos Vice-Reis e Governadores da Índia? Como é que a ciência pode contribuir para a autenticação de selos postais? E como pode também contribuir para um novo olhar sobre a evolução da utilização de materiais para a produção da cor?

Estas histórias serão abordadas em duas seções deste capítulo, revelando alguns aspetos inovadores dos exames científicos aplicados ao estudo do Património artístico e cultural.

Neste campo, as investigações revestem-se de um carácter interdisciplinar, integrando uma abordagem multianalítica, que pode incluir desde técnicas de análise *in-situ* não invasivas a técnicas laboratoriais de microanálise.

A primeira abordagem ao estudo de uma obra consiste na observação direta da mesma e na realização de exames de imagiologia complementares, como ferramenta de diagnóstico do estado de conservação das obras, dando informações complementares acerca da sua materialidade, estrutura, integridade e também de elementos técnicos da produção artística.

Procurando responder às questões levantadas durante a observação, é desenvolvida uma

metodologia de investigação. Da informação obtida através dos exames de imagiologia (p.e. fotografia técnica, reflectografia de infravermelho, microscopia digital, radiografia) e sua correlação com outros dados, procede-se à seleção dos exames de análise química *in-situ* e das áreas de estudo. Quando possível/necessário¹ recorre-se também à análise de microamostras (uma análise invasiva, que pode ser não destrutiva ou micro-destrutiva) para análise laboratorial. De forma complementar aos exames de imagiologia, a caracterização técnica e material das obras, através de análises *in-situ* e laboratoriais, permitem obter informações cruciais sobre:

1. estratigrafia e cor, morfologia e dimensões das partículas dos materiais pictóricos utilizados na execução das obras, através da análise estratigráfica (análise dos cortes estratigráficos através de microscopia ótica) e de microscopia digital de alta resolução (p.e. observação das microamostras ou de pequenos objetos artísticos);
2. a composição química elementar desses materiais, utilizando técnicas como espectrometria de fluorescência de raios X por dispersão de energias (EDXRF e MA-XRF *in situ*), e análise laboratorial de microamostras por microscopia electrónica de varrimento acoplada a um espectrómetro de energia dispersiva de raios X (SEM-EDS);
3. composição molecular dos materiais, através de técnicas espectroscópicas de análise *in-situ* e/ou laboratoriais como p.e. análise de imagem hiperespectral (HSI), espectroscopia de reflectância por fibra ótica (UV-Vis-NIR-FORS), microscopia de Raman (μ -Raman), micro-espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (μ -FTIR), micro-difração de raios X (μ -DRX).

Os avanços da ciência acompanham questões cada vez mais complexas e, em consonância com o crescente interesse pela preservação do Património, têm resultado no desenvolvimento de técnicas de exame e análise cada vez mais sofisticadas.

Os avanços da ciência têm acompanhado a crescente complexidade das questões a serem desvendadas, em paralelo ao interesse crescente pelo estudo e preservação do Património Artístico. Nesse contexto, têm sido desenvolvidas técnicas de exame e análise cada vez mais sofisticadas, marcadas pelo início da Era Digital, e que tem possibilitado a criação de sistemas digitais aliados à instrumentação com maior sensibilidade, alta capacidade de resolução e rapidez na aquisição e processamento de dados.

Essa evolução reflete-se no atual desafio de transição das ferramentas analíticas de análises pontuais para sistemas de mapeamento 2D, capazes de gerar imagens com informações multi-elementares ou moleculares.

Com as ferramentas disponíveis atualmente, é possível abordar questões cada vez mais complexas. Nesse contexto, o diálogo interdisciplinar é crucial, pois o contributo de cada área de especialização permite complementar informações, direcionar investigações, ou até mesmo chegar a novas conclusões.

PARTE I | O QUE ESCONDEM OS RETRATOS DOS VICE-REIS E GOVERNADORES DA ÍNDIA?

A coleção de retratos dos Vice-Reis e Governadores do Estado da Índia (1547-1958) é única no mundo pela sua escala temporal e dimensão no contexto do Ultramar. Esta notável coleção de retratos é constituída por 120 pinturas (dimensões aproximadas: 200x100 cm), executadas durante o período de administração Portuguesa (1505-1961). Com exceção de três retratos que estão no Museu Nacional de Arte Antiga (MNAA) em Lisboa, os restantes estão no Museu Arqueológico de Velha Goa, sob a tutela do *Archaeological Survey of India* (do Ministério da Cultura, do Governo da Índia).

Através de uma rede de cooperações internacionais e interinstitucionais foi criado o Projeto “Old Goa Revelations: novas perspectivas sobre a Galeria de retratos dos Vice-Reis”² cujos objetivos principais consistem em contribuir para o conhecimento e valorização desta coleção ímpar

através de técnicas de exame e análise complementares e abordagens multidisciplinares (Reis, 2023). A equipa do projeto OGR foi pioneira no estudo científico destes retratos (Reis, 2014; Reis *et al.*, 2022; 2023; Machado *et al.*, 2024) e também a primeira equipa portuguesa a colaborar com o *Archaeological Survey of India* (ASI) neste âmbito (Reis *et al.*, 2021), contando com o apoio da Fundação Calouste Gulbenkian e, mais recentemente, da FCT e da Fundação Oriente.

No âmbito deste projeto já foram realizadas duas missões em Velha Goa, em 2019 e 2023, na sequência de uma investigação preliminar realizada nos retratos do MNAA entre 2013-18, onde as questões de conservação desta coleção foram abordadas pela primeira vez (Reis 2014, Reis *et al* 2017). A pesquisa em fontes documentais permitiu, numa primeira instância, identificar a presença de várias reproduções referentes a esta coleção, consistentes com sucessivas encomendas de execução e renovação dos retratos dos Vice-Reis da Índia (Reis, 2023). Numa abordagem preliminar ao estudo das obras, a observação direta revelou que, em pelo menos 50 retratos, as volumetrias e texturas presentes não correspondiam exatamente aos motivos visíveis na superfície pictórica, como se pode verificar no caso dos retratos dos Vice-Reis Afonso de Noronha (1550-1554) e Matias de Albuquerque (1591-1597) (Figura 1). De acordo com as fontes documentais, esta discrepância estará relacionada com a aplicação sucessiva de camadas

MÉTODOS DE ANÁLISE PARA A CONSERVAÇÃO

FIGURA 1 | Registo fotográfico do retrato d vice-rei afonso de noronha através de a) luz visível e b) e c) pormenores obtidos à luz rasante; em d) fotografia à luz visível do retrato do vice-rei matias de albuquerque e em e) pormenor à luz rasante evidenciando a volumetria e textura de um escudo de armas subjacente à superfície da pintura.

CRÉDITOS: HERCULES; LJF/MMP.

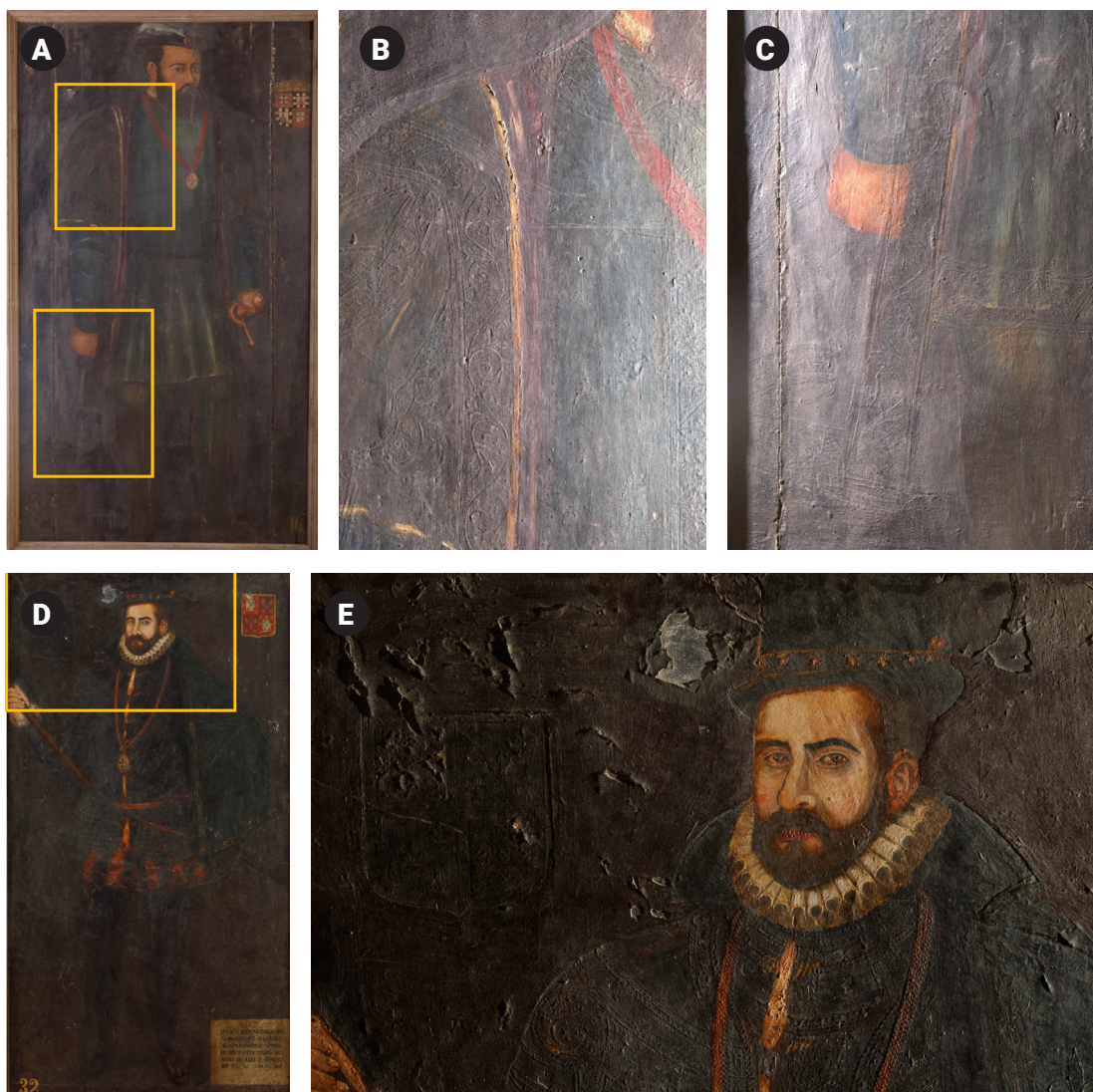


FIGURA 2 | Análise do retrato de Fernão Teles de Menezes: a) fotografia geral, à luz visível, b) ilustração de Pedro Resende (dat.1646) e pormenores obtidos através de c) fotografia fluorescência UV, d) RIV, e) radiografia; em f) são apresentados os mapas elementares composicionais para os elementos químicos Zn, Ba, Hg, Fe, Cu e Sn, revelando a distribuição dos materiais pictóricos associados aos vários programas decorativos.

CRÉDITOS: HERCULES.

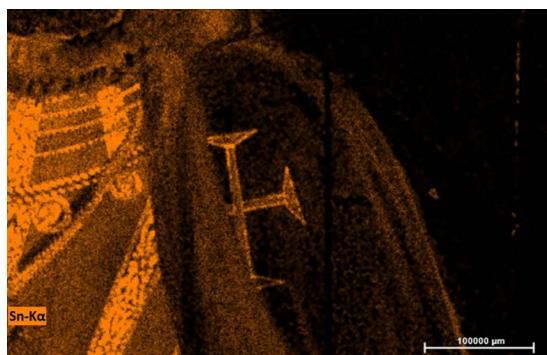
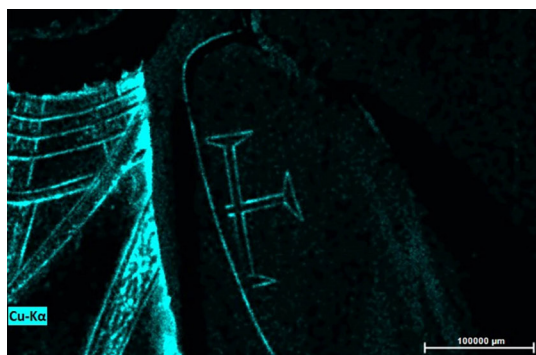
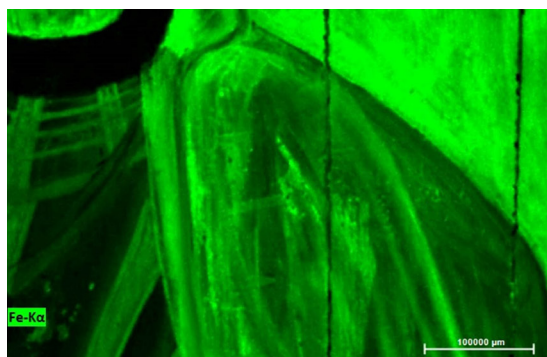
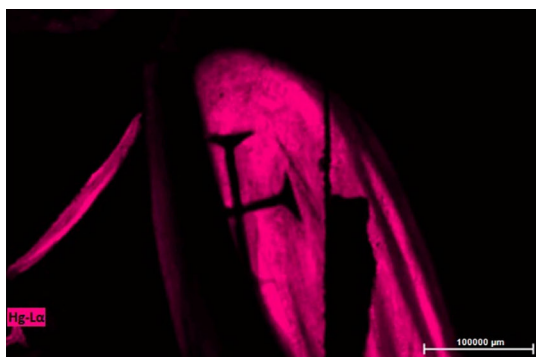
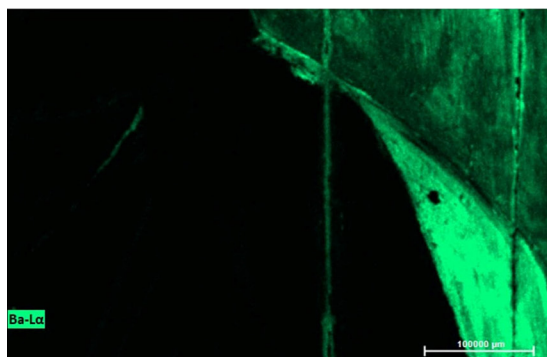
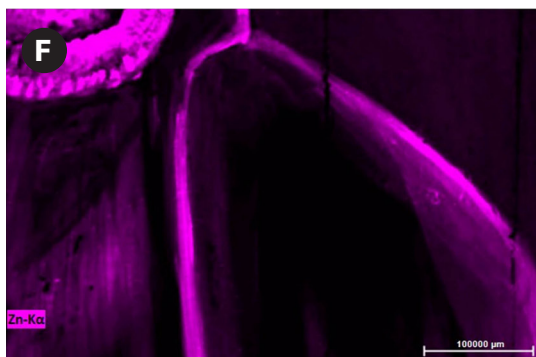
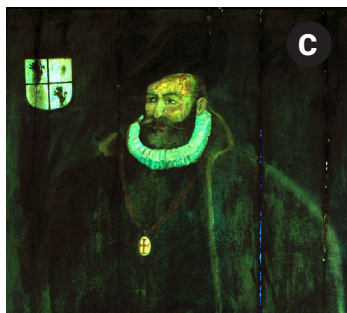


de repintes integrais e parciais sobre as composições originais e da qual terá resultado a alteração ou ocultação do aspeto primitivo das figuras retratadas, bem como de outros elementos essenciais à sua identificação, como armaduras, escudos de armas, insígnias e inscrições (Reis, 2023).

Como então desvendar os séculos de história ocultos sob a composição que vemos hoje?

A estratégia *in-situ* adotada consistiu em combinar técnicas não-invasivas de imagiologia (fotografia com luz visível e rasante, fotografia de fluorescência UV, Reflectografia de infravermelhos e radiografia de raios X) e de análise química elementar e molecular (MA-XRF/ CRONO, EDXRF e μ -RAMAN) (Reis *et al.*, 2023, Machado *et al.*, 2024). Neste sentido, o trabalho de campo envolveu uma equipa multidisciplinar de várias áreas da especialidade na área do Património, designadamente na área da química³, conservação e restauro⁴, fotografia⁵, bioquímica⁶, museologia e história da arte⁷.

Uma das etapas iniciais destas duas campanhas consistiu no registo fotográfico das obras sob radiação na região do visível e do Ultravioleta, registando-se p.e diferentes níveis de repintes, contornos relacionados com a subcamada e as perdas/destacamento de tinta da camada superior, como se pode verificar também no caso do retrato do Governador Fernão Teles de Menezes⁸ (Figura 2, c, d) (Reis, 2023; Machado *et al.*, 2024). A análise combinada através da reflectografia de infravermelhos e a radiografia de raios X permitiu, por outro lado, revelar as alterações no traje de Fernão Teles em relação à pintura primitiva, representada na reprodução de Pedro Barreto Resende, publicada em 1646 (Figura 2, a, b). Tal indica que a pintura terá sido significativamente modificada por intervenções de restauro, a última delas referente à renovação feita pelo Tenente Manuel Gomes da Costa, no período compreendido entre 1893-94 (Figura 2, d, e).



A análise química elementar por MA-XRF (CRONO⁹) permitiu revelar a composição química elementar dos materiais pictóricos associados aos vários programas decorativos da pintura, não só daqueles aplicados na execução primitiva, mas também dos aplicados nas posteriores renovações/ intervenções de conservação e restauro¹⁰.

Os mapas elementares (Figura 2, f) gerados pela MA-XRF exibem claramente as mesmas características presentes na reprodução mais antiga. O traje original de Fernão Teles de Menezes ainda subsiste, pelo menos parcialmente, conforme demonstrado nos mapas químicos composicionais do estanho, chumbo, cobre e mercúrio, que indicam que os pigmentos amarelo de chumbo-estanho e vermelhão terão sido utilizados na execução destes motivos decorativos.

O retrato do Vice-Rei João de Castro conta uma outra história, a começar pelo percurso da pintura que, em 1953, foi intervencionada em Lisboa e depois regressou à Galeria dos Vice-Reis em Goa (Figura 3, a). Neste caso, todos os repintes foram removidos e a composição primitiva foi deixada a descoberto, deixando aqui uma oportunidade, sob o ponto de vista analítico, para se proceder à análise direta dos materiais pictóricos utilizados na composição original, sem as interferências dos estratos aplicados nas renovações/intervenções posteriores (com exceção dos materiais introduzidos em 1953). De facto, as análises combinadas através de EDXRF e Raman permitiram identificar

os materiais utilizados na intervenção do século XX (p.e. barite, amarelo cromo, branco de zinco e branco de titânio) e os mapas químicos 2D obtidos através do sistema MA-XRF CRONO permitiram verificar a extensão da aplicação dos mesmos (Machado *et al.*, 2024). Num registo fotográfico do retrato durante a eliminação dos repintes (Figura 3, c), são visíveis os vestígios de uma coroa de folhas na cabeça de D. João, muito semelhante àquela representada numa reprodução datada de 1560 (Figura 3, b). Integrando os exames de reflectografia de infravermelhos, radiografia de raios X e através da análise química por MA-XRF (Figura 3, d) foi possível revelar a existência de vestígios dessa coroa de folhas sob a intervenção de 1953. De facto, a presença do elemento químico cobre associado a este elemento decorativo e também às folhas de palma que Castro segura na mão, indica que, na pintura primitiva, as áreas de cor verde terão sido executadas com recurso a um pigmento verde à base de cobre, tal como era comum na época. Trata-se, eventualmente, de um equívoco de leitura iconográfica que deixou encoberto um dos atributos deste Vice-Rei.

Estes resultados científicos e a sua correlação com as reproduções coloridas encontradas nas fontes históricas possibilitam uma nova interpretação das diferentes intervenções e da composição original, que agora serão reveladas ao público.

Como resultado destas investigações e metodologia aplicada foram identificadas em vários



FIGURA 3 | a) Pormenor do retrato do Vice-Rei João de Castro através de fotografia à luz visível; b) pormenor da ilustração d' *O Livro de Lisuarte Abreu* revelando a presença da coroa de folhas na superfície visível da pintura; c) pormenor do retrato obtido durante a intervenção de 1953, revelando a presença da coroa ao nível dos estratos de pintura subjacentes; d) mapa composicional do elemento químico cobre (sobreposição com o respectivo pormenor) obtido através de análise por MA-XRF.
CRÉDITOS: HERCULES; LJF/MMP.

retratos várias sobreposições de camadas de repintes realizados desde finais do século XVI até finais do XIX, com qualidade técnica e plástica inferior às originais e que condicionam a correta leitura e interpretação desta coleção. O sucesso desta prospeção inicial foi a descoberta que as camadas originais ainda se encontram preservadas por baixo de repintes mais modernos, possuindo correspondência com reproduções coevas da coleção. Estas composições primitivas exibem trajes militares, elementos iconográficos (como o escudo de armas e insígnias militares), bem como inscrições relativas ao governo de cada personalidade, constituindo-se como fontes documentais únicas acerca destas personalidades, bem como para a iconografia e história ultramarina que agora devem ser exploradas sob diferentes perspetivas. Os retratos originais dos séculos XVI e XVII, que não estavam visíveis a olho nu, finalmente, e após 200 anos, puderam ser revelados, através da metodologia analítica proposta.

PARTE II | HISTÓRIAS OCULTAS EM DOCUMENTOS GRÁFICOS

A história da produção de documentos gráficos é uma fascinante jornada através do tempo, que nos mostra como a humanidade encontrou formas cada vez mais sofisticadas de registar e partilhar ideias, informações e histórias. Das primeiras

gravuras rupestres aos complexos sistemas digitais de hoje, a evolução do registo do pensamento, do conhecimento e da linguagem, quer na forma representativa, quer na forma textual, representa um testemunho único do que foi o avanço tecnológico, cultural e social da humanidade. Neste contexto, o recurso aos métodos de exame e análise torna-se essencial para a compreensão, valorização e preservação dos importantes testemunhos culturais e históricos que são os documentos gráficos. Através de abordagens como a análise material, a datação, a identificação de processos de produção e a avaliação do estado de conservação, torna-se, pois, possível ir mais além no conhecimento de detalhes sobre a origem, autenticidade e condições de um documento gráfico, contribuindo não só para o conhecimento mais profundo da Obra, como também para a definição de estratégias de conservação e restauro, garantindo a sua melhor preservação para as futuras gerações.

Na última década, em linha com o que tem sido seguido no estudo analítico de outras áreas do Património Cultural, também o estudo material de documentos gráficos tem evoluído dos outrora *designs* experimentais muito sustentados na análise de microamostras, para estudos analíticos cada vez mais focados em análises *in-situ* não-invasivas acompanhadas de mapeamentos químicos, o que nos permite uma avaliação mais profunda da Obra, sobretudo ao nível da homogeneidade dos materiais que a constituem. Com

vista a elucidar melhor o leitor sobre a tipologia de materiais, de problemáticas e de soluções analíticas que seguimos no Laboratório HERCULES-Uévora na análise de documentos gráficos com recurso aos métodos de exame e análise, apresentam-se dois casos de estudo. O primeiro caso de estudo — “Um estudo de autenticidade de selos postais brasileiros olho de boi” — chegou-nos pelas mãos de um colecionador privado que pretendia certificar a autenticidade de um selo “Olho de Boi” no seu envelope de porte, já que o valor associado a um selo poderá ser consideravelmente mais elevado se presente no seu envelope de porte, quando comparado com o valor do mesmo selo colocado num envelope que não o correspondente ao porte original. O segundo caso de estudo decorreu de um estudo holístico levado a cabo no âmbito de um projeto de Investigação e Desenvolvimento (I&D) financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia de Portugal (FCT)¹¹, que visou o estudo material, litúrgico, codicológico e musical de um conjunto de manuscritos iluminados produzidos nos primórdios da atividade do *scriptorium* de Alcobaça. No trabalho que se apresenta centramo-nos na apresentação do estudo da caracterização dos pigmentos azuis usados nos primeiros tempos de funcionamento do *scriptorium*, com vista ao estabelecimento da cronologia de utilização destes pigmentos, nomeadamente da transição da utilização do azul ultramarino natural para a azurite. Os resultados

obtidos foram surpreendentes, permitindo uma alteração do conhecimento da História da Arte no que diz respeito à utilização destes pigmentos em documentos gráficos, contribuindo para a valorização dos objetos de estudo em causa, quer a nível nacional quer internacionalmente.

UM ESTUDO DE AUTENTICIDADE DE SELOS POSTAIS BRASILEIROS “OLHO DE BOI”

Lançados no dia 1 de agosto de 1843, os selos “Olho de Boi” foram os primeiros selos postais emitidos no Brasil, tornando-se este o segundo país a introduzir o uso do selo postal, três anos após o Reino Unido emitir o primeiro selo postal “*Penny Black*” no dia 1 de maio de 1840. Com taxas de correio estabelecidas para as rotas terrestres e marítimas de 60 reis para carta transportada por via terrestre com um peso até 4 oitavas (cerca de 14 g) e o dobro da tarifa terrestre para a correspondência transportada em navio, o Brasil introduzia assim ideia de pré-pagamento do envio de cartas, tornando os serviços postais mais acessíveis à população em geral (Trepel, 2008).

Para estes primeiros selos impressos, que apresentavam o valor nominal num círculo central rodeado por ornamentos que lembram o formato de um olho de um boi (nome pelo qual ficariam a ser conhecidos), foram emitidos três valores: 30, 60 e 90 reis (Watson, 1981). A emissão dos selos “Olho de Boi” marcou, assim, o início da era postal

moderna no Brasil, integrando o país no sistema postal internacional. Além de seu valor funcional, os selos “Olho de Boi” são hoje uma peça fundamental da história filatélica, representando um dos marcos do desenvolvimento postal no Brasil. O valor da sua comercialização depende muito do estado de conservação e da sua colocação, já que se o selo for encontrado no seu envelope original, o seu preço aumenta expressivamente.

O trabalho que se apresenta envolveu o estudo de um selo “Olho de Boi” de 60 reis com marca postal de cor preta, com o intuito de avaliar a autenticidade da sua colocação original. O *design* experimental seguido teve uma abordagem não invasiva, que se baseou na observação detalhada da marca postal presente no selo e no envelope, a que se seguiu a caracterização molecular da tinta presente no selo e no respetivo envelope. Para tal, foram utilizadas técnicas analíticas complementares, nomeadamente a análise por microespectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (micro-FTIR) e a microscopia de Raman (RM).

Observação detalhada da marca postal

A análise cuidada da marca postal presente no selo e no envelope evidenciou a continuidade da haste da letra “A” que se apresenta simultaneamente sobre estas duas superfícies, ao mesmo tempo que foi

identificada a presença de um traço, aplicado numa cor mais clara, que parte da mesma haste na marca postal e termina na área adjacente do envelope (Figura 4, a e b). Contudo, o resultado mais surpreendente da observação ao microscópio da tinta da marca postal foi o facto de a tinta da referida letra “A” (presente no selo) apresentar uma morfologia diferente daquela da tinta da continuação da haste da letra no envelope. A tinta da letra “A” inscrita no selo apresenta uma cor castanho escuro (Figura 4 — a encarnado), ao passo que a tinta da haste da mesma letra inscrita no envelope apresenta uma morfologia mais heterogénea, também em castanho escuro, com alguns grãos de menor dimensão de cor vermelho e azul (Figura 4 — a azul).

Desde logo, não obstante a continuidade da marca postal na interface selo-envelope observada visualmente, a diferença de morfologias observadas na tinta da mesma letra “A” no selo e no envelope apontou para uma formulação de tintas diferente nestas duas áreas analisadas, pondo assim em causa a autenticidade da localização do selo no seu envelope de uso original. Neste sentido, de modo a corroborar molecularmente o observado através da microscopia ótica, procedeu-se à análise não invasiva de ambas as tintas por microespectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (micro-FTIR)¹² e por microscopia de Raman (RM)¹³.

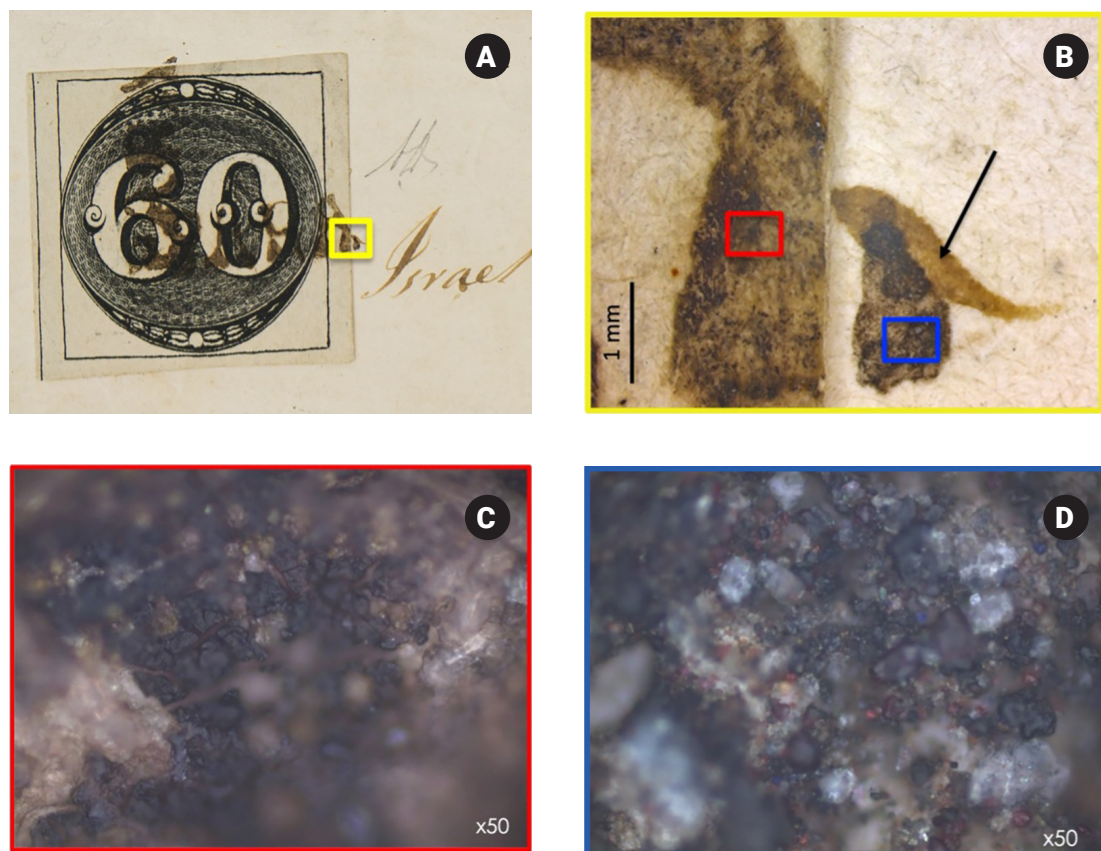


FIGURA 4 | Estudo de autenticidade de um selo “Olho de Boi” brasileiro de 60 reis presente num envelope. A) imagem onde se assinala a amarelo a zona interface da tinta da marca postal presente na região limite selo-envelope analisada; B) Região assinalada a amarelo na imagem A, observada a maior observação, onde se assinala com uma seta o traço de tinta de escrita presente sob a marca postal no envelope, e as regiões de observação com 50x de ampliação da tinta da marca postal da letra A presente no envelope (C) e na continuação haste do A presente no envelope (D).

Caracterização molecular da tinta da marca postal

A análise por microscopia de Raman foi realizada em diferentes pontos da marca postal presente no selo e no envelope, com maior representatividade na área da letra “A” da marca postal presente na interface selo-envelope (Figura 4 B, área a vermelho e a azul, respetivamente). Na área de tinta da marca postal no selo, foi possível identificar as bandas Raman características da presença de negro de fumo, nomeadamente o dubleto alongado característico deste pigmento a 1593 cm^{-1} , atribuído às ligações $\text{sp}^2\text{ C-C}$, e a 1327 cm^{-1} atribuído a as ligações $\text{sp}^3\text{ C—C}$ da grafite (Rada *et al.*, 2011) (Figura 5). A razão de intensidade destas duas bandas pode estar relacionada com a desordem ou com o grau de cristalinidade das amostras (Tomasini *et al.*, 2012). Neste caso, a razão de intensidades das duas bandas identificadas sugere a presença de um negro de fumo de origem animal, uma vez que a maior contribuição das ligações $\text{sp}^3\text{ C—C}$ da grafite (1327 cm^{-1}) reflete uma maior desordem da estrutura da grafite (ao contrário do que se verifica para os negros de fumo de origem vegetal, onde está presente uma contribuição mais intensa das ligações $\text{sp}^2\text{ C-C}$). No que diz respeito à análise da tinta da letra “A” do carimbo postal sobre o envelope (Figura 4 B, área a azul), foi identificada a presença de uma mistura de vermelhão, um óxido de ferro na forma de goethite e Azul da Prússia.

O vermelhão (HgS) foi identificado através das bandas de Raman características presentes a 340 cm^{-1} atribuídas à distensão n(Hg-S) , e a 249 e 291 cm^{-1} atribuídas à flexão d(S-Hg-S) angular (Frost *et al.*, 2012); a goethite ($\alpha\text{-FeO(OH)}$), foi identificada através das bandas Raman características a 241 , 313 , 396 , 475 , 546 cm^{-1} (Faria *et al.*, 1997); e o azul da Prússia, ($\text{Fe}_4[\text{Fe(CN)}_6]$), através das bandas de Raman características a 274 , 524 e 2094 cm^{-1} . A este resultado acresce a identificação da vibração de distensão a 2091 cm^{-1} presente no espectro de FTIR, atribuída à presença de grupos ($\text{C}\equiv\text{N}$) (Figura 5).

Com estes resultados, caem, assim, por terra as declarações de autenticidade da localização original deste selo, anteriormente proferidas por alguns especialistas em filatelia, evidenciando a importância dos métodos de exame e análise como ferramenta ímpar para desvendar, de forma não-invasiva, a autenticidade de artigos filatélicos (Miguel *et al.*, 2018).

DO ULTRAMARINO À AZURITE – A HISTÓRIA DOS AZUIS DOS CÓDICES LITÚRGICOS MEDIEVAIS DO SCRIPTORIUM DE ALCobaça

A cor azul medieval tem sido objeto de diversas estórias e histórias sobre os seus significados e origens, especialmente o uso do azul ultramarino, também denominado por lápis lazúli, e a

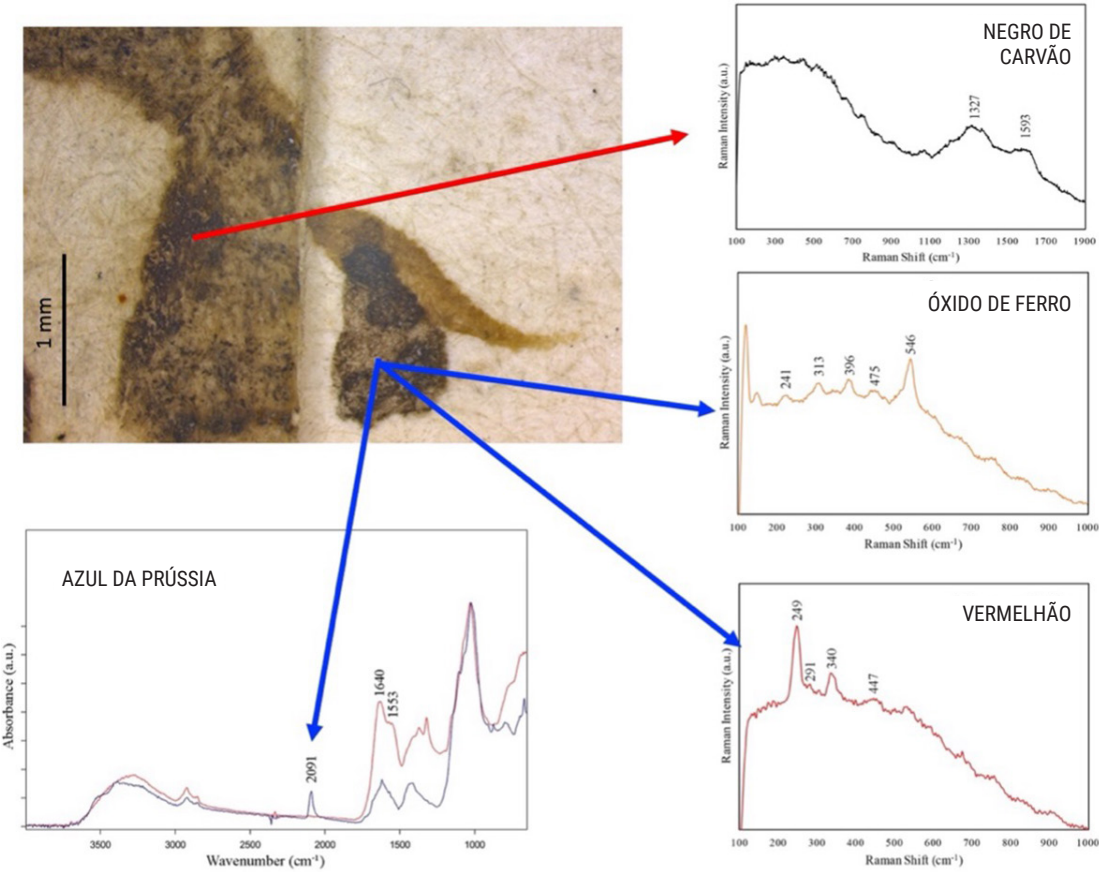


FIGURA 5 | Análise da tinta da marca postal da letra A presente no selo e no envelope, onde foram identificadas por microscopia de Raman as bandas características da presença de negro de carvão, óxido de ferro e vermelhão, e por micro-FTIR a banda de absorção relacionada com a presença de grupos cianeto associadas ao pigmento Azul da Prússia.

introdução/transição para a azurite na produção de pintura ao longo da História da Arte. Considerado o pigmento azul mais caro durante o período medieval, o ultramarino seria utilizado seletivamente para as representações mais importantes das composições pictóricas. Em contraste, a azurite — um pigmento azul menos dispendioso — seria utilizada para as representações menos importantes, ou em áreas de maior extensão, uma vez que permitia a redução de custos associados à execução da Obra, muito embora nem sempre a sua cor se aproximasse da beleza da cor do pigmento ultramarino.

O segundo caso de estudo que se apresenta teve como objetivo identificar *quando e como* deverá a azurite ter sido introduzida no maior *scriptorium* medieval português, localizado na Abadia Cisterciense de Santa Maria de Alcobaça (Miguel *et al.*, 2024). Fundada com Carta de Couto datada de 8 de abril de 1153 emitida por D. Afonso Henriques, 1.º Rei de Portugal, a Abadia de Santa Maria de Alcobaça tornava-se, assim, na 53.ª afiliada de Claraval. Para além da importante missão de unificação do rito cristão no território do recente proclamado Reino de Portugal, os monges brancos de Alcobaça trouxeram à agricultura da região novos métodos e abordagens da agricultura da Borgonha, tornando-se fundamentais para a melhoria da produtividade agrícola da região. Alcobaça depressa alcançou a sua independência económica das doações reais, tornando-se no mais bem estabelecido Mosteiro em Portugal (Miguel *et al.*, 2022).

UMA ABORDAGEM HOLÍSTICA PARA UMA RESPOSTA DESEJADA

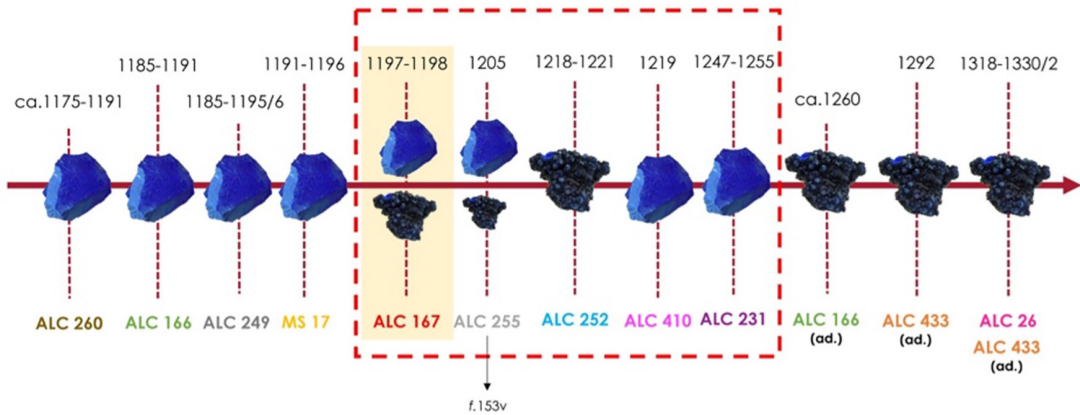
Do conjunto de manuscritos produzidos nos primórdios de atividade do *scriptorium* de Alcobaça, e que chegaram aos nossos dias, foram selecionados onze códices litúrgicos iluminados dos séculos XII-XIV, que se encontram à guarda da Biblioteca Nacional de Portugal (BNP) (Figura 6). A abordagem holística seguida teve início na análise documental e na análise litúrgica dos manuscritos, o que permitiu datar, do ponto de vista litúrgico, o núcleo primitivo e os sucessivos acrescentos que foram sendo integrados na forma de fólios ou cadernos em cada um dos manuscritos (Barreira, 2024). Esta primeira parte da abordagem foi de crucial importância, já que, em muitos casos, as datações apresentadas na Base de Dados da BNP para a produção dos manuscritos apresentam um desvio temporal que pode ir até mais de um século, o que à partida condicionaria totalmente o objetivo de estabelecer de forma o mais precisa possível a linha temporal do uso do azul ultramarino natural e a sua transição para a azurite no *scriptorium* de Alcobaça.

Seguiu-se a caracterização material das tintas azuis presentes tanto nas capitulares iluminadas, como nas *leterinas* (iniciais que iniciam as frases de menor importância hierárquica, presentes em elevado número ao longo do manuscrito) de cor azul, presentes em secções representativas das diferentes fases de execução de cada um dos



FIGURA 6 – Manuscritos selecionados para o estudo cronológico da utilização de pigmentos de cor azul em manuscritos iluminados medievais do scriptorium de Alcobaca. As datas indicadas seguem os resultados dos estudos litúrgicos de C. Barreira. FONTE: BARREIRA, 2024.

FIGURA 7 | Cronograma para a utilização de pigmentos azuis inorgânicos nos onze manuscritos litúrgicos selecionados (adições assinaladas como “ad.”), considerando as datas precisas determinadas pela análise litúrgica e os pigmentos azuis identificados nas tintas azuis analisadas FONTE: MIGUEL ET AL. 2024.



manuscritos, tendo sido utilizadas técnicas analíticas não invasivas *in-situ* para obter informações químicas elementares (h-EDXRF), moleculares (UV-Vis-NIR FORS) e de imagem química (Imagens hiperespectrais) das respetivas tintas azuis (Miguel *et al.*, 2024).

UMA CRONOLOGIA PARA O USO DE PIGMENTOS INORGÂNICOS NOS PRIMEIROS SÉCULOS DE ATIVIDADE DO *SCRIPTORIUM* DE ALCobaça

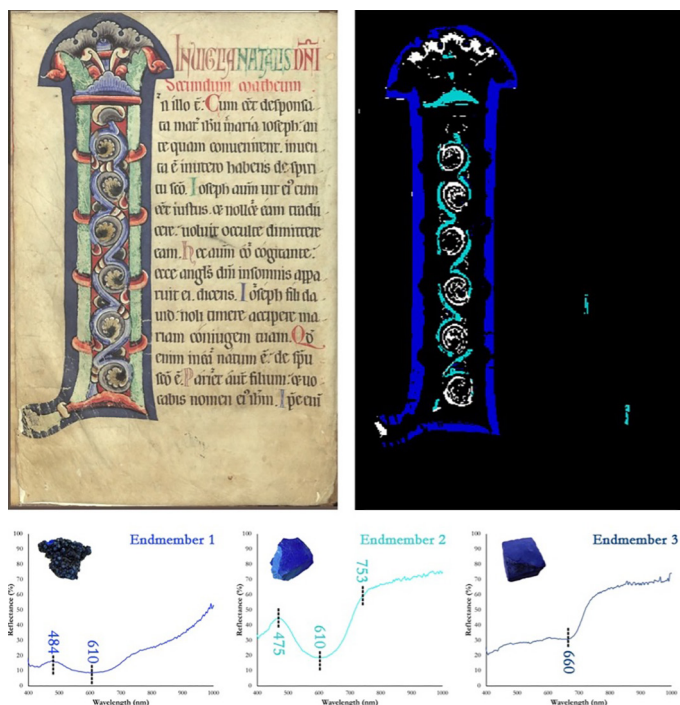
A análise material das tintas azuis permitiu estabelecer, de forma extraordinária, uma cronologia para o uso do azul ultramarino e da azurite nos primeiros séculos de atividade do *scriptorium* de Alcobaça, destacando o uso consistente de azul ultramarino na produção dos azuis no período de ca. 1175-1191 (ALC 11) a 1196 (ALC 167), e da azurite

de ca. 1260 (com a última adição no ALC 166) a 1318/1330-32 (ALC 26) (Figura 7). Entre este período (cerca de 58 anos), o ultramarino e a azurite são usados combinados no *scriptorium* de Alcobaça. É logo a seguir a ca. 1260, com a última adição ao manuscrito ALC 166, que a azurite parece substituir o ultramarino na produção de tintas de cor azul (tanto nas duas últimas adições do ALC 433, como em todo o ALC 26) (Figura 7).

O *Evangelarium* ALC 167 — ou a chave da resposta desejada

Produzido no período de 1197-1198, este extraordinário *Evangelarium* apresenta-se não só como o primeiro testemunho que nos chegou aos dias de hoje onde foi possível identificar pela primeira vez o uso de azurite na produção de tintas azul

FIGURA 8 | Mapas de distribuição obtidos com os dados da análise de imagens hiperespectrais (HSI) do ALC 167, f.1v. Canto superior esquerdo: imagem visível; canto superior direito, mapa HSI (as áreas azuis contínuas são calculadas com o algoritmo de correspondência de pixels SAM, com os seguintes valores tolerância: *endmember 1* (azul escuro – distribuição da azurite) 0,090 rad; *endmember 2* (ciano – distribuição do ultramarino) 0,100 rad, *endmember 3* (cinzento-claro – distribuição do índigo) 0,085 rad. Em baixo e da esquerda para a direita: espectros UV-Vis-FORS dos *endmembers 1, 2 e 3*, onde foram identificados a azurite, o ultramarino e o índigo, respetivamente.



no *scriptorium* de Alcobaça, mas também — e sobretudo — o modo extraordinário e surpreendente como este pigmento foi usado. De facto, se por um lado o ultramarino é, neste manuscrito, o único pigmento utilizado nas *leterinas* azuis em todo o manuscrito, por outro lado, nas iniciais de ordem hierárquica superior (como são as capitulares de abertura, iniciais de capítulo ou iniciais de parágrafo), a azurite surge como complementar da composição das iluminuras. Pensamos, assim, que a razão para o aumento da paleta de cores com a introdução da azurite pode ser outra que não de ordem económica, já que se a azurite tivesse sido introduzida por falta de disponibilidade de ultramarino no *scriptorium*, ou para poupar recursos, seria mais provável que fossem as *leterinas* (letras de importância secundária presentes em elevado número no manuscrito, representando o uso de

uma considerável quantidade de tinta para a sua execução) que tivessem sido pintados com azurite — um pigmento mais barato que o ultramarino. Ao contrário, verifica-se neste manuscrito que a azurite é frequentemente utilizada em combinação com o ultramarino e o índigo na forma de laca (ambos pigmentos de elevado custo económico), e na produção de capitulares de hierarquia superior (Figura 8).

A abordagem holística profundamente interdisciplinar seguida neste trabalho revelou-se, pois, fundamental para estabelecer a utilização cronológica dos pigmentos azuis inorgânicos nos primórdios do funcionamento do *scriptorium* de Alcobaça. A identificação da introdução da azurite neste *scriptorium* desde 1197-1198 situa a sua utilização antes da introdução dos manuscritos universitários franceses no *armarium* de Alcobaça, por

volta de 1260, altura em que se pensava que a azurite teria sido introduzida no *scriptorium*. Deste modo, não só a azurite foi introduzida no *scriptorium* de Alcobaça muito antes (ca. 60 anos¹⁴), mas também surge contextualmente ao uso do ultramarino ou combinada com o índigo para produzir capitulares de hierarquia superior, atingindo tonalidades puras que vão do azul acinzentado ao azul-escuro brilhante, com um extraordinário impacto visual. De sublinhar que esta introdução ocorreu num período de expansão territorial do Mosteiro de Alcobaça, no qual ocorreu a compra de uma área considerável de terras, o que reflete a capacidade económica do Mosteiro à época. Pensamos assim que introdução da azurite não deverá ter ocorrido por motivos financeiros, mas sim por uma intenção artística, com a utilização inovadora de materiais e efeitos visuais estilísticos fora do comum para a época, testemunhando a riqueza deste *scriptorium* logo nas primeiras décadas de atividade, não só no que diz respeito aos elevados recursos económicos existentes, mas também — e sobretudo — à elevada competência dos seus iluminadores.

Mais uma vez, demonstra-se que o recurso a abordagens interdisciplinares combinadas com métodos de exame e análise — que se pretendem cada vez mais não-invasivos — levam-nos à descoberta de estórias e histórias ímpares, permitindo alcançar um conhecimento mais profundo do nosso Património, do conhecimento das Sociedades, e das relações culturais entre povos.

AGRADECIMENTOS

Agradece-se à Fundação para a Ciência e Tecnologia o financiamento dos projetos Norma Transitória (DL 57/2016/ CP1372/CT0012), Laboratório HERCULES (UIDP/04449/2020 and UIDB/04449/2020) e CISTER.HOR (PTDC/ARTHIS/29522/2017), à Biblioteca Nacional de Portugal (BNP), e a todos os investigadores, alunos e funcionários que permitiram alcançar os resultados que aqui se apresentam. No âmbito do Projecto “*Old Goa Revelations*”, os autores agradecem: ao Programa Doutoral HERITAS — Estudos do Património, ref. PD/00297/2013, financiado pela FCT através dos contratos PD/BI/135001/2017, PD/BD/143084/2018 e COVID/BD/152062/2021 e ao abrigo do Projeto Exploratório da Fundação para a Ciência e Tecnologia *Old Goa Revelations* (Ref. 2022.10305.PTDC), ao abrigo dos programas FEDER e Programa Regional Alentejo 2020; Museu Nacional de Arte Antiga; Fundação Calouste Gulbenkian; Fundação Oriente; Arquivo do Laboratório José de Figueiredo; Arquivo e Biblioteca do Museu Nacional de Arte Antiga; Ministério dos Negócios Estrangeiros; Embaixada de Portugal em Nova Dehli; Consulado Geral de Portugal em Goa; *Archaeological Survey of India*; *Archaeological Museum, Velha Goa*; *China-Portugal Joint Laboratory of Cultural Heritage Conservation Science supported by the Belt and Road Initiative*; *National Key R&D Program of China* (2021YFE0200100). No âmbito deste Projeto os autores gostariam de prestar um

especial agradecimento pela colaboração científica a: António Candeias, Ana Teresa Caldeira, Fernando António Baptista Pereira, Ana Machado, Luís Piorro, Lília Esteves, José Mirão, Gabriela Carvalho, Miguel Mateus; David Teves Reis; José Artur Pestana; Miguel Metelo de Seixas; Mónica Esteves Reis; Ian de Noronha; Ana Duarte; Kishore Raghubans, H. A. Naik, Vimal Saxena, Shrikant Mishra, Rajeshwari Lakshmi, Deepak Gupta, Vimal Kumar, Anil Patil, Anupama Mahajan, Kamlesh Verma, Meher Bahre, Nilesh Mahajan, Sammer CP e Soban Dinesh; Sudhir Wahg.

REFERÊNCIAS

- BARREIRA, C. Recovering the History of a Male Cistercian Community from its Liturgical Codices (c. 1175-1350). In: BARREIRA, C.; CASANOVA, M. C.; ANDRADE, M. F. (coord.). *Cistercian Horizons — Collected Essays*. Budapest: Trivent, 2024, p. 127-155. ISBN 978-615-6696-36-6.
- CASTRO, K. *et al.* *Micro-Raman analysis of coloured lithographs*. Analytical and Bioanalytical Chemistry, v. 379, n. 4, 2004, p. 674-683.
- FARIA, D. L. A.; VENANCIO-SILVA, S.; OLIVEIRA, M. T. de. *Raman microspectroscopy of some iron oxides and oxyhydroxides*. *Journal of Raman Spectroscopy*, v. 28, 1997, p. 873-878.
- FROST, R. L. *et al.* *Raman spectroscopic and SEM study of cinnabar from Herod's palace and its likely origin*. *Analyst*, v. 127, 2002, p. 203-296.
- MACHADO, A. F. *et al.* *Combining in situ elemental and molecular analysis: The Viceroy's portraits in Old Goa, India*. *Journal of Cultural Heritage*, v. 68, 2024, p. 122-129. ISSN 1296-2074.
- MIGUEL, C.; BARROCAS-DIAS, C.; CARVALHO, M. L. Haja Luz: singularidades materiais das hagiografias românicas alcobacenses num contexto europeu. In: *Manuscritos de Alcobaça — cultura, identidade e diversidade na unanimidade cisterciense*. Lisboa: Direção Geral do Património Cultural, 2022, p. 82-102. ISBN 978-972-776-608-6.
- MIGUEL, C.; BOTTURA-SCARDINA, S. The History of Blue in the Liturgical Codices of early Alcobaça as told by the material analyses. In: BARREIRA, C.; CASANOVA, M. C.; ANDRADE, M. F. (coord.). *Cistercian Horizons — Collected Essays*. Budapest: Trivent, 2024, p. 369-389. ISBN 978-615-6696-36-6.
- MIGUEL, C.; CANDEIAS, A. Raman Spectroscopy as a Cultural Heritage Forensic Tool. In: MIGUEL, C.; BARROCAS-DIAS, C.; CARVALHO, M. L. (org.). *Raman Spectroscopy in Archaeology and Art History*. Londres: Royal Society of Chemistry, 2018, p. 185-196. ISBN: 978-1-78801-138-9.

- RADA, S.; DEHELEAN, A.; CULEA, E. F. T. I. R. *Raman, and UV-Vis spectroscopic and DFT investigations of the structure of iron-lead-tellurate glasses*. Journal of Molecular Modeling, v. 17, 2011, p. 2103-2111.
- REIS, A.; CANDEIAS, A. *Conservation of Transcultural Heritage: Cooperation Towards Correct Interpretation and Common Strategies — The Vice-Rois Portrait Gallery*. In: Preserving Transcultural Heritage: Your Way or My Way?. Vale de Cambra: Caleidoscópio, 2017, p. 343-352. ISBN 978-989-658-467-2.
- REIS, A. et al. *Em busca do retrato original de Afonso de Albuquerque*. Novas revelações na Galeria dos Vice-Reis de Goa. Conservar Património, v. 46, 2023, p. 43-59.
- REIS, A. et al. *Decifrando as camadas do tempo na galeria dos Vice-Reis em Goa... novos dados para a interpretação das campanhas de intervenção (séculos XVI ao XIX)*. In: GSCHWEND, A.; PEREIRA, Fernando; GAMITO, M. (org.). *ON PORTRAITURE. Theory, practice and fiction. From Francisco de Holanda to Susan Sontag*. Lisboa: CIEBA-FBAUL, 2022, p. 137-158. ISBN 978-989-8944-78-8.
- REIS, Ana Teresa. *A Galeria de retratos dos Vice-Reis e Governadores do Estado da Índia. Percurso para a sua reinterpretação e salvaguarda*. Tese (Doutoramento em Belas-Artes, variante de Ciências da Arte e do Património) — Faculdade de Belas-Artes, Universidade de Lisboa, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/58324?mode=full>. Acesso em: 17 set. 2024.
- REIS, Ana Teresa. *A Galeria dos Vice-Reis e Governadores da Índia Portuguesa. Percurso para a definição de uma metodologia de intervenção*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Católica Portuguesa, Porto, 2014. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.14/23652>. Acesso em: 17 set. 2024.
- REIS, T. et al. *Old Goa Revelations: A collaborative project on the shared heritage between India and Portugal*. In: BRIDGLAND, J. (org.). *Transcending Boundaries: Integrated Approaches to Conservation. ICOM-CC 19th Triennial Conference Preprints, Beijing, 17–21 May 2021*. Paris: International Council of Museums, 2021, p. 1-13.
- TOMASINI, E. et al. *Micro-Raman spectroscopy of carbon-based black pigments*. Journal of Raman Spectroscopy, v. 43, 2012, p. 1671-1675.
- TREPEL, S. R. *The Islander Collection — The Rarest and Most Outstanding Stamps of South America*. New York: Robert A. Siegel Auction Galleries, Inc., 2008.
- VANDENABEELE, P.; PAEPE, P.; MOENS, L. *Study of the 19th-century porcelain cards with direct Raman analysis*. Journal of Raman Spectroscopy, v. 39, n. 8, 2008, p. 1099-1103.

WATSON, J. *The Stanley Gibbons Book of Stamps and Stamp Collecting*. New York: Crescent Books, 1981.

NOTAS

- De acordo com o estado de conservação das obras, respeitando em 1.º lugar a sua integridade.
- Projeto Exploratório da Fundação para a Ciência e Tecnologia Old Goa Revelations (Ref. 2022.10305.PTDC).
- Sara Valadas (Lab HERCULES, Cátedra CityUMacau, Universidade de Évora), António Candeias (Lab HERCULES, Cátedra CityUMacau, Universidade de Évora), Ana Machado (LJF — Museus e Monumentos de Portugal), Peter Vandenabeele (Universidade de Ghent).
- Teresa Teves Reis (Lab HERCULES, Cátedra CityUMacau, Universidade de Évora), David Reis (Cátedra CityUMacau, Universidade de Évora).
- Luís Piorro (LJF — Museus e Monumentos de Portugal), Ian de Noronha (Lemon Tart Media).
- Ana Teresa Caldeira (Lab HERCULES, Cátedra CityUMacau, Universidade de Évora).
- Fernando António Baptista Pereira (Universidade de Belas Artes, Lisboa).
- Em 1581, o Governador Fernão Teles de Menezes terá encomendado a execução de 11 retratos e renovação dos 19 restantes, no contexto de obras de ampliação do Palácio da Fortaleza e transição de administração no contexto da União Ibérica.
- A primeira campanha in-situ com instrumentação analítica permitiu, pela primeira vez, uma abordagem química elementar 2D, com o sistema ELIO. Já em janeiro de 2023, o sistema CRONO possibilitou gerar uma maior quantidade de informação tendo em consideração que foi possível aumentar significativamente as áreas de análise (em vez da aquisição de mapas elementares 2D com dimensões médias de 7cm X 8 cm, sendo necessárias cerca de 6-7 horas de aquisição, as áreas de análise com o sistema CRONO permitiram reduzir significativamente o tempo de aquisição em áreas de análise de 45cm X 60cm).
- O sistema permite a recolha de informação sobre a distribuição dos elementos químicos em multicamadas.
- Projeto “CISTER.HOR — Study and characterize a medieval scriptorium and its production: Alcobaça. Dialogues between local identities and liturgical uniformity” (PTDC/ARTHIS/29522/2017).
- Foi utilizado um espectrómetro de infravermelhos Bruker Hyperion 3000 equipado com um detetor MCT arrefecido com azoto líquido, e uma objetiva de ATR IR de 20x. Os espectros foram adquiridos em modo de ATR com uma resolução espectral de 4 cm⁻¹, 32 scans, na região 4000-650 cm⁻¹ da região do infravermelho.
- Foi utilizado um espectrómetro Raman Horiba XPlora acoplado a um microscópio Olympus equipado com um laser de diodo de potência de 20 mW a operar a 785 nm. O feixe laser foi focado com uma lente Olympus 50× com uma potência laser na superfície da amostra de 2,0 mW (10 segundos de exposição, 10 ciclos de acumulação). Os espectros Raman foram adquiridos em modo estendido na região de 100–1900 cm⁻¹.
- Considerando que uma geração pode ser definida como o intervalo de tempo entre o nascimento de uma geração de pessoas e o nascimento da próxima geração, que geralmente varia entre 20 e 30 anos, poderemos, pois, considerar que a introdução da azurite no scriptorium de Alcobaça terá ocorrido cerca de duas gerações antes até ao presente estudo assumido pela História da Arte.

**MONITORAMENTO E ESTRATÉGIAS
PARA A CONSERVAÇÃO
DO PATRIMÔNIO CULTURAL**

Aplicação da técnica de termografia na inspeção não destrutiva de edificações de interesse cultural

LARISSA CAMILO DE SOUZA LIMA E SILVA

Programa de Pós-Graduação em Preservação e
Gestão do Patrimônio Cultural das Ciências e da Saúde
(PPGPAT/COC/Fiocruz)

INTRODUÇÃO

O monitoramento de um bem cultural material é o cômputo de metodologias cujo cerne é o levantamento do estado de conservação e identificação de agentes de deterioração que comprometem, ou podem vir a comprometer, a integridade e, consequentemente, a preservação dos seus atributos e valores.

As metodologias desenvolvidas para inspeção e diagnóstico dos bens culturais são interdisciplinares e possuem na cooperação científica a base para a integração das áreas do conhecimento multidisciplinar. O levantamento holístico multidisciplinar do estado de conservação de um bem cultural propicia decisões eficazes que contribuem para o alcance do objetivo máximo, a preservação integral do bem cultural.

A disponibilidade de recursos humanos e financeiros para a realização de inspeções não destrutivas comumente não se enquadra na realidade dos mantenedores de bens culturais, o que evidencia a necessária cooperação entre os atores que detêm acervos técnicos-científicos e a disseminação de tecnologias aplicadas à ciência do patrimônio.

As contribuições dos Institutos, Centros de Estudos, Conselhos e Associações e dentre outras entidades, internacionais e nacionais, fomentam a difusão de metodologias não destrutivas para inspeção do estado de conservação de um bem cultural tangível. Destaca-se aqui às contribuições

do Laboratório HERCULES, unidade de investigação da Universidade de Évora, do Laboratório de Ciência da Conservação (LACICOR/EBA/UFMG), do Laboratório de Ensaaios Não Destrutivos (LENaD/EA/UFMG), da Comissão Técnica de Patrimônio Cultural (CTPC), criada a partir de uma parceria entre a Associação Brasileira de Ensaaios Não Destrutivos e Inspeção (ABENDI) e a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie. Essa comissão ainda conta com a participação da Associação Nacional de Pesquisa em Tecnologia e Ciência do Patrimônio (ANTECIPA).

Os ensaios não destrutivos são ferramentas que subsidiam as análises da materialidade com proficiência e com a capacidade de alcançar os objetivos propostos preservando os valores do bem de interesse cultural. Técnicas como a percussão, ondas acústicas, termografia e raio-x possuem na confinidade entre o técnico, na área a ser inspecionada e na interpretação dos dados os maiores desafios para a efetividade dos resultados.

Nesse contexto, este capítulo discorre sobre a aplicabilidade do método da termografia como ferramenta para inspeção e monitoramento de patologias em edificações de interesse cultural, versando ainda sobre suas potencialidades e desafios frente as contribuições para os diagnósticos, protocolos de intervenção e saneamento de danos. Nessa oportunidade, são apresentados os resultados parciais das inspeções termográficas realizadas nos painéis de estuque do quinto

andar do Pavilhão Mourisco e na fachada norte do primeiro pavimento do Pavilhão Arthur Neiva, parte das atividades de pesquisa realizadas pela autora no estágio pós-doutoral junto ao Programa de Pós-Graduação em Preservação e Gestão do Patrimônio Cultural das Ciências e da Saúde (PPGPAT), da Casa de Oswaldo Cruz (COC/Fiocruz).

CONTEXTO

O critério de intervenção mínima, ou não intervenção, aliterado por Ruskin e Morris no século XIX, alicerça a boa prática da inspeção não destrutiva que resulta em incursões interdisciplinares e transdisciplinares na ciência do patrimônio. O estabelecimento do contexto de um bem cultural permite a elaboração de diagnósticos que podem delinear eixos de inspeção multinível e intersetorial em um edifício, o que torna viável o reconhecimento dos possíveis riscos para a gestão num processo de tomada de decisão (Gonçalves, 2020, p. 405).

O diagnóstico, enquanto ferramenta da conservação preventiva, deve estabelecer critérios para caracterização das patologias, origens, causas e seus respectivos agentes de deterioração em todas as camadas que compõem o bem de interesse cultural. O diagnóstico intersetorial exige uma articulação entre a conservação preventiva, as metodologias de inspeção, os recursos disponíveis e as camadas de envoltório do bem cultural.

O partido das intervenções terapêuticas deve ser estabelecido após a análise e avaliação dos danos e seus possíveis desdobramentos, diretos e indiretos, nos valores do bem (Pinheiro *et al.*, 2009).

A ação patológica pode ser diagnosticada através de fatores como o agente, o contexto, as condicionantes ambientais e a severidade do dano, sendo esse último podendo ser caracterizado pelos ensaios não destrutivos. O fluxo das manifestações patológicas ocasionadas por agentes bióticos e abióticos é orgânico e os níveis de degradação devem ser inspecionados nas diversas camadas que compõem a materialidade do bem cultural. As circunstâncias atuais de preservação do substrato, a aderência entre a base e o revestimento, porosidade, deformações plásticas, despigmentação de revestimentos e dentre outras manifestações necessitam de inspeções que desvendem o estado de conservação do bem para além das camadas superficiais.

As metodologias de inspeção não destrutivas aplicadas ao patrimônio são diversas, mas unânimes na preservação da materialidade, da sustentabilidade e das camadas históricas de um bem de interesse cultural. A diversidade das metodologias não as desclassifica e sim conota singularidade as investigações que, mediante o valor excepcional, devem ser delineadas de acordo com as particularidades do bem. Vale *et al.* (2004) afirmam que é fundamental avaliar qual ensaio não destrutivo será ideal para cada situação de

inspeção, visto que o acesso ao elemento em análise, condições climáticas e a estabilidade estrutural são condições que interferem na escolha do método e nos resultados esperados.

Dentre os métodos não destrutivos a inspeção visual se destaca por ser de fácil aplicação e de exigir relativo baixo investimento na aquisição de equipamentos, entretanto, para que esse método apresente efetividade, os recursos humanos necessitam de capacitação perene, o que reforça a importância das ações de conservação preventiva, no âmbito da educação patrimonial, e de cooperação técnica e científica.

A cooperação técnica transdisciplinar, característica inerente da ciência do patrimônio, fomenta tecnologias aplicadas as inspeções não destrutivas, oportunizando uma caracterização fidedigna do estado de conservação de um bem cultural sem impactos adicionais em seus atributos e valores. As contribuições dos autores Silva *et al.* (2018), Barbosa *et al.* (2021) e Alvarenga *et al.* (2023) apresentam a termografia como um método eficaz para inspeção, análise e avaliação, quantitativa ou qualitativa, do estado de conservação de edificações de interesse cultural. Nos estudos de caso apresentados pelos autores a termografia é inserida como a etapa seguinte a inspeção visual.

Para melhor compreensão da eficiência dos métodos não destrutivos e delimitação das expectativas, se faz necessário estabelecer os conceitos das análises primárias, secundárias e terciárias,

aplicadas as inspeções não destrutivas em bens de interesse cultural. As análises primárias são realizadas para se atemperar o contexto do bem, da(s) patologia(s) e seus possíveis agentes, já as análises secundárias fornecem subsídios delineadores do estado de conservação, tipo e grau de deterioração a depender da magnitude do ensaio executado. As análises secundárias são importantes ferramentas na obtenção de dados e indícios que podem demandar por investigações mais amplas acerca do estado de conservação do bem. Por fim, as análises terciárias, comumente as de maior investimento de recursos humanos e/ou financeiros, discretizam as patologias não visíveis ou de difícil caracterização, os níveis de degradação e dados cujas análises primária e secundária não conseguiram arvorar.

TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA COMO MÉTODO DE INSPEÇÃO

A termografia pode ser definida como uma técnica não destrutiva e não invasiva de registro fotográfico digital infravermelho cujo objetivo é analisar as temperaturas emitidas ou absorvidas por objetos. Aplicada ao patrimônio cultural, essa técnica tem como objetivo principal o registro do gradiente térmico de bens materiais, ou regiões desses, para análise e avaliação do estado de conservação, patologias e anomalias diversas. Dentre os métodos

de inspeção não destrutivos, a termografia destaca-se por sua boa trabalhabilidade e adaptabilidade, uma vez que é possível o desenvolvimento de metodologias que atendam as singularidades de cada bem e seu contexto ambiental.

As diretrizes brasileiras para a termografia são estabelecidas atualmente em Normas ABNT, com destaque para a ABNT NBR 16818:2020 — Ensaios não destrutivos: Terminologia infravermelha — Procedimentos para aplicação do método da termografia infravermelha, ABNT NBR 15424:2022 — Ensaios não destrutivos: Termografia infravermelha — Terminologia e ABNT NBR 16969:2021 — Ensaios não destrutivos: Termografia Infravermelha — Princípios gerais. Dentre as diretrizes estabelecidas pelas Normas anteriormente citadas, a NBR 16818:2020 apresenta os procedimentos mínimos para a aplicação da técnica, seja passiva ou ativa, com destaque para as condições de contorno, entendidas pela Norma como condições ambientais e climáticas. As condicionantes ambientais são variáveis que devem ser consideradas e coletadas para a realização dos ensaios e análise dos resultados. Dados climáticos como precipitação do período de realização do ensaio, radiação solar, incidência solar, sobre a região a ser inspecionada, e a umidade relativa devem ser registrados no relatório de inspeção termográfico.

O método termográfico possibilita análises passivas (Figura 1), em que à aferição da radiação infravermelha emitida pelos objetos não necessita

FIGURA 1 | Diagrama do método de termografia passiva.
FONTE: ADAPTADO PELA AUTORA A PARTIR DA NBR 16969:2021.

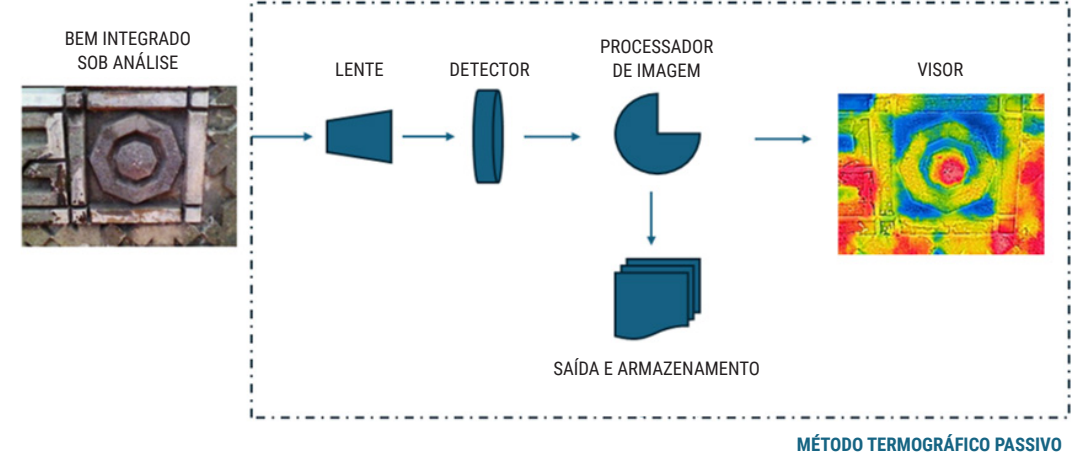
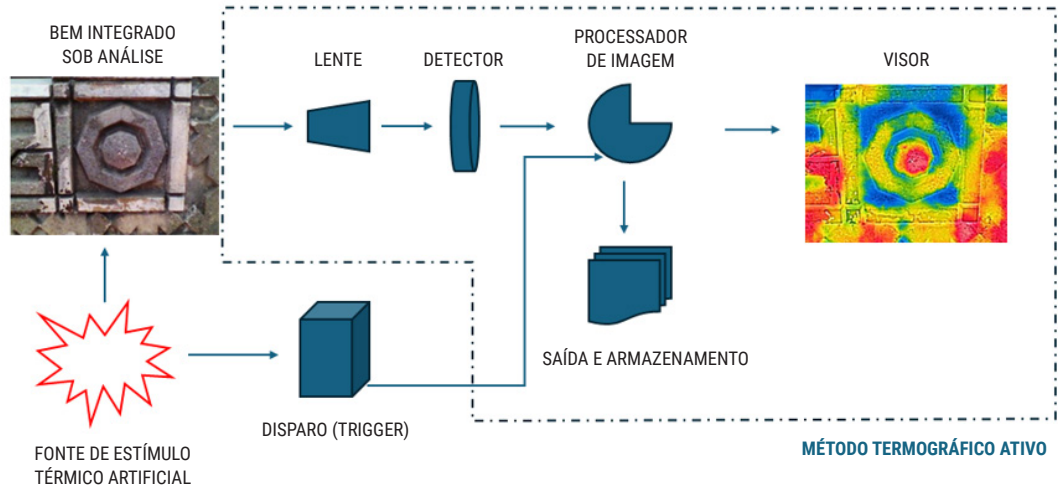


FIGURA 2 | Diagrama do método de termografia ativa.
FONTE: ADAPTADO PELA AUTORA A PARTIR DA NBR 16969:2021.



de incitação térmica, e ativas (Figura 2), em que há necessidade de estímulos térmicos de fontes externas ao objeto. O método passivo é amplamente utilizado nas inspeções e monitoramentos de edifícios porque utiliza a radiação térmica natural dos elementos, sem a necessidade de estímulo externo. Já o método ativo, onde há utilização de uma fonte de calor artificial, possibilita ensaios em ambientes internos, entretanto expõe o material a uma fonte de calor que, se não monitorada, pode ocasionar danos adicionais ao objeto.

As avaliações dos resultados obtidos nas análises podem ser quantitativas, onde o parâmetro da temperatura é preeminente, e qualitativas, quando a distribuição da temperatura na superfície é o parâmetro hegemônico. Para as avaliações quantitativas é obrigatório o levantamento das condicionantes ambientais, climáticas e condições de contorno.

Os equipamentos rotineiramente utilizados nos ensaios termográficos são a câmera termográfica, termo higrômetro, termômetro e, específico para os ensaios ativos, fontes externas de incitação. Os instrumentos utilizados nos ensaios apresentados neste capítulo apoiam-se nas diretrizes para realização dos ensaios passivos e avaliações qualitativas normatizados pela NBR 16969:2021. Os parâmetros adotados para a realização dos ensaios variam de acordo com a emissividade do material, temperatura refletida, distância entre a superfície e a câmera termográfica, aquecimento

da superfície, temperatura do ambiente, umidade relativa da superfície e do ar. Para que os resultados sejam confiáveis é necessário que o equipamento esteja calibrado, atendendo as especificações da ABNT NBR ISO 10012, e verificado, periodicamente, pelo usuário final. Para a realização desse procedimento, a NBR 16969:2021 apresenta no Anexo A as diretrizes para a realização da verificação da câmera termográfica através do simulador de corpo negro. A NBR 16969:2021 apresenta em seu Anexo A as normativas para a calibração e verificação da câmera termográfica, que, no entendimento da Norma, são etapas díspares, com procedimentos específicos e que devem ser realizadas para verificação da conformidade das especificações estabelecidas pelo fabricante e para a verificação das funcionalidades mínimas para realização de ensaios pelo usuário final, respectivamente. A Norma ainda normatiza o conceito de emissividade (Anexo B), temperatura aparente refletiva (Anexo C), transmissividade (Anexo D) e seus respectivos procedimentos de ensaios.

O Manual de Conservação Preventiva para Edificações do IPHAN, coordenado e elaborado por Klüppel e Santana (2000), propõe uma série de procedimentos para inspeção e conservação de edificações de interesse cultural. Dentre as proposições apresentadas pelas autoras, indica-se que as inspeções sejam realizadas, imediatamente, antes e após o período sazonal de chuva ou após fortes intempéries. Aplicando-se este procedimento de

inspeção para a termografia passiva qualitativa torna-se possível a identificação de regiões de maior concentração de umidade e, consequentemente, maior vulnerabilidade.

INSPEÇÕES TERMOGRÁFICAS NOS BENS CULTURAIS DO NAHM

Os ensaios termográficos realizados no Pavilhão Mourisco e Pavilhão Arthur Neiva são atividades que compõem o plano de trabalho do estágio pós-doutoral da autora e que tem como um dos objetivos principais a elaboração de um manual para operacionalização da câmera termográfica como ferramenta para diagnósticos e monitoramento das edificações do Núcleo Arquitetônico e Histórico de Manguinhos — NAHM. Esse trabalho apresenta a aplicação da técnica da termografia nos bens culturais sem a pretensão de ser conclusivo, uma vez que, este relato apresenta parte das atividades do estágio pós-doutoral ainda em curso.

A metodologia utilizada para a inspeção das patologias nas edificações do NAHM parte do desenvolvimento da Tese de Doutorado da autora, intitulada “Avaliação da integridade da tesoura de caibro-armado de madeira do século XIX através de ensaios não destrutivos”, publicada em 2019, e de trabalhos como Silva *et al.* (2018), Silva *et al.* (2018) e Silva *et al.* (2017), onde os autores apresentaram a termografia como método de inspeção secundário

a inspeção visual e ferramenta para diagnóstico de patologias ocasionadas pela umidade em bens de interesse cultural.

A metodologia estabelecida para a inspeção termográfica nas edificações do NAHM contempla as etapas de estabelecimento do contexto, identificação, realização dos ensaios, análises e avaliação dos resultados. Na etapa de estabelecimento do contexto foram levantados os dados ambientais dos dias em que se realizaram os ensaios, estabelecidas as camadas de envoltório e coletados os relatos dos atores envolvidos diretamente com os bens culturais (anamnese). Foram realizados levantamentos de dados e de informações a partir de três fontes sendo estas o acervo técnico-científico da Instituição, os dados climáticos disponibilizados pelos órgãos públicos de monitoramento regional e pelo registro oral dos usuários das edificações. O partido pelo método de inspeção passivo qualitativo foi escolhido na etapa de estabelecimento do contexto, em que todas as condicionantes, diretas e indiretas, dos bens culturais foram levantadas. Tal partido foi tomado mediante os dados ambientais coletados, disponibilidade de incidência solar sobre as faces analisadas nos dias dos ensaios e acessibilidade das áreas inspecionadas.

Para o planejamento dos dias em que os ensaios seriam realizados, foram levantados os dados ambientais e os períodos sazonais de chuvas da cidade do Rio de Janeiro através dos dados disponibilizados pelo Sistema de Alerta

de Chuvas da Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, Alerta Rio. Foram estabelecidos os meses de julho/2023, outubro/2023 e janeiro/2024 para a realização das inspeções, cujo objetivo era contemplar os cenários sem precipitação, antes dos períodos sazonais de chuvas e imediatamente após intempérie intensa, respectivamente. A justificativa para a escolha dos três cenários é a verificação da influência da umidade ambiental nos resultados. Os dados pluviométricos coletados na Estação 32 — São Cristóvão para o dia 10 de julho de 2023 são 0,0mm sendo a média da temperatura local de 29,1°C; para o dia 30 de outubro de 2023 são de 23,2 mm com a média da temperatura local de 32,2°C; para o dia 22 de janeiro de 2024 são de 62,6 mm com a média da temperatura em 30,4°C.

Na etapa de identificação foram mapeadas regiões que apresentaram anomalias na superfície como a descontinuidade de material ocasionada por intervenções, deformações plásticas, desgaste superficial, concentração de umidade e/ou sujidade e desenvolvimento de agentes biológicos. O fácil acesso às regiões eleitas como estudo de caso foi fator determinante na etapa de identificação e monitoramento das manifestações patológicas dos revestimentos.

Após as etapas de estabelecimento do contexto e identificação, foram determinados os parâmetros de distância e emissividade¹. A distância adotada para a realização dos ensaios foi de 1,20

m e fora determinada considerando a refletividade do material, mitigação da interferência da radiação de elementos externos e acesso a região inspecionada. A determinação da emissividade (e) relaciona-se diretamente com a propriedade da superfície do material que é definida pelo fabricante do equipamento termográfico como mate, semimate, semibrilhante ou brilhante². Considerando as características das superfícies ensaiadas, para a inspeção realizada no painel em estuque do Pavilhão Mourisco calibrou-se o equipamento para superfície semimate e para o revestimento em pastilha cerâmica do Pavilhão Arthur Neiva optou-se pela calibração da emissividade para superfície semibrilhante. O filtro da escala termográfica adotado no equipamento para os ensaios foi o *Rainbow* por permitir uma análise qualitativa mais objetiva, onde as temperaturas mais elevadas são representadas pela cor branca e pelas cores quentes (vermelho, laranja e amarelo) e as temperaturas mais baixas são representadas pelas cores frias (azul, verde e o violeta).

Com a elaboração do protocolo descrito, foram realizadas as inspeções nos dias 10 de julho e 30 de outubro de 2023 e 22 de janeiro de 2024, no período das 10h00 às 12h00, obtendo-se os seguintes resultados parciais apresentados nas Figuras 03 a 05, para o painel de estuque do Pavilhão Mourisco, e nas Figuras 6 a 8, para o revestimento em pastilha cerâmica do primeiro pavimento da fachada norte do Pavilhão Arthur Neiva.

Considerando-se que os ornatos do painel de estuque são saliências, que estão mais expostas a radiação solar que a base de assentamento desse relevo, e a inspeção visual previamente realizada, optou-se por estabelecer a homogeneidade térmica como parâmetro qualitativo para indícios sobre a integridade do sistema de revestimento. Por causa do percurso solar, os cenários de 30 de outubro/2023 e 22 de janeiro/2024 foram os de maior exposição do painel a incitação passiva direta. Entretanto, em nenhum dos três cenários analisados a exposição passiva direta do painel ultrapassou as 11h00 da manhã. A coleta e monitoramento desses dados ambientais auxiliam na mitigação das incertezas sobre as análises dos resultados obtidos.

Com a inspeção visual foi possível a caracterização do estado de conservação do revestimento e ornatos em bom e regular, sendo essas regiões indicadas nas Figuras 3, 4 e 5, nas cores vermelho (norte) e amarelo (sul), respectivamente. A caracterização do estado de conservação³ realizada tem caráter qualitativo e apoia-se nas análises dos aspectos visuais de identificação de deformações plásticas e desprendimentos, pulverulência e homogeneidade do revestimento.

Nos termogramas apresentados nas Figuras 03, 04 e 05 identifica-se que, para os três cenários, a maior homogeneidade térmica concentrou-se na região onde o revestimento apresentara bom estado de conservação, tanto no ornato quanto na base

de fixação. Esse resultado ratifica a inspeção visual e torna possível a identificação das microzonas onde o termograma apresentou picos térmicos (cor branca) o que, por se tratar de um material heterogêneo, pode indicar regiões de possíveis deformações e fraturas plásticas. Esse resultado também contribui para o monitoramento do estado de conservação e estabelecimento de prognósticos do revestimento, uma vez que, as microzonas, onde foram identificados os picos térmicos, se mantém, em menor (Figura 3) ou maior (Figura 4) manifestação de acordo com a exposição passiva da área inspecionada, umidade e temperatura ambiental.

Outra ratificação da inspeção visual fornecida pelo ensaio termográfico foi a heterogeneidade térmica das regiões cujo estado de conservação foi identificado como regular. Os termogramas das Figuras 3 a 5 evidenciam a porosidade do revestimento como também fraturas e descontinuidades dos materiais executados em intervenções anteriores.

As Figuras 6 a 8 apresentam os termogramas obtidos nos ensaios realizados no primeiro pavimento da fachada norte do Pavilhão Arthur Neiva. A inserção da edificação, envolta pelo maciço arbóreo do sítio, não permite que a fachada inspecionada seja exposta a radiação solar de forma homogênea. Com isso, os termogramas podem apresentar ruídos térmicos ocasionados pela incitação irregular da superfície (Figuras 6-a, 7-a e 8-a). Para mitigar as possibilidades de interpretações equivocadas dos resultados, é necessária

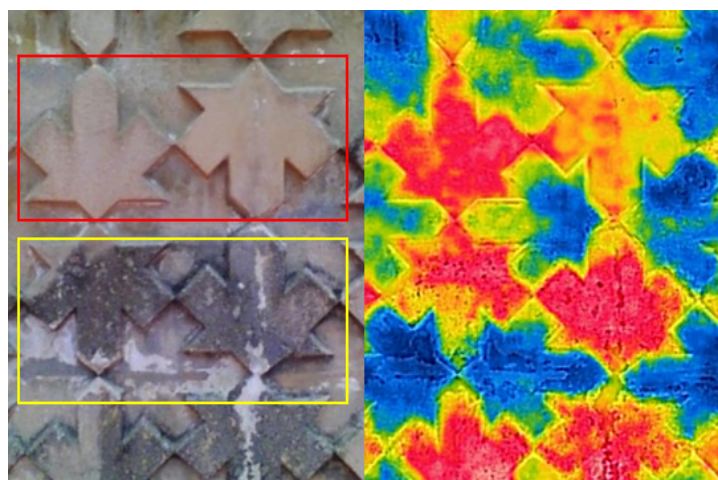


FIGURA 3 | Inspeção termográfica passiva realizada no painel de estuque da fachada leste do Pavilhão Mourisco na data de 10 de julho de 2023.

FONTE: AUTORA (2024).

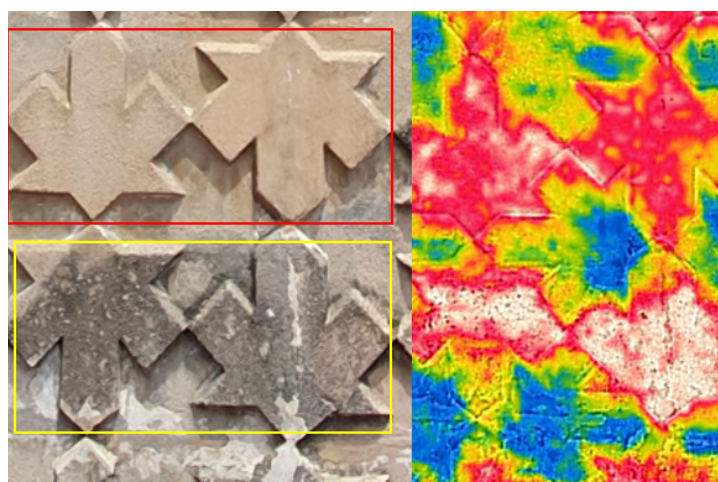


FIGURA 4 | Inspeção termográfica passiva realizada no painel de estuque da fachada leste do Pavilhão Mourisco na data de 30 de outubro de 2023.

FONTE: AUTORA (2024).

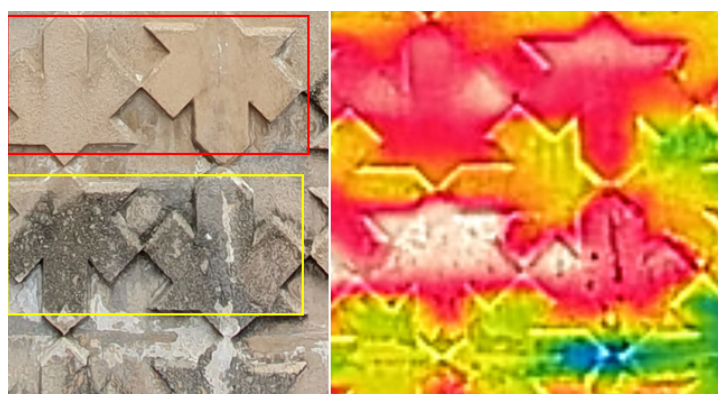


FIGURA 5 | Inspeção termográfica passiva realizada no painel de estuque da fachada leste do Pavilhão Mourisco na data de 22 de janeiro de 2024.

FONTE: AUTORA (2024).

FIGURA 6 | Inspeção termográfica passiva realizada no sistema de revestimento em pastilha do primeiro pavimento da fachada norte do Pavilhão Arthur Neiva na data de 10 de julho de 2023.

FORTE: AUTORA (2024).

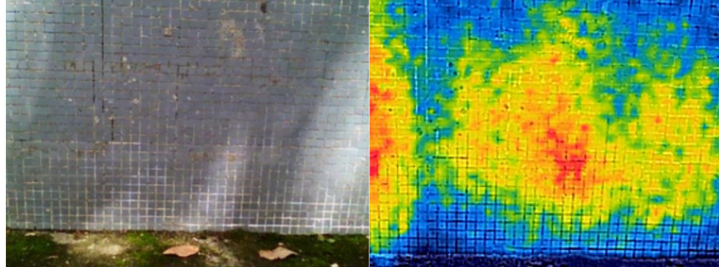


FIGURA 7 | Inspeção termográfica passiva realizada no sistema de revestimento em pastilha do primeiro pavimento da fachada norte do Pavilhão Arthur Neiva na data de 30 de outubro de 2023.

FORTE: AUTORA (2024).

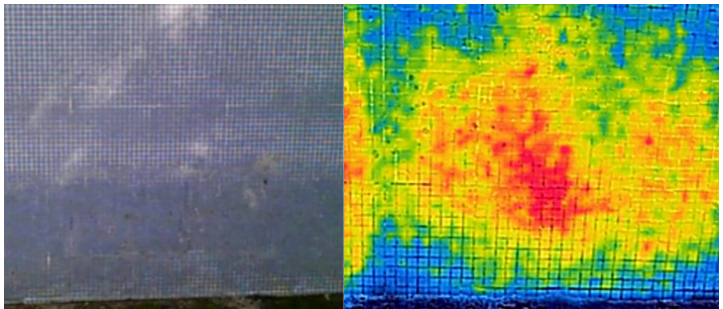
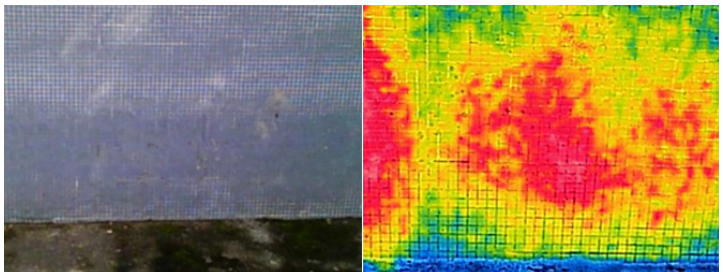


FIGURA 8 | Inspeção termográfica passiva realizada no sistema de revestimento em pastilha do primeiro pavimento da fachada norte do Pavilhão Arthur Neiva na data de 22 de janeiro de 2024.

FORTE: AUTORA (2024).



a realização da inspeção visual associada a outro ensaio não destrutivo. Para a execução dessa metodologia, optou-se pela inspeção à percussão como método complementar de caracterização do estado de conservação do sistema de revestimento de pastilha, uma vez que, esse método é de fácil execução e não ocasiona danos adicionais ao sistema de revestimento.

Com os termogramas apresentados nas Figuras 06, 07 e 08 pode-se afirmar que a termografia passiva foi vulnerável ao sombreamento do maciço, o que resulta na centralidade térmica de microzonas, o que pode aumentar a incerteza da confiabilidade dos resultados.

Em uma análise prévia dos resultados parciais obtidos para o Pavilhão Arthur Neiva, é possível estabelecer que nos três cenários a variação da umidade e das temperaturas ambientais interferiram nas incitações dos materiais resultando na acentuada amplitude do gradiente térmico dos termogramas, o que não necessariamente se relaciona com a atividade patológica de agentes de deterioração.

CONSIDERAÇÕES

As inspeções não destrutivas e não invasivas utilizadas para subsidiar os diagnósticos são estratégias sustentáveis de monitoramento e caracterização do estado de conservação de bens de interesse

cultural. Os Planos de Gestão de bens culturais devem prever em seu escopo a conservação preventiva como ferramenta para preservação do patrimônio cultural edificado. A cooperação tecnológica sustentável estabelecida entre Instituições, nacionais e internacionais, fomentam o desenvolvimento de novas metodologias para conservação preventiva através da multissetorialidade.

A termografia aplicada ao diagnóstico de edificações de interesse cultural apoia estratégias de conservação sustentáveis porque subsidiam tomadas de decisão efetivas, com abordagem não invasiva ao sistema construtivo. Seja pelo método passivo ou ativo, a termografia contribui significativamente para a elaboração de estratégias de intervenção através dos termogramas e do gradiente térmico. Entretanto, é importante enfatizar que as excitações térmicas ativas podem ser fator de deterioração para alguns tipos de materiais sensíveis a radiação, por isso, tal partido deve ser criteriosamente analisado e discutido junto a equipe responsável pela elaboração do diagnóstico na Instituição.

Mesmo que parciais, os ensaios realizados no painel em estuque do quinto andar do Pavilhão Mourisco e no revestimento de pastilha da fachada norte do Pavilhão Arthur Neiva apresentam contribuições significativas para a aplicação do método nas edificações do NAHM e nos demais patrimônios arquitetônicos da saúde. Dentre as potencialidades desse método para edificações de interesse cultural da saúde, destaca-se a praticidade na

execução, uso mínimo de equipamentos e geração de ruídos. Essas características do método são relevantes para inspeções em edificações da saúde que, em sua grande maioria, não são patrimônios museais.

Destaca-se neste trabalho a potencial contribuição da Estação Meteorológica da Casa de Oswaldo Cruz para subsídio dos elementos climáticos do sítio, informações de grande importância para a realização dos ensaios e para a determinação dos parâmetros para as inspeções termográficas dentre outros métodos de inspeção e elaboração de diagnósticos intersetoriais para as edificações do NAHM.

Por fim, considera-se ainda que ações de cooperação no âmbito das Ciências do Patrimônio entre instituições nacionais e internacionais são os pilares para a preservação de ecossistemas. O alinhamento dessas ações a Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável da ONU, e mais especificamente aos objetivos Objetivo 12 — Consumo e produção sustentáveis — e Objeto 17 — Parcerias em prol de metas —, pode contribuir para resultados mais efetivos de sustentabilidade social.

AGRADECIMENTOS

A autora agradece aos profissionais do Departamento de Patrimônio Histórico da Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz pela disponibilidade e apoio no desenvolvimento deste estágio pós-doutoral; à supervisora do estágio pós-doutoral, professora dra. Carla Coelho; ao diretor da Casa de Oswaldo Cruz, professor dr. Marcos José Pinheiro; bem como à Casa de Oswaldo Cruz e à Fiocruz pela oportunidade de contribuir para o desenvolvimento tecnológico na área do Patrimônio Cultural da Saúde.

REFERÊNCIAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 16818. Ensaaios não destrutivos — Termografia infravermelha — Procedimento para aplicações do método da termografia infravermelha*. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 16969. Ensaaios não destrutivos — Termografia infravermelha — Princípios gerais*. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15424. Ensaaios não destrutivos — Termografia infravermelha — Terminologia*. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.
- BARBOSA, M. T. G. *et al. A termografia e o uso de veículo aéreo não tripulado como instrumento de auxílio no diagnóstico de manifestações patológicas em patrimônio cultural edificado*. Gestão & Tecnologia de Projetos. São Carlos, v16, n3, 2021.
- GONÇALVES, W. B. *Diagnóstico de condições de conservação de coleções: considerações para desenvolvimento de Protocolos de Acreditação de instituições museais no cenário brasileiro*. São Paulo: Assis, vol. 16, nº. 1, 2020, p. 389-412.
- KLÜPPEL, G. P.; SANTANA, M. C. *Manual de Conservação Preventiva para Edificações*. Brasília: IPHAN, 2000.
- PINHEIRO, M. J. A. *et al. Metodologia e tecnologia na área de manutenção e conservação de bens edificados*. Rio de Janeiro: Fiocruz, Casa de Oswaldo Cruz, 2009.
- SILVA, L.C.S.L. *et al. Application of the method of active thermography in wooden structures of nineteenth century buildings*. International Journal of Development Research, vol. 08, nº 7, 2018, p. 21442-21447.
- SILVA, L. C. S. L. *et al. Aplicação do método de termografia ativa em estruturas de madeira de edificações do século XIX na região central de Minas Gerais*. 7th Euro-American Congress on Construction Pathology, Rehabilitatio Technology and Heritage Management — REHABEND. 1a ed. Cáceres, 2018, p. 1887-1897.
- SILVA, L. C. S. L.; CARRASCO, E. V. M.; VIEIRA, E. M. *Aplicação so método de termografia ativa em estruturas de madeira de edificações do século XIX na região central de Minas Gerais*. UNNOBA_2017: CLEM+CIMAD 2017. 1a ed., Junín 2018, p. 1079-1089.
- VALLE, A.; TEREZO, R. F.; TELES, C. D. M. *Uso de técnicas não destrutivas no diagnóstico de patologias em estruturas de madeiras*. Revista Ciência e tecnologia de Materiais de Construção Civil. vol. 01, nº. 2, 2004, p. 148-157.

NOTAS

- 1 A emissividade é uma propriedade física dos materiais que indica a quantidade de radiação gerada e emitida por um objeto. O valor de emissividade baixo indica que o objeto reflete uma grande proporção de radiação enquanto uma emissividade elevada indica que a radiação refletiva pelo objeto é baixa, à mesma temperatura (ABNT, 2022, p. 3).
- 2 O equipamento termográfico possibilita a definição da emissividade através da seleção da propriedade da superfície e por determinação exata, através da alteração manual do parâmetro nas funcionalidades do equipamento.
- 3 Esta caracterização não considerou quaisquer intervenções anteriores realizadas sobre o bem integrado.

Gerenciamento ambiental de coleções — apontamentos para especificação, localização e verificação de registradores de temperatura e umidade relativa do ar

WILLI DE BARROS GONÇALVES

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

LUIZ ANTÔNIO CRUZ SOUZA

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

INTRODUÇÃO | O GERENCIAMENTO AMBIENTAL DE COLEÇÕES COMO TEMÁTICA DA CONSERVAÇÃO PREVENTIVA, NO ÂMBITO DA CIÊNCIA DO PATRIMÔNIO

A preservação do patrimônio cultural, seja tangível quanto intangível, é essencial para a manutenção da identidade cultural das sociedades. Compreender os valores culturais associados aos bens patrimoniais é fundamental para desenvolver estratégias de preservação que respeitem a herança cultural das comunidades envolvidas. Ao longo dos séculos, a preservação de bens culturais, entendida como campo específico de conhecimento, vem evoluindo para configurar, nas décadas recentes, um campo sistematizado, denominado ciência do patrimônio. A ciência do patrimônio é um campo transdisciplinar, autônomo e complexo, em construção e consolidação, que visa preservar e gerenciar o patrimônio cultural de maneira sustentável e ética. Ele abrange a conservação-restauração de objetos, edificações e bens culturais integrados, incorporando métodos científicos para garantir sua longevidade e integridade (Gonçalves; Souza, 2014b; Rosado; Gonçalves, 2015).

De acordo com Strlic (2018), a ciência do patrimônio deve ser vista como um conceito abrangente que incorpora múltiplos campos de estudo, seja o foco uma obra de arte famosa, uma múmia ou uma construção histórica. Além disso, esse

campo, assim como a medicina, possui seus próprios padrões éticos. A perda de integridade de um artefato, que pode ocorrer com o uso de métodos destrutivos de coleta de dados, deve ser justificada pelo conhecimento e valor acrescentado que a análise pode proporcionar. Além disso, é essencial considerar as perspectivas e valores dos proprietários ou das comunidades envolvidas, especialmente quando se trata de objetos religiosos ou restos humanos.

Esse campo tem atraído um interesse crescente, consolidando-se como um objeto de pesquisas científicas e, simultaneamente, apresentando desafios complexos que demandam abordagens diversas e trabalho colaborativo, através de redes de colaboração multimodais, interconectadas e interdependentes (Gonçalves *et al.*, 2023; Souza *et al.*, 2021). Incluem-se aí os estudos sobre as tecnologias e práticas de conservação do passado e do presente, bem como os aspectos científico-metodológicos relacionados à conservação. O atual nível de especialização na ciência do patrimônio pode ser ilustrado pelo número de grupos de trabalho específicos existentes tanto no Comitê de Conservação do Conselho Internacional de Museus (ICOM-CC) como no Conselho Internacional de Monumentos e Sítios (ICOMOS).

A conservação preventiva é uma área de destaque na ciência do patrimônio, ela envolve medidas indiretas que visam evitar e minimizar processos de deterioração das coleções. Em sua

abordagem tradicional, a conservação preventiva trata da desaceleração da taxa de alteração, deterioração ou envelhecimento dos objetos. Dentre essas medidas, destacam-se procedimentos para o gerenciamento ambiental das coleções, abrangendo rotinas dinâmicas de caracterização climática e microclimática, envolvendo monitoramento e controle dos microclimas onde os objetos são expostos ou acondicionados (Gonçalves; Souza, 2016; Gonçalves, 2017; Gonçalves; Ferreira, 2018).

O diagnóstico constitui uma fase inicial crucial no planejamento estratégico de qualquer ação de conservação preventiva (Cassar, 1995). Ele envolve a análise de aspectos organizacionais e institucionais, infraestrutura, materialidade da coleção e, de forma transversal, segurança, todos influenciando as condições de preservação (Gonçalves, 2020). Esse processo considera a inter-relação entre esses elementos e permite estabelecer diretrizes e prioridades para a gestão da conservação das coleções, que cotidiana e rotineiramente abrange vários aspectos do manejo, como inspeção, limpeza, manuseio, embalagem, exposição, transporte, acondicionamento e uso. Além disso, serve como uma ferramenta essencial para a tomada de decisões relacionadas à gestão das coleções, auxiliando na priorização de investimentos e na implementação de mudanças necessárias, alinhadas aos cronogramas e ciclos de planejamento de cada instituição.

A conservação preventiva engloba uma gama diversificada de aspectos que vão além da simples

manutenção física das coleções. Inclui considerações éticas, políticas e sociais que norteiam as práticas e decisões dos profissionais envolvidos, garantindo o respeito aos valores culturais e éticos das comunidades e indivíduos. Além disso, os aspectos institucionais, legislativos e normativos são fundamentais, pois definem os objetivos e propósitos que direcionam as atividades de conservação, bem como a alocação adequada de recursos e o desenvolvimento de estratégias sustentáveis para a preservação das coleções. A capacitação dos profissionais é igualmente fator determinante. Aspectos do macro, meso e microclima influenciam diretamente nas condições de conservação, exigindo adaptações e medidas específicas para cada contexto ambiental. A vulnerabilidade dos materiais constituintes das coleções é outro ponto chave, pois determina os cuidados e precauções necessários para evitar danos e deterioração. A segurança das coleções e das pessoas envolvidas no processo é uma preocupação constante, exigindo medidas de proteção e prevenção contra riscos diversos. A infraestrutura física, incluindo as instalações e equipamentos desempenham um papel essencial na criação de ambientes propícios à preservação das coleções. Em suma, a conservação preventiva abrange um amplo espectro de elementos interligados, que devem ser considerados de forma integrada.

O gerenciamento ambiental de coleções em museus e outras instituições culturais ambientais compreende uma variedade de procedimentos,

incluindo o monitoramento e controle de variáveis microclimáticas como umidade relativa, temperatura, qualidade do ar e exposição à radiação luminosa em diferentes faixas espectrais (Gonçalves; Ferreira. Conforme destacado por Dardes e Druzik (2000, p. 5), esse gerenciamento vai além do controle ambiental direto, abarcando também uma gama mais ampla de riscos potenciais para as coleções, como desastres naturais, além de aspectos simples como manuseio, transporte e armazenamento.

Condições microclimáticas desfavoráveis, como variações extremas de temperatura ou umidade relativa do ar, podem resultar em danos aos objetos em coleções, levando a alterações, inclusive algumas irreversíveis. Definir faixas seguras para essas variáveis no gerenciamento ambiental de coleções é uma questão complexa na conservação preventiva, envolvendo uma série de aspectos das áreas de ciências exatas e engenharias, especialmente no que se refere ao comportamento físico-mecânico dos diversos materiais presentes nas coleções, diante dos processos de deterioração. Essa complexidade aumenta consideravelmente ao se levar em conta as técnicas construtivas e os materiais utilizados nos objetos, que frequentemente são compostos por uma variedade de materiais com comportamentos físico-químicos distintos frente às mesmas condições microclimáticas. Conforme destacam Gonçalves e Souza (2014a), o gerenciamento ambiental abrange também questões complexas como o desempenho higrotérmico do

edifício como primeiro envelope de proteção, e a performance de elementos construtivos e instalações no nível das salas, mobiliário e embalagem de acondicionamento dos objetos do acervo.

CRITÉRIOS E SISTEMAS PARA O GERENCIAMENTO AMBIENTAL DE COLEÇÕES

A determinação de faixas seguras de temperatura e umidade relativa é fundamental para mitigar os riscos de danos irreversíveis aos objetos culturais. No entanto, a literatura técnica revela uma diversidade de abordagens, muitas vezes influenciadas por normas restritivas inadequadas para diferentes regiões climáticas (Gonçalves; Ferreira, 2018). Principalmente nas últimas duas décadas, a literatura especializada da área tem enfatizado que a definição de faixas ideais de umidade relativa e temperatura para diferentes tipos de materiais raramente é aconselhável ou cientificamente fundamentada. Isso se deve ao fato de que tais recomendações devem considerar o histórico e as características específicas de cada objeto, especialmente sua composição material, que frequentemente é mista. Não obstante, na literatura técnica da área de Conservação-Restauração de bens culturais, indicações determinísticas de temperatura e umidade relativa para tipologias diversas de coleções são facilmente encontradas.

Organizações como a *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning* (ASHRAE) e o Comitê de Conservação do Conselho Internacional de Museus (ICOM-CC) têm desempenhado papéis fundamentais na atualização das normas e diretrizes para o gerenciamento ambiental de coleções. Publicações recentes, como o Manual de Aplicações da ASHRAE e a Declaração sobre Diretrizes Ambientais do ICOM-CC e IIC (Instituto Internacional para Conservação de Obras Artísticas e Históricas), destacam a importância de abordagens mais realistas e adaptáveis às condições locais, além de considerar sistemas de climatização mais acessíveis e eficientes energeticamente (Gonçalves; Ferreira, 2018).

Herraez *et al.* (2014) apresentam um método de gerenciamento ambiental de exposições visando uma análise precisa do impacto das condições ambientais nos bens culturais, bem como a definição e implementação de medidas de monitoramento e controle decorrentes dessa análise. Os autores abordam desde a fase inicial de documentação dos bens culturais até os procedimentos de monitoramento e análise, culminando nos critérios para o controle dos riscos associados a condições ambientais desfavoráveis. Para enriquecer o embasamento teórico, são apresentados estudos de caso reais que ilustram cada etapa do processo, oferecendo uma abordagem prática e didática.

Uma problemática que se destaca no âmbito do gerenciamento ambiental de coleções é a definição

de critérios, padrões e faixas de controle para o funcionamento dos sistemas de climatização. Desde a década de 1970, tais parâmetros vêm sendo continuamente discutidos e revisados (Gonçalves, 2013; Gonçalves; Souza, 2014a; Gonçalves; Ferreira, 2018). Maekawa et al. (2015) discutem parâmetros para o gerenciamento ambiental de coleções em regiões de clima quente e úmido. Os autores comentam como é desejável que o gerenciamento ambiental seja pautado na gestão de riscos da coleção, ao invés de ter como base especificações genéricas.

A eficiência energética tornou-se uma preocupação central no gerenciamento ambiental de coleções, especialmente em contextos em que a adaptação de edifícios históricos apresenta desafios arquitetônicos. Estratégias passivas, como métodos bioclimáticos e isolamento térmico, estão sendo cada vez mais exploradas para reduzir o consumo de energia, sem comprometer a integridade do acervo. A busca por soluções sustentáveis e economicamente viáveis é essencial para garantir a preservação do patrimônio cultural (Gonçalves, 2013; Gonçalves; Souza, 2014a, 2014b).

A complexidade do gerenciamento ambiental de coleções se amplia, especialmente quando se considera a necessidade de conciliar o conforto humano com a conservação dos bens culturais. Enquanto os seres humanos têm sensibilidades específicas em relação à temperatura, umidade relativa e outros parâmetros microclimáticos que caracterizam a qualidade do ar, as coleções frequentemente

requerem condições microclimáticas estáveis, e a proteção contra valores inadequados, definidos caso a caso, para garantir sua preservação a longo prazo. Os dilemas e desafios de entre atender às demandas de conforto higrotérmico humano dos visitantes e trabalhadores de edifícios com funções museais e garantir a integridade das coleções é evidente na definição de padrões para os sistemas de climatização (Gonçalves, 2016).

Embora as diretrizes de gerenciamento ambiental tendam a se concentrar na proteção das coleções, é essencial considerar o impacto dessas medidas no conforto dos visitantes e trabalhadores nos edifícios que as abrigam. A busca por um equilíbrio adequado entre essas necessidades envolve não apenas a análise dos riscos potenciais para as obras de arte, mas também a compreensão das expectativas e experiências dos usuários. Essa abordagem holística pode ajudar a promover uma experiência mais enriquecedora e satisfatória para todos os envolvidos na apreciação e conservação do patrimônio cultural. Com esse objetivo, os procedimentos de monitoramento envolvem o uso de registradores de dados para monitorar parâmetros como temperatura e umidade relativa do ar. Essas medidas são críticas para a prevenção de deterioração física, química e biológica dos objetos preservados.

O controle dos microclimas internos em um edifício pode ser alcançado por meio de sistemas, controles, estratégias e recursos arquitetônicos passivos, ativos e híbridos. Os sistemas passivos,

também chamados de naturais ou bioclimáticos, envolvem técnicas que dispensam ou minimizam o consumo de energia elétrica e outros recursos naturais. Já os sistemas ativos dependem de um consumo energético em equipamentos e sistemas prediais, como sistemas de ar-condicionado para refrigeração ou aquecimento. O conjunto de soluções arquitetônicas adotadas em um edifício pode englobar uma mistura desses recursos, ora com predominância de um, ora de outro, caracterizando os sistemas híbridos. Nesse caso, a eficiência energética do edifício é determinada pelo funcionamento conjunto dos sistemas, sendo que o objetivo do uso dos sistemas passivos é diminuir o consumo de energia dos sistemas ativos. Os sistemas híbridos são os que apresentam a melhor relação custo-benefício no gerenciamento ambiental de coleções. Gonçalves e Souza (2014a) comparam os diversos tipos de sistemas em termos de suas vantagens e desvantagens para o gerenciamento ambiental de coleções e apresentam diferentes sistemas de classificação dos edifícios em termos do seu controle climático.

A implementação de estratégias passivas é relativamente simples em comparação com os requisitos dos sistemas ativos. O funcionamento adequado dos sistemas ativos depende de protocolos de controle ou regimes de operação específicos, capazes de responder automaticamente às mudanças climáticas externas. Na tradição técnica da engenharia brasileira, esse tipo de protocolo é adotado, em

geral, com sistemas de médio e grande porte. Mesmo nesses casos, frequentemente, o tempo de resposta do sistema é relativamente grande, causando flutuações indesejáveis nas variáveis controladas, potencialmente danosas às coleções.

Em um nível básico, a hibridação de sistemas pode ser alcançada por meio do uso de sistemas portáteis de controle de umidade (umidificadores e desumidificadores) e, em um nível mais sofisticado, envolvendo sistemas de automação predial. O controle do microclima ao nível do mobiliário é relativamente mais simples do que nos níveis mais externos da sala e do edifício. Dentro de vitrines ou outros móveis, suportes e embalagens de exposição e guarda, também é possível utilizar sistemas passivos, ativos e híbridos para o gerenciamento ambiental. Normalmente, os sistemas passivos envolvem o uso de materiais tampão como a sílica-gel, mas é possível pensar também em sistemas ativos de escala reduzida, que condicionam uma vitrine ou até mesmo uma moldura individualmente (Gonçalves, 2013; Gonçalves; Souza, 2014a).

USO DE REGISTRADORES PARA O MONITORAMENTO AMBIENTAL DAS COLEÇÕES – POR QUE MONITORAR?

Monitorar o microclima em espaços ou móveis que abrigam coleções é fundamental para registrar, documentar e caracterizar as condições ambientais

em que os itens são mantidos. Através de um monitoramento contínuo, é possível registrar dados diversos, por exemplo, de temperatura, umidade relativa, luz e poluição, que são importantes para compreender como diferentes mecanismos físico-químicos podem afetar a integridade dos objetos. Esse registro detalhado permite a criação de um histórico que documenta as variações e flutuações ao longo do tempo, fornecendo uma base sólida para a análise das condições de conservação. Sem esses dados, seria impossível identificar os padrões e tendências, bem como outros descritores estatísticos, que contribuem para a deterioração dos materiais, comprometendo a capacidade de implementar estratégias eficazes de conservação preventiva.

A análise das condições de conservação deve considerar não apenas os danos visíveis, mas também os riscos potenciais de deterioração, que podem ser menos evidentes. Ao comparar diferentes métricas de conservação, como índices de deterioração, taxas de variação climática e resposta dos materiais às condições ambientais, é possível avaliar o impacto específico de cada fator sobre os itens ou coleções. Essa comparação é essencial para identificar quais aspectos do microclima são mais críticos e precisam de controle rigoroso. Além disso, analisar e comparar diferentes microclimas dentro de um mesmo espaço ou em diferentes locais de armazenamento permite entender como as variações ambientais afetam os objetos de

maneira distinta, possibilitando ajustes específicos para cada ambiente, otimizando as condições de conservação em toda a instituição (Gonçalves, 2013).

Monitorar o microclima também auxilia na detecção de tendências sazonais que podem influenciar as condições ambientais e, consequentemente, o estado de conservação das coleções. Com essa informação, é possível realizar um gerenciamento ambiental mais proativo, ajustando os sistemas de climatização para mitigar os efeitos adversos das variações sazonais. Isso inclui a implementação de controles precisos e ajustes no microclima, como a regulação da temperatura e umidade relativa, por meio de sistemas passivos, ativos ou híbridos, para favorecer a estabilidade das condições ambientais. Além disso, o monitoramento contínuo permite avaliar o desempenho dos sistemas de climatização, identificando panes ou mau funcionamento de forma rápida, o que é vital para prevenir danos graves às coleções. Um sistema de monitoramento eficaz, portanto, não só garante a preservação dos objetos, mas também otimiza a eficiência dos recursos e melhora a capacidade de resposta às emergências ambientais.

Nos últimos anos, instituições culturais em climas quentes e úmidos têm instalado sistemas de ar-condicionado ativos para proteger suas coleções e proporcionar conforto tanto para funcionários quanto para visitantes. No entanto, essa prática com frequência apresenta complicações, incluindo problemas de instalação e manutenção,

bem como danos estruturais aos edifícios, além de muitas vezes não fornecer às coleções um ambiente de conservação viável. Maekawa *et al.* (2015) comentam os desafios específicos envolvidos na conservação do patrimônio cultural em climas quentes e úmidos, abordando as visões científicas e geográficas desses climas, delineando classificações baseadas nos riscos químicos, físico-mecânicos e biológicos para controle ambiental e discutem questões relacionadas à saúde e conforto humanos. O método utilizado pelos autores foi aplicado por Gonçalves e Ferreira na avaliação do gerenciamento ambiental de um museu em Belo Horizonte/MG (Ferreira; Gonçalves, 2019).

Ankesmit e Stappers (2017) abordam diferentes aspectos dos processos de tomada de decisão relacionados ao gerenciamento de riscos específicos do gerenciamento ambiental de coleções. O foco não está apenas nos aspectos de monitoramento ambiental, mas aborda também o processo de gestão. Os autores propõem uma adaptação do método ABC de gestão de riscos em nove etapas, passando pelo estabelecimento de contexto, valoração e significância do edifício e da coleção móvel. Os riscos climáticos para a coleção móvel são avaliados, bem como a suscetibilidade de partes do edifício consideradas valiosas às condições climáticas. As necessidades de conforto humano para visitantes e funcionários são expressas, a física do edifício é explorada para compreender o clima interno e, finalmente, as especificações climáticas

derivadas dos passos anteriores são ponderadas e, para cada zona climática, as condições climáticas ideais são especificadas. Dentro do quadro de valor estabelecido na primeira etapa, são consideradas e selecionadas opções para otimizar o clima interno, e todas as opções para reduzir os riscos à coleção são avaliadas pelos objetivos estabelecidos na primeira etapa.

As mudanças climáticas globais representam um desafio significativo para o gerenciamento ambiental de coleções, especialmente no que diz respeito à conservação preventiva. Eventos climáticos extremos ameaçam o patrimônio cultural e as mudanças podem acelerar a degradação de materiais orgânicos e inorgânicos que compõem as coleções. A crescente incidência e severidade de fenômenos como ondas de calor intenso, eventos de precipitação intensa e inundações, aumentam significativamente a magnitude dos riscos às coleções museológicas. Além disso, a maior flutuação dos parâmetros ambientais pode exigir sistemas de climatização mais robustos e adaptáveis, o que implica em custos operacionais mais elevados e a necessidade de atualizações tecnológicas frequentes. Políticas públicas e estratégias de gestão de riscos tornam-se essenciais para mitigar os impactos das mudanças climáticas sobre o patrimônio cultural (Froner *et al.*, 2021). Para fazer frente a esses impactos, é imperativo que os profissionais de museus adotem abordagens adaptativas e estratégias de gestão ambiental

resilientes. A colaboração entre instituições culturais e redes de pesquisa, assim como a adoção de práticas sustentáveis, são passos fundamentais para garantir a salvaguarda das coleções (Gonçalves *et al.*, 2023, Gonçalves; Souza, 2014b).

Souza *et al.* (2021) examinam a importância da ciência do patrimônio na formulação de políticas sustentáveis alinhadas com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU. O estudo enfatiza a necessidade de mitigar os impactos das mudanças climáticas, destacando como a ciência do patrimônio pode promover a resiliência de estruturas históricas e centros urbanos, explorar os efeitos da migração social no patrimônio e utilizar soluções técnicas para monitorar e identificar perigos precocemente. Além disso, os autores ressaltam o valor da cultura como um investimento e a importância da diversidade cultural no desenvolvimento urbano sustentável. A ciência do patrimônio desempenha um papel crucial na preservação do patrimônio cultural e das práticas associadas ao turismo sustentável, permitindo que as comunidades locais equilibrem o uso e a conservação dos recursos. Abordagens transdisciplinares, como a digitalização e a prototipagem tridimensional, ajudam a reduzir a pressão sobre os bens culturais. O texto também sublinha a importância da formação de novos pesquisadores na área, fortalecendo redes internacionais e enfrentando os desafios da preservação do patrimônio cultural.

GERENCIAMENTO AMBIENTAL DE EXPOSIÇÕES TEMPORÁRIAS – A EXPERIÊNCIA DO LABORATÓRIO DE CONSERVAÇÃO PREVENTIVA (LACONPRE) E DO LABORATÓRIO DE CIÊNCIA DA CONSERVAÇÃO (LACICOR) DA UFMG

O LACONPRE, criado em 2019 e o LACICOR, criado na década de 1980, como laboratórios de ensino, pesquisa e extensão vinculados ao Centro de Conservação de Bens Culturais (CECOR) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), vêm desenvolvendo uma metodologia para o gerenciamento ambiental de exposições temporárias, baseada no monitoramento minucioso das condições microclimáticas nas salas de exposição. Ambos os laboratórios vêm acumulando uma experiência significativa por meio de consultorias técnicas para o gerenciamento ambiental de exposições temporárias realizadas em locais distintos, como a Casa Fiat de Cultura em Belo Horizonte, o Centro Cultural do Banco do Brasil em São Paulo e Brasília (Gonçalves; Souza, 2016).

Essas consultorias envolveram não apenas o monitoramento criterioso das condições microclimáticas das exposições, mas também a supervisão do sistema de climatização e a elaboração de relatórios detalhados para orientar as ações de preservação das coleções expostas. Os relatórios, elaborados sistematicamente ao longo do período

de exposição, fornecem uma visão abrangente das condições ambientais, incluindo dados estatísticos, gráficos informativos e recomendações técnicas específicas. A interação constante com a equipe de conservadores-restauradores, produção da exposição e os prestadores de serviços é essencial para garantir a eficácia das medidas corretivas e o alcance dos objetivos de preservação das coleções. Essa abordagem colaborativa e multidisciplinar, aliada à sólida base teórica construída pelo LACONPRE e pelo LACICOR, tem sido fundamental para o sucesso das iniciativas.

A elaboração dos relatórios requer uma análise detalhada dos dados coletados durante o monitoramento ambiental. Cada relatório apresenta uma síntese das condições registradas, destacando as variações de temperatura e umidade relativa ao longo do tempo, bem como eventuais ocorrências ou eventos que possam afetar as condições microclimáticas, como falhas no sistema de climatização ou mudanças climáticas abruptas. Essas informações são essenciais para identificar tendências e padrões, subsidiando a tomada de decisões e a implementação de ajustes necessários para garantir a preservação adequada das coleções expostas.

Além disso, a geração de métricas de preservação, como o Índice de Preservação (IP) e o Índice de Preservação considerando o efeito cumulativo do tempo (IETP), permite uma avaliação mais precisa do impacto das condições ambientais na conservação das obras de arte. Esses indicadores são calculados com base nos dados monitorados

e fornecem uma medida quantitativa do grau de preservação alcançado ao longo do período de exposição (Figura 1). Essa abordagem quantitativa complementa as análises qualitativas realizadas pela equipe de conservação e fornece uma base sólida para a avaliação do desempenho dos sistemas de climatização e das estratégias de preservação implementadas (Gonçalves, 2013).

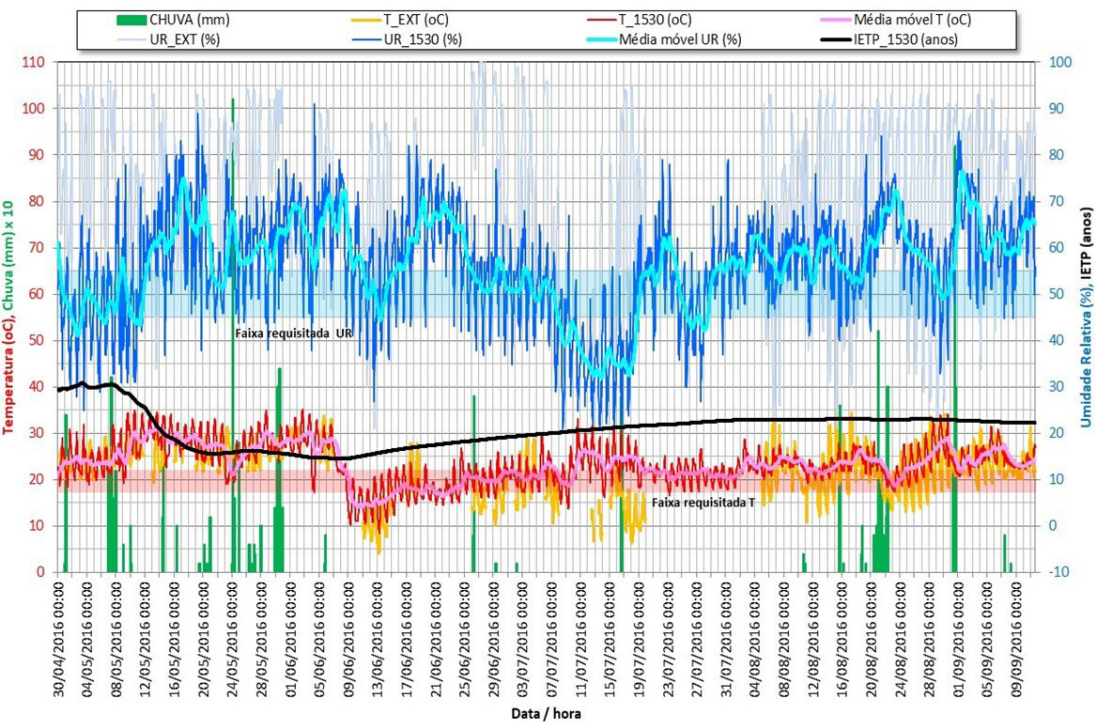
APONTAMENTOS PARA A ESPECIFICAÇÃO E VERIFICAÇÃO DE REGISTRADORES

CRITÉRIOS PARA ESPECIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO

Ao selecionar registradores para o gerenciamento ambiental de coleções, é fundamental considerar uma série de aspectos para garantir a escolha adequada e eficaz desses dispositivos. Um dos primeiros fatores a serem avaliados é a relação custo-benefício, considerando necessidade, faixa de preços, confiabilidade e performance. Embora seja tentador optar por dispositivos mais acessíveis, é crucial reconhecer que investir em registradores de qualidade vai resultar em dados mais precisos e confiáveis, contribuindo assim para a proteção e preservação mais adequadas das coleções. Portanto, é essencial encontrar um equilíbrio entre o custo dos registradores e sua capacidade de fornecer dados confiáveis e consistentes ao longo do tempo.

MONITORAMENTO E ESTRATÉGIAS PARA A CONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO CULTURAL

FIGURA 1 | Gráfico-síntese de informações do clima externo, microclima interno, faixas de temperatura e umidade relativa do ar requisitadas e métricas de preservação. FONTE: AUTORES.



Além disso, considerações sobre portabilidade e tamanho dos dispositivos são importantes, especialmente para ambientes ou mobiliário com espaço limitado ou para coleções em movimento, como exposições itinerantes. Dispositivos compactos e leves facilitam o posicionamento em locais estratégicos dentro das instalações ou em itens de coleção específicos, garantindo uma cobertura abrangente e precisa das condições ambientais.

Outro aspecto capital a ser considerado ao especificar registradores é a faixa de operação/aquisição dos dispositivos, com relação às variáveis medidas. É essencial selecionar registradores que possam operar efetivamente em uma variedade de ambientes e condições climáticas, garantindo assim uma monitorização abrangente e precisa em diferentes contextos. Além disso, a precisão e acurácia dos dispositivos são aspectos fundamentais. Nesse sentido, a verificação/calibração regular

dos dispositivos é essencial, garantindo que os dados registrados sejam confiáveis e consistentes.

A consideração do tipo de bateria e/ou fonte de energia também é um fator relevante, pois afeta diretamente a autonomia e, em alguns casos, a vida útil dos registradores. Opções de bateria de longa duração ou fontes de energia alternativas podem ser preferíveis para ambientes onde a manutenção regular dos dispositivos seja difícil ou até mesmo impossível.

Ademais, é importante considerar a capacidade de memória e a capacidade / tecnologia de transmissão de dados dos registradores. Dispositivos com ampla capacidade de armazenamento de dados e opções de transmissão eficientes garantem que as informações coletadas sejam adequadamente registradas e transmitidas para análise posterior. Isso é especialmente relevante em ambientes onde o acesso aos dispositivos seja limitado ou onde é necessário monitoramento remoto das condições ambientais. A configuração de alarmes e a possibilidade de mapeamento/exibição de dados em esquemas arquitetônicos, por exemplo uma planta arquitetônica esquemática das salas de exposição, também são aspectos importantes a serem considerados, garantindo que as equipes sejam alertadas sobre quaisquer variações indesejáveis nas condições ambientais que possam afetar a integridade das coleções.

Em termos de conectividade, atualmente uma grande variedade de opções está disponível no

mercado, incluindo *Wi-Fi*, *Bluetooth*, *NFC*, *RFID*, *IRDA* e celular (*GSM/GPRS*). Cada opção tem suas próprias vantagens e desvantagens, e a escolha depende das necessidades específicas de cada instituição e das condições ambientais em que os dispositivos serão utilizados. Ao analisar a confiabilidade e segurança da rede de monitoramento, é essencial considerar a integridade dos dados coletados e a proteção contra possíveis vulnerabilidades de segurança. Isso inclui avaliar a robustez do sistema em relação a falhas de comunicação, interferências externas e proteção contra acessos não autorizados. As opções acima apresentam diferentes níveis de segurança e confiabilidade, e é importante selecionar uma opção que atenda aos requisitos específicos de segurança e desempenho de cada projeto.

O suporte e a garantia oferecidos pelos fabricantes são aspectos-chave a serem avaliados, pois em se tratando de dispositivos eletrônicos, não é incomum que seja necessário acionar a assistência técnica e a substituição de dispositivos com defeito. Dessa forma, escolher fabricantes e modelos que tenham representantes comerciais facilmente acessíveis na cidade, região e país onde os dispositivos serão utilizados é uma estratégia recomendável.

Com relação à especificação, a usabilidade dos dispositivos, juntamente com a capacitação e o treinamento dos usuários, é determinante para garantir que os registradores sejam utilizados de forma eficaz e que os dados coletados sejam

interpretados corretamente para a tomada de decisões informadas no gerenciamento ambiental de coleções. Após a aquisição, o processamento de dados é um aspecto decisivo a ser considerado, incluindo os formatos de saída dos dados, como arquivos e gráficos, que devem ser compatíveis com os sistemas de gestão de coleções existentes em cada instituição/caso, de modo a facilitar a análise e interpretação dos dados coletados, permitindo uma compreensão abrangente das condições ambientais e seu impacto na preservação das coleções. Não adianta somente medir, mas mais importante é ter na equipe alguém que saiba interpretar e aplicar os dados medidos às necessidades de gestão das coleções.

Ao determinar a localização ideal para a instalação dos registradores, vários aspectos devem ser considerados. Primeiramente, os sensores devem ser posicionados o mais próximo possível das coleções que serão monitoradas, garantindo uma representação precisa das condições ambientais nas áreas críticas, sem, contudo, interferir na expografia. Além disso, é importante evitar a instalação dos sensores próximos a fontes de calor, frio e umidade como bocas de insuflação ou exaustão de ar-condicionado, e próximo do chão ou teto, pois isso pode distorcer os dados coletados. Para facilitar a manutenção e acesso, os sensores devem ser instalados em locais acessíveis, minimizando os riscos de danos durante as verificações periódicas. Por outro lado, é necessário proteger os sensores contra a curiosidade do

público, garantindo que estejam instalados em locais seguros. Além disso, os sensores externos devem ser adequadamente protegidos contra exposição direta à luz solar, poeira e umidade, utilizando caixas ou coberturas apropriadas para garantir a integridade dos dados coletados.

Quanto à localização, é importante também considerar o número de espaços, salas ou vitrines que serão monitorados. Cada área/espaço pode apresentar variações únicas nas condições ambientais, sendo assim fundamental estabelecer inicialmente os objetivos e escopo do monitoramento (Herraez *et al.*, 2014; Gonçalves; Souza, 2016). Com base nas possibilidades mencionadas anteriormente sobre as diferentes tecnologias de conexão disponíveis, como sistemas sem fio ou conectados por cabos, é fundamental considerar a adaptabilidade desses sistemas para atender às necessidades específicas em cada caso. Por exemplo, ao monitorar múltiplas salas ou vitrines, sistemas sem fio podem oferecer uma solução flexível e prática que pode ser adaptada ou expandida conforme necessário, garantindo uma cobertura abrangente de todas as áreas relevantes.

É necessário prestar atenção também às possíveis modificações temporárias que podem afetar significativamente as condições de conservação em uma exposição. O número de visitantes, por exemplo, pode impactar a temperatura e umidade relativa do ar dentro do espaço expositivo, por vezes exigindo ajustes nos parâmetros

microclimáticos. Além disso, a limpeza regular das instalações é essencial para evitar acúmulo de poeira e outros contaminantes que podem prejudicar as obras expostas. A abertura frequente de portas e janelas também deve ser monitorada, pois pode alterar rapidamente as condições ambientais internas. As atividades de manutenção, incluindo reparos e ajustes nos aparelhos elétricos e luminárias, devem ser realizadas com cuidado para evitar interrupções no fornecimento de energia e possíveis danos às coleções. Falhas nos umidificadores, desumidificadores e sistemas de ar-condicionado também representam um risco significativo, especialmente em espaços com volume de ar enclausurado reduzido, onde as condições ambientais são mais sensíveis às mudanças. Assim, é fundamental manter uma vigilância constante e adotar medidas proativas para garantir a estabilidade ambiental durante a exposição.

No que diz respeito ao orçamento para implantação e manutenção dos registradores, é importante considerar não apenas os custos iniciais de aquisição, mas também os custos contínuos associados à calibração, manutenção e operação do sistema. Como mencionado anteriormente, a calibração regular dos registradores é essencial para garantir a precisão e confiabilidade dos dados coletados, e é fundamental incluir esses custos no planejamento financeiro do projeto. Além disso, ao avaliar as opções de tecnologia de monitoramento, é importante considerar o custo total de

propriedade de cada sistema, incluindo custos adicionais, como licenças de *software*, acesso a dados armazenados em nuvem, taxas de manutenção e atualizações de *hardware*.

Por último, com relação à localização dos sensores, é necessário considerar o tipo de construção do edifício/sala/móvel onde os registradores serão implantados. É fundamental considerar a influência da estrutura física dessas camadas envoltórias nas condições microclimáticas a serem medidas, bem como na aquisição e transmissão dos dados. Por exemplo, materiais de construção como concreto podem afetar a transmissão de sinais em sistemas sem fio, enquanto fontes de ruído, como equipamentos elétricos, podem interferir nos dados coletados.

Ao considerar todos esses aspectos, as instituições podem garantir a seleção e implementação adequadas de registradores para o gerenciamento ambiental das coleções.

VERIFICAÇÃO

O uso de registradores de temperatura e umidade relativa tem se popularizado nas pesquisas que demandam medições destas variáveis ambientais, devido ao custo desse tipo de equipamentos ter se tornado bastante acessível. Entretanto, é comum que os registradores sejam adquiridos sem um certificado de calibração, ou que sejam utilizados após o vencimento desse certificado,

sem que sejam aferidos ou novamente calibrados. Bernardi (2008) descreve as características dos diversos tipos de sensores utilizados em medições microclimatológicas aplicadas à preservação do Patrimônio Cultural. Camuffo (2019) apresenta detalhadamente os princípios físicos da análise microclimática aplicada à conservação, incluindo os aspectos relativos à medição das variáveis e calibração dos sensores.

Segundo o Guia ABNT ISO/IEC 99 de 2014, calibração é “operação que estabelece, sob condições especificadas, em uma primeira etapa, uma relação entre os valores e as incertezas de medição fornecidos por padrões e as indicações correspondentes com as incertezas associadas”. Já o termo “verificação” é entendido nesse guia como “fornecimento de evidência objetiva de que um dado item satisfaz requisitos especificados”.

Geralmente os registradores apresentam uma precisão maior para a medição de temperatura do que para a medição de umidade relativa, sendo que ambas tendem a diminuir com o tempo de uso dos sensores, em função do aumento da incerteza, devido à degradação química dos sensores e ao envelhecimento dos circuitos eletrônicos. A popularização desse tipo de sensores, nem sempre utilizados com os devidos cuidados, torna desejável o desenvolvimento de métodos simplificados para aferição do seu funcionamento. Dentre esses métodos, destaca-se o uso de soluções salinas saturadas. A solução saturada de um determinado

sal é capaz de manter uma condição de equilíbrio na umidade relativa no interior de um recipiente fechado. Ela se comporta como um material “tampão”, equilibrando eventuais variações na umidade relativa, relacionadas a variações de temperatura. Uma alternativa ao uso de soluções salinas saturadas para a verificação da medição de sensores de umidade relativa é o uso de soluções de glicerina em água, descrita na norma ASTM D5032-19 (ASTM, 2019).

Gonçalves (2013) utilizou soluções saturadas de KCl, MgNO₃ e MgCl₂ para verificação do funcionamento dos sensores utilizados em uma campanha de monitoramento ambiental, sendo esse procedimento adotado costumeiramente nas verificações de registradores realizadas no LACONPRE e no LACICOR. Os sensores são colocados no interior de um dessecador de vidro cuja tampa tem um sistema de vedação que é garantida com a aplicação de vaselina pastosa entre a tampa e a sua base. Um recipiente aberto contendo a solução salina saturada é colocado na base do dessecador e uma placa de porcelana perfurada é utilizada para separá-lo dos sensores em verificação. Utiliza-se também uma câmara estanque de acrílico que funciona da mesma forma, permitindo ainda a instalação interna de um microventilador que promove a homogeneização do microclima mais rapidamente (Figura 2).

Os sensores são deixados em repouso no interior do dessecador ou câmara, por um período de 24h, suficiente para que a umidade relativa se

FIGURA 2 | Montagem experimental para aferição, em laboratório, de registradores de umidade relativa – (a) e (b): dessecador; (c) câmara microclimática com vedação.

FONTE: AUTORES.



estabilize no interior do recipiente. Após a estabilização é calculada a umidade relativa esperada com base na temperatura constante medida nas condições de equilíbrio, de acordo com a norma ISO 12571 (2021). Essa, por sua vez, é comparada com a umidade relativa constante medida, obtendo-se os erros absolutos médios, para cada sensor e cada uma das soluções salinas. Para a verificação dos sensores com relação à medição de temperatura, Gonçalves (2013) contou com a colaboração do 5º. Distrito do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), sendo o procedimento realizado comparando as medições com os termômetros padrão utilizados por aquele instituto.

No campo da verificação de sensores de umidade relativa do ar e temperatura, a tecnologia atual oferece soluções precisas e eficientes

para garantir a acurácia dos dados monitorados. O estado da arte dos equipamentos oferecidos no mercado inclui o uso de câmaras climáticas de precisão, que permitem a calibração dos sensores em condições controladas de temperatura e umidade. Entre os equipamentos mais comuns no mercado, destacam-se calibradores portáteis aos quais escolha se aplicam os critérios anteriormente mencionados em termos de confiabilidade e facilidade de uso. Esses dispositivos utilizam soluções salinas saturadas para criar pontos de calibração específicos, conforme a normas ISO 12571 (2021). Alguns fabricantes fornecem opções de sistemas avançados de calibração com sensores de referência integrados, que permitem ajustes automáticos e reduzem a margem de erro, sendo também de maior custo.

Em função disso, recomenda-se a opção de adquirir pelo menos um dispositivo considerado como padrão, com certificado de calibração, de maneira a reduzir os custos associados à verificação dos demais sensores utilizados para o gerenciamento ambiental, garantindo que os dados coletados sejam precisos e confiáveis ao longo do tempo. Cabe também considerar o uso de métodos simplificados, utilizando produtos disponíveis no mercado, como por exemplo sachês de sais, utilizados para manter charutos em condições estáveis de umidade. O procedimento de verificação pode ser realizado enclausurando os sensores com esses sachês ou com recipientes contendo soluções salinas saturadas ou soluções de glicerina, desde que sejam tomados os devidos cuidados para evitar que os sensores se molhem. Essa abordagem simplificada oferece uma maneira acessível e eficaz de verificar a medição de umidade relativa dos sensores, especialmente em instituições com recursos limitados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ciência do patrimônio, com sua abordagem transdisciplinar, oferece uma base robusta para o gerenciamento ambiental de coleções. A facilitação no acesso a registradores de temperatura e umidade relativa representa um avanço significativo para o gerenciamento ambiental de coleções, permitindo um monitoramento contínuo das condições ambientais.

Contudo é essencial selecionar cuidadosamente os dispositivos de monitoramento, considerando aspectos como precisão, confiabilidade, conectividade e custo total de aquisição e manutenção, que inclui também a necessidade de verificação do funcionamento dos sensores. A escolha adequada desses dispositivos é um aspecto primordial de planejamento estratégico para a gestão de conservação das coleções, prevenindo riscos químicos, físico-mecânicos e biológicos, causados por valores e flutuações inadequados de temperatura e umidade.

A aquisição de sensores com certificado de calibração e a verificação regular dos registradores é fundamental para manter a precisão dos dados coletados. A degradação natural dos sensores ao longo do tempo pode comprometer a acurácia das medições. Para isso, podem ser utilizados métodos simplificados para verificação e recalibração, como o uso de soluções salinas saturadas. Esses métodos oferecem uma alternativa prática e econômica, permitindo que as instituições realizem verificações internas regulares sem depender exclusivamente de serviços externos. A aquisição de pelo menos um dispositivo padrão, com certificado de calibração, pode reduzir os custos associados à verificação contínua dos sensores utilizados, assegurando a confiabilidade dos dados ao longo do tempo.

Em conclusão, é essencial que as instituições encarem o gerenciamento ambiental das coleções como necessidade e compromisso cotidiano, contínuo e dinâmico. É vital reconhecer que o sucesso

do gerenciamento ambiental vai além da escolha e manutenção dos dispositivos de monitoramento. Um aspecto frequentemente subestimado é a importância de um treinamento adequado para os usuários responsáveis pela operação dos registradores e interpretação dos dados. Capacitar a equipe para entender os princípios do monitoramento ambiental, reconhecer padrões nos dados coletados e tomar decisões informadas com base nas leituras é imprescindível para aprimorar a eficiência operacional e a sustentabilidade das práticas de gestão de coleções.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Técnico Administrativo em Educação do LACICOR, José Raimundo de Castro Filho; ao Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN); Superintendência do IPHAN em MG; Escritório Técnico do IPHAN em Congonhas; à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Grupo de Pesquisa ArCHE (*Art, Conservation & Heritage Science*), pelo apoio aos projetos e bolsistas vinculados a este trabalho, em particular pelo apoio ao Instituto Nacional de Pesquisa em História Natural, Patrimônio Cultural, Artes, Sustentabilidade e Território (IN2PAST.BR).

REFERÊNCIAS

- ANKERSMIT, Bart; STAPPERS, Marc. *Managing indoor climate risks in museums*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 2017.
- ASTM. *ASTM D5032-19 – Standard Practice for Maintaining Constant Relative Humidity by Means of Aqueous Glycerin Solutions*. ASTM, 2019.
- BERNARDI, Adriana. *Microclimate inside cultural heritage buildings*. Pádua: Il Prato, 2008.
- CAMUFFO, Dario. *Microclimate for cultural heritage: Measurement, risk assessment, conservation, restoration, and maintenance of indoor and outdoor monuments*. Elsevier, 2019.
- CASSAR, May. *Environmental Management: Guidelines for Museums and Galleries*. Nova Iorque, Routledge, 1995.
- DARDES, Kathleen; DRUZIK, James. Managing the environment: an update on preventive conservation. *Conservation: the Getty Conservation Institute Newsletter*, Los Angeles, v. 15, n. 2, 2000, p. 4-9.
- FERREIRA, Bárbara Carvalho; GONÇALVES, Willi de Barros. Avaliação do gerenciamento ambiental de coleções do Centro De Arte Popular Cemig De Belo Horizonte- MG. In: *30. Simpósio Científico do ICOMOS Brasil 2019*, Belo Horizonte: ICOMOS BRASIL, 2019.

- FRONER, Yacy-Ara. *et al. Mudanças climáticas, riscos ao patrimônio cultural e ambiental, políticas públicas e o papel das redes colaborativas: um olhar sobre o panorama brasileiro contemporâneo*. Patrimônio e Memória (UNESP), v. 17, 2021, p. 124-151.
- 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*. Belo Horizonte, 2013. Tese (Doutorado em Artes). Escola de Belas Artes, Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/JSSS-9GRH79>. Acesso em: 14 jan. 2024.
- GONÇALVES, Willi de Barros. *Interfaces e conflitos entre o conforto ambiental humano e a conservação preventiva do acervo em edifícios que abrigam coleções*. Museologia e Patrimônio, v. 9, 2016, p. 10-27.
- GONÇALVES, Willi de Barros. *Diagnóstico de condições de conservação de coleções: considerações para desenvolvimento de Protocolos de Acreditação de instituições museais no cenário brasileiro*. Patrimônio e memória (UNESP), v. 16, 2020, p. 389-412.
- GONÇALVES, Willi de Barros; FERREIRA, Bárbara Carvalho. Parâmetros para a avaliação do gerenciamento ambiental em edifícios que abrigam coleções. In: *Simpósio científico ICOMOS Brasil 2018, Anais [...]*: Belo Horizonte: UFMG, 2018, p. 7220-7247.
- GONÇALVES, Willi de Barros. *et al. A atuação da ANTECIPA na construção de redes colaborativas no campo da ciência do patrimônio*. Ventilando acervos, v. especial, 2023, p. 161-177.
- GONÇALVES, Willi de Barros; SOUZA, Luiz Antônio Cruz. *Considerações sobre sistemas de climatização empregados no gerenciamento ambiental de coleções, visando sua conservação preventiva*. Anais do Museu Histórico Nacional, v. XLVI, 2014a, p. 93-109.
- GONÇALVES, Willi de Barros; SOUZA, Luiz Antônio Cruz. *O debate contemporâneo sobre as interfaces transdisciplinares de dois campos de conhecimento em consolidação: a Ciência da Sustentabilidade e a Ciência do Patrimônio*. PÓS: Revista do Programa de Pós-graduação em Artes da EBA/UFMG, v. 4, n. 7, 2014b, p. 84-102.
- GONÇALVES, Willi de Barros; SOUZA, Luiz Antônio Cruz. Gerenciamento ambiental de exposições temporárias: a experiência do Laboratório de

Ciência da Conservação do CECOR/UFMG. In: 5º. *Seminário Internacional Museografia e Arquitetura de Museus*, 2016, Rio de Janeiro. *Museografia e Arquitetura de Museus. Fotografia e Memória*. Rio de Janeiro: Rio Books, v. 1, 2016, p. 1-11.

HERRÁEZ, Juan A. *et al. Manual de seguimiento y análisis de condiciones ambientales*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Subdirección General de Documentación y Publicaciones, 2014, p. 132.

ISO. *ISO 12571—Hygrothermal performance of building materials and products—Determination of hygroscopic sorption properties*. 3ª ed., 2021

MAEKAWA, Shin; BELTRAN, Vincent L.; HENRY, Michael C. *Environmental Management for Collections: Alternative Preservation Strategies for Hot and Humid Climates*. Los Angeles: Getty Publications, 2015.

SOUZA, Luiz Antônio Cruz *et al.* Redes de ciência do patrimônio: contribuição à Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. In: PINHEIRO, Marcos José de A.; CARVALHO, Cláudia S. Rodrigues de; COELHO, Carla Maria Teixeira. (orgs.). *Abordagens e experiências na preservação do patrimônio cultural nas Américas e Península Ibérica*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Mórula, 2021, v. 1, p. 142-175.

STRLIČ, Matija. *Heritage Science: A Future-Oriented Cross-Disciplinary Field*. *Angewandte Chemie International Edition*, v. 57, n. 25, 2018, p. 7260-7261.

Monitorización de la protección del muralismo contemporáneo: influencia de la pintura, del tipo del sustrato y del ambiente de exposición

JOSÉ SANTIAGO POZO-ANTONIO

Universidad de Vigo

TERESA RIVAS

Universidad de Vigo

INTRODUCCIÓN

En términos generales el muralismo contemporáneo se centra en la realización de pinturas sobre grandes superficies como muros y fachadas en centros urbanos. Esta corriente artística se enmarca en el *Street Art* o arte urbano, que incluye diferentes tipos de arte, tanto pintura como escultura u otras formas de expresión (CaPUS glosario). El *Street Art* experimentó un notable desarrollo en la década de los 80, cuando el movimiento del grafiti se expandió desde Nueva York hacia otras partes del mundo. En ese período, los grafiteros se enfocaban en crear firmas ilegales utilizando códigos estilísticos dirigidos a una audiencia familiarizada con ellos. Con el tiempo, comenzaron a incorporar nuevas técnicas y estilos, y su mensaje se orientó hacia un público más amplio, con la intención de establecer una comunicación más directa con el ciudadano. Esta evolución dio lugar a una variedad de expresiones artísticas, incluyendo el muralismo. A pesar de su proliferación, existe una falta de consenso en cuanto a la definición de arte urbano desde un punto de vista artístico, social y legal (Gayo, 2016; Schacter, 2016; Abarca, 2017). La ausencia de esta definición no ayuda a que el público se sensibilice hacia este tipo de manifestaciones, lo que redundaría en un mayor compromiso de las administraciones en su conservación (Chatzidakis, 2018). Esta indefinición contribuye también a que este tipo de manifestaciones artísticas carezcan de una

tutela de conservación (Gayo, 2016), lo que, desde un punto de vista práctico, complica enormemente cualquier acercamiento a la obra con objeto de documentarla. En las primeras dos décadas del siglo XXI han aparecido proyectos de diferentes instituciones como ayuntamientos o empresas, con los que se hace un llamamiento a artistas para que "embellezcan" los centros de ciudades y villas. Esos murales presentan en muchos casos formas de alteración como decoloración, pérdida de material pictórico, fisuras, etc. (CaPUS glosario).

La durabilidad de los murales depende de la naturaleza de las tintas y de la composición y estado de los soportes. A lo largo del tiempo, se ha observado una evolución en los materiales utilizados, desde aerosoles hasta tintas aplicadas con brocha. Actualmente, es común el uso de tintas orgánicas cuya composición consta de: pigmentos que confieren color, aglutinantes que sirven de vehículo para la aplicación del pigmento y le proporcionan adherencia al soporte, cargas que mejoran la reología, estabilizan la emulsión e incrementan la resistencia, disolventes que influyen en la viscosidad y el secado y aditivos que pueden incluir agentes de anticorrosión, secantes, antiburbujas, etc. (Bieleman, 2000; Learner, 2005).

La naturaleza orgánica de aglutinantes, pigmentos, disolventes y aditivos hace que las tintas sean especialmente susceptibles a la acción de los agentes de deterioro ambientales. Existen investigaciones que demuestran que la radiación solar y los aerosoles

marinos tienen un gran efecto sobre los polímeros orgánicos en función de su naturaleza (alquídica, acrílica, vinílica, etc.) (Bertasa et al., 2020, Alonso-Villar et al., 2021, 2022, Pellis et al., 2022; Pozo-Antonio et al., 2022). Los murales también están expuestos a otros agentes atmosféricos como la lluvia, agentes biológicos y contaminación (gases de efecto invernadero y compuestos orgánicos volátiles) que provocan diferentes tipos de alteraciones.

Otro factor determinante en la durabilidad de las tintas es el estado de conservación del soporte sobre el cual se pinta la obra de arte, ya que su buena calidad juega un papel decisivo en la estabilidad de la tinta (Rivas et al., 2022). Además, en la mayoría de las ocasiones los murales se pintan directamente sobre otras tintas, de modo que la interfaz tinta/soporte adquiere una nueva complejidad (Rivas et al., 2022). Este factor añadido puede contribuir al deterioro ya que puede influir en la adherencia de la capa de tinta al soporte.

La principal manifestación de deterioro es la decoloración (CaPUS glosario). Esta alteración colorimétrica está asociada con la fotodegradación de los componentes orgánicos de las tintas modernas (Pintus et al., 2016). Por lo tanto, atendiendo a la conservación preventiva del muralismo contemporáneo, uno de los tipos de intervención directa que ha sido considerado recientemente es la aplicación de protectores frente a la fotodegradación. Sin embargo, los estudios sobre la compatibilidad de estas capas protectoras con las tintas

son escasos (Cimino et al., 2022, Pozo-Antonio et al., 2023, Alonso-Villar et al., 2023). Cimino et al. (2022) demostraron la eficacia de dos protectores de color (uno de naturaleza alquídica y otro de naturaleza acrílica) aplicados sobre tintas expuestas al aire libre y a un ensayo de envejecimiento acelerado con lámparas de xenón. Pozo-Antonio et al. (2023) sometieron muestras de tinta acrílica con un protector acrílico a un ensayo de envejecimiento acelerado con radiación UV, concluyendo que la eficacia del protector dependía del sustrato y la composición de la tinta. Alonso-Villar et al. (2023) aplicaron dos protectores acrílicos diferentes sobre tintas alquídicas y acrílicas y las muestras fueron sometidas a un ensayo de envejecimiento por radiación UV y a una atmósfera natural con influencia marina. A pesar de que ambos protectores modificaron el color inicial de las muestras, permitieron ralentizar el cambio colorimétrico.

Los estudios centrados en la evaluación de protectores aplicados en muestras de laboratorio sometidas a diferentes ensayos de envejecimiento son procedimientos adecuados para evaluar la eficacia de los protectores en tintas modernas. Sin embargo, para determinar si los protectores son eficaces en el contexto urbano, se deben tener en cuenta todas las variables involucradas en un espacio urbano.

En los últimos años, han surgido actuaciones enfocadas a la conservación preventiva de estos murales que tratan de desarrollar estrategias

que puedan ralentizar el efecto de los agentes de deterioro, como por ejemplo los proyectos CAPuS “Conservación de arte en espacios públicos” y SOS-MURALS “Salvaguardando el muralismo urbano: limpieza y protección”.

En este estudio se llevó a cabo una evaluación de la eficacia de dos protectores de color acrílicos (Ega y Proa) aplicados sobre cuatro tintas modernas de acetato de polivinilo de color verde, amarillo, rojo y rosa empleando estereomicroscopía y espectrofotometría del color. Las tintas se aplicaron previamente sobre dos sustratos, hormigón y ladrillo y, sobre ellas, se aplicó el protector. Tras la aplicación, se evaluó, en primer lugar, el impacto que provocaron en el color original de las pinturas y, en segundo lugar, su durabilidad al someter las muestras a dos ensayos de alteración diferentes: 1) un ensayo de envejecimiento acelerado con radiación UV y 2) un ensayo de exposición a un ambiente natural de influencia marina.

MATERIALES Y MÉTODOS

TINTAS SELECCIONADAS

Se seleccionaron 4 de las tintas más empleadas en arte urbano en la región noroeste de España que son el verde RAL 6024 de KROMO (V), el amarillo P7-Reveproa Seda Mate Exterior Primario de PROA (A), el rojo Teppisol Rojo Fuego Mate de EGA (R) y el

rosa RAL 4010 de KROMO (RS). Todas ellas fueron caracterizadas química y mineralógicamente en Alonso-Villar et al. (2021). La tinta verde presenta como cargas calcita y rutilo; la tinta amarilla talco, calcita, barita y caolinita; la roja talco, calcita y clorita; y la rosa calcita y rutilo (opacificante). El aglutinante de estas tintas fue identificado como PVA (acetato de polivinilo).

SOPORTES

Se seleccionaron los dos soportes más comunes en muralismo contemporáneo en el noroeste peninsular: el hormigón y el ladrillo. Las muestras de hormigón se prepararon a partir de losas de 2 cm de espesor que se fabricaron mezclando cemento Cosmos CEM-II-BM (VL) 32.5N y árido granítico de granulometría de 20-50 μm , en proporción 1:3 (cemento:árido) en peso. Las losas se dejaron fraguar durante un mes y, transcurrido este tiempo, se cortaron probetas de 7cm x 7cm x 2cm y 3cm x 3cm x 2cm que se lavaron y se dejaron secar en horno a 40°C hasta peso constante.

Las muestras de ladrillo se obtuvieron de ladrillos huecos convencionales, que se cortaron en probetas de dimensiones 7cm x 7cm x 2cm y 3cm x 3cm x 2cm, que se lavaron y se dejaron secar en horno a 40°C hasta peso constante.

En Alonso-Villar et al. (2021) se caracterizaron estos dos soportes. El hormigón está compuesto

mineralógicamente por cuarzo, micas, feldespato potásico, plagioclasas y calcita mientras que el ladrillo está compuesto por cuarzo, mica, feldespato potásico y plagioclasas.

PROTECTORES

Se seleccionaron dos tipos de protectores de base de agua. Uno de ellos es comercializado por la empresa Proa, de color transparente y acabado satinado con referencia comercial BV-000 y otro denominado como CARLUX AGUA, también de acabado satinado, que es comercializado por la empresa Ega. Estos protectores fueron caracterizados en Villar-Alonso et al. (2023) y se identificaron como resinas acrílicas.

PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Se prepararon probetas con 3 tipos de condiciones para cada soporte y color:

- Con tinta y sin protectores
- Con tinta y con protector Proa (código P)
- Con tinta y con protector Ega (código E)

Cada sustrato se pintó con las diferentes tintas mediante pincel. Para asegurar una cobertura completa, se aplicó una capa de las tintas verde, roja y rosa y 3 capas de la tinta amarilla a intervalos de 48 horas.

Después, las probetas se dejaron secar durante 1 mes en condiciones ambientales de laboratorio ($20\pm5^{\circ}\text{C}$, $55\pm10\%$ HR) en oscuridad.

En el caso de las probetas a las que se les aplicaron los protectores, se esperó quince días para aplicarlos y a continuación se dejaron secar durante un mes en laboratorio ($20\pm5^{\circ}\text{C}$, $55\pm10\%$ HR) en oscuridad.

En total se prepararon 72 probetas, 9 para cada color y tipo de soporte (hormigón o ladrillo).

ENSAYOS DE EXPOSICIÓN

Ensayo de envejecimiento acelerado por radiación UV (código UV)

Un grupo de muestras se sometió a la radiación emitida por bombillas UV especiales de la marca Ultra Vitalux de 300 W, con una potencia de radiación UV-A de 13,6W y UV-B de 1,3W. Se llevaron a cabo 210 ciclos, consistiendo cada ciclo en 22 horas de exposición seguidas de 2 horas de oscuridad; las muestras estuvieron expuestas a radiación UV un total de 4620 horas.

Ensayo de exposición a ambiente natural de influencia marina (código EM)

Un grupo de muestras se colocó en un panel vertical ubicado en la Isla de Toralla (Vigo) con una orientación $\text{N}45^{\circ}\text{W}$. En esta localización, el panel se encontraba al aire libre y orientado al mar. Las muestras

estuvieron expuestas a la acción de la radiación solar y el aerosol marino. Durante los once meses que duró el ensayo, la temperatura máxima fue de $30,6^{\circ}\text{C}$ y la mínima de $3,6^{\circ}\text{C}$. Su cercanía al mar (20 m) conllevó una humedad relativa de aproximadamente 100%. Las muestras experimentaron una radiación máxima de 26.050 kJ/m^2 y una radiación mínima de 5.550 kJ/m^2 (MeteoGalicia).

TÉCNICAS ANALÍTICAS PARA EVALUAR EL EFECTO DE LOS PROTECTORES Y SU EFICACIA

La evaluación del impacto de los protectores sobre las tintas y el cambio colorimétrico tras la exposición de las muestras a los diferentes ensayos de envejecimiento, se llevó a cabo mediante espectrofotometría del color. Para realizar las mediciones se utilizó un espectrofotómetro Minolta CM-700d equipado con una esfera integradora de 40 mm de diámetro, apertura de 3 mm, iluminante D65 y 10° de ángulo del observador. Las medidas se realizaron en modo de componente especular excluido (SCE, *Specular Component Excluded*). El espectrofotómetro se empleó con el software CM-5100 W SpectraMagic NX. Se midió el color antes de aplicar el protector, tras su aplicación y durante la realización de los ensayos de forma periódica: en el caso de las muestras sometidas al ensayo UV se tomaron cada 15 ciclos (330 horas) y en el caso de las muestras expuestas al ensayo EM, una vez al mes. El sistema de color elegido fue el espacio

CIELAB (CIE So14-4/E:2007), donde la coordenada L^* corresponde a la claridad del color (*value*, en la escala Munsell) y varía desde el 0 (negro) al 100 (blanco). La coordenada a^* corresponde a la posición del color entre el rojo ($+a^*$) y el verde ($-a^*$) y la coordenada b^* corresponde a la posición del color entre amarillo ($+b^*$) y el azul ($-b^*$). Los valores de a^* y b^* se utilizaron para obtener los parámetros C^*_{ab} y h_{ab} , correspondientes al espacio CIELCh, donde C^* indica el croma o saturación (es decir, el grado de pureza) y h el tono (o hue).

Tras la medición se calcularon las variaciones que sufren todos estos parámetros tras los ensayos, según los cálculos siguientes:

$$\Delta L^* = L^*_e - L^*_r$$

$$\Delta a^* = a^*_e - a^*_r$$

$$\Delta b^* = b^*_e - b^*_r$$

$$\Delta C^*_{ab} = C^*_{ab(e)} - C^*_{ab(r)}$$

$$\Delta h^*_{ab} = h^*_{ab(e)} - h^*_{ab(r)}$$

$$\Delta H^*_{ab} = 2(C^*_{ab(e)} \cdot C^*_{ab(r)})^{1/2} \cdot \sin\left(\frac{\Delta h_{ab}}{2}\right)$$

siendo el subíndice (e) el valor del parámetro o de la coordenada en el estado final (tras la aplicación del protector o tras los diferentes periodos de medición) y (r) el valor del parámetro o coordenada en el estado inicial (sin aplicación de protector y tras la aplicación del protector antes de comenzar con los ensayos).

Finalmente, se calculó la diferencia de color (ΔE^*_{ab}) de cada muestra, que permite cuantificar la variación de color sufrida:

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Además, también se realizaron fotografías a todas las muestras con la cámara digital Canon SX 60HS para detectar si se producen modificaciones de las superficies a simple vista.

Las muestras se observaron al estereomicroscopio, tanto las de referencia como las envejecidas utilizando una lupa binocular Nikon SMZ800, para conocer los cambios en las superficies de las muestras y realizar una comparativa de la degradación visual que sufren las pinturas al someterse a los ensayos.

RESULTADOS

IMPACTO DEL PROTECTOR EN EL COLOR DE LAS TINTAS

En términos generales, las tintas sobre hormigón presentaron una superficie más irregular mientras que las superficies sobre ladrillo fueron más suaves (Figura 1 V-H y V-L). Las tintas sobre hormigón presentaron mayor cantidad de burbujas que sobre ladrillo. Esto puede estar relacionado con la porosidad de los soportes ya que el aire pudo quedar atrapado en ellos favoreciendo la formación de burbujas (Alonso-Villar et al., 2022); el hecho de que los poros en el hormigón fuesen más grandes y numerosos que en el ladrillo pudo intensificar este efecto. También se constató la formación de craquelado en las tintas tras la aplicación de los protectores. Las muestras con protector P presentaron mayor cantidad de fisuras que las muestras con protector E, y considerando las muestras con P, las aplicadas sobre hormigón presentaron fisuras más largas y anchas (comparar Figura 1 V-H-P con Figura 1 V-L-P). La fisuración de las muestras con P fue más intensa sobre la tinta verde que en el resto de las pinturas, llegando a superar los 2 mm de longitud. La formación de este craquelado pudo deberse a procesos de contracción y retracción producidos durante el secado de los polímeros o pudo estar relacionado con la rápida evaporación del disolvente (Alonso-Villar et al., 2021).

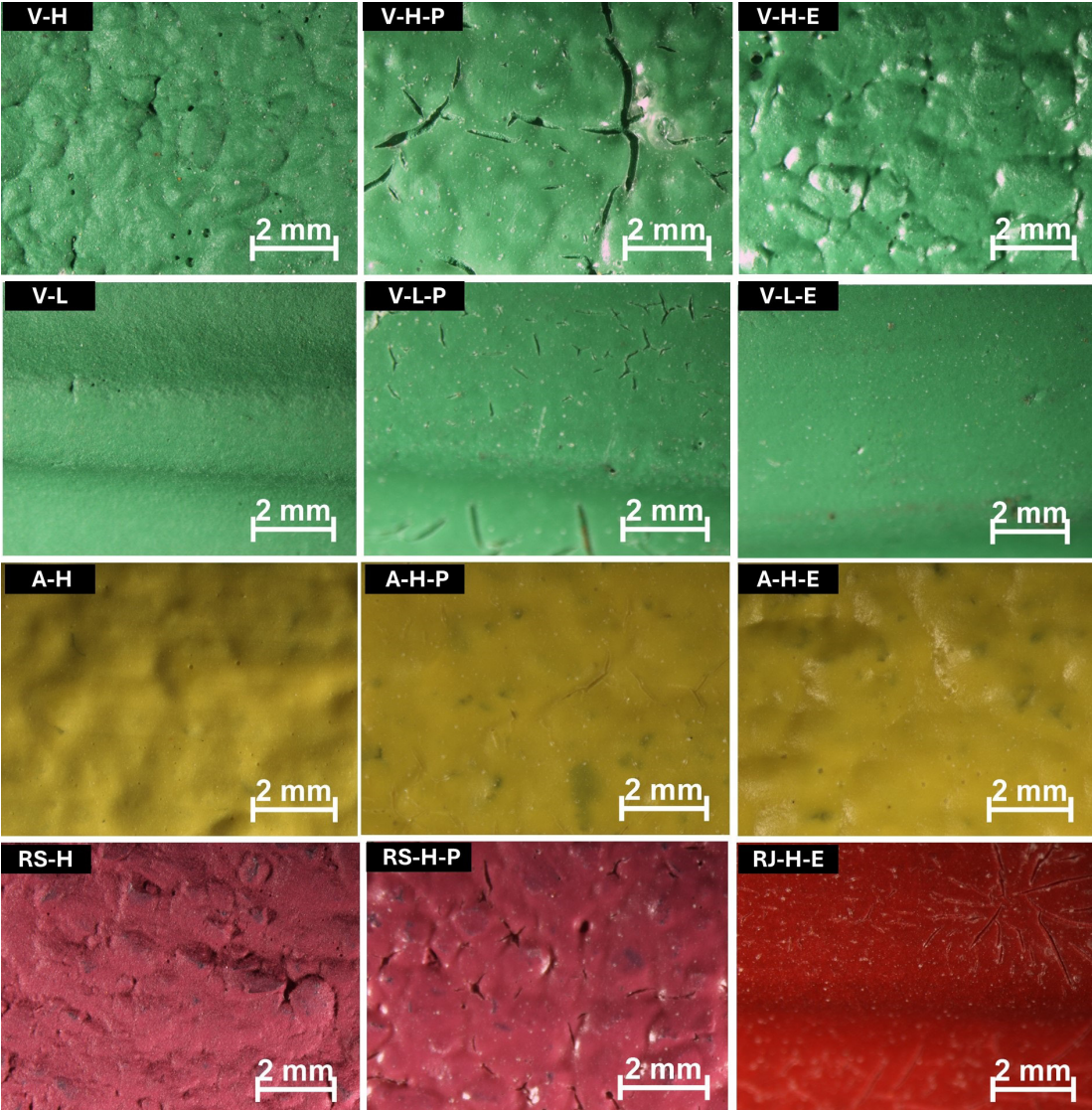
Las superficies se volvieron algo más brillantes tras aplicar los protectores, sobre todo en hormigón (comparar Figura 1 A-H-E con Figura 1A-H).

Los protectores modificaron el color original de las pinturas. Así, los ΔE^*_{ab} fueron mayores en las superficies protegidas con P independientemente del soporte (Figura 2). Sólo en las muestras de tinta roja con P y de tinta rosa con P sobre ambos soportes, los ΔE^*_{ab} fueron mayores de 3,5 unidades CIELAB, que es el valor a partir del cual existe una diferencia colorimétrica clara (Mokrzycki y Tatol, 2012).

Teniendo en cuenta la variación de las coordenadas del color, todas las superficies sufrieron una disminución de la saturación (C^*_{ab}) que resultó más notable en las muestras que presentaron el mayor ΔE^*_{ab} : muestras de tinta roja y rosa sobre ambos soportes (Tabla 1). Es destacable que las muestras de tinta roja sufrieron una disminución del parámetro a^* (por tanto, mostrando un cambio hacia el verde en comparación con las muestras de referencia), y del parámetro b^* (hacia tonalidades más azules). En cambio, las muestras de tinta rosa presentaron una disminución de a^* en todos los casos, pero el parámetro b^* , al aplicar P, aumentó lográndose un aspecto más rojizo, mientras que con E estas modificaciones fueron mucho menores.

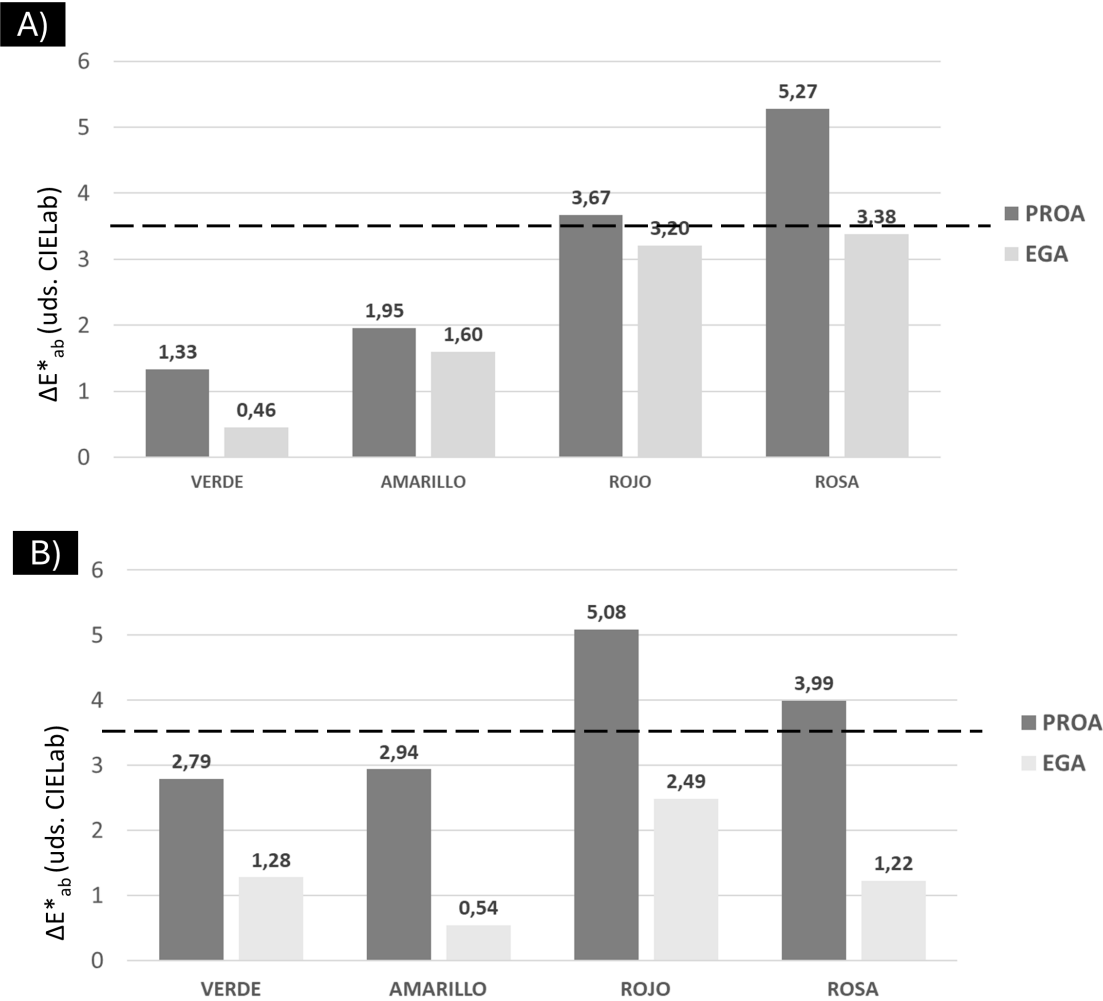
MONITORIZACIÓN DE LA PROTECCIÓN DEL MURALISMO CONTEMPORÁNEO: INFLUENCIA
DE LA PINTURA, DEL TIPO DEL SUSTRATO Y DEL AMBIENTE DE EXPOSICIÓN

FIGURA 1 | Micrografías tomadas con estereomicroscopía de algunas de las muestras empleadas en esta investigación.



MONITORAMENTO E ESTRATÉGIAS PARA A CONSERVAÇÃO
DO PATRIMÔNIO CULTURAL

FIGURA 2 | ΔE^*_{ab} sufridas por las tintas tras la aplicación de los protectores. A) hormigón; B) ladrillo.



MONITORIZACIÓN DE LA PROTECCIÓN DEL MURALISMO CONTEMPORÁNEO: INFLUENCIA
DE LA PINTURA, DEL TIPO DEL SUSTRATO Y DEL AMBIENTE DE EXPOSICIÓN

TABLA 1 | PARÁMETROS COLORIMÉTRICOS L^* , a^* , b^* , c^*_{ab} y h_{ab} DE LAS MUESTRAS DE HORMIGÓN Y LADRILLO PINTADAS CON VERDE, AMARILLO, ROJO Y ROSA Y SUS VARIACIONES CON RESPECTO AL VALOR MEDIDO EN LA SUPERFICIE SIN PROTECTORES (P Y E).

PINTURA	CONDICIÓN	L^*	a^*	b^*	c^*_{ab}	h_{ab}	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	Δc^*_{ab}	ΔH^*_{ab}
VERDE	Sobre hormigón	53,15	-35,58	18,53	40,12	152,46					
	Con P	52,92	-34,30	18,24	38,85	152,00	-0,23	1,28	-0,30	-1,27	-0,32
	Con E	53,04	-35,62	18,09	39,96	153,07	-0,11	-0,04	-0,44	-0,16	0,42
AMARILLO	Sobre hormigón	72,13	-2,89	67,79	67,85	92,44					
	Con P	70,60	-3,99	67,27	67,42	93,41	-1,53	-1,11	-0,52	-0,43	1,15
	Con E	71,15	-4,15	67,85	68,01	93,53	-0,98	-1,27	0,06	0,16	1,30
ROJO	Sobre hormigón	39,76	48,63	24,71	54,55	26,93					
	Con P	39,21	45,55	22,79	50,94	26,57	-0,55	-3,08	-1,92	-3,61	-0,33
	Con E	39,46	46,03	22,86	51,39	26,42	-0,31	-2,60	-1,84	-3,15	-0,48
ROSA	Sobre hormigón	49,66	43,85	-1,90	43,89	357,52					
	Con P	47,90	39,04	-0,61	39,05	358,69	-1,76	-4,80	1,29	-4,83	0,84
	Con E	48,51	40,88	-3,02	41,01	355,62	-1,16	-2,97	-1,13	-2,88	-1,41
VERDE	Sobre ladrillo	53,71	-37,81	19,39	42,49	152,86					
	Con P	53,38	-35,01	18,61	39,65	152,00	-0,33	2,80	-0,78	-2,84	-0,61
	Con E	53,46	-37,35	18,88	41,85	153,19	-0,25	0,46	-0,51	-0,64	0,24
AMARILLO	Sobre ladrillo	71,90	-2,97	67,79	67,86	92,51					
	Con P	69,81	-5,95	66,56	66,83	95,11	-2,09	-2,98	-1,23	-1,02	3,06
	Con E	70,17	-6,55	66,63	66,96	95,62	-1,73	-3,58	-1,16	-0,90	3,66
ROJO	Sobre ladrillo	39,49	48,97	24,92	54,94	26,97					
	Con P	38,78	45,02	22,46	50,31	26,50	-0,71	-3,95	-2,46	-4,64	-0,43
	Con E	39,09	46,05	22,90	51,43	26,45	-0,39	-2,92	-2,01	-3,51	-0,48
ROSA	Sobre ladrillo	49,36	43,48	-2,15	43,53	357,16					
	Con P	47,26	36,90	-0,91	36,92	357,94	-2,10	-6,58	1,25	-6,61	0,54
	Con E	47,60	38,06	-4,07	38,29	353,82	-1,77	-5,42	-1,92	-5,24	-2,38

EVOLUCIÓN DEL COLOR DURANTE LOS ENSAYOS

Las gráficas de las Figuras 3 y 4 muestran la evolución del ΔE^*_{ab} de las tintas sobre hormigón y ladrillo respectivamente sometidas al ensayo UV (columna izquierda, A, C, E, G) y EM (columna derecha, B, D, F, H).

En las muestras de color verde (Figuras 3 A y B; Figura 4 A y B) se observa que, en ausencia de protector, la diferencia de color ΔE^*_{ab} no supera en ningún momento 3,5 unidades CIELAB, valor a partir del cual una diferencia en el color es clara (Mokrzycki y Tatol, 2012). En las muestras hechas con hormigón, se observa un comportamiento diferente en función del tipo de exposición: durante el ensayo UV (Figura 3A) los valores de la diferencia de color con el protector Proa son los más bajos y sólo este protector ejercería algún tipo de protección; por el contrario, durante el ensayo EM es el protector Ega el que parece proteger mucho más que el protector Proa, ya que los valores de ΔE^*_{ab} son más bajos comparativamente a las muestras sin protección y tratadas con Proa. Hay que señalar que en estas muestras sometidas al ensayo EM, las tintas tratadas con Proa cambian su color mucho más que sin protección, siendo las únicas que superan 3,5 unidades CIELAB. En las muestras verdes sobre ladrillo, Proa parece ser también el protector que mejor funciona durante el ensayo UV (Figura 4A): los ΔE^*_{ab} de estas muestras son los más bajos. Sin embargo, durante el ensayo EM

(Figura 4B), ninguno de los protectores parece ejercer efecto, ya que las superficies tratadas con estos productos sufrieron ΔE^*_{ab} más altos que las muestras sin proteger.

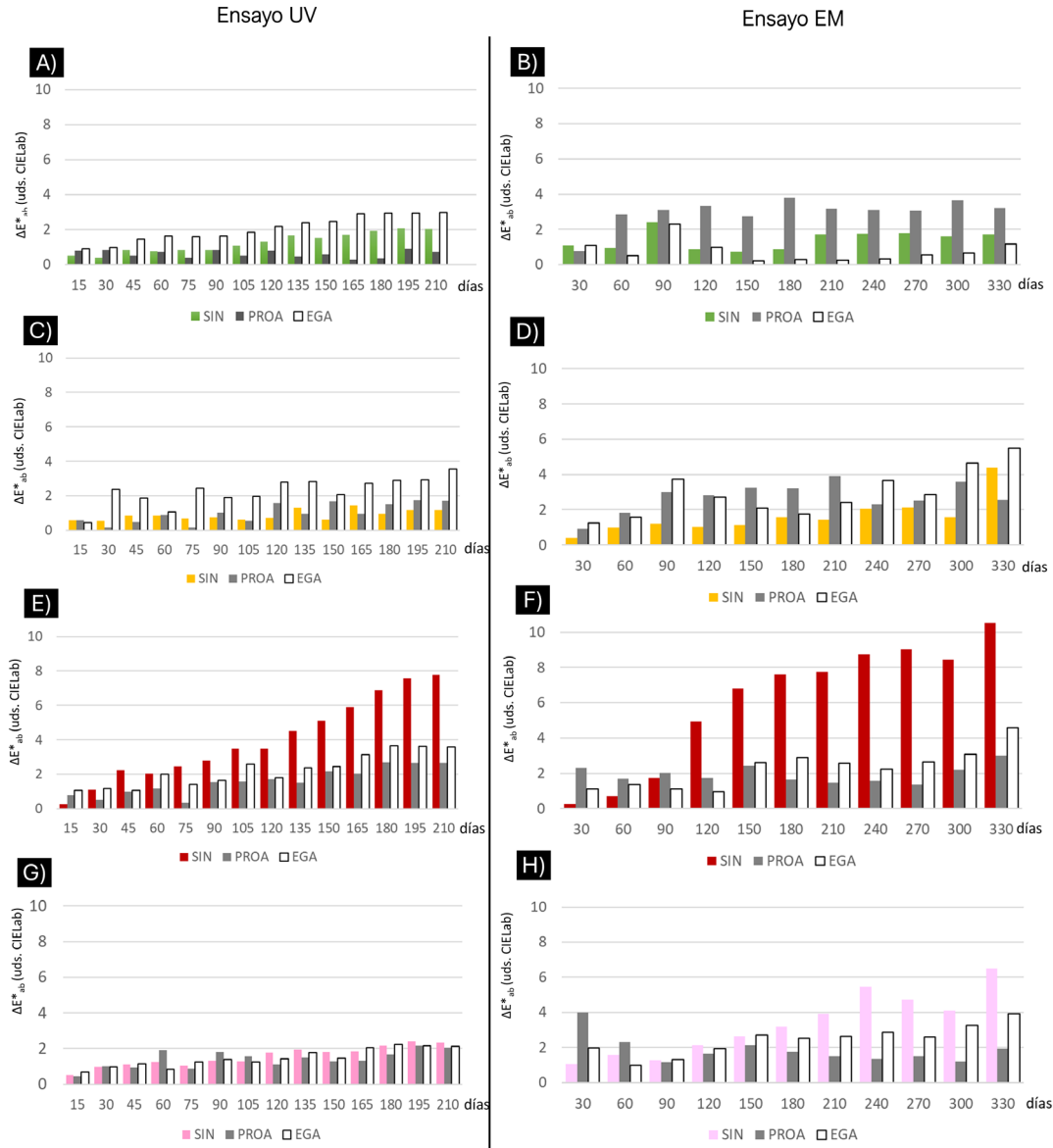
Con respecto a las muestras amarillas (Figura 3 C y D; Figura 4 C y D), se observa que, en ausencia de protectores, sólo las tintas sobre hormigón expuestas al ensayo EM sufrieron una diferencia de color ΔE^*_{ab} mayor de 2,5 unidades. Con respecto a la eficacia de los tratamientos, se observa el hecho curioso de que los valores de ΔE^*_{ab} de las muestras sin tratar fueron casi siempre menores que las pinturas tratadas con los protectores, por lo que se confirmaría que, en este caso, los protectores no ejercen ningún efecto positivo en esta tinta, independientemente del soporte y del tipo de exposición.

Se da la excepción en las muestras sobre hormigón expuestas al ensayo EM; en este caso, los valores de ΔE^*_{ab} de las muestras tratadas con P son, al final del ensayo, más bajos que las muestras sin proteger; en este caso estaría justificada la aplicación de este protector.

La tinta roja es la más susceptible al deterioro de las cuatro. En ausencia de protección, las muestras pintadas de rojo mostraron diferencias de color cuyos valores superan 3,5 unidades CIELAB, alcanzando valores extraordinariamente altos especialmente en las muestras sobre hormigón y sometidas al ensayo EM (Figura 4 E y F). Con respecto a la eficacia de los protectores se comprueba que, en

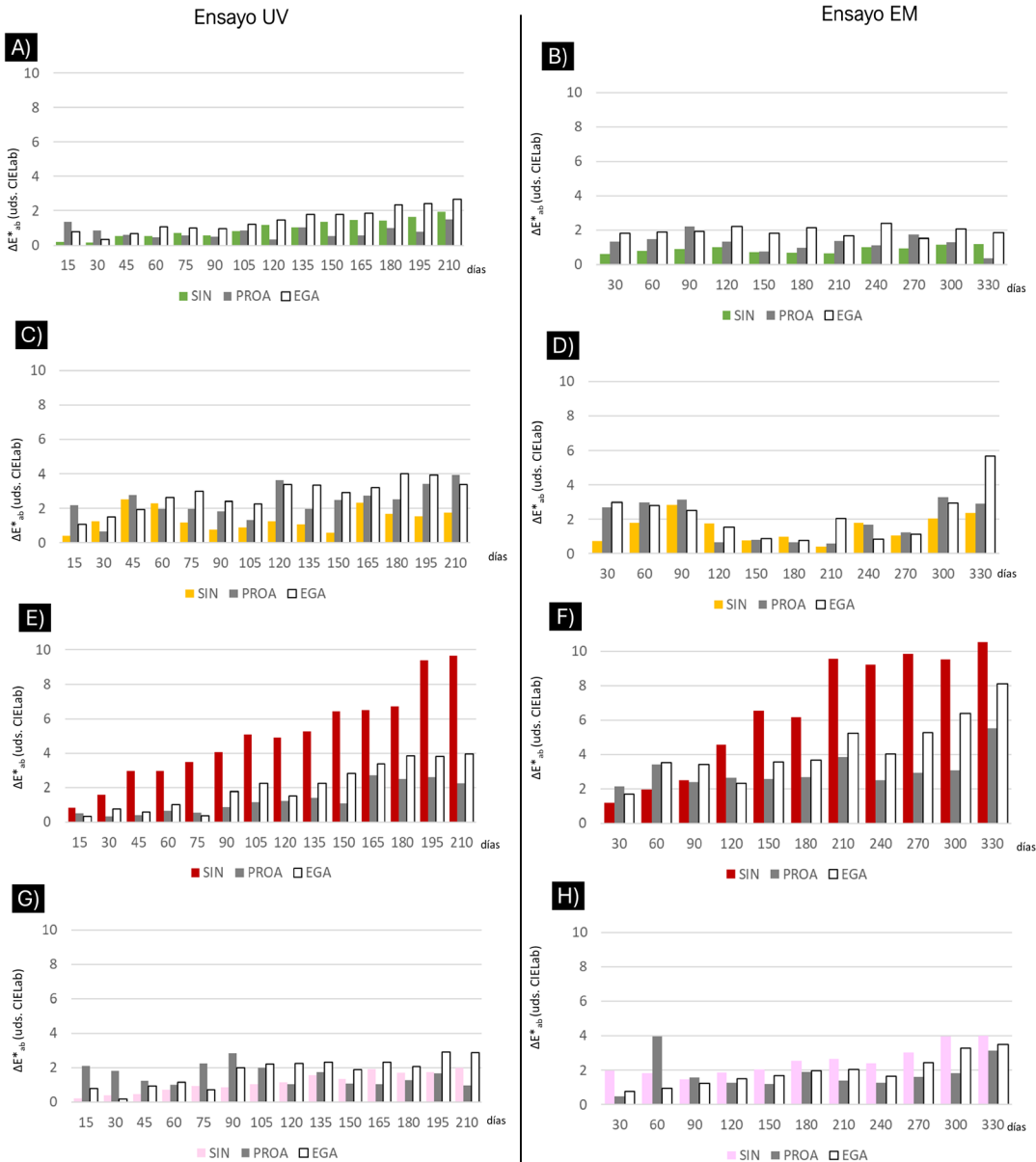
MONITORIZACIÓN DE LA PROTECCIÓN DEL MURALISMO CONTEMPORÁNEO: INFLUENCIA DE LA PINTURA, DEL TIPO DEL SUSTRATO Y DEL AMBIENTE DE EXPOSICIÓN

FIGURA 3 | Valores de la diferencia de color (ΔE^*_{ab}) de las muestras de hormigón pintadas con los cuatro colores sobre hormigón expuestas al ensayo de envejecimiento acelerado por radiación UV (izquierda) y al ensayo EM (derecha).



**MONITORAMENTO E ESTRATÉGIAS PARA A CONSERVAÇÃO
DO PATRIMÔNIO CULTURAL**

FIGURA 4 | Valores de la diferencia de color (ΔE^*_{ab}) de las muestras de ladrillo pintadas con los cuatro colores y expuestas al ensayo de envejecimiento acelerado por radiación UV (izquierda) y al ensayo EM (derecha).



todos los casos, la aplicación de estos productos permitió reducir el ΔE^*_{ab} (Figura 3E y F, Figura 4E y F), siendo el protector P el que ejerce una mayor protección: las muestras de hormigón tratadas con este producto no superan, al final de los ensayos, el valor de 3,5 unidades CIELAB; en las muestras de ladrillo, sólo se ve superado este valor al final del ensayo EM.

En las muestras pintadas de color rosa se observa que, sin protección, los cambios de color no superan 3,5 unidades CIELAB salvo en las probetas de hormigón y ladrillo sometidas al ensayo EM, especialmente en las muestras de hormigón (Figura 3 H). Con protección es, en todos los casos, el protector P el que consigue reducir las diferencias de color a valores por debajo de 3,5 unidades CIELAB; el protector E se revela como menos eficaz.

EVALUACIÓN DE LAS MUESTRAS TRAS LOS ENSAYOS DE ENVEJECIMIENTO

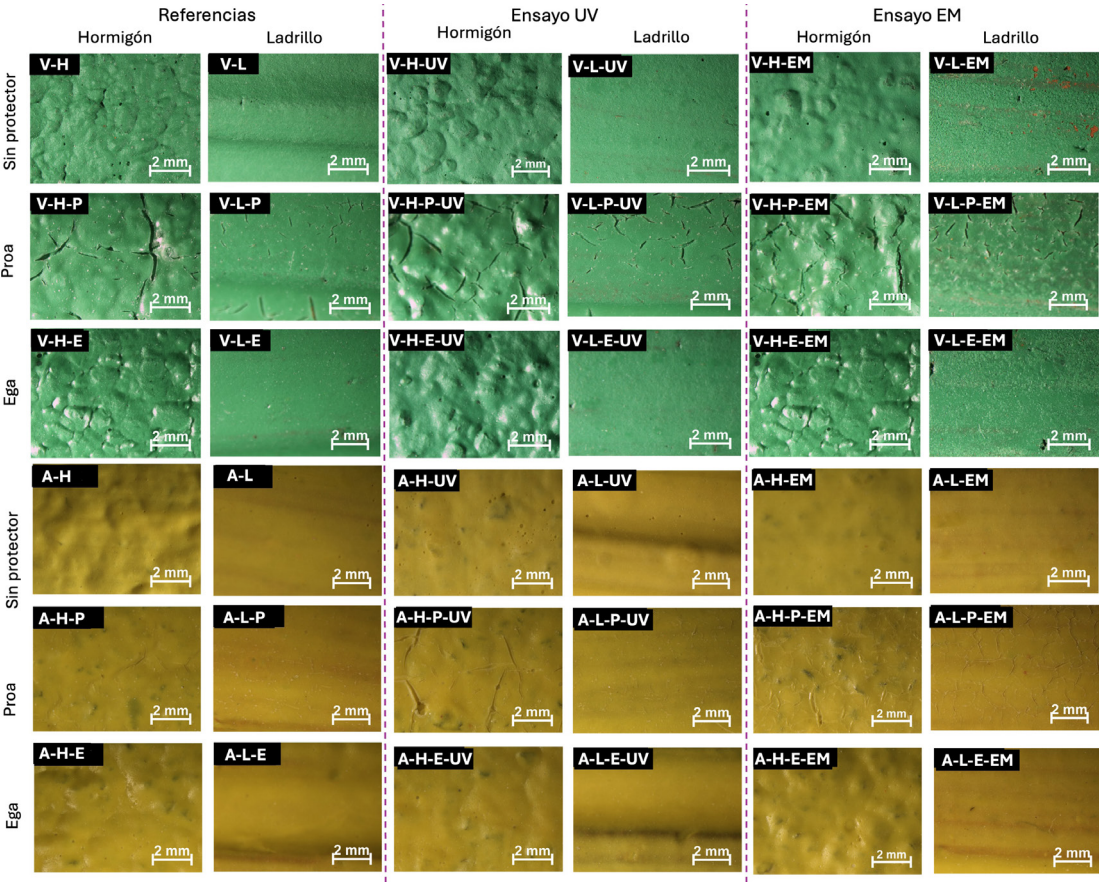
Tras los ensayos se observó que las muestras pintadas de verde sin protectores mantuvieron un aspecto similar, excepto la muestra sobre ladrillo expuesta al ensayo EM que sufrió una pérdida de tinta clara dejando a la vista el soporte (Figura 5 V-L-EM). Inicialmente, la aplicación de P provocó fisuras más gruesas y largas sobre hormigón (Figura 5 V-H-P) y más finas y cortas sobre ladrillo (Figura 5 V-L-P).

En este último caso, tras los dos ensayos, aumentó la densidad del craquelado (Figura 5 V-L-P-EM), especialmente en la muestra sometida al ensayo EM, en la que se observó un blanqueamiento de los bordes, y también pérdidas de tinta. Las muestras protegidas con el protector E, al contrario que las muestras con protector P, no presentaron craquelado antes ni después de los ensayos, pero sí se ve un ligero blanqueamiento (Figura 5).

Con respecto a las muestras amarillas, tras el ensayo UV, las muestras sin protectores presentaron burbujas tanto en las aplicadas sobre hormigón (Figura 5 A-H-UV) como sobre ladrillo (Figura 5 A-L-UV). Sin embargo, las muestras sin proteger expuestas al ensayo EM (Figura 5 A-H-EM y A-L-EM) se mantuvieron bastante similares a las no sometidas al ensayo (Figura 5 A-H y A-L). Las muestras con P presentaron un craquelado que se acentuó tras la realización de los ensayos, principalmente en las muestras de hormigón (Figura 5 A-H-P-UV y A-L-P-EM), incluso con la aparición de burbujas. Aunque con menor intensidad, las muestras sobre ladrillo también lo presentaron, principalmente las sometidas al ensayo EM (Figura 5 A-L-P-EM). Las muestras con E se presentaron prácticamente iguales antes y después de los ensayos; visualmente se mantuvieron bastante lisas y sin defectos, aunque se intuye una mayor visualización del soporte (Figura 5 A-L-E-EM) y un ligero oscurecimiento (Figura 5 A-L-E-UV).

**MONITORAMENTO E ESTRATÉGIAS PARA A CONSERVAÇÃO
DO PATRIMÔNIO CULTURAL**

FIGURA 5 | Micrografías de las muestras pintadas con la tinta verde (V) y amarilla (A) sobre hormigón (H) y ladrillo (L), con o sin protector (P o E), de referencia y expuestas al ensayo de envejecimiento acelerado por radiación UV y al ensayo EM.



Con respecto a las muestras de color rojo, se confirmó lo obtenido con la espectrofotometría del color: las muestras sin proteger mostraron una especial vulnerabilidad, ya que, tras los dos ensayos, las muestras presentaron la aparición de poros tanto en hormigón (Figura 5 RJ-H-UV, RJ-H-EM) como en ladrillo (Figura 5 RJ-L-UV, RJ-L-EM). Además, se detectó un ligero blanqueamiento de las superficies, sobre todo en las muestras expuestas al ensayo EM (Figura 5 RJ-L-EM). Al aplicar P aparecen fisuras en la superficie (aunque en menor medida que en las muestras verdes), principalmente en las muestras de hormigón (Figura 5 RJ-H-P). El craquelado en las muestras sobre ladrillo está provocado por fisuras finas (Figura 5 RJ-L-P). Las muestras con el protector E no presentaron craquelado ni antes ni después de los ensayos, aunque en las muestras sometidas al ensayo EM se detectó un ligero blanqueamiento (Figura 5 RJ-L-E-EM).

En las muestras con tinta rosa, a pesar de que presentaron ΔE^*_{ab} menores de 3,5 unidades CIELAB, se han constatado modificaciones superficiales tras los ensayos de alteración (tanto protegidas como sin proteger): i) en las muestras sin proteger y expuestas al ensayo EM, se produjeron pérdidas de material en las muestras hechas en hormigón (Figura 5 RS-H-EM) y se constató un blanqueamiento superficial en las muestras hechas en ladrillo

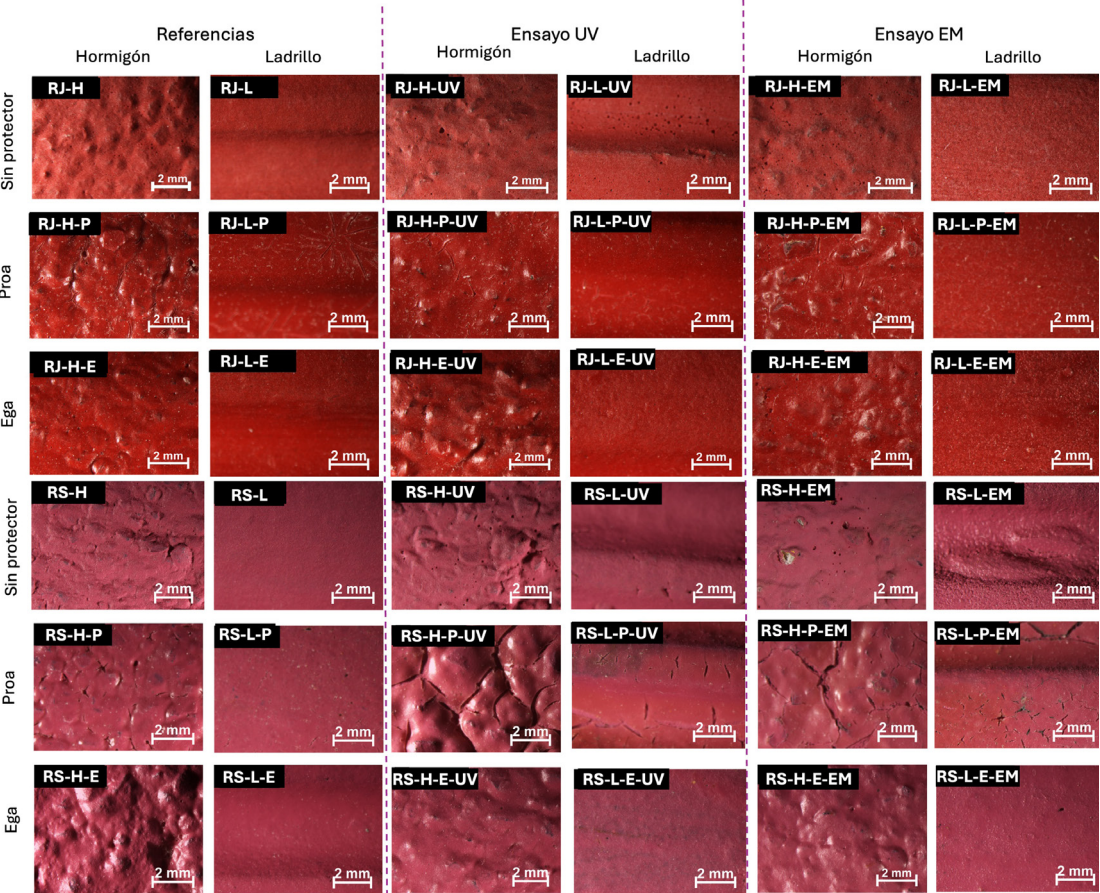
(Figura 5 RS-L-M). ii) en las muestras tratadas con P, se observó la formación de un craquelado que se intensifica tras los ensayos (Figura 5). En las muestras tratadas con E no se observó la formación de fisuras (Figura 5 RS-H-E y RS-L-E) aunque tras los ensayos se observó un ligero oscurecimiento de la superficie.

En términos generales, el protector P tiende a producir mayores modificaciones físicas en la superficie, ya que en todas las muestras de pintura se produjo craquelado que, tras el ensayo EM, fue más denso e intenso. En cambio, el protector E tiende a generar cambios del color, generalmente superiores tras el ensayo EM, debido al blanqueamiento superficial.

Realizando una comparativa entre las diferentes tintas y sus ΔE^*_{ab} , destaca la resistencia que presentó la tinta verde y, en el extremo opuesto, la vulnerabilidad de la tinta roja. Es por ello que, sobre la primera no resulta necesario el uso de protectores, en cambio, en la roja es muy recomendable debido a la reducción del cambio de color que se produjo. Entre los dos protectores disponibles, se recomienda el uso de P por su mayor resistencia al cambio de color al ser sometido a ambos ambientes, pero es importante tener en cuenta la aparición de fisuras y poros que pueden poner en causa la durabilidad de la protección.

**MONITORAMENTO E ESTRATÉGIAS PARA A CONSERVAÇÃO
DO PATRIMÔNIO CULTURAL**

FIGURA 6 | Micrografías de las muestras pintadas con tinta roja (RJ) y rosa (RS) sobre hormigón (H) y ladrillo (L) con o sin protector (P o E), de referencia y expuestas al ensayo de envejecimiento acelerado por radiación UV y al ensayo EM.



CONCLUSIONES

Con respecto al impacto de los protectores sobre las muestras pintadas, estos produjeron una modificación del color, siendo detectable visiblemente (ΔE^*_{ab} mayor de 3,5 unidades CIELAB) en las muestras rojas y rosa con protector Proa. Se encontraron variaciones entre los diferentes sustratos: 1) cuando se aplicó el protector Proa, las tintas verde, amarilla y roja presentaron mayores ΔE^*_{ab} en el hormigón, mientras que la tinta rosa los presentó al ser aplicada sobre ladrillo; 2) cuando se aplicó el protector Ega, las tintas amarilla, roja y rosa presentaron mayores ΔE^*_{ab} cuando se aplicaron sobre ladrillo y la verde lo hizo sobre hormigón.

El cambio colorimétrico de las muestras varió en función del cromóforo: sin protectores la muestra verde presentó la mayor resistencia y la pintura roja resultó la más vulnerable independientemente del ensayo y del sustrato. En la tinta amarilla, dada su elevada resistencia, no se recomienda la utilización de protectores mientras que, en las demás, el protector Proa permitió alcanzar una reducción del ΔE^*_{ab} en casi todos los soportes y ensayos, excepto en la tinta verde sobre hormigón sometido al ensayo de radiación ultravioleta.

A pesar de que la tinta verde presentó una gran resistencia frente a ambos ambientes, la pérdida de tinta al someterse a exposición marina, principalmente sobre ladrillo, puede requerir la aplicación de algún protector. La tinta amarilla mostró muy buena resistencia, salvo cuando se aplicó sobre hormigón y se expuso al ensayo de atmósfera marina; en este caso, el protector Proa reduce el cambio de color, por lo que sería aconsejable su aplicación en estas circunstancias. La tinta roja destacó por su gran vulnerabilidad, muy superior a las demás, sobre todo cuando se aplicó sobre ladrillo o se expuso a un ambiente marino. Se recomienda la aplicación de protectores, pero deben tenerse en cuenta los efectos que puede producir cada uno de ellos: en las muestras tratadas con Proa, los cambios de color producidos al final de los ensayos son menores que en las muestras tratadas con Ega, pero con Ega no se observa la formación del craquelado que sí se observa con Proa. Con respecto a la tinta rosa, se recomienda la aplicación de protectores cuando va a exponerse a ambientes costeros, principalmente sobre hormigón.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada con cargo al proyecto SOS-MURALS (*Salvaguardando el muralismo urbano: limpieza y protección*, CNS2022-135645), financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España a través de la convocatoria Consolidación Investigadora 2022 financiada por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR y al proyecto CAPuS (*Conservation of Art in Public Spaces*, n.º 588082-EPP-A-2017-1-IT-EPPKA2-KA) del Programa Erasmus Plus-Acción clave KA2: cooperación para la innovación y el intercambio de buenas prácticas. Alianzas para el Conocimiento de la convocatoria EAC/A03/2016. J.S. Pozo-Antonio agradece al proyecto RYC2020-028902-I financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y, por El FSE invierte en tu futuro. Para más información: <https://sosmurals.webs.uvigo.es/>.

REFERENCIAS

- ABARCA, J. Curating street art. *Street Art Urban Creativity Scientific Journal* vol. 3, nº 2, pp. 112-118, 2017.
- ALONSO-VILLAR, E.M.; RIVAS, T. & POZO-ANTONIO, J.S. Resistance to artificial daylight of paints used in urban artworks. Influence of paint composition and substrate. *Progress in Organic Coatings* nº 154, 106180, 2021.
- ALONSO-VILLAR, E.M.; RIVAS, T. & POZO-ANTONIO, J.S. Sol-silicate versus organic paints: Durability after outdoor and ultraviolet radiation exposures. *Progress in Organic Coatings* vol. 168, 106843, 2022.
- ALONSO-VILLAR, E.M.; RIVAS, T.; POZO-ANTONIO, J.S.; PELLIS, G.; SCALARONE, D. Efficacy of Colour Protectors in Urban Art Paintings under Different Conditions: From a Real Mural to the Laboratory. *Heritage* vol. 6, pp. 3475-3499, 2023.
- BERTASA, M.; RICCI, C.; SCARCELLA, A.; ZENUCCHINI, F.; PELLIS, G.; CROVERI, P.; SCALARONE, D. Overcoming Challenges in Street Art Murals Conservation: A Comparative Study on Cleaning Approach and Methodology. *Coatings* vol. 10, nº 1019, 2020,

- BIELEMAN, J. Additives for Coatings, WILEY-VCH, Verlag GmbH, D-69469 Weinheim (República Federal de Alemania), p. 389, 2000.
- CAPUS GLOSARIO. <https://capusproject.eu/glossary/>. Acceso el 5 mayo 2024.
- CHATZIDAKIS, M. Preventive Conservation and Monitoring of Street Art, Graffiti, and Public Murals: Education and Training as an Effective Tool. Conference Paper Spanish Group (GEIIC) of the International Institute of Conservation (IIC), ed. por Grupo Español del IIC (Vitoria-Gasteiz, Spain, 2018), pp. 96–105. ISBN 9788409051779.
- CIE SO14-4/E:2007, Colorimetry Part 4: CIE 1976 L*a*b* Colour Space, Commision Internationale de l'eclairage, CIE Central Bureau, Vienna, 2007.
- CIMINO, D.; LAMURAGLIA, R.; SACCANI, I.; BERZIO-
LI, M. & IZZO, F.C. Assessing the (In)Stability of Urban Art Paints: From Real Case Studies to Laboratory Investigations of Degradation Processes and Preservation Possibilities. *Heritage* vol. 5, 581, 2022.
- GAYO, E. Etapas del Arte Urbano. Aportaciones para un Protocolo de conservación. *Ge-Conservacion* vol. 10, pp. 97-108, 2016.
- LEARNER, T. Analysis of Modern Paints. GCI Publications, p. 210. 2005. ISBN: 0892367792 9780892367795
- METEOGALICIA. <https://www.meteogalicia.gal/web/home>. Acceso el 7 de mayo del 2023
- MOKRZYCKI, W. S. & TATOL, M. Colour difference ΔE-A survey. *Machine Graphics and Vision*, vol.20, n° 4, pp. 383-411, 2012.
- RIVAS, T. ALONSO-VILLAR, E.M. & POZO-ANTONIO, J.S Forms and Factors of Deterioration of Urban Art Murals under Humid Temperate Climate; Influence of Environment and Material Properties. *The European Physical Journal Plus* vol.137, 1257, 2022.
- PELLIS, G.; BERTASA, M.; RICCI, C.; SCARCELLA, A.; CROVERI, P.; POLI, T.; SCALARONE, D. A multi-analytical approach for precise identification of alkyd spray paints and for a better understanding of their ageing behaviour in graffiti and urban artworks. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* vol. 165, 105576, 2022.
- PINTUS, V.; WEI, S. & SCHREINER, M. Accelerated UV ageing studies of acrylic, alkyd, and poly-vinyl acetate paints: Influence of inorganic pigments. *Microchemical Journal* vol. 124, pp. 949–961, 2016.

POZO-ANTONIO, J.; RIVAS, T.; GONZÁLEZ, N.; ALONSO-VILLAR, E. Deterioration of graffiti spray paints applied on granite after a decade of natural environment. *Science of the Total Environment* vol. 826, 154169, 2022.

POZO-ANTONIO, J.S.; ALONSO-VILLAR, E.M.; RIVAS, T.; MÁRQUEZ, I. Evaluation of a protective acrylic finish applied to surfaces painted with acrylic paints for outdoor or indoor uses. *Dyes and Pigments* vol. 212, 111141, 2023.

SCHACTER, R. Street Art Is a Period. *Hyperallergic*, <https://hyperallergic.com/310616/street-art-is-a-period-period-or-the-emergence-ofintermural-art/>. Julio 2016. Acceso el 5 de mayo 2022.

DIGITALIZAÇÃO E MODELAGEM DO PATRIMÔNIO CULTURAL

Experiências formativas e de colaboração acadêmica entre a FAUUSP e o DIAPReM: levantamento integrado para projetos de conservação preventiva e de restauro

RENATA CIMA CAMPIOTTO

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e de Design da Universidade de São Paulo (FAUUSP)

BEATRIZ MUGAYAR KÜHL

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e de Design da Universidade de São Paulo (FAUUSP)

INTRODUÇÃO

Os trabalhos de cooperação científica entre a Universidade de São Paulo (USP) e a *Università degli Studi di Ferrara* (Unife) tiveram início em 2015, quando foi estabelecido um acordo entre a USP, por meio do Centro de Preservação Cultural (CPC USP), e o centro de pesquisa *Development of Integrated Automatic Procedures for Restoration of Monuments* (DIAPReM)¹, vinculado ao Departamento de Arquitetura da Unife. Desde então, essa parceria promove não apenas o desenvolvimento de pesquisas, mas também a formação de estudantes e a disseminação de conhecimento com transferência de tecnologia, explorando questões metodológicas relacionadas ao diagnóstico integrado de bens culturais. Esses esforços colaborativos visam também aumentar a conscientização sobre o método de escaneamento a *laser*, combatendo equívocos comuns de percepção.

Este artigo aborda as atividades desenvolvidas conjuntamente pelas equipes de pesquisa da FAUUSP e do DIAPReM, a partir das campanhas de levantamento que envolveram dois edifícios da Universidade de São Paulo: a própria sede da FAUUSP na Cidade Universitária e o Museu do Ipiranga, sede do Museu Paulista da USP. As atividades foram estruturadas em uma variedade de eventos, incluindo reuniões de trabalho entre os coordenadores das pesquisas, seminários de capacitação para estudantes e pesquisadores da

FAUUSP, apresentações públicas, *workshops*, congressos e a divulgação de resultados em relatórios científicos e artigos acadêmicos (Balzani; Maietti; Kühn, 2017; Kühn *et al.*, 2021). Em todas as campanhas de treinamento, houve ênfase na análise integrada da nuvem de pontos gerada pelo escaneamento para identificação e análise de degradações nas superfícies, sempre a partir de uma leitura crítica de seus resultados, e desde que combinada a outros métodos investigativos.

O primeiro caso examinado envolve os levantamentos realizados no Edifício Vilanova Artigas, tanto de suas empenas quanto da face externa de sua cobertura. A iniciativa de documentação arquitetônica das empenas, projeto inaugural do acordo de cooperação entre a FAUUSP e o DIAPReM, foi impulsionada pelas necessidades específicas do desenvolvimento do Plano de Gestão da Conservação do edifício. A proposta submetida em 2015 ao programa *Keeping It Modern*, promovido pela Fundação Getty, previa a obtenção de dados métricos e qualitativos para analisar o estado de conservação das empenas de concreto armado aparente, que haviam passado por uma campanha de recuperação poucos anos antes. Naquele momento, era essencial obter a geometria precisa desses elementos, fornecendo bases de desenho *as built* das elevações do edifício e, principalmente, localizar e mapear os reparos realizados em argamassa, utilizando a nuvem de pontos associada a outros métodos de levantamento para quantificar a área de intervenção.

Um aspecto relevante desse primeiro caso se deve ao treinamento da equipe de pesquisadores do projeto PGC, que se mostrou crucial para garantir que os produtos do levantamento fossem trabalhados conforme os objetivos do projeto de pesquisa. Um desdobramento dessa primeira atividade colaborativa se deu em 2019, quando foi realizada uma nova campanha de escaneamento com a equipe de Ferrara, focada na cobertura do edifício. As principais atividades dessa segunda etapa incluíram o planejamento da operação, discutindo as melhores estratégias de posicionamento do equipamento em uma estrutura de alta complexidade geométrica. Diferentes hipóteses foram consideradas para superar os problemas identificados, detalhadas a seguir.

Em seguida, é apresentado o contexto e os objetivos da segunda campanha de levantamentos, que teve por objeto o edifício-monumento que abriga o Museu do Ipiranga, realizada entre 2017 e 2018. O Museu encontrava-se interditado desde 2013, quando foram produzidos diversos diagnósticos que atestaram as condições de risco de queda de forros e fragmentos de argamassa das fachadas. Nesse caso, além das atividades de formação de alunos e pesquisadores vinculados à FAUUSP, a campanha tinha como objetivo fornecer bases gráficas de alta precisão ao Museu, que pudessem servir de referência para o projeto de modernização e restauro.

Por fim, são discutidas as particularidades do método, suas potencialidades nos ciclos de

formação dos estudantes e pesquisadores, e apresentadas considerações sobre o papel do escaneamento a *laser* no diagnóstico integrado voltado aos projetos de conservação preventiva.

ATIVIDADES REALIZADAS NO EDIFÍCIO VILANOVA ARTIGAS, SEDE DA FAUUSP

O edifício que abriga a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e de Design da Universidade de São Paulo (FAUUSP), oficialmente denominado “Edifício Vilanova Artigas”, foi projetado por João Batista Vilanova Artigas e Carlos Cascaldi, ao longo da década de 1960. Os primeiros esboços datam de 1961 e, após várias modificações e ajustes, sua construção foi concluída em 1969, caracterizada por amplos espaços internos e pelo uso expressivo de concreto armado aparente². Com oito pavimentos dispostos em meios-níveis e interligados por rampas generosas, além de um bloco de circulação vertical próximo a uma das extremidades, a estrutura é uma marca distintiva do edifício: os pilares são espaçados uniformemente, enquanto o sistema de vigas primárias e secundárias é constituído de lajes em caixões perdidos, resultando em uma redução significativa da carga estrutural e considerável economia de concreto.

Externamente, as empenas, elementos característicos que conformam a imagem do edifício, são, na realidade, grandes vigas apoiadas em pilares

com forma geométrica complexa. As marcas das formas de madeira distribuídas horizontalmente conferem uma textura heterogênea à estrutura, que se integra harmoniosamente à composição geral, criando uma imagem coesa. Por fim, a cobertura do edifício é composta por uma única estrutura modular de concreto e claraboias quadradas translúcidas (domos). Juntamente às esquadrias contínuas dos pavimentos intermediários, essa superfície confere luz natural difusa distribuída por todos os espaços internos.

Ao longo das décadas, a deterioração das condições de conservação do edifício exigiu uma série de intervenções, especialmente no que diz respeito aos sistemas de impermeabilização da cobertura, que apresentavam falhas de vedação. Além disso, foram realizadas diversas adaptações nos espaços da faculdade para atender às novas demandas de ensino e pesquisa em Arquitetura e Urbanismo. Essas mudanças foram necessárias devido ao aumento do número de alunos, funcionários e professores, bem como à introdução do curso noturno de Design na FAUUSP, em 2006.

A partir dos anos 2010, foram realizadas diversas ações para adequar os espaços e resolver problemas identificados no edifício. Um marco nesse contexto foi a elaboração do Plano Diretor Participativo (2010-2011), que contou com uma significativa participação de docentes, discentes e funcionários da faculdade (Leal *et al.*, 2011). Por meio de estudos, debates e atividades em grupos de

trabalho específicos, foram estabelecidas diretrizes para a manutenção dos espaços físicos do edifício, considerando suas potencialidades e as necessidades contemporâneas. O documento também enfatizou a importância de estabelecer uma cultura de gestão e reforma nos edifícios pertencentes à FAUUSP, com definição de prioridades e acompanhamento por um Escritório-Oficina Acadêmico, a ser implantado nos anos seguintes.

É nesse contexto que, face à situação de deterioração das estruturas de concreto da cobertura e das empenas, iniciou-se em 2012 uma extensa campanha de recuperação. Para a cobertura, os serviços incluíam a remoção de impermeabilizações e correções de caimento feitas ao longo dos anos, a substituição do sistema de impermeabilização das lajes, a instalação de rufos de proteção das vigas invertidas e a substituição integral das claraboias. Internamente, estava prevista a recuperação de trechos com concreto desintegrado e corrosão das armaduras. Esse mesmo procedimento foi adotado para as empenas, com corte, escarificação do concreto, substituição das armaduras e preenchimento com argamassa de reparo. No entanto, a obra, concluída em 2015, apresentou resultados insatisfatórios, além de falhas técnicas evidentes, como discrepâncias de cor e textura nos reparos, resultando numa imagem fragmentada do edifício. Outro problema identificado foi a falta de mapeamento dos locais onde foram realizadas as substituições de concreto, indicando a ausência de

um projeto executivo de recuperação e dificultando o monitoramento do comportamento desses reparos ao longo do tempo. Diante desses desafios e visando evitar novas intervenções sem que os problemas fossem devidamente estudados, ainda em 2015, a FAUUSP³ submeteu a proposta de financiamento de um Plano da Gestão da Conservação (PGC) ao programa *Keeping It Modern*, da Fundação Getty⁴.

O objetivo central de um plano de conservação é de estabelecer diretrizes que orientem a manutenção e eventuais intervenções futuras, garantindo a preservação dos valores atribuídos ao edifício ou local ao longo do tempo. No caso do Edifício Vilanova Artigas, o projeto não visava elaborar um plano completo de conservação preventiva, devido à limitação de tempo e de recursos, mas sim conduzir pesquisas para subsidiar a elaboração futura desse plano a partir de bases fundamentais e ações prioritárias, ancoradas aos resultados obtidos pelas três principais frentes de trabalho (Pinheiro *et al.*, 2018):

1. Dossiê completo sobre o edifício Vilanova Artigas, contendo a descrição formal do edifício, suas transformações, os valores a ele atribuídos e diretrizes gerais de conservação;
2. Plano de Gestão da Conservação da cobertura do edifício;
3. Plano de Gestão de Conservação das empenas em concreto armado aparente.

Os estudos conduzidos durante o PGC revelaram a ineficácia da obra de reparos recém-concluída nas empenas, identificando fissuras e problemas de desempenho estrutural e de proteção contra a corrosão. Nesse contexto, o levantamento métrico-arquitetônico do edifício mostrou-se fundamental para obter uma representação de suas superfícies externas, permitindo análises detalhadas de suas propriedades formais, geométricas, materiais e estruturais. Esse processo também possibilitou a quantificação precisa dos reparos realizados em 2014 e a identificação de possíveis deformações estruturais, além de gerar um mapeamento detalhado das superfícies, contribuindo para um diagnóstico mais preciso e para a definição de futuras intervenções de conservação. Isso porque o método empregado, o escaneamento a laser em três dimensões, não apenas proporcionou como resultado uma nuvem de pontos das superfícies do edifício com precisão métrico-morfológica, mas, ao associar os dados de refletância com inspeção visual e registros fotográficos, permitiu um aprofundamento cognitivo sobre as características da superfície e eventuais manifestações patológicas. Aliado a pesquisas documentais e inspeções visuais, o escaneamento a laser também pode contribuir para esclarecimentos historiográficos, como no entendimento das fases de concretagem do edifício.

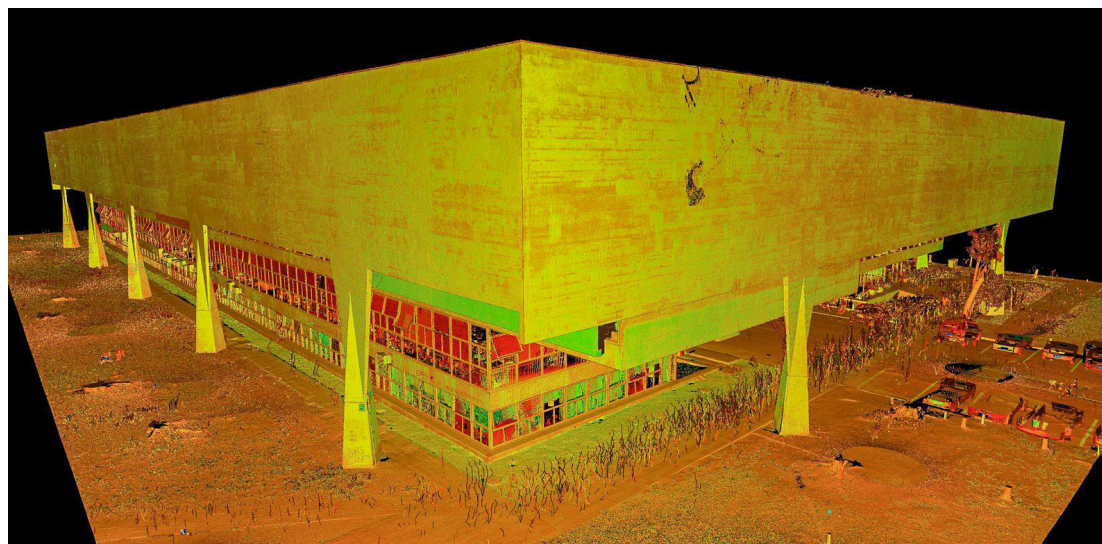
A proposta encaminhada à Fundação Getty previa a realização desse levantamento não apenas

como uma simples prestação de serviços para o desenvolvimento do projeto, mas como uma oportunidade para capacitar a equipe de pesquisadores na obtenção e na operação dos resultados obtidos, promovendo um intercâmbio de tecnologia entre as instituições envolvidas. Com isso, o acordo de cooperação acadêmica firmado entre a Universidade de São Paulo e a Universidade de Ferrara, representada pelo laboratório DIAPReM, assume uma relevância adicional, dando início a uma série de atividades que envolveram profissionais em diferentes estágios de formação em ambos os países.

As fases de escaneamento das empenas do edifício e de capacitação dos pesquisadores da FAUUSP tiveram início simultaneamente, em agosto de 2016, permitindo que a equipe local acompanhasse e compreendesse os procedimentos adotados em cada etapa de aquisição e processamento de dados. Durante essas discussões, foram explorados os princípios metodológicos da operação, bem como as potencialidades e limitações da tecnologia utilizada, destacando a importância de uma abordagem crítica e da integração com outros métodos de levantamento e documentação. Tais princípios foram confirmados na prática ao se utilizarem peças gráficas bidimensionais extraídas da nuvem de pontos, as quais serviram como base para identificar as áreas de reparo nas empenas do edifício: isso porque a visualização das superfícies do edifício ocorre principalmente pela

FIGURA 1 | Visualização da nuvem de pontos do edifício Vilanova Artigas. Na empena à direita da imagem vemos a ausência de dados na superfície onde há presença de vegetação.

ELABORAÇÃO: DIAPREM, UNIVERSIDADE DE FERRARA (2016). ACERVO: PROJETO CONSERVAFAU/PGC FAU (*KEEPING IT MODERN*).



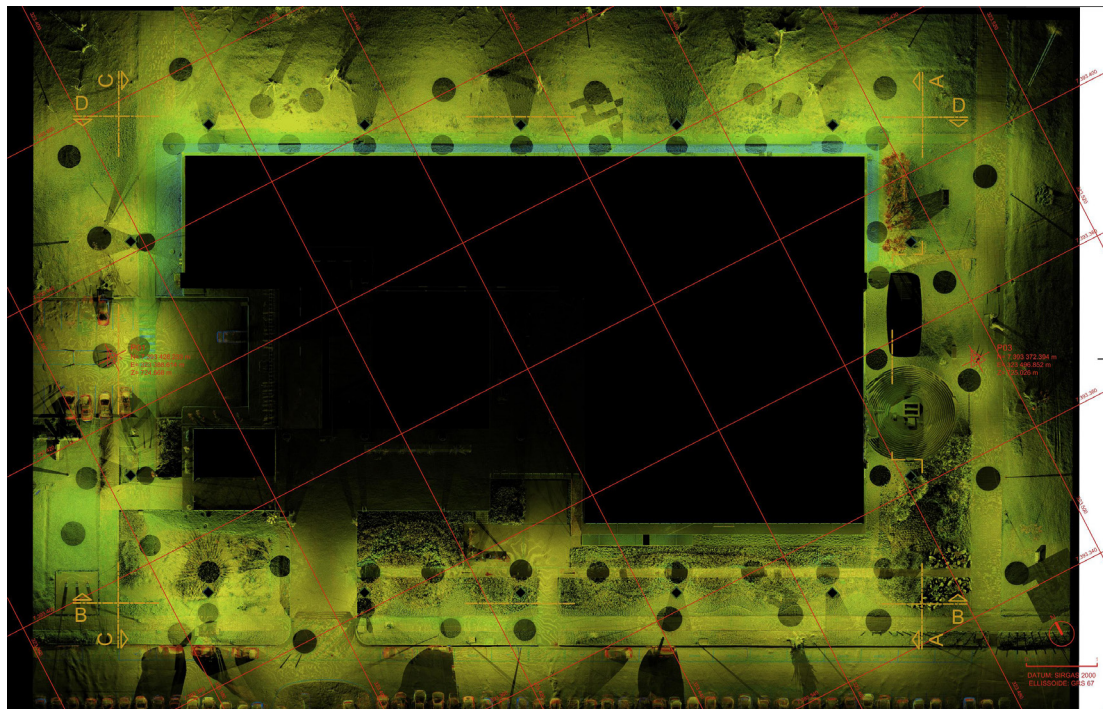
variação dos dados de refletância e os parâmetros aplicados a eles – sobretudo no caso do equipamento utilizado, que não possuía lentes fotográficas acopladas. Em certos trechos, a diferença de materiais, como concreto e argamassa, facilitou a identificação dos reparos, mas devido às características próprias das empenas, que exibem as marcas das formas de madeira e das fases de concretagem, houve imprecisões na diferenciação entre o material original e aquele derivado da intervenção recente. Além disso, nas áreas em que a vegetação estava em

contato direto com as superfícies, os dados capturados não representavam as empenas, mas sim as folhas e galhos ali existentes.

Para contornar esses desafios, duas estratégias complementares foram adotadas: inicialmente, a captura dos dados por meio de um planejamento cuidadoso das posições do aparelho ao redor do edifício, conformando dois perímetros de aproximação (Figuras 1 e 2); em seguida, registros fotográficos e verificações *in loco* para identificar áreas de maior dificuldade de interpretação pela nuvem

FIGURA 2 | Visualização da nuvem de pontos das fachadas do Edifício Vilanova Artigas em planta. As circunferências ao redor do perímetro indicam as estações de posicionamento do equipamento durante as varreduras.

ELABORAÇÃO: DIAPREM, UNIVERSIDADE DE FERRARA (2016). ACERVO: PROJETO CONSERVAFAU/PGC FAU (KEEPING IT MODERN).



de pontos. Com isso, além da obtenção da geometria precisa das empenas de concreto, da área exata de reparos realizados e de sua localização, o diagnóstico integrado revelou a condição estrutural dessas vigas, confirmando a ausência de deformações preocupantes e identificando outras manifestações patológicas. Essas conclusões somente foram alcançadas devido à integração de diversos métodos de investigação (Figura 3).

Com a finalização dessa primeira etapa de levantamentos vinculada ao desenvolvimento do PGC, estava prevista a continuidade dos trabalhos, compreendendo o escaneamento da face externa da cobertura e das áreas internas do edifício, que efetivamente teve início em julho e agosto de 2019.

Nessa ocasião, os ciclos de formação envolveram estudantes dos cursos de graduação e de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP. É interessante observar que, além de se constituir como uma base de dados morfológicos do edifício, a nuvem de pontos obtida através do escaneamento a *laser* permite o registro da memória geométrica baseada em informações qualitativas, ou seja, trata-se de uma forma de documentar o estado em que aquela edificação e seu lugar de implantação se encontram em um determinado momento na história, possibilitando análises futuras comparativas do avançamento de determinadas condições. Ainda que essa segunda etapa de trabalhos não tenha sido concluída, devido à

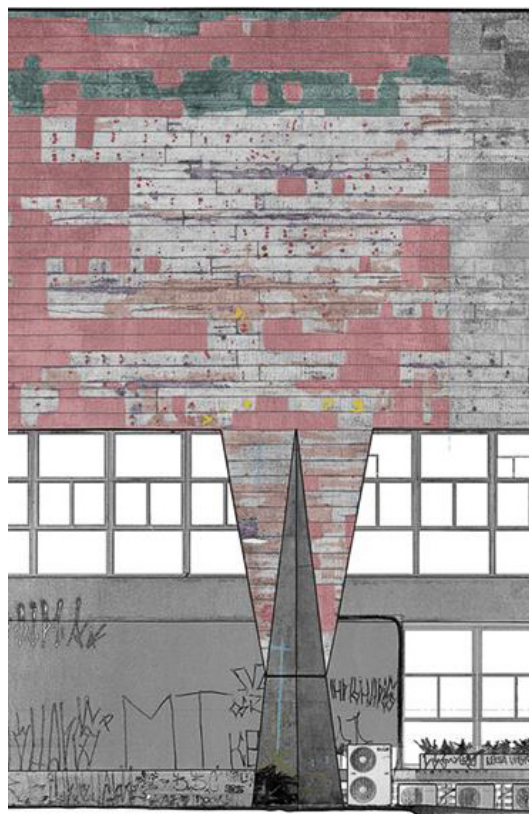


FIGURA 3 | Mapeamento de danos sobre ortofoto de trecho representativo da empena sudeste do edifício. Ao lado, a legenda adaptada do relatório do DIAPReM considera a subdivisão entre morfologias de deterioração, à esquerda, e alterações características do concreto armado, à direita.

ELABORAÇÃO: DIAPREM, UNIVERSIDADE DE FERRARA (2016).

ACERVO: PROJETO CONSERVAFAU/PGC FAU (*KEEPING IT MODERN*).



impossibilidade de continuar os levantamentos durante os anos de pandemia (2020-2022), é pertinente analisar o planejamento estratégico implementado para a condução da campanha de coleta de dados, devido à complexidade da estrutura de cobertura do edifício e as hipóteses de aquisição discutidas durante os ciclos de formação.

Devido à existência de uma rede topográfica previamente criada durante os levantamentos realizados em 2016 para o projeto PGC, seria viável conectar ambas as nuvens de pontos de cada escaneamento, integrando a geometria das empenas àquela da cobertura após as etapas de registro e tratamento de dados – desde que a estabilidade dessas coordenadas fosse verificada através de

um novo levantamento planialtimétrico. Dadas as dimensões consideráveis dessa estrutura (110 m x 66 m) e a maneira como as vigas invertidas delimitam os 60 módulos de 22 m x 5,5 m, alcançando até 1,90 m de altura em certos trechos, foram debatidas duas abordagens para a realização do levantamento que garantiriam a sobreposição adequada entre as nuvens de pontos de cada varredura:

1. Posicionar o equipamento no topo dos cruzamentos das vigas invertidas, em intervalos de dois módulos, para que cada varredura capture com resolução adequada os quatro módulos ao seu redor. Nesse cenário, são necessárias 20 estações de posicionamento com um alcance

de 30 m, além das varreduras de maior alcance para capturar os pontos da rede topográfica no solo (Figura 4);

2. Posicionar o equipamento no centro dos módulos centrais, em intervalos de dois módulos, para que cada varredura capture com resolução adequada os oito módulos ao seu redor, além daquele onde está estacionado, totalizando 10 estações com alcance de 40 m. Adicionalmente, o equipamento é posicionado no centro dos módulos das faixas das extremidades latitudinais, em intervalos de dois módulos, alternando em relação à posição dos módulos centrais, totalizando 20 estações de posicionamento com alcance de 10 m. Também, nesse caso, são previstas as varreduras de conexão com a rede topográfica no solo (Figura 5).

Com isso, iniciaram-se os testes das varreduras de acordo com as hipóteses propostas. O objetivo era avaliar não apenas a qualidade de resolução nas estações designadas, mas também o tempo necessário para a realização de cada uma delas. No primeiro teste da hipótese 1, o equipamento foi colocado no cruzamento das vigas invertidas, sobre o rufo metálico, sem o uso de tripé. Devido à forma desses elementos, com declives em duas direções para facilitar o escoamento de água da chuva e proteger o concreto na parte superior das superfícies da estrutura, ficou evidente

que a estabilidade do *scanner* não era garantida, o que poderia afetar os resultados do levantamento. Partiu-se então para a análise da segunda hipótese: com um alcance maior em alta resolução, estimou-se que as varreduras nos módulos centrais teriam uma duração de aproximadamente duas horas, enquanto aquelas nas faixas das extremidades levariam cerca de 15 minutos. Para superar a altura das vigas nos trechos mais altos, a solução foi posicionar o equipamento sobre o tripé montado em sua máxima extensão, permitindo capturar todos os alvos dos módulos contíguos na mesma área de interesse com a resolução desejada. Dessa forma, mesmo diante de contratempos não previstos durante o planejamento, foi possível resolver rapidamente os problemas, mantendo o foco no objetivo principal da campanha de levantamento: obter a geometria precisa da cobertura do edifício para integrar os dados com os das empenas, já obtidos anteriormente.

Uma questão não considerada durante a formulação das hipóteses de levantamento diz respeito à presença constante de água em alguns módulos da cobertura, especialmente aqueles mais distantes do acesso, localizados na parte sudeste do edifício. Esses módulos não tiveram a laje reconstruída durante as intervenções das décadas de 1990 e 2000, fazendo com que o acúmulo de água, combinado com a folhagem das árvores ao redor do edifício, resultasse em módulos inundados com uma mistura de água e matéria orgânica em

FIGURA 4 | Hipótese 1 para projeto de escaneamento a laser da cobertura do Edifício Vilanova Artigas. O equipamento é posicionado no topo do cruzamento das vigas invertidas a cada par de módulos, com alcance regular em todas as varreduras. ELABORAÇÃO: CAMPIOTTO, 2023.

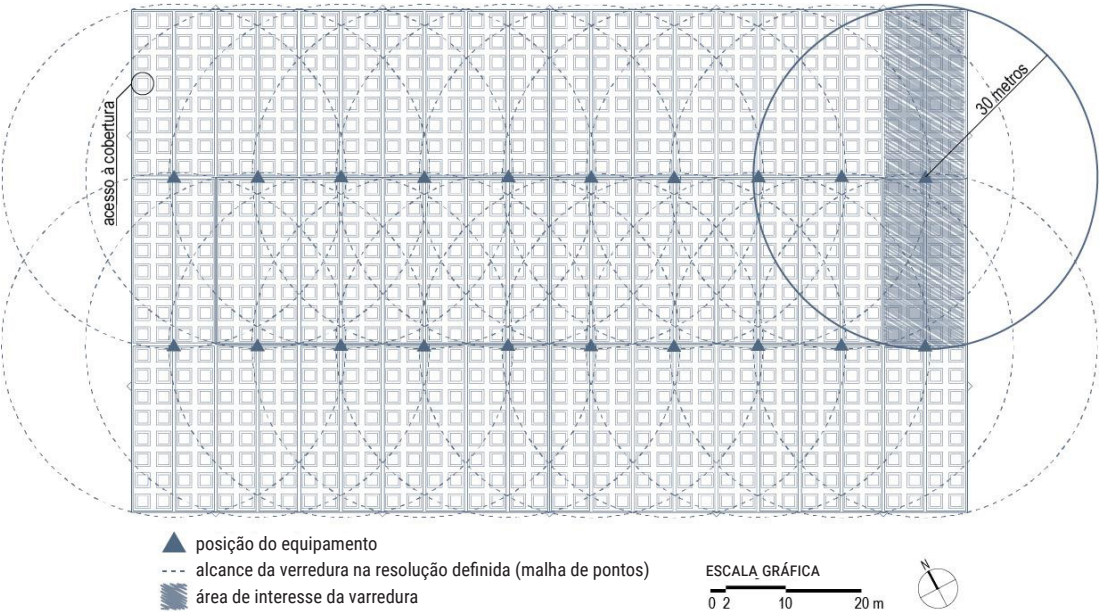
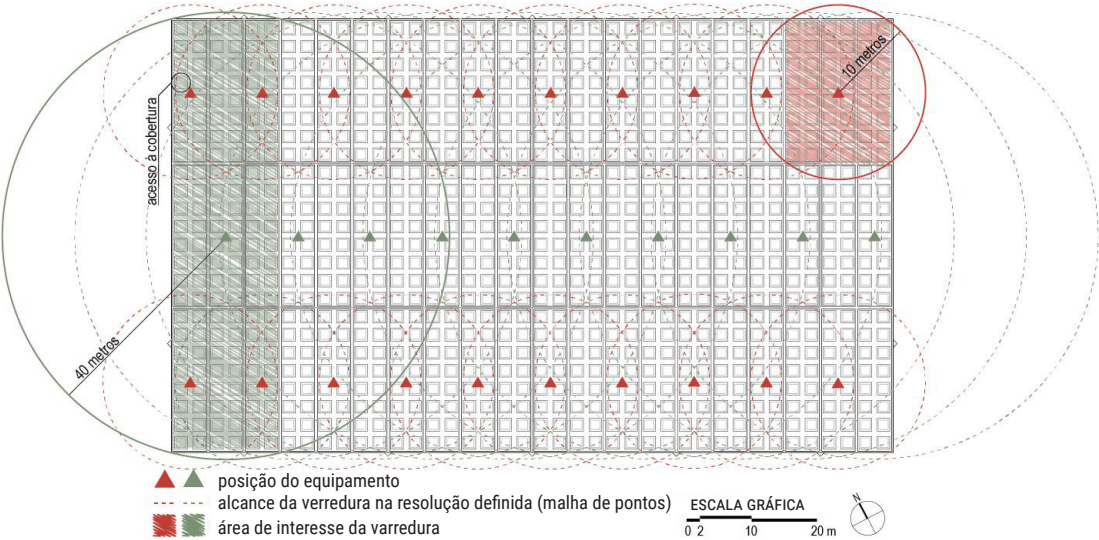


FIGURA 5 | Hipótese 2 para projeto de escaneamento da cobertura do Edifício Vilanova Artigas. Nesse caso, o equipamento é posicionado no centro da laje a cada par de módulos, com alcances distintos a depender da área de interesse específica de cada varredura. ELABORAÇÃO: CAMPIOTTO, 2023.



decomposição. Como discutido durante os ciclos de formação, a presença de superfícies refletivas poderia comprometer o retorno do feixe de raio laser ao aparelho de escaneamento, gerando ruído no registro dos pontos nesses trechos. Além disso, o posicionamento instável do equipamento sobre o tripé montado em solo escorregadio poderia prejudicar ainda mais o processo, pois não garantiria a confiabilidade das nuvens obtidas após uma varredura de duas horas de duração. Portanto, uma estratégia adotada foi solicitar à equipe de manutenção da FAUUSP o escoamento da água acumulada por meio de uma bomba hidráulica e a remoção dos resíduos sólidos restantes – etapa que, idealmente, deveria ocorrer antes da execução do levantamento.

De maneira geral, a experiência de realizar o escaneamento da cobertura do edifício Vilanova Artigas mostrou-se de grande relevância durante o ciclo de formação entre as instituições. Isso porque, diferentemente da etapa de levantamento das empenas, primeiro contato que a equipe teve com o método e que tinha por objetivo principal dar autonomia aos pesquisadores para extrair informações da nuvem de pontos obtida, dessa vez, a discussão girou em torno das escolhas que são feitas previamente à execução de uma operação desse tipo, fazendo ver seu impacto na qualidade dos resultados. A combinação dos ensinamentos obtidos em ambas as campanhas de escaneamento torna evidente a necessidade de se ter um conhecimento profundo do objeto de estudos, não somente para

avaliar criticamente os dados obtidos *a posteriori*, mas também para antever possíveis obstáculos ou desafios técnicos durante os trabalhos de campo, que, combinados ao domínio teórico-metodológico do operador, evitará que incorram em graves erros interpretativos.

As etapas futuras de desenvolvimento dos trabalhos envolvem novas frentes de pesquisa, com a exploração das potencialidades da integração entre nuvem de pontos e *Heritage Building Information Modelling* (HBIM). O objetivo é gerar um modelo que possa integrar dados de natureza diversa, incluindo os resultados dos ensaios de caracterização do concreto, obtidos após a extração de amostras no âmbito do projeto PGC/Getty, o histórico de intervenções físico-espaciais realizadas ao longo das décadas, as análises do estado de conservação dos ambientes feitas durante a elaboração do PDP, entre outros.

ATIVIDADES REALIZADAS NO MUSEU DO IPIRANGA, SEDE DO MUSEU PAULISTA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (MP-USP)

Os trabalhos no Museu do Ipiranga configuram-se como um desdobramento desse processo colaborativo, com uma proposta mais abrangente em comparação à campanha realizada na FAUUSP, uma vez que abarcou o organismo construído em

sua inteireza. O levantamento realizado teve por objetivo a obtenção da geometria precisa da edificação e da morfologia da degradação de suas superfícies, além de dar continuidade à formação de equipe local. Também visava fornecer um produto que servisse de base para o processo de modernização e restauração do Museu, que foi fechado ao público em 2013 e foi objeto de um concurso público de arquitetura em 2017.

O projeto de Tommaso Gaudenzio Bezzi para o chamado “edifício-monumento”, que abriga o Museu do Ipiranga e reflete as transformações do país aos fins do século XIX, adotando uma nova linguagem arquitetônica como símbolo de progresso da nação brasileira (Marins, 2021, p. 221). Financiado por loteria popular (Lemos, 1993, p. 19), o edifício foi concebido como um monumento de celebração da Independência do Brasil e, após sua inauguração, passou a abrigar o Museu do Estado de São Paulo. Contudo, poucos anos após a sua inauguração, o diretor da instituição já relatava a necessidade de obras de conservação e melhorias (Petrella, 2008, p. 188). A falta de espaços físicos adequados para abrigar as crescentes coleções e as atividades administrativas e de pesquisa também se tornou um problema, levando a contínuas intervenções ao longo de todo o século XX. Destaca-se, nesse contexto, a escavação do pavimento semienterrado, originalmente destinado à ventilação das fundações em contato direto com o solo do terreno. A primeira execução dessa solução ocorreu em 1931, tendo sido

repetida sucessivamente ao longo de diferentes campanhas de intervenção até a ocupação quase completa da área em projeção do pavimento térreo, sendo a última obra realizada em 1995.

Para a adequação desses novos espaços, foi retirado o solo original e foram recortados e ampliados os arcos das paredes de tijolos que se apoiavam sobre as fundações de alvenaria de pedra. Esse processo permitiu a criação de áreas de circulação e novos vãos nesse pavimento adicional. De acordo com Petrella (2008), essas intervenções podem ter impactado o sistema de transmissão de cargas dos pavimentos superiores para as fundações. Tal hipótese foi corroborada por outros autores poucos anos depois (Appleton, 2013; Mateus, 2013), quando da realização de diversos estudos e diagnósticos sobre o estado de conservação do edifício. Nessa mesma ocasião, foram constatados diversos trechos de destacamento de argamassa das fachadas do edifício e de estuques dos forros das salas internas, que colocavam em risco as obras expostas, além de visitantes e funcionários do Museu. Esse estado limite levou à interdição do edifício em agosto de 2013, de forma a evitar danos maiores e permitir a realização de análises mais aprofundadas que sanassem os problemas encontrados em definitivo, e não a resolução de causas subjacentes dos problemas estruturais que até então não haviam sido abordadas adequadamente, ou seja, a partir de uma visão integral do organismo construído.

Objetivando a implementação de um projeto coordenado de restauro e ampliação do edifício, a direção do Museu decidiu pela realização de um concurso nacional para o projeto, seguindo recomendações do Instituto de Arquitetos do Brasil e do Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil (Ferroni *et al.*, 2020). A iniciativa foi apoiada pela Reitoria da Universidade de São Paulo, que, em setembro de 2016, designou os membros do Grupo de Trabalho Museu Paulista 2022 para definir as diretrizes da intervenção e acompanhar as obras a serem realizadas para a reabertura do Museu na comemoração do Bicentenário da Independência do Brasil, em 2022. Esse grupo foi reformulado a partir de julho de 2019, assumindo a denominação de Comitê Gestor Museu do Ipiranga 2022.

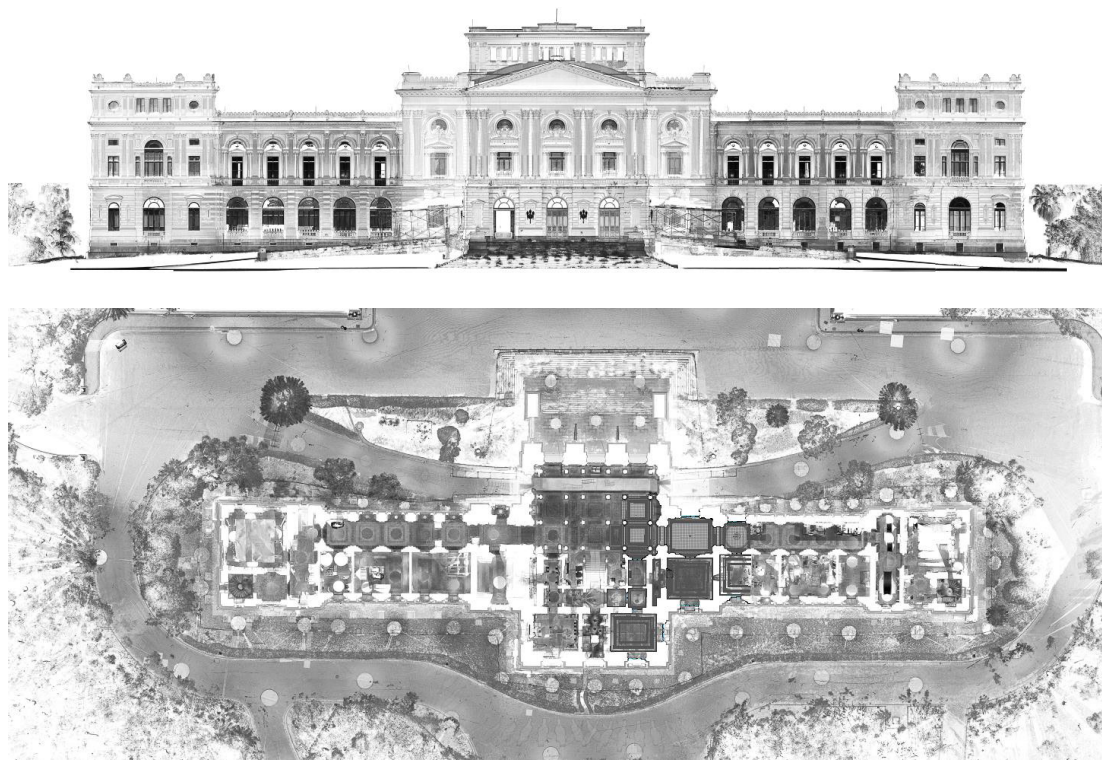
Em paralelo a esse processo, o escaneamento a *laser* do edifício e de seu entorno imediato começou a ser executado em agosto de 2017 pela equipe de pesquisadores da Universidade de Ferrara, tendo seu material processado e enviado à USP em abril de 2018. A proposta vencedora do concurso, do escritório Hereñú + Ferroni Arquitetos, começou a ser desenvolvida em 2018 e utilizou a nuvem de pontos produzida pela equipe de Ferrara como base para extrair informações de plantas e cortes, fundamentais para a elaboração do projeto executivo arquitetônico, concluído em 2019. As obras de restauro e ampliação do Museu começaram em 2019 e o edifício foi reaberto ao público em 7 de setembro de 2022.

Nesse caso, o levantamento foi executado através da articulação de diferentes procedimentos, incluindo o escaneamento a *laser*, utilizado para o registro integral do edifício, abarcando as estruturas e faces externas das coberturas, e o levantamento topográfico com estação total para a construção de uma rede poligonal externa, o que permitiu a verificação e o controle na fase de processamento das nuvens de pontos. Durante o planejamento, considerando a utilização de dois equipamentos de escaneamento operados por dois pesquisadores, que dispunham de um período de 21 dias úteis para completar as varreduras de todos os ambientes, optou-se pela aplicação de alvos nas superfícies do edifício, de forma a otimizar o processamento das nuvens de pontos e evitar que se perdesse o fluxo de trabalho em um espaço de alta complexidade. Da mesma maneira, deveriam ser cuidadosamente planejadas as estações de posicionamento do equipamento, dando prioridade à complementação de lacunas de dados, devido aos ambientes internos do edifício possuírem pé-direito elevado e à rica ornamentação das fachadas. Além disso, o acervo do Museu encontrava-se em preparação para ser transferido, distribuído em salas e corredores, o que criou interferências visuais e levou a um número maior de varreduras do que aquele inicialmente previsto.

Como resultado, obteve-se uma nuvem de pontos georreferenciada, origem dos desenhos do projeto de intervenção, que possibilitou uma

FIGURAS 6 E 7 | Visualizações da nuvem de pontos do Museu do Ipiranga, obtida através de levantamento arquitetônico por escaneamento a laser. Acima, elevação Norte, abaixo, planta do pavimento térreo. Sem escala.

ELABORAÇÃO: DIAPREM (UNIVERSIDADE DE FERRARA) (2017).



análise detalhada do organismo complexo em diversos níveis, obtidos a partir de uma base de dados tridimensional de alta precisão (Figuras 6 e 7). Essa nuvem de pontos também admite uma análise pormenorizada das características geométricas e das deformações das estruturas da cobertura, da inclinação dos elementos verticais para avaliar a segurança estática do edifício, e das características materiais das fachadas que, combinadas aos dados de refletância, permitem determinar o estado de conservação dessas superfícies. Para que a equipe de arquitetos brasileiros pudesse

efetivamente operar esse complexo arquivo documental, o laboratório DIAPReM organizou um seminário de formação voltado especificamente à extração de dados a partir da nuvem de pontos, em Ferrara, entre maio e junho de 2018, ocasião na qual a então estudante de pós-graduação Renata Cima Campiotto, que já havia participado dos treinamentos anteriores e havia acompanhado o escaneamento do Museu, também integrou o grupo de pesquisadores, com o intuito de desenvolver sua pesquisa de Doutorado sobre o tema (Campiotto, 2023).

Posteriormente, entre agosto e setembro desse mesmo ano, é realizado um novo ciclo de formação de estudantes, além de uma série de eventos abertos ao público para apresentação dos resultados, em São Paulo. Destaca-se que o escopo dos projetos de colaboração científica entre as instituições (a Universidade de São Paulo, por meio do Museu Paulista e da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e de Design, e a Universidade de Ferrara, através do laboratório de pesquisa DIAPReM), buscou coordenar as etapas de execução do escaneamento às atividades estruturadas de ensino e reflexão sobre o método, novamente contando com a participação de professores, pesquisadores e alunos em diferentes níveis de formação, além de eventos com apresentação de estudos de caso para o público interessado⁵. Outro desdobramento de grande relevância nesse âmbito é o acordo acadêmico de Dupla Titulação de Doutorado (USP-Unife), estabelecido em dezembro de 2018, que possibilita que estudantes de ambas as instituições realizem um período de pesquisas no exterior, com vistas ao aprofundamento das atividades de cooperação e viabilização e novos projetos colaborativos.

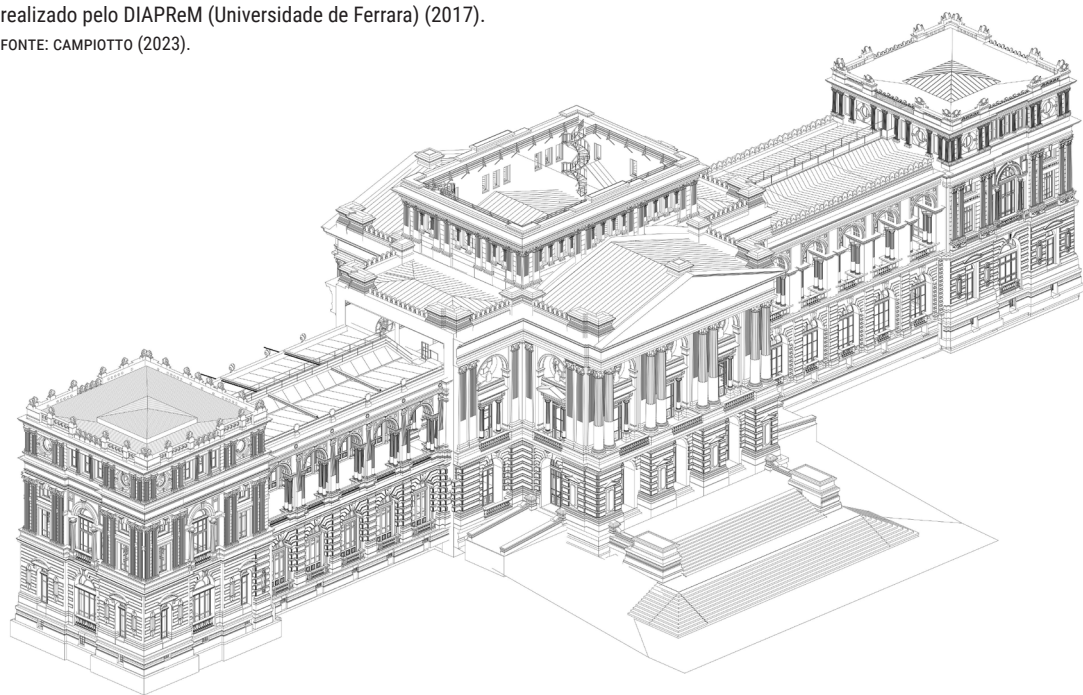
A nuvem de pontos resultante da extensa campanha de levantamentos realizados pelo DIAPReM no Museu do Ipiranga também foi utilizada como estudo de caso das disciplinas do curso de Arquitetura da Universidade de Ferrara, *Rilievo dell'Architettura* (Levantamento Arquitetônico)

e *Techniche della Rappresentazione* (Técnicas de Representação), oferecidas de forma integrada aos alunos de graduação do segundo ano acadêmico de 2021. Apesar da impossibilidade de se realizar uma visita técnica ao edifício-monumento durante o curso, a escolha do Museu como objeto dos trabalhos em desenvolvimento mostrou-se de grande interesse, pois direcionou os grupos de alunos a indagar a nuvem de pontos com maior atenção, combinando os dados dela extraídos a outras fontes de informações, como fotografias e estudos específicos que descrevem a técnica construtiva empregada.

Com o objetivo de produzir um modelo *Building Information Modeling* (BIM) do edifício, a nuvem de pontos foi segmentada em cinco partes de complexidade similar (Torres Leste e Oeste, Galerias Leste e Oeste, Corpo Central), prevenindo-se sua integração em um arquivo final único. Os trabalhos apresentados pelos alunos (Figura 8) evidenciam as discussões realizadas durante os ciclos de formação na FAUUSP, comprovando que o levantamento realizado e a subsequente restituição dos resultados em um sistema de representação gráfica, seja ele bi ou tridimensional, não são procedimentos automáticos. Pelo contrário, requerem dos operadores, tanto daqueles que executam as varreduras em campo, quanto daqueles responsáveis pela sua tradução, uma avaliação crítica da tecnologia utilizada e um conhecimento aprofundado do objeto em análise.

FIGURA 8 | Vista do modelo BIM integrado do Museu do Ipiranga. Combinação das partes: Torre Leste, Galeria Leste, Corpo Central, Galeria Oeste e Torre Oeste de cinco grupos de trabalho dos cursos de Levantamento Arquitetônico II e Técnicas de Representação II do Departamento de Arquitetura da Universidade de Ferrara. Sem escala. Levantamento realizado pelo DIAPReM (Universidade de Ferrara) (2017).

FONTE: CAMPIOTTO (2023).



REFLEXÕES SOBRE O MÉTODO EMPREGADO E OS CICLOS DE FORMAÇÃO

Em ambos os casos apresentados, o treinamento oferecido pela equipe de pesquisadores da Universidade de Ferrara teve como ponto de partida a exposição de princípios básicos do levantamento métrico-arquitetônico, seus objetivos, métodos e resultados. Essa abordagem foi imprescindível para que os pesquisadores da FAUUSP que participaram dos ciclos de formação pudessem acompanhar e compreender os procedimentos adotados em cada uma das etapas de aquisição e

processamentos de dados – ou seja, desde a determinação da rede topográfica georreferenciada até a extração de mosaicos retificados para restituição gráfica. Os pontos coletados pelo equipamento de escaneamento a *laser*, que posteriormente formam a chamada “nuvem de pontos”, são na verdade coordenadas da superfície do objeto atingida pelo feixe de raio *laser* do aparelho, localizadas em um plano de referência específico criado pelo *scanner*. Ao longo dos seminários e palestras, foram também evidenciadas a necessidade de uma aproximação crítica aos resultados obtidos e a importância de associá-los a outras investigações aprofundadas, base do levantamento integrado.

Como visto nas campanhas de escaneamento do Edifício Vilanova Artigas, as etapas de planejamento das operações foram fundamentais para determinar o posicionamento do equipamento em duas situações complexas. No caso das empenas de concreto armado aparente, foi preciso considerar a angulação adequada dos raios laser emitidos, de modo que evitassem distorções de medição linear. Da mesma forma, a visualização das superfícies, fundamental para o mapeamento dos reparos em argamassa das empenas, ocorreria somente por conta da variação dos dados de refletância obtidos pelo equipamento utilizado, uma vez que não houve captura de cores por meio de fotografia durante a etapa de varredura. Esse parâmetro é derivado da porcentagem de retorno do raio *laser* emitido e retornado ao aparelho, que depende de uma série de fatores físicos inerentes à superfície do objeto levantado, como tipo de material, textura, angulação da superfície, temperatura, umidade etc.

Em alguns trechos das empenas, justamente por conta da diferença de materiais aplicados (concreto e argamassa), o perímetro dos reparos foi facilmente identificável pela equipe de pesquisadores responsável pelo mapeamento. Porém, devido às características dessa estrutura, cujas textura e coloração correspondem ao processo construtivo adotado, ou seja, em que ficam evidentes as marcas das formas de madeira utilizadas, bem como as diferentes colorações de cada fase de concretagem, foi necessário realizar

uma revisão pormenorizada a partir de outros métodos de investigação, algo já previsto e elucidado durante os treinamentos. O mesmo foi verificado em relação às áreas em que a vegetação estava em contato direto com as superfícies escaneadas, resultando em lacunas de informações que foram posteriormente complementadas. Assim, além da geometria precisa das empenas de concreto, a articulação dos resultados obtidos pela integração dos realizados, associados à pesquisa historiográfica e iconográfica sobre o edifício, permitiu a verificação de sua condição estrutural e a identificação de manifestações patológicas presentes.

No escaneamento da face externa da cobertura do Edifício Vilanova Artigas, por sua vez, a necessidade de planejamento rigoroso dos trabalhos estava relacionada à complexidade geométrica da estrutura de vigas invertidas. Como visto, as hipóteses discutidas atrelavam o posicionamento do *scanner* ao tipo de varredura a ser realizado, com diferentes alcances e densidades de pontos. A alternativa escolhida, após uma série de ponderações sobre tempo de operação e otimização de deslocamentos, deu-se pela possibilidade de estabilização do equipamento e máxima cobertura das superfícies em cada uma das estações.

No caso do ciclo de formação que teve como objeto o Museu do Ipiranga, após a etapa de caráter teórico, retomando os conceitos tratados anteriormente, foram extensamente abordados o tratamento dos dados em *software* específico e

as possibilidades de manipulação do índice de refletância para auxílio na elaboração de diagnósticos. O programa utilizado durante os treinamentos, Cyclone Register, desenvolvido pela Leica Geosystems, permite não somente o registro das diversas varreduras realizadas em uma nuvem de pontos unificada, como também a limpeza dos dados, que podem ser organizados em camadas individualizadas, e a extração de produtos gráficos. Além disso, a visualização dos arquivos pode ser feita através de diferentes escalas cromáticas que levam em conta os valores de refletância, podendo variar de acordo com intervalos de cor determinados pelo próprio usuário. Dessa maneira, é possível ressaltar determinadas condições topológicas das superfícies e dos materiais, evidenciando ou atenuando características diversas e individualizando elementos distintos.

A utilização dos produtos do levantamento por escaneamento a laser se dá pela exportação da própria nuvem de pontos, que pode ser transferida para outros softwares compatíveis, ou pela elaboração das chamadas ortoimagens, ou ortofotos, que se constituem como imagens retificadas de vistas da nuvem de pontos, a partir da determinação de planos de referência horizontais ou verticais e o subsequente alinhamento da visualização ortogonal. Essas, em escala de redução adequada, podem servir como base para a execução de desenhos ou modelos tridimensionais digitais. Verificou-se que, a depender das configurações

selecionadas durante os trabalhos de campo, a nuvem de pontos apresentará características em maior ou menor resolução do objeto escaneado, refletindo diretamente no nível de detalhamento dos elaborados gráficos (também chamado de LOD, acrônimo para *level of detail*).

Cabe ressaltar que os treinamentos realizados durante os ciclos de formação na FAUUSP em ambas as campanhas de levantamento não contemplaram a fase de processamento, que ocorreu localmente no laboratório DIAPReM, em Ferrara, dada a necessidade de computadores com especificações técnicas de alto desempenho. Também nessa fase foi realizada a checagem da precisão da nuvem de pontos registrada, com cálculo de possíveis desvios, controlados a partir de coordenadas obtidas através do georreferenciamento. Os *workshops* realizados tinham por objetivo informar e sensibilizar sobre a complexidade dos procedimentos de escaneamento a laser, além de oferecer capacitação básica para extrair elementos e dados da nuvem de pontos. Portanto, em relação à acuidade do método, cabe lembrar que essa só é garantida com um levantamento projetado e executado rigorosamente, seguido por um tratamento metódico dos dados. Caso contrário, a nuvem resultante pode parecer adequada superficialmente, mas será inadequada para análise e pode levar a erros de interpretação graves.

CONCLUSÕES

As experiências de colaboração acadêmica entre a FAUUSP e o laboratório DIAPReM de Ferrara demonstram os resultados positivos de formação de equipes em variados âmbitos de projetos voltados à conservação do patrimônio cultural. Como enfatizado por Marcello Balzani, coordenador da equipe da Universidade de Ferrara, a utilização do escaneamento a laser possibilita o registro preciso da memória geométrica de uma dada construção em um determinado momento. Justamente por isso, as nuvens de pontos derivadas das campanhas realizadas se constituem como documentos de grande relevância, que permitirão examinar do comportamento estrutural desses edifícios ao longo do tempo, através de uma análise comparativa pormenorizada.

Mais do que saber operar o equipamento, é fundamental interpretar os produtos desse tipo de levantamento, indagá-los e avaliá-los criticamente, identificando quais trechos devem ser analisados com maior rigor e complementados através de métodos de captura de dados distintos. Essa formulação somente foi possível devido às atividades desenvolvidas conjuntamente pelos grupos de pesquisadores, que buscaram explorar em profundidade a metodologia aplicada, com suas limitações e potencialidades, sempre atreladas a exposições públicas dos resultados obtidos, com apresentações em eventos acadêmicos, *workshops*

e publicações de artigos científicos sobre o tema. Foram também discutidos os perigos relacionados a uma má execução do escaneamento a *laser*: uma nuvem de pontos elaborada sem planejamento ou rigor pode resultar em diagnósticos errados, tanto em relação à sua conformação morfométrica, quanto aos dados qualitativos das superfícies escaneadas.

O uso do escaneamento a *laser*, sobretudo em objetos complexos, como é o caso das empenas e cobertura do Edifício Vilanova Artigas, e do Museu do Ipiranga, é uma ferramenta que, se utilizada de modo consciencioso e articulada a outras fontes, oferece subsídios para a sua conservação ao longo do tempo. Essa formulação está também presente nos escritos de Giovanni Carbonara (2015), que enuncia a importância de se pautarem as decisões voltadas à preservação de bens culturais através do círculo virtuoso desenho-levantamento/história/projeto, ou seja, através da mobilização de fontes diversas e a partir de uma análise criteriosa dos dados coletados. Isso significa que os produtos derivados de um levantamento, das análises das estruturas e de seus materiais compositivos, que embasam as decisões projetuais e a execução da restauração, podem também contribuir para o esclarecimento de questões historiográficas do próprio objeto dos estudos.

Por fim, as experiências de formação realizadas entre a FAUUSP e o DIAPReM permitem concluir que o escaneamento a *laser*, encarado

enquanto atividade científica e não mera prestação de serviços, uma vez que possui preceitos metodológicos claros e permite a aquisição de dados de alta qualidade para compreensão de edificações complexas, deve envolver uma alta especialização de seus operadores. Somente a partir de um conhecimento aprofundado dos métodos de levantamento aplicados e das particularidades do edifício em análise, será possível avaliar criticamente os dados extraídos da nuvem de pontos, contribuindo de modo decisivo para um diagnóstico preciso que leve a ações de conservação e projetos de restauração mais conscienciosos.

AGRADECIMENTOS

As autoras gostariam de agradecer à Getty Foundation e à Fundação de Apoio da Universidade de São Paulo pelo financiamento dos projetos realizados, bem como às instituições parceiras que viabilizaram a sua concretização: na Itália, o DIAPReM, *Teknehub Technopole*, *Consorzio Futuro in Ricerca*; em São Paulo, a Universidade de São Paulo e suas unidades diretamente envolvidas, a FAUUSP, o CPC-USP e o Museu Paulista. Também agradecem ao CNPq e à FAPESP pelas bolsas concedidas, além dos profissionais e estudantes envolvidos nas várias etapas dos ciclos de formação, nomeados a seguir.

EQUIPE DIAPREM

DIRETOR E RESP. CIENTÍFICO: Marcello Balzani.

COORDENADOR DO PROJETO: Luca Rossato.

LEVANTAMENTO DIAGNÓSTICO: Federica Maietti.

TÉCNICOS DE LEVANTAMENTO: Guido Galvani (coordenador) e Daniele Sasso.

EQUIPE FAUUSP – EDIFÍCIO VILANOVA ARTIGAS

COORDENAÇÃO GERAL DO PROJETO: Maria Lucia Bressan Pinheiro e Claudia T. A. Oliveira.

COORDENAÇÃO DE LINHAS: Beatriz Mugayar Kühl, Silvio Oksman (T1), Antonio Carlos Barossi, Rodrigo Vergili (T2) e Claudia T. A. Oliveira (T3).

EQUIPE – LEVANTAMENTO DAS EMPENAS: Ana Paula Arato Gonçalves, Renata Cima Campiotto, Rodrigo Vergili, Eric Palmeira, Letícia Chaves e Luiza Nadalutti.

EQUIPE – LEVANTAMENTO DA COBERTURA: Renata Cima Campiotto, Maria Vitoria Fischer Novaes e Stephanie Luna Galdino.

EQUIPE FAUUSP – EDIFÍCIO VILANOVA ARTIGAS

COORDENAÇÃO DO PROJETO: Beatriz Mugayar Kühl.

COORDENAÇÃO DA EQUIPE TÉCNICA: Renata Cima Campiotto, Maria Vitoria Fischer Novaes e Stephanie Luna Galdino.

DEMAIS PARTICIPANTES DA EQUIPE: Eduardo Ribeiro, Jessica Hanao e Catherine Calognomos.

REFERÊNCIAS

- APPLETON, J. A. S. *Museu Paulista (do Ipiranga)*: sobre as condições de conservação e segurança do edifício e as ações de conservação e reabilitação a empreender. Novembro de 2013. (Relatório Técnico).
- BALZANI, Marcello; MAIETTI, Federica.; KÜHL, Beatriz Mugayar. *Point cloud analysis for conservation and enhancement of modernist architecture*. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, v. XLII-2/W3, mar. 2017, p. 71-77. DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W3-71-2017>.
- BAROSSO, Antônio Carlos. (org.). *O edifício da FAU-USP de Vilanova Artigas*. Série Obras Fundamentais, São Paulo: Editora da Cidade, 2016.
- CAMPIOTTO, Renata Cima. *Técnicas de documentação, levantamento e diagnóstico do patrimônio edificado: o caso do Museu do Ipiranga*. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e de Design da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.
- CARBONARA, Giovanni. Disegno, rilievo, storia, restauro: un circolo virtuoso. In: STROLLO, R. (org.). *Disegno e restauro*. Conoscenza, analisi, intervento per il patrimonio architettonico e artistico. Ariccia: Aracne, 2015, pp. 117-134.
- FERRONI, Eduardo *et al.* *A preparação do Museu do Ipiranga para o Bicentenário da Independência em 2022*. Revista Restauro, v. 4, n. 7, online, 2020. Disponível em: <https://revistarestauro.com.br/a-preparacao-do-museu-do-ipiranga-para-o-bicentenario-da-independencia-em-2022/>.
- KÜHL, Beatriz Mugayar; BALZANI, Marcello; CAMPIOTTO, Renata Cima. *Nuvem de pontos do Museu Paulista da USP: workshop entre o DIAPReM (Universidade de Ferrara) e a FAU-USP*. Revista CPC. São Paulo, n. 27, jan./jul. 2019, pp. 310-323.
- KÜHL, Beatriz Mugayar *et al.* *Escaneamento a laser em três dimensões e métodos de levantamento integrados: reflexão crítica a partir da cooperação FAU USP-DIAPReM*. Gestão & Tecnologia de Projetos. São Carlos, v16, n3, 2021, pp. 23-39.
- LEAL, André; *et al.* *Plano Diretor Participativo da FAU: uma proposta pactuada de intervenção nos edifícios da Escola*. Pós. Revista

NOTAS

do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAU USP, v. 18(30), 2011, p. 252-269. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2317-2762.v18i30p252-269>.

LEMONS, Carlos Alberto Cerqueira. *Ramos de Azevedo e seu escritório*. São Paulo: Pini, 1993.

MARINS, Paulo César Garcez. *Imagário paulista*. Tese (Livre-docência) – Museu Paulista da Universidade de São Paulo (MP-USP), São Paulo, 2021.

MATEUS, João Mascarenhas. *Avaliação preliminar e recomendações para a preservação arquitetônica do edifício do Museu Paulista*. Relatório executivo, Lisboa, 10 de maio de 2013.

PETRELLA, Yara Ligia Mello Moreira. *Museu Paulista: um edifício de técnica tradicional de construção de alvenarias*. Tese (Doutorado) — Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e de Design da Universidade de São Paulo (FAUUSP), São Paulo, 2008.

PINHEIRO, Maria Lucia Bressan *et al.* *Subsidies for a conservation management plan for Vilanova Artigas building*. Relatório de pesquisa (Fundação de Amparo à Pesquisa da Universidade de São Paulo, FUSP). Keeping It Modern, The Getty Foundation, 2018.

- 1 Fundado em 1997, o DIAPReM se dedica à preservação e restauração de bens culturais na Itália e internacionalmente, com foco em sítios arqueológicos e obras arquitetônicas. O Centro Departamental realiza levantamentos tridimensionais utilizando tecnologias avançadas, análises multiespectrais, estudos do material histórico, avaliação de problemas técnicos e estruturais, além de conduzir análises para a restauração do patrimônio arquitetônico e arqueológico. Informações detalhadas sobre os projetos do DIAPReM podem ser encontradas no site: <http://diaprem.unife.it/>.
- 2 Para uma descrição detalhada do projeto e da construção do edifício e uma análise aprofundada de sua evolução ao longo das décadas, cf. Barossi (2016).
- 3 A equipe responsável pelo desenvolvimento da proposta está listada no final do texto.
- 4 De 2014 a 2020, a Fundação Getty promoveu o programa Keeping It Modern para financiar projetos de conservação de edifícios significativos do século XX. Além da FAUUSP, outras instituições brasileiras foram contempladas, como a Casa de Vidro e o Museu de Arte de São Paulo, em São Paulo, e o Pavilhão Arthur Neiva, vinculado à Casa de Oswaldo Cruz / Fiocruz, no Rio de Janeiro.
- 5 Para mais detalhes sobre as atividades desenvolvidas, cf. Kühl, Balzani e Campiotto (2019).

Estratégias e planejamento da implementação HBIM na gestão do patrimônio cultural edificado da Fiocruz

BRUNO TEIXEIRA DE SÁ

Casa de Oswaldo Cruz (Fiocruz)

CRISTIANE LOPES CANUTO

Casa de Oswaldo Cruz (Fiocruz)

INTRODUÇÃO

A Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), instituição de ciência e tecnologia ligada ao Ministério da Saúde e localizada no Rio de Janeiro, detém um vasto e diversificado acervo científico e cultural, construído ao longo de mais de 120 anos de existência. Seus registros arquivísticos, bibliográficos, museológicos, coleções biológicas, bem como seus prédios e jardins históricos, representam preciosidades que merecem ser preservadas para as futuras gerações (Fundação Oswaldo Cruz, 2018). Com o intuito de zelar por esse patrimônio e pela memória da instituição e da área da saúde, foi estabelecida em 1985 a Casa de Oswaldo Cruz (COC). Desde então, a COC tem se dedicado a desenvolver e aperfeiçoar estratégias para a gestão e conservação desses acervos.

O patrimônio edificado da Fiocruz tem a sua conservação sob responsabilidade do Departamento de Patrimônio Histórico (DPH), da COC, que conta com equipes dedicadas ao desenvolvimento de ações de conservação, projetos de restauração e intervenção, fiscalização de obras, pesquisas e estudos e ações de educação patrimonial. Em mais de três décadas de atuação, muitas informações foram acumuladas resultantes das diversas atividades do departamento e atualmente verifica-se a necessidade de repensar a forma como esses dados são armazenados e disponibilizados ao trabalho de seus colaboradores.

As tecnologias digitais utilizadas na preservação do patrimônio cultural podem oferecer variadas possibilidades de contribuir para a adoção de uma forma mais efetiva de documentar e gerir acervos e edificações históricas, colaborando para a sua conservação e valorização. Nesse sentido, tem destaque o *Heritage Building Information Modelling* (HBIM), considerado uma ramificação *Building Information Modelling* (BIM) envolvendo a área do Patrimônio Cultural, integrando parâmetros de preservação nos modelos de dados (Arayici *et al.*, 2017). De acordo com Eastman *et al.* (2014), BIM se refere não apenas aos *softwares* que permitem a modelagem paramétrica da informação, mas também à forma de trabalho e ao processo de projeto que estão por trás da adoção desses *softwares*. O paradigma BIM tem seu conceito associado a processos, tecnologias, pessoas e, também, a produtos e políticas com agentes, requisitos, entregas e usos específicos em cada uma destas categorias (Succar, 2009; ABDI, 2017).

Vale ressaltar que BIM é uma mudança de cultura que altera a maneira segundo a qual organizações resolvem seus problemas e desenvolvem seus produtos. Sua adoção não ocorre de forma imediata, havendo vários estágios, com a apropriação gradual das tecnologias e transformação dos processos correlacionados, levando até sua adoção completa (Succar, 2009). A implantação BIM depende de uma reestruturação da organização, impactando todos os intervenientes

e parceiros do processo de projeto. É natural, portanto, que existam receios para a sua adoção, com isso a adoção deve ser cuidadosamente planejada (Pereira; Correia, 2019).

Nesse contexto, o HBIM auxilia a gestão da informação, de maneira estruturada e apoiada em tecnologias digitais. A utilização do HBIM se apresenta como uma oportunidade de aprimorar o planejamento e a gestão desse patrimônio podendo colaborar na rotina da conservação por meio de uma nova organização de dados tangíveis e intangíveis, atreladas a modelos em um ambiente comum de dados. Assim, o HBIM fornece uma base de dados rica e acessível para arquitetos, engenheiros e conservadores, promovendo uma abordagem integrada e multidisciplinar (Jordan-Palomar *et al.*, 2018).

A metodologia utilizada na pesquisa teve um caráter exploratório e as estratégias metodológicas foram definidas a partir dos planos BIM (ABDI, 2017; CBIC, 2016; Mensser *et al.*, 2019) e de um estudo de caso que representa o projeto piloto da implementação. Essas estratégias fazem parte da fase de planejamento da implementação, tendo sido desenvolvidos nesta pesquisa o Plano de Implementação HBIM e o projeto piloto, que compreende o levantamento 3D, o Plano de Execução HBIM e o modelo HBIM. Apresentaremos a experiência do Departamento de Patrimônio Histórico nesse planejamento, descrevendo desde as ações realizadas, incluindo os levantamentos e o

diagnóstico, o planejamento, o levantamento com *laser scanner*, a modelagem da edificação escolhida para o projeto piloto, o Pavilhão Figueiredo de Vasconcellos, conhecido como Quinino, e as orientações para projetos futuros.

PLANEJAMENTO INICIAL

A gestão do patrimônio edificado da Fiocruz pelo DPH/COC tem apresentado nos últimos anos a necessidade de aprimorar os seus processos de trabalho e sua infraestrutura tecnológica, em função de alguns entraves verificados nas atividades desenvolvidas por sua equipe, que tem demandado uma melhor gestão da documentação e bases de trabalho mais precisas para o desenvolvimento dos seus trabalhos.

Os estudos para a implementação da metodologia HBIM na gestão e documentação do patrimônio edificado da Fiocruz foram iniciados a partir da aprovação junto ao Programa Integrado de Desenvolvimento Institucional (PIDI), coordenado pela Casa de Oswaldo Cruz, de um projeto que propõe elaborar um Plano de Implementação HBIM e desenvolver um projeto piloto em uma edificação histórica da Fiocruz. Participaram da pesquisa três arquitetos com capacitações adequadas aos objetivos do projeto, sob orientação do DPH¹, que compuseram uma equipe responsável pelo desenvolvimento das atividades de forma colaborativa.

O Plano de Implementação HBIM para o patrimônio arquitetônico da Fiocruz contempla o desenvolvimento do planejamento da adoção do HBIM na gestão dos edifícios históricos da Fiocruz, a partir da elaboração de um diagnóstico das condições dos processos de trabalho e da infraestrutura no DPH e da análise das demandas de gestão e documentação junto à equipe permanente. Como resultado, o plano busca a definição de diretrizes para adequar processos, infraestrutura e capacitação da equipe para trabalhar sob o novo método.

O método de trabalho foi programado em 4 fases: Plano de Implementação HBIM, Levantamento 3D, Plano de Execução HBIM e modelo HBIM, conforme a Figura 1.

PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO HBIM

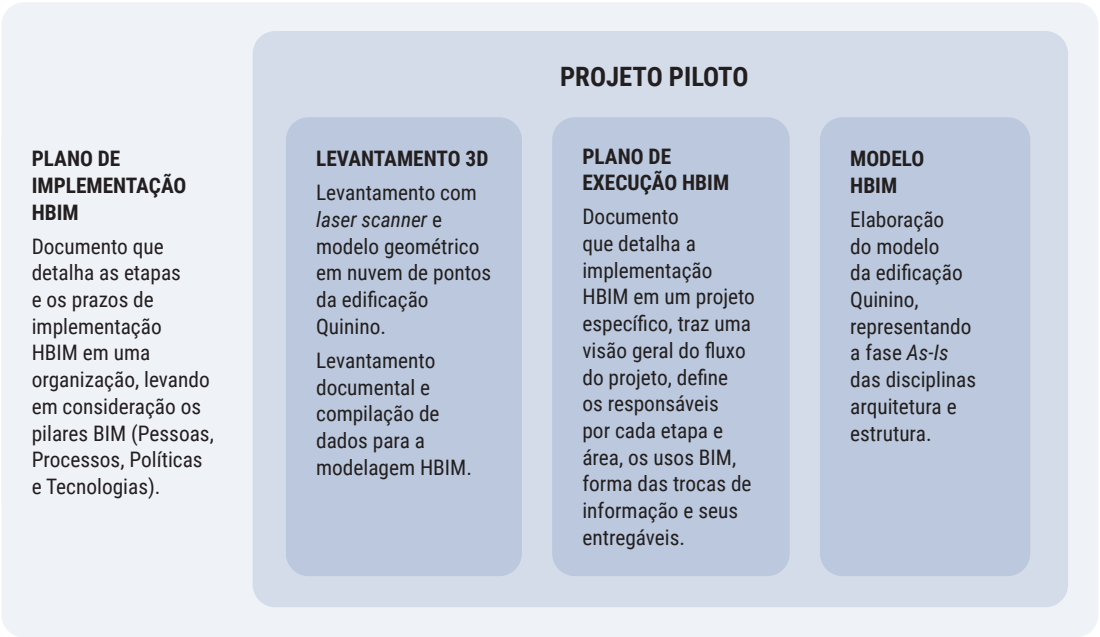
O Plano de Implementação HBIM elaborado foi dividido em: Contexto Organizacional, Fundamentos HBIM, Levantamento de Dados e Diagnóstico e Estratégias de Implementação.

CONTEXTO ORGANIZACIONAL

Esta seção consiste na descrição das características do Departamento de Patrimônio Histórico e do contexto institucional em que está inserido — Casa Oswaldo Cruz e Fundação Oswaldo Cruz

FIGURA 1 | Síntese da primeira fase do projeto de implementação.

FONTE: OS AUTORES, BASEADO EM SÁ ET AL. (2022).



—, em termos de estrutura, objetivos, atividades, competências, políticas e histórico dos setores. Foram levantadas ainda as ações e políticas de preservação institucionais e as com ênfase para ações de implantação HBIM no DPH.

FUNDAMENTOS HBIM

Compreende todo arcabouço teórico sobre conceitos BIM e HBIM evidenciando seus usos e características principais no ciclo de vida da edificação. BIM refere-se ao conjunto de atividades realizadas por uma unidade organizacional para preparar, implantar ou melhorar as suas entregas (produtos) BIM e os

seus fluxos de trabalho (processos) relacionados (*The BIM Dictionary*, 2021, tradução nossa). Diante disso, os estudos para implementação HBIM no DPH tem como objetivo planejar essas ações de forma estratégica.

Essa etapa de fundamentos define as referências seguidas na implantação, com base nos diferentes conceitos e métodos encontrados na literatura para diagnosticar uma organização em relação ao contexto BIM, destacando-se o conceito de avaliação de maturidade BIM (*BIM-AMs*), utilizado nessa pesquisa (Succar, 2010). Também são apresentadas as políticas e as ações públicas de implantação BIM a nível nacional.

LEVANTAMENTO DE DADOS E DIAGNÓSTICO

O levantamento de dados e diagnóstico do DPH foi realizado conforme os quatro pilares BIM: Pessoas, Tecnologias, Processos e Políticas. De acordo com a ABDI (2017), esses levantamentos contribuem para o desenvolvimento de uma proposta para as novas funções HBIM; o planejamento e a capacitação da equipe; e a indicação da infraestrutura tecnológica necessária para a implementação.

O primeiro pilar envolve as “Pessoas”, que visa entender as expectativas e objetivos para implementar o HBIM. Nesse sentido, foram realizadas oficinas de ações de implantação, um organograma do DPH e descrição dos cargos e responsabilidades de cada profissional, bem como as suas competências digitais.

A equipe do DPH é composta por profissionais especializados na área de patrimônio cultural que desenvolvem atividades de preservação das edificações históricas da Fiocruz, incluindo o desenvolvimento de projetos, o acompanhamento de obras e a gestão da manutenção predial (Serviço de Conservação e Restauração). Além disso, realiza pesquisas nas áreas de conservação preventiva e de história da arquitetura das ciências e da saúde (Núcleo de Estudos do Urbanismo e Arquitetura de Saúde) e promove ações de educação e valorização patrimonial (Serviço de Educação Patrimonial).

Os estudos para implementação HBIM tem foco no Serviço de Conservação e Restauração,

que possui dentre suas atribuições o planejamento, a orientação e a realização de ações de monitoramento, conservação, restauração, manutenção, bem como o desenvolvimento de projetos e a execução de intervenções em edifícios e áreas livres que compõem o patrimônio cultural edificado da Fiocruz.

A implementação HBIM é um trabalho multidisciplinar e colaborativo, portanto é de suma importância o conhecimento de todas as partes envolvidas sobre os conceitos BIM e HBIM. Conforme ABDI (2017), ações de disseminação como ciclo de palestras, oficinas e mesas redondas ajudam a entender esses conceitos e integrar as equipes. Para os profissionais envolvidos na implantação, essas ações introdutórias são métodos de levantamento de dados para entender os objetivos da organização e desenvolver estratégias para a implementação.

A primeira ação de disseminação foi uma atividade *online*, com uma palestra e um *workshop* mobilizando toda a equipe do DPH. A palestra teve como objetivo introduzir os temas BIM e HBIM, nivelando a equipe sobre os fundamentos HBIM. No *workshop*, a intenção foi levantar o nível de entendimento sobre BIM/HBIM, as motivações e os objetivos para a implementação e entender os pontos fortes e fracos do departamento.

Os resultados do *workshop* indicam que a equipe do DPH reconhece no HBIM a possibilidade de melhorar a qualidade de todas as etapas

do ciclo de vida da edificação, permitindo uma boa gestão e sistematização da informação e otimizando os processos de trabalho. Em relação às expectativas relacionadas aos usos HBIM, se destacaram a compatibilização de projetos e a conservação programada. No entanto, as respostas nesse tópico foram relativamente variadas e concluiu-se que seria necessário promover uma nova discussão explorar melhor o tema dos “usos HBIM”², relacionando-o mais objetivamente ao contexto do departamento.

Foi realizado, então, novo *workshop online*, com o propósito de estabelecer um diálogo para o alinhamento das expectativas da equipe. A atividade incluiu uma apresentação sobre as possibilidades de usos HBIM, que foram adaptados a partir dos usos BIM (Mensser *et al.*, 2019), incluindo as dificuldades e implicações das escolhas. Além disso, foram realizadas dinâmicas junto à equipe do DPH, nas quais procurou-se entender o que era esperado com a implementação e nivelar um entendimento sobre a sua viabilidade dentro do contexto atual do departamento.

Como resultado, o uso HBIM com mais menções foi “modelagem de condições existentes”, seguido por “documentação patrimonial” e “Restauração e intervenção”. A discussão com a equipe possibilitou alcançar um entendimento coletivo sobre as possibilidades e limitações de cada uso, considerando o contexto do departamento. Desse modo, acordou-se que o planejamento atual priorizará certos usos, mais ligados às rotinas de projetos

e obras, sem necessariamente impossibilitar a inserção de outras funções HBIM, que poderão ser alcançadas com o tempo de acordo com a maturidade da metodologia no departamento.

Na área de “Tecnologias” foi levantando infraestrutura de TI e competências digitais dos profissionais. Foram registradas as configurações completas dos computadores utilizados pelos profissionais do DPH, as características das redes interna e externa, do servidor utilizado, do sistema de *backup* existente, nuvem de dados e *softwares* utilizados.

Para mapear as competências digitais dos integrantes do DPH, foram levantadas as habilidades individuais, identificando os softwares utilizados para a realização das atividades, o nível de domínio e a frequência de uso. Todos os integrantes utilizavam alguma ferramenta tecnológica para a realização das atividades, no entanto, os *softwares* utilizados em sua maioria se restringem a *Excel* e *Autocad*. Apenas dois profissionais tinham conhecimento de *software* de modelagem BIM — no caso, o *Revit* — porém o nível é iniciante e eles não o utilizam nos serviços do departamento.

Como parte do diagnóstico, também foram estudadas as primeiras experiências do DPH com modelos BIM. Em 2018, foi contratada a elaboração de um modelo BIM para uma edificação do conjunto arquitetônico. O modelo foi analisado com base em critérios como o nível de detalhe, o nível de informações imputadas e o padrão

de modelagem. Verificou-se que muitos de seus elementos, inclusive os estruturais, foram modelados como componentes no local, elementos distintos foram aglutinados em uma única família, e foram utilizadas categorias de sistemas incompatíveis para imputação determinadas famílias.

No ano seguinte, foi contratado um levantamento a *laser* e a fotogrametria de outra edificação do complexo. Dessa vez, percebe-se um melhor planejamento da modelagem, que apresenta um nível de detalhe específico, e uma maior preocupação com a fidelidade de representação. Mas, assim como no trabalho anterior, notou-se a ausência de georreferenciamento, de padronização de categorias de famílias, códigos, tipos informação e parâmetros utilizados.

A análise desses modelos possibilitou avaliar que faltam diretrizes de modelagem que permitam seu uso para outras finalidades além da volumetria 3D. As características desses modelos dificultam ações como a extração de informações, quantitativos e/ou coordenação. Verifica-se, portanto, a importância de haver maior clareza sobre os objetivos do modelo e do seu planejamento correto por equipe capacitada, para que não resultem em produtos que se enfocam na representação gráfica, mas que são pouco efetivos no processo de implementação HBIM.

Outro pilar BIM é na área de Processos, que descreve as atividades desenvolvidas pela organização, de forma possibilitar a avaliação das rotinas frente aos objetivos da implementação HBIM. O

levantamento realizado consistiu no mapeamento de algumas atividades do Serviço de Conservação e Restauração, que atua em ações tanto internas, desenvolvendo as atividades diretamente pelos seus profissionais, como externas, por meio de contratações, acompanhadas e fiscalizadas por sua equipe. Foram mapeados dois processos nesta pesquisa, considerados os mais estratégicos na implementação HBIM: “levantamento cadastral” e “realização de projetos ou obras por meio de licitação”. Como resultado, foram elaborados fluxogramas desses processos, que permitem a visualização do desenho geral das atividades em suas etapas e seus envolvidos e responsáveis.

Em relação às “Políticas”, foram levantadas normas, protocolos, códigos, recomendações e diretrizes utilizadas nas ações e atividades do Departamento de Patrimônio Histórico. Observou-se que, além das normas técnicas e legislações existentes para as áreas de arquitetura e urbanismo e de preservação do patrimônio cultural, existem diversos documentos internos estabelecidos, como a Política de Preservação e Gestão de Acervos Culturais das Ciências e da Saúde (COC, 2013) e o Programa de Conservação e Restauração de Acervos (COC, 2017). Destaca-se ainda que está em desenvolvimento o Programa de Preservação Digital dos Acervos da Fiocruz, na qual as tecnologias digitais de captura e modelagem de edificações deverão ter considerável relevância na parte relativa ao patrimônio arquitetônico, urbanístico e arqueológico.

ESTRATÉGIAS DE IMPLEMENTAÇÃO

As informações do diagnóstico sobre as atribuições da equipe, competências digitais e objetivos a serem alcançados possibilitaram traçar um planejamento de capacitação e mudanças na equipe ao longo do tempo. Lino (2017) define três tipos de modelo de implementação: (a) Renovação da Equipe — Mudar toda a organização e incorporar especialistas BIM; (b) Introdução de Equipe BIM — Contratar uma primeira equipe imediatamente operativa, que ajude e apoie o resto da organização ao longo do processo de implementação; (c) Transformação da Equipe — Mudar a cultura colaborativa da organização, convertendo os profissionais, sem produção inicial e sem fluxos de trabalho garantidos durante a fase de formação (Lino, 2017). A estratégia para o DPH enquadra-se no modelo b, introduzindo uma equipe HBIM para dar suporte, disseminando e capacitando a equipe do departamento ao longo do processo de implementação HBIM.

As análises realizadas resultaram na proposta das ações necessárias para se conquistar os objetivos de implementação, ou seja, os níveis de maturidade. Primeiro foi definido um roteiro *roadmap* com vários fluxos a serem seguidos com itens a serem alcançados para o futuro desejado no processo de Implementação.

Em termos de tecnologias, o plano define as características necessárias para infraestrutura

de TI e aquisições de *softwares* de acordo com os resultados das capacitações e respostas dos profissionais em termos de competências digitais e habilidades HBIM. Dentro desse planejamento, é necessário prever as mudanças na infraestrutura tecnológica para dar suporte a cada etapa da implementação (CBIC, 2016).

O levantamento no DPH do parque tecnológico existente em termos de *hardware*, *software*, rede interna e externa foi o ponto de partida para programar a demanda de investimentos de cada ano de implementação. O plano aponta a necessidade de aquisição de novos computadores e de licenças de *softwares*, além de melhorias na rede interna para atender aos requisitos de trabalho sob a nova metodologia.

Em relação aos processos, o Plano de Implementação HBIM propõe novos mapas de processo com adoção HBIM, elaborados a partir dos processos que foram mapeados, adequando-os a um novo fluxo de trabalho com a inserção de atividades relacionadas ao HBIM. Além disso, novos mapas de processos foram desenhados para atender às demandas levantadas quanto aos usos HBIM que foram considerados prioritários para o DPH durante a etapa de diagnóstico do plano: levantamento cadastral, modelagem das condições existentes, licitações e coordenação 3D (compatibilização).

As considerações e as propostas relacionadas ao pilar BIM políticas estão relacionadas

FIGURA 2 | Pavilhão Figueiredo de Vasconcelos (Quinino).
FONTE: OS AUTORES (2021).



aos documentos produzidos, como protocolos e manuais de operação da metodologia, que deverão ser referências para a consolidação da implementação. Outro ponto de significativa importância em relação a esse pilar refere-se ao estabelecimento em breve do Programa de Preservação Digital dos Acervos da Fiocruz. O avanço na adoção da metodologia HBIM será fundamental para contribuir e integrar efetivamente as suas diretrizes e, por sua vez, esse programa deverá servir como estímulo para o investimento na implementação da metodologia de forma permanente.

As atividades realizadas na pesquisa servirão de base para ações futuras no DPH no âmbito da gestão do patrimônio cultural da Fiocruz. Todo esse planejamento deve ser ajustado de acordo com o as metas alcançadas.

PROJETO PILOTO: QUININO

De acordo com a literatura, o desenvolvimento do projeto piloto é importante para a implantação, evitando uma edificação muito simples ou complexa demais. Nesse projeto piloto, são desenvolvidos, aplicados e testados o *template*, as famílias e os protocolos de uso e modelagem HBIM. Para a elaboração do modelo HBIM, foi selecionado o Pavilhão Figueiredo de Vasconcelos, ou Quinino, edificação eclética de 1919 pertencente ao complexo arquitetônico de Manguinhos.

A edificação histórica integra o conjunto de prédios sob os cuidados do DPH/COC, concebida originalmente para receber laboratórios e atualmente ocupada com uso administrativo. O desenvolvimento desse projeto piloto, além de constituir o primeiro modelo a ser utilizado na gestão do patrimônio cultural edificado da Fiocruz, fornecerá as bases técnicas e metodológicas para o desenvolvimento dos modelos das demais edificações históricas da Fiocruz a serem produzidos no futuro.

O edifício foi projetado pelo engenheiro e arquiteto Luiz Moraes Júnior e idealizado por Oswaldo Cruz no início do Século XX. Segue a linguagem do ecletismo e apresenta uma planta em forma de polígono irregular com cinco lados, desenvolvida em torno de um pátio central. O edifício foi inaugurado em 1922 e apresentava dois pavimentos e uma circulação avarandada no pavimento superior. Em 1943 passou por uma reforma de ampliação com a construção de mais dois pavimentos, seguindo as delimitações do perímetro poligonal original (Benchimol, 1990; Oliveira *et al.*, 2003).

A escolha do Quinino (Figura 2) como projeto piloto se deu pelo seu porte — 4 pavimentos e considerável quantidade e diversidade de informações — e



FIGURA 3 | Captura da nuvem de pontos do Quinino, a partir do terraço do Pavilhão Mourisco.

FONTE: OS AUTORES (2021).

FIGURA 4 | Nuvem de pontos gerada.

FONTE: OS AUTORES (2021).



por suas características estilísticas com ornamentação relativamente simples, propiciando a modelagem no prazo do estudo. Além disso, o edifício tem previsão de passar por diversas intervenções em futuro próximo e pretende-se que o modelo já possa ser utilizado para a gestão dessas obras.

LEVANTAMENTO COM LASER SCANNER

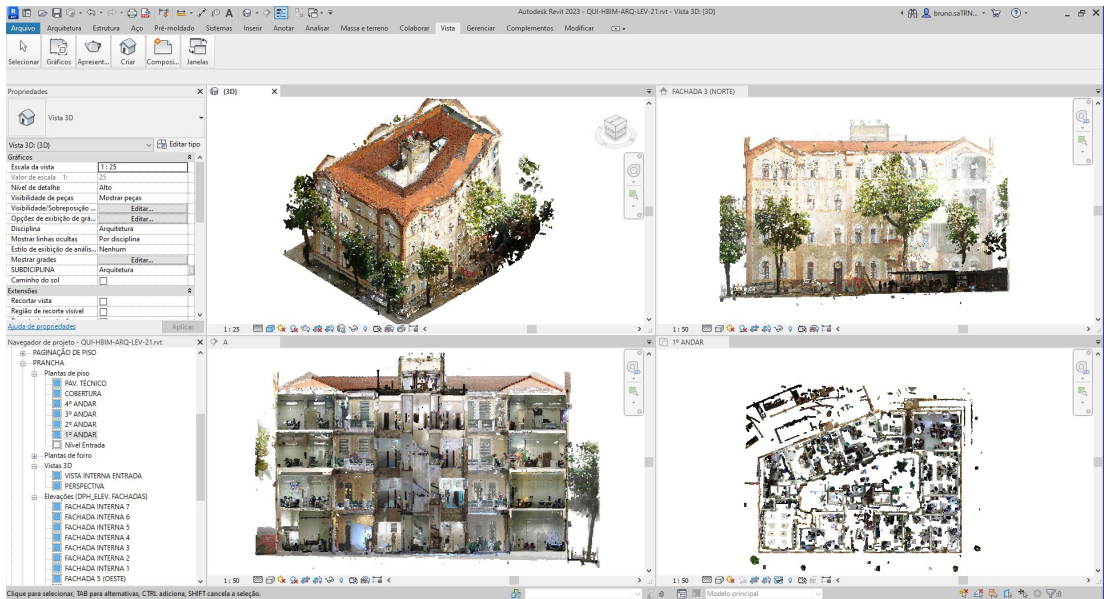
Com a definição do objeto de estudo, a equipe se direcionou às estratégias de levantamento da edificação *As-Is*³. Inicialmente, foram feitas uma coleta e uma análise da documentação existente pelo DPH, destacando o levantamento por medição direta em CAD, feito em 2010, e os cadernos do plano de conservação preventiva do Edifício Quinino.

O levantamento por *laser scan* com a geração de uma nuvem de pontos apresenta vantagens em virtude do prazo, riqueza de detalhes

e confiabilidade de informação (Canuto *et al.*, 2016), com isso, optou-se por essa tecnologia para o levantamento do Quinino. A captura das cenas, o processamento e o registro em nuvem após a definição de premissas iniciais, cronograma de trabalho, planejamento de datas, autorizações de acesso, ferramentas e/ou equipamentos de apoio.

Para a captura das cenas foram necessárias 19h distribuídas em 6 dias. Foi usado um *Laser Scanner* 3D terrestre, marca Faro®, modelo Focus S Plus 350 (Figura 3). As atividades subsequentes como, processamento, registro e exportação para *Reality Capture Project* (RCP) foram realizadas no software do fabricante, o Faro Scene (Figura 4). Ao todo, foram necessárias 40h desde a captura até a finalização da exportação do arquivo em RCP. Em seguida, a nuvem de pontos processada foi inserida no software *Revit* para iniciar a modelagem do edifício (Figura 5).

FIGURA 5 | Nuvem de pontos do Edifício Quinino inserida no Revit.
FONTE: SÁ ET AL., (2022).



A ferramenta *laser scan* é capaz de acelerar significativamente os processos de levantamento (Campiotto, 2019), como de fato ocorreu. Entretanto, cabe pontuar que os resultados podem ser seriamente comprometidos se o processo não for bem planejado e executado, tendo como consequência uma nuvem de pontos com problemas significativos, com imprecisões (como representações duplicadas de um mesmo elemento, por exemplo), lacunas de informações ou incompatibilidade de arquivo que impossibilite o seu acesso. Para se garantir uma nuvem de pontos que atenda às expectativas, são necessários um bom planejamento e o alinhamento pontos importantes no ato da contratação:

- Definição de critérios de captura e análise dos obstáculos dentro e fora edificação (mobi- liários, equipe, instalações, equipamentos, árvores, arbustos);
- Definição de nível de detalhe a ser capturado (LOD);
- Quantidade de cenas e especificação da reso- lução das imagens;
- Prazo disponível para a realização do serviço;
- Formato e forma de entrega do material (RCP, RCS, RVT, NWD etc.).

PLANO DE EXECUÇÃO HBIM

O Plano de Execução HBIM desenvolvido para o Quinino baseou-se no guia *BIM Project Execution Plan*⁴, adaptando os conceitos para a área do patrimônio cultural. O Plano de Execução BIM é um documento que instrui a implementação da metodologia em determinado projeto (Mensser *et al.*, 2019). O plano para o Quinino propõe diretrizes práticas para a aplicação do uso HBIM na modelagem do edifício e, por se tratar de projeto piloto, pretende-se que seja utilizado como referência para futuras contratações BIM no DPH/COC.

O documento traz uma visão geral do fluxo do projeto, define os responsáveis por cada etapa e área, os usos HBIM, como serão feitas as trocas de informação e principalmente seus entregáveis, especificando a forma de entrega, armazenamento, versões e extensões dos arquivos. Destacam-se algumas diretrizes, como o uso HBIM prioritário (Modelagem de condições existentes) e a definição do *software* de modelagem (*Revit*).

O Plano de Execução HBIM Quinino também servirá como base para futuras contratações, oferecendo subsídio aos termos de referência de projetos HBIM, bem como diretrizes para coordenação e compatibilização de projetos.

TEMPLATE E MANUAIS DE UTILIZAÇÃO

Para a elaboração do modelo HBIM do Quinino, conforme definido nos planos de implementação e de execução, foi necessário desenvolver um arquivo base que reunisse os padrões de modelagem e de representação, o *template*. Esse arquivo conta com parâmetros, famílias e codificações para o desenvolvimento do modelo do projeto piloto, bem como de próximos modelos que deverão ser realizados, de modo a garantir a uniformidade dos projetos e da organização de informações sobre os edifícios no DPH.

Para guiar a equipe que utilizará o HBIM no departamento, foi elaborado também um manual de utilização do *template* HBIM, que fornece orientações gerais sobre como iniciar um novo projeto, o funcionamento das famílias e tipos de padrões gráficos, formas de nomenclaturas adotadas, formas de organização do navegador de projeto, filtros de vista e parâmetros criados e suas formas de preenchimento.

Além deste, foram elaborados um manual de nomenclaturas em arquivos HBIM, que estabelece padrões de codificação dos elementos a serem modelados, e um manual de utilização do modelo HBIM, com orientações de manipulação do modelo do Quinino, considerando que ele poderá ser acessado por pessoas com diferentes níveis de capacitação.

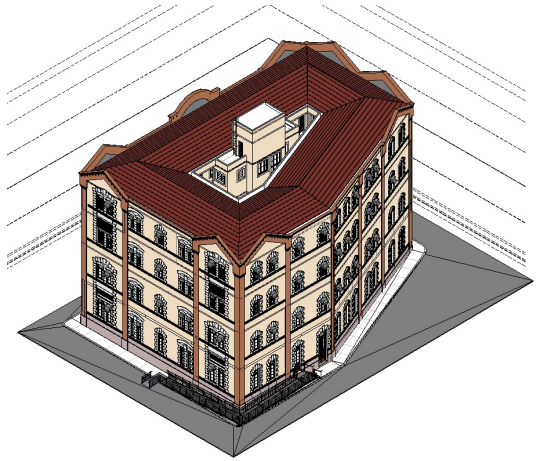
FIGURA 6 | Nuvem de pontos do Quinino.

FONTE: CANUTO ET AL. (2021).



FIGURA 7 | Modelo HBIM do Quinino.

FONTE: CANUTO ET AL. (2021).



MODELO HBIM

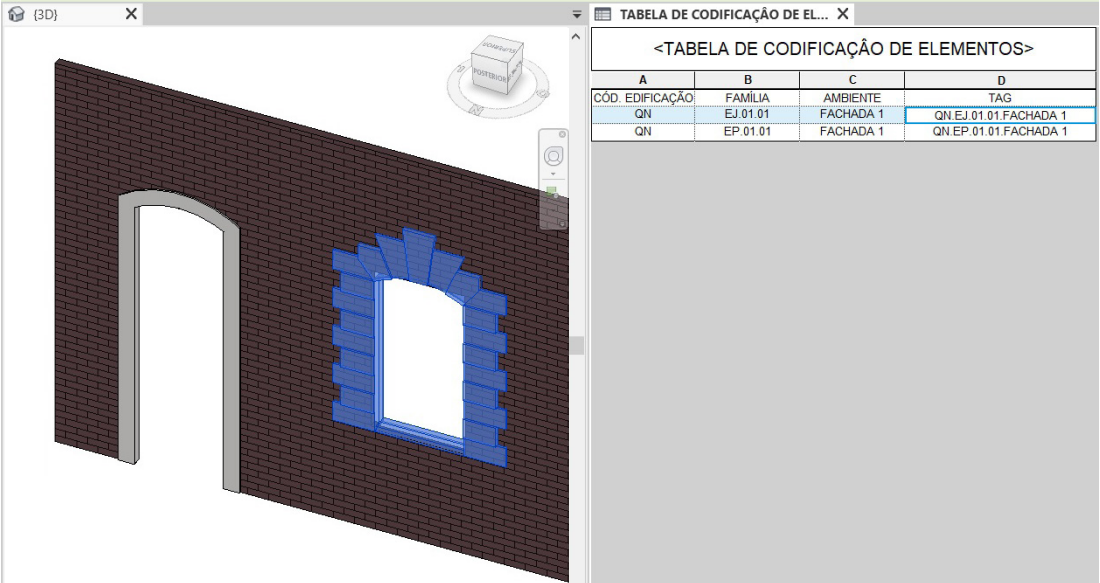
A modelagem do Quinino foi realizada a partir do levantamento da nuvem de pontos, seguindo os critérios especificados no Plano de Execução HBIM. O método da elaboração do modelo levou em consideração a análise da arquitetura do edifício, da documentação existente e da finalidade do modelo. Foram identificados os sistemas e os elementos do edifício, bem como os seus ambientes, de forma a possibilitar uma categorização dos itens da edificação que deveriam constar no modelo e a definição das famílias que foram criadas.

As estratégias de parametrização e codificação estão alinhadas à proposta de códigos (*tags*) que serão empregados na gestão da conservação

preventiva dos demais edifícios do complexo. A criação de *tags* foi objeto de uma pesquisa realizada em paralelo a este estudo, pelo DPH (Ennes, 2022), para os sistemas e elementos construtivos das edificações históricas, de forma a estabelecer padrões de nomenclatura, que visam permitir a organização e o acesso das informações construtivas e de conservação. Esses códigos foram criados a partir de uma ordem pré-estabelecida, reunindo em um nome uma sequência de códigos que possibilita identificar o edifício, o sistema/grupo, o elemento e sua posição. A Figura 8 apresenta um exemplo da codificação proposta.

Para o gerenciamento das informações, definiu-se que serão imputadas, dentro de parâmetros de URL no modelo, a localização dos dados

FIGURA 8 | Parte do modelo do Quinino em RVT, com a inserção da codificação dos elementos.
FONTE: SÁ ET AL. (2022).



do servidor de rede do DPH relacionados aos elementos e ambientes, como fotos, fichamentos e histórico da edificação. Com isso, esse banco de dados poderá ser alimentado dentro do modelo, sem a necessidade de atualizações que tornem o modelo somente um repositório pesado de se trabalhar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização dos estudos apresentados neste artigo permitiu compreender a importância do planejamento no processo de implementação HBIM. Um dos principais desafios na introdução da metodologia foi estabelecer os objetivos da implementação, com a mobilização de equipe e gestores

para um entendimento comum sobre as possibilidades do HBIM e para avaliar a viabilidade e os impactos da adoção do método nas rotinas do DPH. Para promover uma implementação efetiva, será preciso aumentar o engajamento de todos e planejar as ações do departamento de forma continuada e integrada às atividades demandadas pelo plano, bem como realizar um esforço permanente de articulação entre as rotinas HBIM e as atribuições da equipe.

Destaca-se que a implementação HBIM se baseou nos estudos de implementação BIM, que ensejou na pesquisa discussões sobre conceitos determinados por se tratar de patrimônio cultural edificado, como foi o caso da definição de usos e o nível de desenvolvimento do modelo HBIM.

A literatura é voltada para edificações novas e, quando se trata de edificação em interesse para preservação, o escopo de trabalho de planejamento e projeto piloto aumentam. O ciclo de vida HBIM já começa com uma grande carga de documentação e levantamento ou atualização do levantamento existente da edificação em estudo.

O desafio que se coloca pela frente envolverá uma mudança dos paradigmas dos diferentes processos atrelados ao trabalho da conservação do patrimônio edificado na Fiocruz. Trata-se de um movimento progressivo de longo prazo e que demanda investimentos para adequação da infraestrutura, capacitação da equipe e previsão de contratações para dar suporte à implementação.

Outro ponto importante se refere à necessidade de organizar as informações produzidas sobre os edifícios históricos e as suas ações de conservação, para possibilitar que sejam imputadas nos

modelos ao longo da implementação. Vale destacar também que a equipe deve adaptar-se aos novos procedimentos de documentação, que deverão estar alinhados à organização de informações definidas para a gestão da conservação do patrimônio edificado da instituição.

Espera-se que as atividades realizadas nesta pesquisa contribuam para diversas ações futuras no DPH no âmbito da gestão do patrimônio cultural da Fiocruz. Com a consolidação do Plano de Implementação HBIM e da aplicação prática da metodologia em um projeto piloto, conforme o Plano de Execução HBIM, acredita-se que ao longo dos anos a equipe possa alcançar maiores níveis de maturidade BIM. Como consequência, aprimoramento dos processos de trabalho e da infraestrutura poderão ser alcançados, à medida em que seja promovida a capacidade de gerenciar as atividades de maneira mais assertiva, ágil, integrada e tecnológica.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). *Contratação e elaboração de projetos BIM na arquitetura e engenharia*: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC / Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Guia 1 — Contratação e Elaboração de projetos BIM na arquitetura e engenharia, v.4; Brasília: ABDI, 2017, p. 22.
- ARAYICI, Y.; MAHDJOUBI, L.; COUNSELL, J. *Heritage Building Information Modelling*. Abingdon: Routledge, 2017.
- BENCHIMOL, J.L. *Manguinhos do sonho à vida: a ciência da belle époque*. Rio de Janeiro: COC/FIOCRUZ, 1990.
- BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM). In: *The BIM Dictionary*, BIME Initiative, 2021. Disponível em: <http://bimdictionary.com/building-information-modelling>. Acesso em: 29 jun. 2021.
- CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). *Implementação BIM — Parte 2: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras*/ Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Brasília: CBIC, 2016.
- CAMPIOTTO, R. C. Escaneamento laser 3D na preservação do patrimônio edificado: experiências no Museu Paulista da USP. In: *Encontro Brasileiro de Modelagem da Informação da Construção e Patrimônio Cultural*, 1., 2019, São Carlos, SP. Anais... São Carlos: IAU-USP, 2019
- CANUTO, C. L.; MOURA, L. R. de; SALGADO, M. S. *Tecnologias digitais e preservação do patrimônio arquitetônico: explorando alternativas*. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 7, n. 4, dez. 2016. p. 252-264. ISSN 1980-6809. Disponível em: <http://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8647456>. Acesso em: 14 mai. 2017.
- CANUTO, C.L.; MAGALHÃES, T.R.; SANTOS FILHO, M.S. *Estudos para implementação HBIM no DPH/COC — Relatório Final*, 2021. Projeto de pesquisa — Departamento de Patrimônio Histórico, Casa de Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2021.
- COSTA, H. A; SOUZA, M. P; BALDESSIN, G. Q; ALBANO, G; FABRICIO, M. M. *Modelagem BIM para registro digital do patrimônio arquitetônico moderno*. Revista Projetar — Projeto e Percepção do Ambiente, v. 6, n. 1, 25 jan. 2021, p. 49-68.

- EASTMAN, C. *et al.* *Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores*. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- ENNES, Camila Saturnino Braga. *Mapeamento e classificação dos elementos e bens integrados dos edifícios Pavilhão Figueiredo de Vasconcellos (Quinino) e Pavilhão Mourisco para subsidiar os planos de Conservação Programada. Produto 2 — Tagueamento aplicado ao Pavilhão Figueiredo de Vasconcellos (Quinino)*. Relatório de pesquisa do Programa de Incentivo ao Desenvolvimento Institucional da Casa de Oswaldo Cruz, 2022.
- FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. *Política de preservação dos acervos científicos e culturais da Fiocruz*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2018. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/documento/politica-de-preservacao-dos-acervos-cientificos-e-culturais-da-fiocruz-1>. Acesso em: 31 ago. 2021.
- JORDAN-PALOMAR, I.; TZORTZOPOULOS, P.; GARCÍA-VALLDECABRES, J.; PELLICER, E. *Protocol to Manage Heritage-Building Interventions Using Heritage Building Information Modelling (HBIM)*. Sustainability 2018, 10, 908. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su10040908>. Acesso em: 01 mar. 2024.
- MESSNER, J. *et al.* *BIM Project Execution Planning Guide, Version 2.2*. Computer Integrated Construction Research Program. State College: Pennsylvania State University, ago. 2019. Disponível em: <https://psu.pb.unizin.org/bimprojectexecutionplanningv2x2>. Acesso em: 31 ago. 2021.
- LINO, J.C., AZENHA, M., CAIRES, B. *BPEP BIM Project Execution Plan*. Apostila da Especialização Internacional Master BIM Manager. Zigurat Global Institute of Technology, 2017.
- OLIVEIRA, B.T. (Coord.); COSTA, R.G.; PESSOA, A.J.S. *Um lugar para a ciência: a formação do campus de Manguinhos*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2003.
- PEREIRA, S.M.S.A.; CORREIA, M.C. *Implementação da abordagem e tecnologia BIM no processo de gestão na FIOCRUZ*. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 10, p. e019014, mar. 2019. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8653755>. Acesso em: 27 mar. 2019.
- SÁ, B.T.; CANUTO, C.L.; MAGALHÃES, T.R.; SANTOS FILHO, M.S. Estudos para implementação HBIM na gestão do patrimônio cultural edificado da Fiocruz. In: *Patrimônio 4.0: Conectando Dimensões Da Realidade*. Anais... Goiânia: LaSUS FAU, 2022, p. 66-79.

NOTAS

SUCCAR, B. *Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders*. Automation in Construction, v. 18, n. 3, 2009, p. 357-375.

SUCCAR, B. Building Information Modelling Maturity Matrix. In: UNDERWOOD, J.; ISIKDAG, U. *Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies*. IGI Global, 2010, p. 65-103.

- 1 A equipe envolvida na pesquisa foi composta pelos arquitetos Cristiane Lopes Canuto, Thaianni Ribeiro Magalhães, Maurício Silva Santos Filho, bolsistas do PIDI/COC/Fiocruz, sob coordenação do arquiteto Bruno Teixeira de Sá, do DPH/COC.
- 2 Entende-se por “usos HBIM”, as atividades ou processo do projeto que determinam e orientam as finalizadas da implementação da metodologia. Utilizou-se como referência o *BIM Project Execution Planning Guide*, da Penn University (Messner et al., 2019), que propõe 21 possibilidades de usos para o BIM.
- 3 Termo em inglês que significa a fase “como está” do objeto, ou seja, a sua configuração atual.
- 4 O “BIM Project Execution Planning” (Messner et al., 2019) foi criado pelo buildingSMART alliance™ (bSa) Project desenvolvido pelo *The Computer Integrated Construction (CIC) Research Group* da Pennsylvania State University. Esse guia foi a referência para os guias nacionais da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e da Câmara Brasileira da Indústria da Construção, (CBIC) e a ISO 19650.

Digitalização e modelagem do patrimônio cultural — experiências no LACONPRE e LACICOR/UFMG

LUIZ ANTÔNIO CRUZ SOUZA

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

WILLI DE BARROS GONÇALVES

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

YACY-ARA FRONER

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

TIAGO DE CASTRO HARDY

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

CONTEXTO | ATUAÇÃO DO LACONPRE E LACICOR/EBA/UFMG

LABORATÓRIO DE CONSERVAÇÃO PREVENTIVA (LACONPRE)

O LACONPRE faz parte dos laboratórios situados no Centro de Conservação e Restauração de Bens Culturais (CECOR), órgão complementar da Escola de Belas Artes (EBA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Desde os anos 1980, o CECOR realiza pesquisas em pintura de cavalete, escultura policromada e obras sobre papel, além da atuação em ensino, pesquisa e preservação do Patrimônio Cultural e capacitação de especialistas em Conservação-Restauração. Em 2008, como parte do programa REUNI do Ministério da Educação, o CECOR liderou o projeto que resultou no primeiro curso brasileiro de Conservação-Restauração de bens culturais móveis, em nível de graduação/bacharelado, o Curso de Conservação-Restauração de Bens Culturais Móveis (CCRBCM) implantado na UFMG.

Implantado em junho de 2019 no segundo andar do CECOR, o LACONPRE vem se estabelecendo como espaço didático para disciplinas do percurso de Conservação Preventiva do CCRBCM. Desde então, vem desenvolvendo atividades de ensino, pesquisa e extensão, que envolvem alunos de graduação e pós-graduação, bolsistas e monitores. O Laboratório promove

ações interdisciplinares e transdisciplinares na área de Conservação Preventiva e Gerenciamento de Riscos ao Patrimônio Cultural, buscando integração com outras unidades da UFMG e instituições nacionais e internacionais relacionadas à preservação do Patrimônio Cultural.

O CCRBCM visa, como objetivo geral, formar profissionais capacitados em Conservação-Restauração, Conservação Preventiva e Ciências da Conservação, preparando-os para atuar em planejamento de políticas públicas e preservação do patrimônio cultural. A grade curricular do CCRBCM é inter e transdisciplinar, com disciplinas obrigatórias e optativas. As atividades práticas de conservação-restauração começam com protótipos ou bens culturais menos complexos nos anos iniciais e evoluem para obras mais complexas nos anos finais. Os alunos adquirem proficiência nas ferramentas e metodologias da Conservação Preventiva por meio de atividades práticas, visitas e viagens de campo. A ênfase na formação para o trabalho em equipe é destacada como essencial para a prática profissional. A infraestrutura do CCRBCM é utilizada em conjunto com o CECOR, trabalhando de forma colaborativa com o Colegiado do Curso.

O LACONPRE oferece suporte às atividades de projetos de pesquisa ligados ao laboratório, colaborando com grupos de pesquisa formalmente cadastrados na UFMG e coordenando projetos financiados por agências externas. No âmbito do ensino de graduação, o LACONPRE abriga diversas disciplinas,

e apoia atividades do Programa de Pós-graduação em Artes (PPG-Artes) e do Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável (PPGACPS). O Laboratório também se envolve em atividades de extensão, promovendo a interação entre a Universidade, a sociedade e a cidade. Essas atividades incluem consultorias técnicas, eventos técnico-científicos e colaborações com instituições culturais e governamentais, tanto locais quanto nacionais e internacionais. Especialmente na área de Gestão de Riscos, o trabalho do laboratório tem impacto significativo, estabelecendo colaborações importantes com museus e instituições de renome. No contexto nacional, merecem destaque as parcerias estabelecidas com o Instituto Brasileiro de Museus (IBRAM), como o Museu Lasar Segall, os Museus Castro Maya e o Museu Regional Casa dos Ottoni. Adicionalmente, é relevante mencionar as atividades de consultoria realizadas em colaboração com a Casa Fiat de Cultura, que resultaram na elaboração de uma metodologia voltada para o gerenciamento ambiental de exposições temporárias. Tal metodologia abarca uma gama de procedimentos, tais como monitoramento contínuo de temperatura e umidade relativa interna e externa, relatórios semanais, análise de dados e recomendações técnicas e o estabelecimento de um diálogo contínuo entre as equipes multidisciplinares envolvidas nas exposições, visando assegurar o sucesso das práticas de conservação preventiva (Gonçalves; Souza, 2016).

LABORATÓRIO DE CIÊNCIA DA CONSERVAÇÃO (LACICOR)

O LACICOR, sob a coordenação do Prof. Dr. Luiz Antônio Cruz Souza, tem consolidado sua atuação desde sua fundação em duas áreas primordiais: a análise científica de obras de arte e a conservação de bens culturais. Reconhecido tanto nacional quanto internacionalmente, o LACICOR é considerado centro de liderança e excelência nas áreas em que atua, no âmbito do ensino, pesquisa e extensão, não apenas no território brasileiro, mas também na América Latina. Contribuindo significativamente para a formação de profissionais qualificados em nível de pós-graduação e graduação, o LACICOR também promove cursos de extensão e eventos técnico-científicos voltados especificamente para a América Latina e países de língua portuguesa. Destacam-se entre seus colaboradores e parceiros diversas instituições de relevância na preservação do Patrimônio Cultural no Brasil, tais como o IPHAN, o IBRAM e o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais (IEPHA), bem como a Procuradoria do Ministério Público Federal em Minas Gerais. A natureza transdisciplinar das linhas de atuação do LACICOR e sua posição pioneira entre laboratórios congêneres no Brasil resultaram na implementação de uma estratégia colaborativa de trabalho com diversos outros laboratórios da UFMG e cooperações e parcerias consolidadas com o programa científico *do Getty*

Conservation Institute (GCI) e com o ICCROM. Na Itália, mantém colaboração com a equipe do Centro de Excelência SMAArt — Metodologias Científicas Aplicadas à Arte e Arqueologia, do Departamento de Química da Universidade de Perugia –, que se destaca pela sua expertise tanto nos aspectos técnicos relativos à aplicação de técnicas físicas e físico-químicas na análise científica de bens culturais, quanto nos aspectos práticos da Ciência da Conservação. O trabalho do LACICOR foi reconhecido pelo *International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works* (IIC) tendo sido o Prof. Luiz Souza escolhido para proferir a palestra do Prêmio Forbes no congresso do IIC em 2024.

O LACICOR conta com diversos equipamentos de ponta e, recentemente, transferiu para o LACONPRE vasto instrumental relacionado à prática da Conservação Preventiva e gerenciamento ambiental de coleções, como termohigrômetros, termoanemômetros, registradores de temperatura e umidade relativa e estações meteorológicas portáteis.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA EM HISTÓRIA NATURAL, PATRIMÔNIO CULTURAL, ARTES, SUSTENTABILIDADE E TERRITÓRIO (IN2PAST.BR)

Ambos os laboratórios LACONPRE e LACICOR trabalharão associados ao novo INCT da UFMG: o (IN2PAST.BR), recentemente aprovado na chamada CNPq 58/202 e que abrigará pesquisas multidisciplinares em Ciência do Patrimônio.

O novo INCT será coordenado pelo Prof. Fabrício Rodrigues dos Santos, do Instituto de Ciências Biológicas (ICB) da UFMG. O Instituto será voltado para a investigação histórica multidisciplinar e a proteção do Patrimônio por meio de pesquisas científicas direcionadas à análise, atribuição e identificação dos bens patrimoniais, incluindo questões legais e sistemas operacionais para coibir, fiscalizar e controlar o tráfico ilícito, falsificação e destruição de tais bens. Os grupos de pesquisa envolvidos na proposta possuem expertise em diversas áreas, como Ciência da Conservação, Biologia, Arqueologia, Geologia, Paleontologia e na criação de bases de dados relacionadas à documentação de objetos artísticos e científicos da arqueologia, antropologia, biodiversidade, etnografia e paleontologia. Essas áreas são consideradas imprescindíveis para a proteção de bens de valor cultural, científico e histórico.

A proposta se fundamenta na Ciência do Patrimônio como um campo de conhecimento ampliado, transdisciplinar e estratégico, capaz de conduzir investigações científicas que permitam a gestão sustentável dos bens culturais e naturais no contexto brasileiro. Isso será realizado por meio de uma rede acadêmica associada a órgãos públicos, como a Polícia Federal e o Ministério Público Federal. Nesse sentido, propõe a criação de uma infraestrutura científica compartilhada e a geração de uma base de dados científicos sobre bens patrimoniais, visando a identificação e/ou

recuperação de materiais e peças roubadas, traficadas ou danificadas. As linhas temáticas principais são: 1. Patrimônio antropológico/arqueológico, no campo da Antropologia Física e Arqueometria; 2. Patrimônio natural, com estudos de objetos paleontológicos e biológicos (biodiversidade); 3. Tecnologias analíticas e informacionais aplicadas em objetos de museus e demais acervos, incluindo questões da História da Arte Técnica, do Patrimônio Genético e da Ciência da Conservação; 4. Gestão da Informação, considerando a interoperabilidade dos dados científicos.

DOCUMENTAÇÃO CIENTÍFICA – ESTADO DA ARTE

O LACONPRE e o LACICOR têm atuado na vanguarda da pesquisa, na aplicação de técnicas e ferramentas para a documentação científica e ensaios não destrutivos para a preservação do patrimônio cultural. Dentre as ferramentas e técnicas utilizadas nos trabalhos cabe destacar: documentação científica por imagem; fotogrametria de curta distância; aerofotogrametria por RPA (aeronaves remotamente pilotadas); escaneamento a laser; modelagem CAD; simulações computacionais e com modelos físicos reduzidos (maquetes); modelagem HBIM; realidade aumentada (RA); realidade virtual (RV); realidade mista (RM); e impressão 3D. Tais metodologias aplicadas

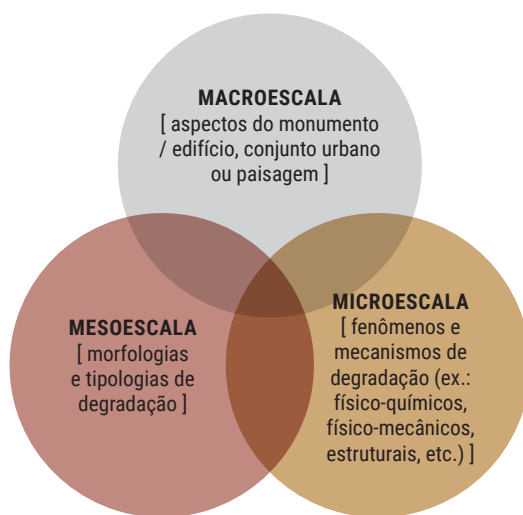
FIGURA 1 | Diferentes escalas de abordagem na documentação científica de um bem cultural

FONTE: KIOUSSI ET AL. (2013, TRADUÇÃO NOSSA).

ao registro, documentação e gerenciamento de informações são fundamentais para auxiliar nas tomadas de decisão, nos processos de gestão da conservação dos bens culturais.

De acordo com Kioussi *et al.* (2013), os procedimentos documentais de um bem patrimonial devem abordar diferentes escalas de análise, que podem ser categorizadas como macro, meso e micro (Figura 1). Na macroescala, são considerados aspectos estruturais e históricos, bem como questões relacionadas à vulnerabilidade, impacto humano, informações sobre materiais e valores culturais, entre outros. A mesoescala engloba características intermediárias, incluindo, por exemplo, elementos arquitetônicos específicos e padrões de degradação. Por fim, a microescala se concentra em aspectos físicos e químicos detalhados do bem cultural, examinando os processos de deterioração em níveis molecular e microestrutural.

Com base nessas três escalas de abordagem, Kioussi *et al.* (2013) propõem um protocolo estruturado para a documentação científica, fundamentado em três níveis de dados: dados básicos, dados de conhecimentos específicos e dados para a tomada de decisão. Essa proposta metodológica reforça a importância de uma abordagem padronizada, que permita melhores resultados e conclusões mais seguras sobre a melhor maneira de lidar com os desafios enfrentados pelo objeto de estudo. A classificação em três níveis de dados reflete a ampla gama de informações incluídas nos



protocolos integrados de documentação, organizando e gerenciando os dados de forma a fornecer uma visão abrangente dos bens culturais. No primeiro nível, são coletados dados básicos sobre o(s) bem(s), por exemplo, refletindo as informações primárias sobre o contexto histórico e identidade do edifício. O segundo nível compreende dados mais detalhados oferecendo uma base de conhecimento mais extensa, a respeito dos materiais e técnicas construtivas. No terceiro nível, a especialização dos dados é ampliada ainda mais, nas várias escalas de modo a permitir análises específicas que contemplem a priorização das necessidades dos bens, fundamentando as tomadas de decisão nos processos de gestão e conservação preventiva, curativa ou de restauro.

A documentação científica por imagem envolve diversas áreas de conhecimento, para a preservação do patrimônio cultural de natureza tangível e intangível, como: tipos de materiais, técnicas, morfologias e valor. Durante anos, os registros documentais, fizeram parte das discussões de diversos autores da área. Quintero (2013) apresenta o processo de documentação de sítios patrimoniais,

o qual envolve a identificação e definição dos valores e significados, bem como a análise dos riscos que afetam a integridade do local e o atual estado de conservação. Sendo assim, a documentação é fundamental no gerenciamento de metadados, servindo como referência para tomada de decisões, proteção, mitigação, gestão, apresentação e outros (Quintero, 2013, p. 10).

O desenvolvimento e a redução de custos dos computadores têm proporcionado recursos mais acessíveis para facilitar operações de processamento de imagens, como retificação, sobreposição, georreferenciamento, entre outros. Atualmente, existem várias ferramentas de Ensaios Não Destrutivos (END), como varredura a *laser*, varredura térmica, radar de penetração no solo, testes sônicos, fotogrametria entre outras.

Contemporaneamente, o estado da arte das tecnologias de documentação, juntamente com a metodologia *Historic Building Information Modeling* (HBIM), permite o arquivamento de metadados no próprio modelo digital em 3D, proporcionando representações dinâmicas e explorações tridimensionais, que são embasadas pela documentação científica e informações como plantas originais, histórico de intervenções, projetos complementares, levantamento atuais e demais informações que podem ser incorporadas ao modelo. Dessa forma, os modelos 3D fornecem uma base sólida para reconstruções virtuais, permitindo utilizar a realidade aumentada para sobrepor

informações adicionais ao modelo 3D. A impressão 3D, pode contribuir para complementar os artefatos históricos existentes além de confeccionar réplicas que podem ajudar pessoas com deficiência visual a compreender melhor as exposições.

Segundo Mishra e Lourenço (2024) o avanço das tecnologias assistidas por Inteligência Artificial (IA), e a abordagem de *Deep Learning* (DL), permite o treinamento da máquina para reconhecer diferentes tipos de danos em fotografias de edifícios históricos, ou a criação de modelos 3D detalhados a partir de dados de escaneamento a laser. O aprendizado profundo é um subcampo da inteligência artificial que se concentra na construção e treinamento de redes neurais com várias camadas, ou “profundas”, que podem aprender e generalizar a partir de grandes quantidades de dados.

Outra ferramenta que está em ascensão para a gestão do patrimônio cultural são os gêmeos digitais (*digital twins*), modelos digitais precisos de um objeto ou estrutura física que permitem a análise e simulação de diferentes cenários sem a necessidade de interagir com o objeto ou estrutura real. Segundo Dang *et al.* (2023) as últimas décadas testemunharam o gêmeo digital como um kit de ferramentas para coletar, processar e utilizar dados gráficos e espaciais além de outros atributos do patrimônio cultural.

Portanto, as tecnologias auxiliadas por Inteligência Artificial (IA) irão disponibilizar sistemas de monitoramento em tempo real capazes

de detectar anomalias instantaneamente e até prever adversidades. Isso aprimora a eficiência e eficácia do monitoramento e manutenção de edifícios históricos, economizando tempo de inspeção operacional e reduzindo erros humanos em comparação com as inspeções tradicionais realizadas visualmente. A adoção de tecnologias avançadas, como IA, Aprendizado de Máquina e Redes Neurais, têm o potencial de transformar a maneira como documentamos e preservamos nosso patrimônio histórico.

EXEMPLOS DE TRABALHOS DESENVOLVIDOS NO LACONPRE E LACICOR

MÉTRICAS DE PRESERVAÇÃO E SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS COMO FERRAMENTAS DIAGNÓSTICAS PARA A CONSERVAÇÃO PREVENTIVA

A tese de doutorado de Gonçalves (2013) investigou a aplicação de simulações computacionais térmicas e fluidodinâmicas de variáveis climáticas internas, como ferramentas diagnósticas para a conservação preventiva de coleções, abrangendo aspectos relativos aos materiais constituintes, agentes e mecanismos de deterioração e sua interação com o microclima. A pesquisa tratou de como os resultados de simulações podem ser usados para a obtenção de parâmetros mensuráveis e comparáveis — as métricas de preservação — e o uso

prático de tais métricas na conservação preventiva, com foco na sua relação com ventilação natural. O estudo de caso foi a Capela da Santa Ceia localizada no Santuário de Bom Jesus de Matosinhos em Congonhas, Minas Gerais, Brasil, sítio patrimônio mundial da UNESCO. O edifício abriga esculturas em madeira policromada talhadas pelo principal escultor do barroco brasileiro, o Aleijadinho. O trabalho abordou o uso da ventilação natural ou forçada como estratégia sustentável de gerenciamento ambiental e o potencial das simulações fluidodinâmicas na conservação do patrimônio cultural. Entre outros procedimentos, a metodologia envolveu simulações do regime climático interno, simulações fluidodinâmicas e medições em túnel de vento.

Os resultados demonstraram os padrões complexos de fluxo de ar dentro e fora da capela, revelando áreas propensas à deposição de partículas e acúmulo microbiano. Ficou também demonstrada a importância da caracterização do fluxo de ar para entender os riscos potenciais dos fatores ambientais na deterioração de esculturas e pinturas murais. Além disso, a tese destacou os desafios práticos associados às simulações computacionais, incluindo os recursos computacionais necessários e a necessidade de expertise técnica especializada em análise de dinâmica de fluidos, enfatizando a natureza interdisciplinar da pesquisa em conservação, envolvendo cientistas da conservação, engenheiros e pesquisadores para desenvolver estratégias eficazes

FIGURA 2 | Modelamento digital da Capela da Ceia no Santuário de Bom Jesus de Matosinhos (Congonhas/MG) – Nuvem de pontos / Modelo SketchUp / Modelo Energy plus / Modelos aninhados.
 FONTE: GONÇALVES (2013).

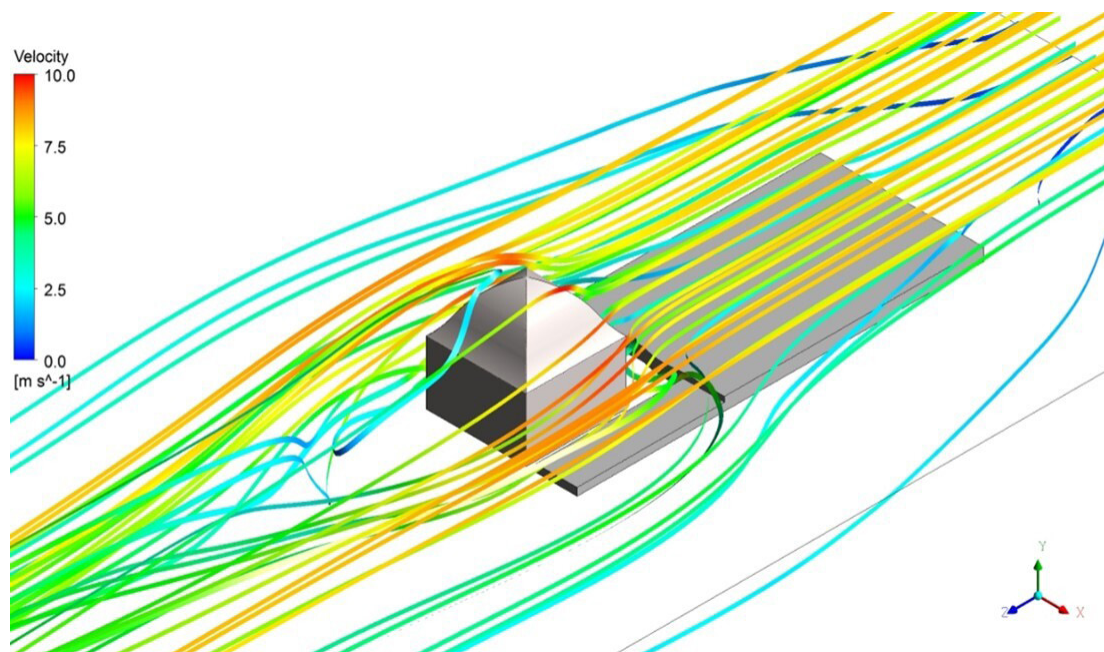
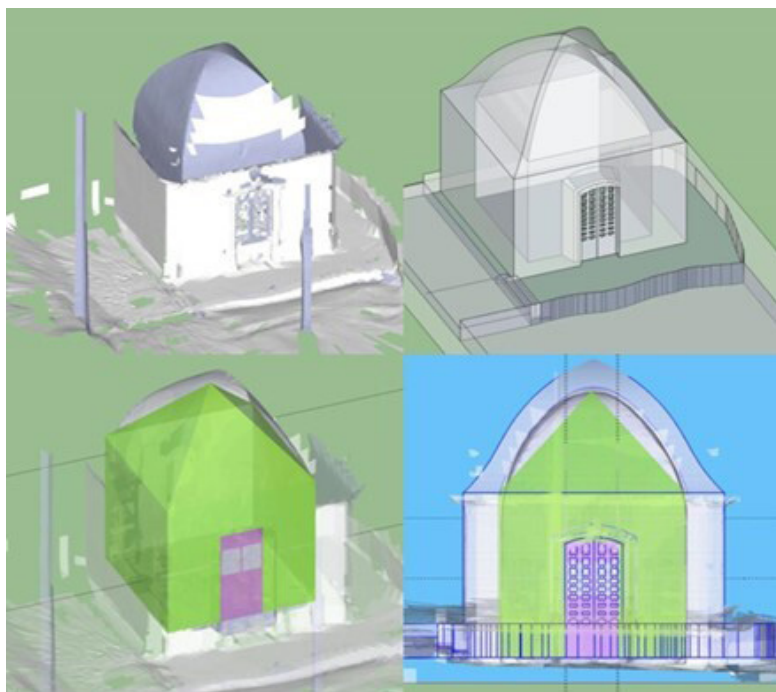
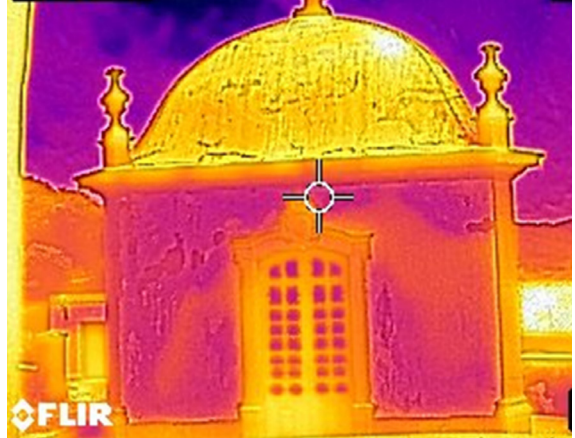


FIGURA 3 | Capela da Ceia no Santuário de Bom Jesus de Matosinhos (Congonhas/MG) – simulação de regime de ventilação.
 FONTE: GONÇALVES (2013).

FIGURA 4 | Capela da Ceia – (a) Imagem sob luz visível; (b) Imagem termográfica.

FONTE: AUTORES.



para mitigar os riscos associados ao gerenciamento ambiental das coleções. Ao delinear as abordagens metodológicas e técnicas computacionais empregadas, a tese fornece uma base para futuras pesquisas no campo da conservação do patrimônio, defendendo a integração de métodos analíticos avançados na prática da conservação preventiva (Gonçalves; Souza, 2013).

INSPEÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DE DANOS EM EDIFÍCIOS HISTÓRICOS UTILIZANDO FOTOGRAMETRIA E TERMOGRAFIA

No mês de janeiro de 2022, o estado de Minas Gerais enfrentou níveis alarmantes de precipitação, especialmente na região do Quadrilátero Ferrífero. As chuvas intensas, que persistiram por vários dias,

causaram diversos impactos nos municípios, incluindo Congonhas do Campo. O Santuário do Bom Jesus do Matozinhos sofreu com a entrada de água na Capela da Ceia. Esse incidente desencadeou uma intervenção emergencial pela equipe da Prefeitura de Congonhas, que usou lonas plásticas para proteger a mesa da Ceia e as esculturas de madeira policromada das infiltrações. A gravidade da situação levou o Prof. Luiz Souza, à época diretor do CECOR, ofereceu ajuda institucional à Superintendência do IPHAN-MG, resultando em uma colaboração bem-sucedida. O LACICOR, a Superintendência Regional do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), o Escritório Técnico do IPHAN em Congonhas e a Diretoria de Patrimônio da Prefeitura de Congonhas realizaram uma visita técnica no dia 13 de janeiro

FIGURA 5 | Santuário Bom Jesus de Matosinhos – modelo 3D, após processamento das imagens.

FONTE: AUTORES.



de 2022, durante a qual foi realizada documentação diagnóstica com fotografias sob luz visível e levantamento termográfico expedito (Figura 4).

A inspeção teve como objetivos principais verificar as condições de estanqueidade à água das coberturas externas e do ambiente interno das capelas, bem como avaliar o estado de conservação e a vulnerabilidade das esculturas em madeira policromada presentes no interior das capelas dos Passos da Paixão. Para alcançar esses objetivos, foram utilizadas técnicas de documentação por fotografia na faixa do espectro de luz visível e levantamento expedito na faixa de infravermelho. A metodologia adotada para a inspeção baseou-se em princípios da Conservação Preventiva e da Ciência da Conservação, incorporando uma abordagem multidisciplinar e o uso de tecnologias avançadas.

A documentação científica foi realizada utilizando câmeras de celulares, uma câmera Reflex e uma câmera de luz visível acoplada a um drone. As imagens capturadas permitiram uma análise visual detalhada das condições das capelas e das esculturas. Além disso, a técnica de aerofotogrametria possibilitou a geração de ortofotos, nuvens de pontos e modelos tridimensionais das estruturas, a partir das imagens capturadas pelo drone (Figura 5).

Um levantamento termográfico qualitativo foi empregado para auxiliar na identificação de áreas de concentração de umidade e outras evidências de danos nas superfícies das capelas. Utilizou-se uma câmera de infravermelho Flir modelo E6 para capturar as imagens térmicas, aplicando a técnica de termografia passiva. As imagens termográficas revelaram variações na emissão térmica das

superfícies, com áreas menos emissoras aparecendo em tons roxos e áreas mais emissoras em tons amarelos e alaranjados. Essa técnica permitiu a identificação de áreas úmidas, auxiliando no entendimento da extensão dos danos causados pela infiltração de água.

Além das técnicas de imagem, foi realizada uma análise organoléptica das degradações visíveis, comparando os resultados com outros trabalhos anteriores realizados pelos pesquisadores do LACICOR. Essa análise incluiu a revisão de relatórios prévios de intervenções anteriores, organizados pelo IPHAN, e contatos com técnicos que participaram de restaurações anteriores.

A inspeção revelou a presença de fissuras nas cúpulas das capelas e falhas na camada de tinta caiação aplicada durante a intervenção de restauro realizada em 2004-2005. Essas anomalias foram identificadas como possíveis responsáveis pela penetração extensa de água de chuva, resultando em aumento da umidade relativa no interior das capelas. Esse aumento de umidade elevou significativamente o risco de deterioração das esculturas em madeira policromada.

As recomendações para mitigação dos problemas identificados foram categorizadas em curto, médio e longo prazo. No curto prazo, sugeriu-se a implementação de medidas de proteção emergencial das esculturas devido ao elevado risco de danos. A médio prazo, recomendou-se a

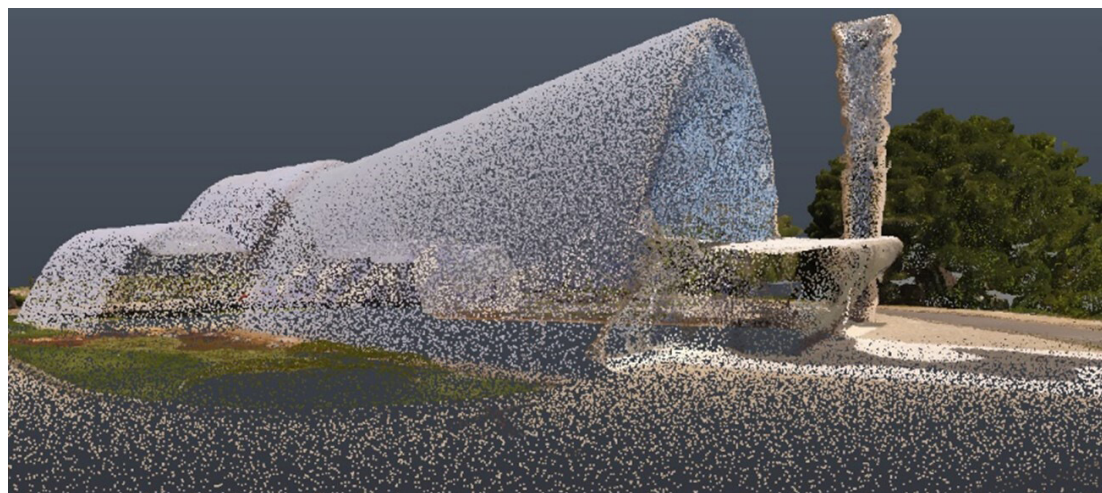
intervenção no sistema construtivo das capelas, incluindo o reparo das fissuras e falhas detectadas. A longo prazo, destacou-se a necessidade de uma gestão sustentável do Santuário, com avaliações de risco geológico e a instalação de sistemas de monitoramento que permitam respostas rápidas e planejamento eficaz de conservação.

SISTEMATIZAÇÃO DE DOCUMENTAÇÃO ARQUITETÔNICA A PARTIR DE NUVEM DE PONTOS OBTIDAS POR AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS E SCANNER A LASER

Hardy (2022a) desenvolve pesquisa em nível de Doutorado no PPGACPS da UFG, em continuidade da pesquisa de mestrado (Hardy, 2022b) a qual investigou o uso de aeronaves remotamente pilotadas em protocolos de monitoramento, diagnóstico e documentação científica para conservação do patrimônio cultural arquitetônico (Figura 6).

A pesquisa proposta por Hardy (2022a) visa contribuir para o desenvolvimento de métodos, normas e procedimentos para a realização da documentação do Patrimônio Arquitetônico no contexto brasileiro. A partir da revisão sistemática da literatura sobre procedimentos de registro documental de bens imóveis, busca-se discutir um padrão metodológico nacional para o levantamento arquitetônico realizado por aerolevantamento, fotogrametria digital, scanner a laser, tecnologias

FIGURA 6 | Igreja de São Francisco de Assis (Igrejinha da Pampulha) – Belo Horizonte/MG – nuvem de pontos
FONTE: HARDY (2022b).



de prototipagem e impressão tridimensional e geração de mapas de danos utilizando metodologia HBIM. A pesquisa envolve ainda aspectos de inovação com relação a utilização de técnicas de IA, e Aprendizado de Máquina para identificar padrões e tendências que podem ser úteis para o mapeamento de danos, na gestão e tomada de decisões sobre o patrimônio construído. Podendo ser expandida para a interatividade com o ambiente, utilizando a Realidade Aumentada (RA), a Realidade Virtual (RV) e a Realidade Mista (RM), inserindo informações digitais nos modelos, como anotações assim como o mapeamento de danos, sobre a visão do mundo real de um edifício histórico permitindo, dessa forma, que os usuários possam

interagir com modelos digitais de edifícios históricos em um ambiente de mundo real.

A combinação de IA, Aprendizado de Máquina, mapeamento de danos e tecnologias imersivas na metodologia HBIM tem o potencial de transformar a maneira como preservamos e interagimos com nosso patrimônio construído. Apesar do grande potencial dessas tecnologias, ainda existem desafios a serem superados. Esses incluem a necessidade de coletar e processar grandes volumes de dados de alta qualidade, a necessidade de desenvolver algoritmos de aprendizado de máquina precisos, e a necessidade de criar interfaces de usuário intuitivas e eficazes para as tecnologias de RA, RV e RM.

**PROJETO “TÉCNICAS DE RECONSTRUÇÃO
TRIDIMENSIONAL, REALIDADE VIRTUAL E
PROTOTIPAGEM APLICADAS À PRESERVAÇÃO
DO PATRIMÔNIO CULTURAL”**

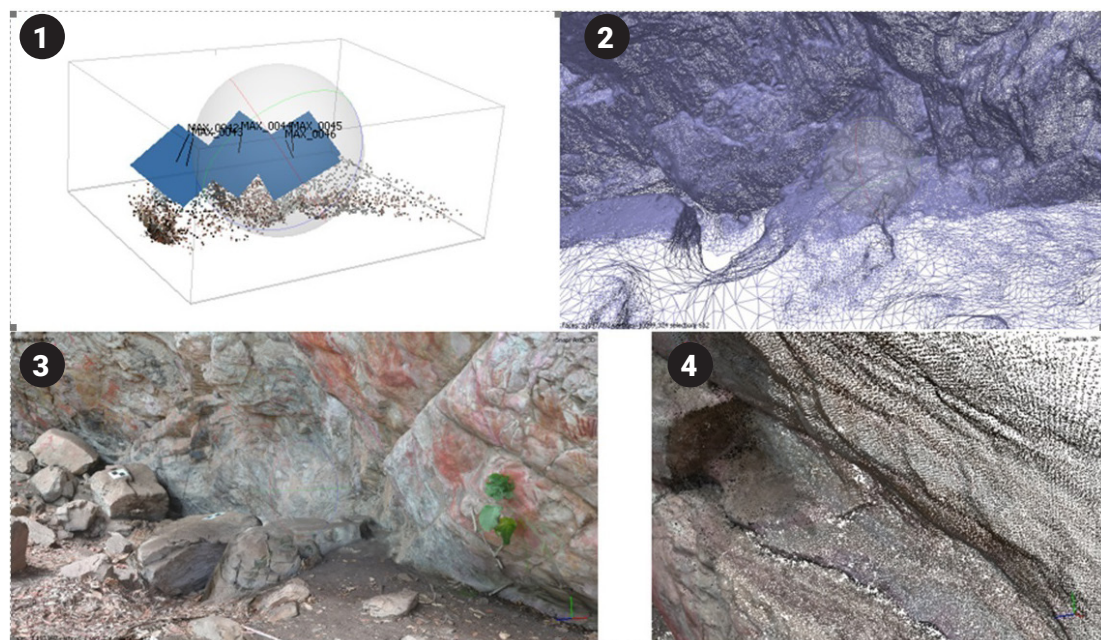
Esse projeto tem como objetivo principal investigar as potencialidades e limites práticos e metodológicos da aplicação de técnicas de reconstrução tridimensional, realidade virtual e prototipagem na preservação do Patrimônio Cultural, especialmente na documentação de bens culturais arqueológicos em Minas Gerais. O Estado desempenha um papel proeminente no cenário nacional em relação ao Patrimônio Cultural, tanto material quanto imaterial. Minas abriga uma ampla variedade de bens culturais, móveis, integrados e imóveis, distribuídos em todo o território e sob a responsabilidade de diversas entidades, como instituições públicas, empresas, organizações não-governamentais e indivíduos. Os pesquisadores, são vinculados ao LACONPRE e ao Museu de História Natural e Jardim Botânico (MHNJB) da UFMG. A pesquisa utilizará o acervo do MHNJB e sítios arqueológicos em Minas Gerais, como o Grande Abrigo de Santana do Riacho (Figura 7) e a exposição “Diversidade em contextos arqueológicos indígenas de Minas Gerais ao longo dos últimos 14 mil anos” do MHNJB.

O “Grande Abrigo de Santana do Riacho” é um dos mais relevantes sítios arqueológicos do

Brasil, situado na Serra do Cipó, em Minas Gerais. Descoberto pela Missão Arqueológica Francesa em 1976, liderada por Annette-Emperaire e André Prous, o local foi encontrado em estado intacto. As escavações realizadas entre 1976 e 1979, com continuidade nas pesquisas de campo a partir de 1985, envolveram diversas áreas do conhecimento, contribuindo significativamente para o entendimento do território e sua ocupação histórica. Esse sítio abriga uma diversidade notável de grafismos rupestres, com uma ampla variedade de cores, formas e sobreposições, o que foi fundamental para estabelecer cronologias relativas. No sítio, foram encontrados mais de 40 enterramentos de indígenas, variando em idade e acompanhados de diferentes itens funerários. A exposição permanente “Diversidade em contextos arqueológicos indígenas de Minas Gerais ao longo dos últimos 14 mil anos” no MHNJB-UFMG, inaugurada em 2019, apresenta réplicas e materiais originais do sítio, destacando a Serra do Cipó e Lagoa Santa. A variedade de materiais arqueológicos, incluindo cerâmicas, artefatos de madeira, e instrumentos de pedra, torna o sítio um alvo ideal para estratégias de registro avançadas como fotogrametria e prototipagem 3D, ampliando seu potencial para pesquisa, ensino e extensão (Gonçalves; Panachuk; Hardy, 2023).

FIGURA 7 | Grande Abrigo de Santana do Riacho / MG — Etapas do processamento fotogramétrico

FONTE: AUTORES.



PROJETO “PROTOCOLOS DE GESTÃO DE RISCOS AO PATRIMÔNIO CULTURAL: DOCUMENTAÇÃO CIENTÍFICA E MONITORAMENTO UTILIZANDO MAPAS DE DANOS POR HBIM”

O desenvolvimento de metodologias analíticas precisas, juntamente com a sistematização de dados verificáveis, busca elevar a qualidade técnica necessária para a execução de projetos de intervenção, gerenciamento de riscos e programas de manutenção. Esse esforço visa diminuir a frequência de ciclos de restauração subsequentes, impactando positivamente os gastos públicos e promovendo a preservação das características autênticas dos edifícios históricos, particularmente mitigando os efeitos da deterioração.

O projeto “Protocolos de gestão de riscos ao patrimônio cultural: documentação científica e monitoramento utilizando Mapas de Danos por

HBIM”, é coordenado pela Profa. Yacy Ara Froner Gonçalves e financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). O projeto compartilha recursos com o projeto de pesquisa “Técnicas de reconstrução tridimensional, realidade virtual e prototipagem aplicadas à preservação do Patrimônio Cultural”, coordenado pelo Prof. Willi de Barros Gonçalves e financiado pela Fundação de Apoio à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG).

O projeto visa desenvolver protocolos para a gestão eficaz de riscos em edifícios históricos, com foco em elementos de pedra decorativos integrados à construção. Essa iniciativa busca formular uma metodologia sistemática para documentar processos de degradação ao longo do tempo, integrada a plataformas digitais. Essa abordagem facilita o monitoramento contínuo do estado

FIGURA 8 | Igreja de São Francisco de Assis, Ouro Preto/MG – Nuvem de pontos gerada após processamento das imagens capturadas por aeronave remotamente pilotada. FONTE: AUTORES.



de conservação de bens patrimoniais de pedra, proporcionando suporte valioso para projetos de intervenção e programas de manutenção a longo prazo, permitindo a obtenção de documentação analítica de alta qualidade, abrangendo o registro sistemático de informações em diversos níveis, incluindo protocolos de avaliação, identificação de materiais e técnicas de construção, bem como o mapeamento de danos e riscos.

O estudo de caso escolhido foi o frontispício da Igreja de São Francisco de Assis em Ouro Preto, Brasil (Figura 7). Esta igreja foi um dos primeiros bens arquitetônicos protegidos pela legislação nacional, através de sua inscrição no Livro de Belas Artes do Instituto do Patrimônio Histórico

e Artístico Nacional (IPHAN), em 1938. Em 1980, foi incluída na Lista do Patrimônio Mundial da UNESCO, aumentando sua importância. Este artigo apresenta o método utilizado para coletar dados sobre os relevos em pedra da fachada da igreja. Na coleta de dados foram utilizadas técnicas de fotografia, aerofotogrametria, fotografia de fluorescência ultravioleta, varredura a laser móvel e termografia. Os dados serão usados para desenvolver um modelo diagnóstico em HBIM para a fachada, fornecendo um mapa de danos do estado atual do frontispício. Essa etapa, programada para 2024, ocorrerá após a definição de uma terminologia proposta para formas de deterioração da pedra em monumentos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de tecnologias avançadas, como a fotogrametria e a termografia, aliadas a metodologias de modelagem da informação de edificações históricas, tem se tornado essencial na inspeção e identificação de danos em bens culturais. A integração de dados digitais para a gestão de riscos em edifícios históricos mostra a importância de uma metodologia sistemática de documentação científica dos processos de degradação, promovendo o monitoramento contínuo do estado de conservação e oferecendo suporte valioso para projetos de intervenção e programas de manutenção de longo prazo. Estudos em sítios arqueológicos também podem se beneficiar significativamente dessas. A apresentação de materiais arqueológicos em exposições permanentes exemplifica como a documentação avançada pode ser utilizada não apenas para pesquisa, mas também para ensino e extensão, ampliando o acesso e a compreensão do público sobre o patrimônio arqueológico.

As iniciativas apresentadas neste artigo sublinham a necessidade de metodologias padronizadas e integradas para a documentação e conservação do patrimônio cultural. A aplicação de tecnologias avançadas não só melhora a precisão dos diagnósticos, mas também facilita a criação de modelos digitais que podem ser utilizados para

monitoramento contínuo e planejamento de intervenções futuras. As estratégias de conservação preventiva, fundamentadas em dados robustos e análise detalhada, são fundamentais para a preservação eficaz e sustentável do patrimônio cultural.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Superintendência do IPHAN em Minas Gerais, ao Escritório Técnico do IPHAN em Congonhas, à equipe da diretoria de Patrimônio da Prefeitura de Congonhas/MG, à Universidade Federal de Minas Gerais, ao Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento do projeto de pesquisa CSA APQ 03218-17. Agradecem também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto de pesquisa 405146/2021-3 e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio aos projetos e aos bolsistas vinculados a este trabalho, bem como pelo suporte ao Instituto Nacional de Pesquisa em História Natural, Patrimônio Cultural, Artes, Sustentabilidade e Território (IN2PAST.BR).

REFERÊNCIAS

- DANG, Xinyuan *et al.* *Digital twin applications on cultural world heritage sites in China: A state-of-the-art overview.* Journal of Cultural Heritage, V. 64, 2024, p. 228-243. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.culher.2023.10.005>. Acesso em: 28 mai. 2024.
- FRONER, Yacy Ara *et al.* *Mudanças climáticas, riscos ao patrimônio cultural e ambiental, políticas públicas e o papel das redes colaborativas: um olhar sobre o panorama brasileiro contemporâneo.* Patrimônio e memória (UNESP), v. 17, 2021, p. 124-151.
- GONÇALVES, Willi de Barros. *Diagnóstico de condições de conservação de coleções: considerações para desenvolvimento de Protocolos de Acreditação de instituições museais no cenário brasileiro.* Patrimônio e memória (UNESP), v. 16, 2020, p. 389-412.
- GONÇALVES, Willi de Barros. *Edifícios que abrigam coleções.* Belo Horizonte: LACICOR-EBA-UFMG, 2008. Projeto: Conservação preventiva: avaliação e diagnóstico de coleções. Programa de Cooperação Técnica: IPHAN/UFMG. (Tópicos em conservação preventiva — caderno 6).
- GONÇALVES, Willi de Barros. *Interfaces e conflitos entre o conforto ambiental humano e a conservação preventiva do acervo em edifícios que abrigam coleções.* Museologia e Patrimônio, v. 9, 2016, p. 10-27.
- 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.* Belo Horizonte, 2013. Tese (Doutorado em Artes). Escola de Belas Artes, Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/JSSS-9GRH79>. Acesso em: 14 jan. 2024.
- GONÇALVES, Willi de Barros. O papel dos edifícios e seus sistemas na conservação preventiva de bens culturais. Considerações para elaboração de protocolos de diagnóstico e certificação. In: 50 ENANPARQ — Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Salvador. Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo Salvador: FAUFBA, v. 4, 2018.

- GONÇALVES, Willi de Barros; FERREIRA, Bárbara Carvalho. Parâmetros para a avaliação do gerenciamento ambiental em edifícios que abrigam coleções. In: *Simpósio Científico Icomos Brasil 2018*, Anais [...]: Belo Horizonte:UFMG, 2018, p. 7220-7247.
- GONÇALVES, Willi de Barros; PABNACHUK, Lilian; HARDY, Tiago de Castro. *Técnicas de reconstrução tridimensional, realidade virtual e prototipagem aplicadas à preservação do patrimônio arqueológico*. 6º Simpósio Científico do ICOMOS. ICOMOS, 2023. (No prelo).
- GONÇALVES, Willi de Barros; SOUZA, Luiz Antônio Cruz. Potencial de uso de ventilação natural ou forçada na conservação preventiva de bens culturais móveis — estudo de caso. In: *XII encontro nacional e VIII encontro latino-americano de conforto no ambiente construído*, 2013, Brasília. Anais do XII ENCAC / VI ELACAC. Brasília: ANTAC, v. 1, 2013, p. 925-934.
- GONÇALVES, Willi de Barros; SOUZA, Luiz Antônio Cruz. *Considerations on air conditioning systems used in environmental management of collections, aiming their preventive conservation*. Anais do Museu Histórico Nacional, v. XLVI, 2014a, p. 109-123.
- GONÇALVES, Willi de Barros; SOUZA, Luiz Antônio Cruz. *O debate contemporâneo sobre as interfaces transdisciplinares de dois campos de conhecimento em consolidação: a Ciência da Sustentabilidade e a Ciência do Patrimônio*. PÓS: Revista do Programa de Pós-graduação em Artes da EBA/UFMG, v. 4, n. 7, 2014b, p. 84-102.
- GONÇALVES, Willi de Barros; SOUZA, Luiz Antônio Cruz. Gerenciamento ambiental de exposições temporárias: a experiência do Laboratório de Ciência da Conservação do CECOR/UFMG. In: *5º. Seminário Internacional Museografia e Arquitetura de Museus*, 2016, Rio de Janeiro. *Museografia e Arquitetura de Museus. Fotografia e Memória*. Rio de Janeiro: Rio Books, v. 1, 2016, p. 1-11.
- HARDY, Tiago de Castro. *Sistematização de documentação arquitetônica a partir de nuvem de pontos obtidas por aeronaves remotamente pilotadas e scanner a laser*. Belo Horizonte, 2022a. Proposta de Pesquisa de Doutorado apresentado ao Programa em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável. Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais.

HARDY, Tiago de Castro. *O uso de aeronaves remotamente pilotadas em protocolos de monitoramento, diagnóstico e documentação científica para conservação do patrimônio cultural arquitetônico*. Belo Horizonte, 2022b. Dissertação de Mestrado (Programa em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável). Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais.

KIOUSSI, A. *et al.* *Integrated documentation protocols enabling decision making in cultural heritage protection*. Journal of Cultural Heritage, february 2013, p. e141-e146.

MISHRA, Maynkan; LOURENÇO, Paulo B. *Artificial intelligence-assisted visual inspection for cultural heritage: State-of-the-art review*. Journal of Cultural Heritage, V. 66, 2024, p. 536-550. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.culher.2024.01.005>. Acesso em: 28 mai. 2024.

A digitalização como estratégia de preservação e ampliação ao acesso ao patrimônio cultural

MARCOS JOSÉ DE ARAÚJO PINHEIRO

Casa de Oswaldo Cruz (Fiocruz)

MARCUS VINÍCIUS PEREIRA-SILVA

Casa de Oswaldo Cruz (Fiocruz)

RODRIGO GOMES FERRARI CESAR

Vice-Presidência de Educação, Informação e Comunicação (Fiocruz)

INTRODUÇÃO

Um dos objetivos centrais deste artigo é o de ampliar o debate sobre a digitalização de acervos e seus desafios como estratégia estruturante para a ampliação ao acesso e como processo indutor à organização, tratamento e conservação de bens culturais a partir das experiências ocorridas na Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). Essas são tratadas tanto em sua fase inicial, caracterizada por ações isoladas e descontínuas, como a partir da aprovação institucional da política de preservação e da implementação do Preservo — Complexo de Acervos da Fiocruz, como uma ação sistêmica e planejada. Ainda que esta segunda fase esteja em curso, ela nos permite reflexões relevantes para a área do patrimônio cultural quanto aos investimentos e estratégias necessárias à sua implantação e aos resultados diretos e indiretos observados.

O ambiente digital e sua relação com o patrimônio cultural passaram dos debates e das projeções de cenários futuros abundantes ao final do século XX à realidade contemporânea, principalmente a partir da pandemia de Covid-19, que veio a acelerar por vários motivos uma tendência mundial que já era identificada. Não à toa, diversos órgãos e instituições públicas, privadas e não governamentais nacionais e internacionais têm se dedicado a prover de orientações às instituições de pesquisa, ensino e de memória sobre como lidar com os patrimônios digitais, sejam eles resultantes

de processos de digitalização ou produzidos em sua origem como documentos digitais. Em especial, destacam-se órgãos como a UNESCO e as instituições com as quais mantém relações formais na área do patrimônio cultural como o *International Council of Museums (ICOM)*, *International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property (ICCROM)*, *International Council on Archives (ICA)*, *International Federation of Library Associations and Institutions (IFLA)*, dentre outras.

De acordo com as diretrizes da IFLA, além da preservação, as outras duas principais razões para a digitalização seriam o “acesso aprimorado” e “facilitar novas formas de acesso” (IFLA, 2002, p. 11). Segundo a IFLA, um aumento no acesso a um acervo amplia a comunidade que o utiliza e, conseqüentemente, as necessidades desse acervo de satisfazer uma população maior com exigências mais diversas. Aprimorar o acesso pode ajudar na unificação remota do acesso a acervos dispersos em diferentes instituições, democratizando-os para usos como pesquisa e educação.

A digitalização permite, ainda, que se tenha acesso a itens que só poderiam ser consultados fisicamente sob o risco de serem danificados (ao serem transportados ou manuseados, por exemplo), como manuscritos, mapas, artefatos museológicos e arqueológicos e livros raros. Além disso, documentos digitalizados permitem buscas em seu conteúdo, sendo fontes para a produção

de conhecimento e agregam valor ao material de origem. Essa é, aliás, uma das recomendações da IFLA que recomenda “pesquisa de texto completo”, “quando possível e apropriado” (IFLA, 2014, p. 17). A mesma IFLA considera que um dos objetivos de uma biblioteca digital é permitir que os usuários recuperem e explorem seus recursos (IFLA, 2022, p. 1).

As diretrizes técnicas para digitalização de materiais de patrimônio cultural do *International Council on Archives (ICA)* apontam para a necessidade de se utilizar metadados descritivos, técnicos, dentre outros “para uma recuperação mais precisa” alertando que, dependendo do nível de precisão, isso nem sempre é prático (FADGI, 2023, p. 89). O uso de metadados contribui para a presunção de autenticidade dos representantes digitais, ou seja, para manter a qualidade do representante, ser exatamente aquele que foi produzido, sem modificação, corrompimento e adulteração (Conarq, 2012) e para sua descrição e contextualização.

Em 2021, com o objetivo de desenvolver uma proposta para o programa *Sustaining Digital Heritage* (Sustentando o Patrimônio Digital, em tradução livre), o ICCROM entrevistou mais de trinta profissionais do patrimônio de todo o mundo. A enquete identificou que a principal razão para se “embarcar na esfera digital” é tornar o patrimônio digital acessível e utilizável, isto é, garantir que ele esteja disponível ao público. O mais importante, segundo o relatório “*The Digital Imperative*:

Envisioning The Path To Sustaining Our Collective Digital Heritage”, é “tornar os materiais facilmente acessíveis”. Alguns entrevistados observaram que não basta apenas colocar online o conteúdo digital, ainda que por sistemas interoperáveis e em acesso aberto. A “*findability*” (capacidade de localização, em tradução livre) é uma questão crítica, onde a experiência do usuário, particularmente a capacidade dos usuários de pesquisar, navegar e descobrir conteúdo digital em grandes repositórios, é um ponto crítico (ICGROM, 2021, p. 16-17).

PRESERVAR PARA ACESSAR

O patrimônio digital ou patrimônio cultural digital ocupa há duas décadas um lugar de destaque dentre os desafios contemporâneos e na reflexão imprescindível sobre o patrimônio cultural. Este possui sua compreensão como objeto de constantes atualizações, disputas e desafios, como assim o foi quanto aos monumentos, ao colecionismo, a uma controversa dicotomia entre bem cultural imaterial e material, à atribuição de valor e a desafios emergentes como aqueles que se interpõem pelas mudanças climáticas.

O debate sobre o patrimônio digital se intensifica ao contemplarmos os acervos produzidos em sua origem em meio digital, usualmente conhecidos como nato-digitais, mas não menos quanto aqueles que derivam a partir da digitalização ou

transformação para o ambiente digital de um acervo em suporte físico, chamados mais corriqueiramente como representantes digitais. Entretanto, as definições, conceitos e princípios sobre o que se tratam esses bens culturais são recentes e se transformam na mesma velocidade em que se produzem.

Como referência, podemos tomar como ponto de partida as recomendações dadas pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) e pelos conselhos e comitês internacionais que tratam do patrimônio cultural. Quanto à UNESCO, em sua 31^a Conferência Geral^{1,2}, realizada na cidade de Paris em 2001, foi aprovada a Resolução 34 que chamava a atenção sobre a crescente produção de acervo digital e o perigo posto quanto à constituição de uma memória digital que por motivos tais como obsolescências de *software*, *hardware* e a falta de orientações técnicas colocava a humanidade frente a um cenário de amnésia e lapsos coletivos.

Seguindo a orientação dada nessa Conferência, foi aprovada em 17 de outubro de 2003, durante a realização da 32^a sessão da Conferência Geral da UNESCO, a Carta de Preservação do Patrimônio Digital. Essa Carta traz uma série de princípios relevantes para o objeto em foco, embora se constitua para a UNESCO como instrumento de igual valor a de uma Declaração, tratando-se, portanto, de um texto normativo não vinculante, ou seja, não obrigatório aos Estados Partes. Ela é inovadora no cenário internacional ao reconhecer os

documentos e outros objetos digitais como patrimônio cultural digital, e ao refletir sobre eles e sobre os desafios postos.

Ao nosso trabalho é importante destacar dois artigos da Carta de Preservação do Patrimônio Digital. O primeiro se refere ao Artigo 1 que trata do objeto da Carta, o patrimônio digital, e assim o define:

O patrimônio digital é composto por recursos únicos de conhecimento e expressão humana. Abrange recursos culturais, educacionais, científicos e administrativos, bem como informações técnicas, jurídicas, médicas e outros tipos de informações criadas digitalmente ou **convertidas em forma digital a partir de recursos analógicos existentes** (UNESCO, 2009, p. 01, grifo nosso, tradução livre)³.

O segundo se refere ao Artigo 2 que trata do acesso ao patrimônio digital:

O objetivo da conservação⁴ do patrimônio digital é garantir que ele permaneça acessível ao público. Dessa forma, o acesso a materiais do patrimônio digital, especialmente aqueles de domínio público, deve ser livre de restrições não razoáveis. Ao mesmo tempo, as informações confidenciais e pessoais devem ser protegidas contra qualquer forma de intrusão. Os Estados Membros devem cooperar com organizações e instituições relevantes para incentivar um ambiente legal e prático que maximize a acessibilidade do patrimônio digital [...] (UNESCO, 2009, grifo nosso, tradução livre)⁵.

O Artigo 1 nos é importante por definir o patrimônio digital como oriundo tanto por objetos criados digitalmente, como também por aqueles que são originários a partir de conversões em formato digital a partir de recursos analógicos ou físicos existentes. Essa definição é importante ao nosso trabalho porque iremos nos deter à análise do patrimônio digital oriundo da digitalização, também chamados neste trabalho de representantes digitais, de sua contribuição à preservação ao acervo em seu suporte original e à ampliação ao acesso, e de seus desafios.

Quanto ao Artigo 2, esse destaca que a função primordial da conservação do patrimônio digital é garantir que ele permaneça acessível ao público. Tal como apontam Coelho e Pinheiro (2017) e esclarecido em nota as diferenças de concepção pelas línguas de matriz anglo-saxônica e latinas, para nós latinos a preservação é uma ação que compreende para além da conservação a restauração, e para muitos também a gestão, ou as atividades de identificação, catalogação, descrição⁶. Não foge ao cerne do Artigo 2, portanto, dizer que assim como a conservação, a preservação tem como sua função primordial garantir o acesso do patrimônio digital ao público. Esta diretriz pode ser entendida para além do seu escopo como inflexão e como uma necessária reflexão posta no âmbito mais geral do patrimônio cultural. E qual seria essa inflexão no ordenamento ou no consenso, até então, de muitos profissionais atuantes nesta área? O do primado do

acesso e não da preservação do acervo. Talvez uma das contribuições que o patrimônio digital venha a dar à área do patrimônio cultural, seja a de rever os valores e os pesos dados ao acesso e à preservação.

Não é raro, e podemos dizer até mesmo usual, observarmos profissionais envolvidos na guarda e na conservação de acervos culturais compreenderem a preservação como o fim ou a essência de todos os processos na área do patrimônio cultural. Em debate recente sobre preservação e acesso na Fiocruz, pudemos testemunhar a argumentação sobre o primado da preservação a partir da tese de haver patrimônios que devem ser preservados e não serão acessados por questões diversas, e, portanto, o que por si definiria a importância primeira e incontestável da preservação e subsequente hierarquização de prioridade e finalidade dessa quando comparada com o acesso.

Essa discussão nos remete à reflexão primordial a que devemos nos debruçar e que é central para nossa compreensão sobre o patrimônio cultural que é a sua relação com o valor e sua atribuição. Como afirmado por diversos autores, o patrimônio cultural é fruto de valores socialmente construídos nas diferentes esferas da ação e do cotidiano humano e que conjuntamente com o seu complexo processo de atribuição, devem ser entendidos como categoria chave a uma perspectiva mais contemporânea e abrangente sobre a noção de patrimônio cultural (Coelho *et al.*, 2023; Fonseca, 2005; Pinheiro, Nascimento Jr., 2020).

Para melhor apreensão recorremos a textos referenciais ao campo, dos historiadores Márcia Chuva (2011) e Ulpiano Bezerra de Menezes (1996):

Os valores identificados nos bens culturais, visando a sua patrimonialização, são atribuídos pelos homens e, portanto, não são permanentes, tampouco são intrínsecos aos objetos ou bens de qualquer natureza. Logo, os processos de patrimonialização de qualquer tipo de bem cultural de qualquer natureza devem colocar em destaque os sentidos e os significados atribuídos ao bem pelos grupos de identidade relacionados a ele [...]

Os sujeitos produtores de sentidos são vários, diferenciados e deveriam ser confrontados em fóruns de discussão. Nas ações de proteção e salvaguarda, os sujeitos a que nos referimos são aqueles cujas relações estabelecidas com os bens culturais os tornam constituintes e constituídos por tais bens, numa dialética construção de identidades por meio de elos comuns ao grupo (Chuva, 2011, p. 163).

Dissemos que o universo da cultura é o universo da escolha, da opção e, portanto, do sentido, do valor. Mas conviria observar que os valores que qualificam os objetos, práticas e ideias não são imanentes, não surgem a partir desses mesmos objetos, práticas e ideias. Aquilo, por exemplo, que chamamos de bens culturais não tem em si sua própria identidade, mas a identidade que os grupos sociais lhe impõem. Assim, para falar da arte – que é um campo que não esgota a cultura,

mas permite compreendê-la em aspectos cruciais –, pode-se afirmar, por exemplo, que não existem valores estéticos universais e permanentes (Meneses, 1996, p. 93).

A compreensão contemporânea de um bem cultural é a de ser uma construção social resultante a priori do processo de valoração, e desse ser em sua essência subjetivo e volátil, dado que o valor não é uma característica inerente ao bem, e sim o resultado em constante mutação de atribuição de signos, significados e sentidos dados por grupos sociais que se transformam em função do tempo e lugar. Essa concepção nem sempre foi a preponderante, visto a que se consagrou na constituição dos estados nacionais a partir do século XVIII, com eleição de símbolos comuns necessários à constituição de uma identidade dita nacional, ou a ideia de valores universais⁷, ou ainda aquela preponderante na trajetória inicial do patrimônio cultural no Brasil que se fez reconhecida como de pedra e cal, privilegiando a arquitetura colonial e moderna em detrimento de outras representações. Mas o patrimônio cultural e sua concepção se transformam dado que são objetos de amplos debates que abarcam diversas áreas do conhecimento humano, havendo atualmente o consenso amplo entre os estudiosos e profissionais da área de que o valor e sua atribuição é que dão sentido e significado a algo ter representatividade social e ser compreendido e apreendido como um patrimônio cultural.

Considerando o reconhecimento de uma diversidade de tipos de valores além dos iniciais valores nacional, histórico e artístico; do valor não ser algo intrínseco ao bem; de que essa atribuição de valor não deve ser exclusiva de especialistas, precisando considerar aqueles que usufruem do patrimônio cultural ou com ele mantêm relações diversas (Pinheiro; Nascimento Jr., 2020), entendemos não ser possível estabelecer esse montante de relações sem a possibilidade de fruição ou de acesso ao bem cultural por aqueles que lhe atribuem sentidos e significados. A relação que se estabelece entre o patrimônio cultural, indivíduos e sociedade é dialógica. Desse modo, uma pergunta se coloca como primordial para reflexão. É sobre quem atribuiu os valores para reconhecimento de um patrimônio cultural ou como esses podem ser atualizados quando nos referimos a aqueles bens culturais, os quais segundo o imaginário de alguns especialistas da área do patrimônio cultural, não seriam objeto de acesso, tão-somente de preservação? Estamos para esta categoria de bens culturais entendendo-a como possuidora de valores imanentes e permanentes, e, portanto, a sua fruição ou acesso seriam secundários?

Posta a necessidade de uma reflexão crítica na área do patrimônio cultural tal como apontamos, para este trabalho entendemos ser relevante se não a assunção do acesso como *leitmotiv*, no mínimo a não hierarquização entre acesso e preservação, entendendo que para garantirmos o acesso de um

acervo em condições tais, há de se garantir também a sua preservação.

A digitalização de arquivos, livros, artefatos museológicos já se mostrava antes da pandemia de Covid-19 como uma demanda em crescente ascensão, e por conseguinte a disponibilização destes objetos digitais, ou como definido pela Carta da UNESCO, desses patrimônios digitais, apresentava algumas vantagens e desafios. A possibilidade de dar acesso a um bem cultural sem a necessidade de expô-lo a riscos decorrentes do seu manuseio, transporte ou por ele estar fora das condições habituais de guarda, mostrava-se sedutor e estratégico, assim como o aumento em escalas ainda não imaginadas de consultas e visualizações vislumbrava-se como contribuição sobremaneira a sua valorização. Preservação, valorização e ampliação ao acesso sendo beneficiados claramente pela adoção da digitalização de bens culturais. Entretanto diversos desafios se fizeram presentes, tais como a necessidade de bases de dados, e depois que essas fossem interoperáveis, e o acesso a longo prazo com a presunção da garantia de continuidade, existência, fidedignidade, singularidade e integridade, tanto dos documentos nato digitais quanto dos representantes digitais. Era necessário o estabelecimento de orientações, padrões e normas para o processo de digitalização e para a preservação digital. A crise sanitária mundial ampliou exponencialmente esta demanda, e acelerou um processo que estava em curso.

Pretendemos não só apresentar esse conjunto de benefícios e desafios inerentes ao processo de digitalização à luz da experiência ocorrida na Fiocruz, mas apresentar o programa de digitalização como impulsionador ou deflagrador de diversos outros processos necessários à preservação e acesso do patrimônio cultural, dado que a digitalização não pode ser entendida apenas como o ato de produção de um representante digital a partir de um bem cultural que originalmente está num suporte físico. Antes deste ato, há de se garantir atividades prévias que vão desde a identificação, recolhimento e incorporação, passando pelo tratamento técnico, conservação e restauração, e posteriormente ao ato de digitalização segundo orientações definidas, a inserção dos objetos digitais em bases de dados ou sistemas, com seus respectivos metadados necessários e observando a legislação vigente de direitos autorais e de direito personalíssimo e questões éticas, bem como o direito constitucional à informação e à cultura, a uma posterior preservação digital e recuperação.

BREVE HISTÓRICO DA FORMAÇÃO DOS ACERVOS NA FIOCRUZ

A Fiocruz é uma instituição pública ligada ao Ministério da Saúde do Brasil e tem como missão promover a saúde e o desenvolvimento social, gerar e difundir conhecimento científico e tecnológico e

ser um agente da cidadania. Desde sua origem, em 1900, como Instituto Soroterápico Federal⁸, posteriormente chamado de Instituto Oswaldo Cruz, a Fiocruz produz e incorpora diferentes acervos culturais a partir dos seus processos de pesquisa, ensino e produção que se constituem, tanto individualmente quanto em conjunto, como relevante patrimônio cultural das ciências e da saúde e como fontes de pesquisa em diversas áreas do conhecimento. Constituem esse patrimônio cultural os acervos arquivístico; bibliográfico; museológico; arquitetônico, urbanístico e arqueológico; e as coleções biológicas. Mais recentemente, a Fundação está constituindo um acervo composto por dados para pesquisa e outro formado por material humano e não-humano (vírus).

Desde o início do Instituto Soroterápico Federal, sua biblioteca adquiriu diversos livros e periódicos nacionais e estrangeiros. Com a expansão desse acervo, foi necessário a construção de um barracão, em 1903, para abrigar os documentos e para ser sala de leitura e de reuniões dos pesquisadores (Aragão, 1950). Inspirado nos museus de instituições de pesquisas europeias, Oswaldo Cruz, no cargo de diretor do Instituto, planejou um museu composto por coleções biológicas de acesso restrito aos pesquisadores e visitantes ilustres.

Entre 1903 e 1909, Oswaldo Cruz assumiu o cargo de diretor da Diretoria Geral de Saúde Pública do Brasil, equivalente ao cargo atual de Ministro da Saúde, concomitantemente com o

cargo diretor do Instituto. A acumulação de capital político por parte de Oswaldo Cruz, proporcionou certa autonomia financeira e as sobras da Diretoria permitiram a construção de algumas emblemáticas edificações, que hoje conformam o Núcleo Arquitetônico Histórico de Manguinhos (Nahm) (Benchimol; Teixeira, 1993; Pereira-Silva, 2021).

Entre as novas construções, destaca-se o Pavilhão Mourisco, popularmente chamado de Castelo Mourisco. Concluído em 1918, além dos laboratórios de pesquisa e outras instalações, o Castelo abrigou a biblioteca do Instituto que passou a ocupar todo o terceiro andar. As coleções biológicas também foram transferidas para o novo edifício e foi criado o Museu de Anatomia Patológica, com amostras de anatomia patológica, parasitologia, micologia e entomologia (Bevilacqua, 2018). Além do Castelo Mourisco, foram construídos nas primeiras décadas do século 20, o Pavilhão do Relógio e a Cavalaria — os três tombados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan) — o Quinino, a Casa de Chá, o Hospital Evandro Chagas, o Pombal e o Pavilhão Vacínico. Também data do início da Fiocruz, a criação do Museu Oswaldo Cruz após a morte de Oswaldo Cruz, em 1917. O Museu manteve a sala de trabalho de Oswaldo Cruz intacta e começou a ser formada uma coleção de objetos pessoais e de trabalhos, documentos, livros e fotografias (Bevilacqua, 2018).

Nas primeiras décadas do Instituto, destacam-se também diversas iniciativas de fotografar

as atividades desenvolvidas na instituição. Oswaldo Cruz era um entusiasta da fotografia e, além de atuar como fotógrafo, contratou fotógrafos profissionais para registrar o trabalho que estava sendo desenvolvido no IOC, entre eles Joaquim Pinto da Silva, comumente reconhecido como J. Pinto (Santos; Vieira; Lourenço, 2023). Parte desse acervo fotográfico integra, hoje, diferentes fundos arquivísticos sob guarda da Casa de Oswaldo Cruz. Alguns deles, reconhecidos pelo Programa Memória do Mundo da UNESCO, como os negativos de vidro do Fundo do Instituto Oswaldo Cruz (IOC) e o Arquivo Fotográfico da Fundação Rockefeller no Brasil (1930-1940).

Em 1970, durante a ditadura civil-militar brasileira, o IOC passou a integrar, junto com institutos ligados ao Ministério da Saúde, a recém-criada Fundação Instituto Oswaldo Cruz — posteriormente chamada de Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) por meio do Decreto de nº 66.624 de 22 de maio de 1970. Essa nova conformação ocasionou maior diversificação das áreas de atuação da Fiocruz e foi aprovada o primeiro estatuto da Fundação em agosto de 1970.

Durante a gestão de Vinícius da Fonseca na presidência da Fiocruz (1975-1979) ocorreram diversas ações para reestruturação da Fiocruz, como a estratégia de “repovoamento intelectual de Manguinhos”. Vinícius da Fonseca conseguiu admitir alguns pesquisadores, apesar da restrição de contratação por parte do regime ditatorial do

governo federal por questões político-ideológicas, entre eles Sergio Arouca⁹ — médico-sanitarista ligado ao movimento de esquerda e um dos personagens centrais da história contemporânea da Fiocruz e do campo da saúde pública (Azevedo, 2000).

Na gestão de Arouca foi criado o atual modelo de gestão participativa e algumas unidades científicas, técnico administrativas e de apoio, entre elas: a Casa de Oswaldo Cruz (COC), voltada para história da ciência e saúde no Brasil, valorização da memória e preservação do patrimônio cultural da Fiocruz e do campo da saúde, e a Superintendência de Informação Científica, atual Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (Icict). Atualmente, a COC é responsável pela preservação e promoção do acesso ao acervo arquivístico, museológico, arquitetônico, urbanístico e arqueológico, bem como parte do acervo bibliográfico, referente à história das ciências e da saúde, e à divulgação científica. Já o Icict coordena a Rede de Bibliotecas da Fiocruz e é responsável por um acervo de obras raras e especiais e outro composto por documentos arquivísticos audiovisuais. Ao criar essas instâncias, a Fiocruz reforçou a importância das ações de preservação e acesso ao patrimônio cultural para a instituição. O modelo de gestão instituído durante a presidência de Arouca introduziu, em 1988, os Congressos Internos como um importante dispositivo de deliberação sobre os assuntos estratégicos da Fiocruz. Eles têm a participação de delegados

eleitos pelas diferentes unidades que discutem e formulam proposições referentes ao projeto institucional (Pereira-Silva, 2021). Ao longo de quase quatro décadas, questões relacionadas à gestão, preservação e promoção do acesso ao patrimônio cultural da Fiocruz foram colocadas nas diversas edições do Congresso Interno.

No primeiro Congresso Interno, por exemplo, entre diversas proposições a Fiocruz (1988) aprovou a necessidade de implementar e normatizar um sistema de bibliotecas, traçar diretrizes de uma Política de Informação em C&T da Fiocruz, criar um Sistema Integrado de Arquivo, reafirmar o compromisso de restaurar e preservar os prédios históricos da fundação e garantir a preservação do acervo museológico e das coleções científicas.

Ao longo de mais de um século, os diferentes acervos da Fiocruz foram organizados de acordo com as teorias e práticas definidas pelas disciplinas que estavam situadas, como a Museologia, a Biblioteconomia, a Arquitetura e a Arquivologia, e as características das unidades responsáveis pela custódia. Nos primeiros anos do século 21 ganhou força, na Fiocruz, a compreensão de que os diversos acervos da Fiocruz deveriam fazer parte de um complexo integrado de acervos científicos e culturais da instituição que, em 2014, passou a ser denominado de Preservo — Complexo de Acervos da Fiocruz (Coelho *et al.*, 2023).

A institucionalização do Preservo ocorreu por meio da aprovação da Política de Preservação de Acervos Científicos e Culturais da Fiocruz, em 2018. O Preservo tem como objetivo principal estabelecer uma gestão integrada de seus acervos da Fiocruz e se constitui como uma rede que envolve a presidência, os institutos responsáveis pelos acervos, bem como as áreas de tecnologias da informação e de infraestrutura. O seu desenvolvimento e implantação engloba quatro dimensões: a) conceitual; b) processual ou de documentação normativa e de referência; c) preservação e acesso físico; d) preservação e acesso digital (Fiocruz, 2020). A seguir, são apresentadas algumas ações da dimensão de preservação e acesso digital.

PRIMEIRAS AÇÕES DE DIGITALIZAÇÃO DE ACERVOS NA FIOCRUZ

O desenvolvimento de novas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), em especial da internet e, mais recentemente, de buscadores (ex.: *Google, Bing, Yahoo*), de mídias sociais (ex.: *Instagram, TikTok, Facebook*), de inteligências artificiais, da computação em nuvem, da *big data* e da Internet das Coisas, alteraram a forma que parte da sociedade produz, organiza, busca e acessa informações e acervos culturais.

Nos últimos anos, também observamos maior incentivo, por parte do governo federal, de implementação de ações de transformação digital no serviço público brasileiro. Segundo as Estratégias e Governança do Digital do governo brasileiro, a transformação digital tem como objetivo “possibilitar que os usuários dos serviços públicos possam realizar suas demandas junto aos diversos órgãos da Administração Pública por canais digitais, de forma simplificada, segura, acessível e comprometida com a melhoria contínua da qualidade” (Brasil, 2024). Alinhada com as estratégias do governo federal e as novas demandas da sociedade, a Fiocruz, no seu 9º Congresso Interno afirma que:

[...] há uma defasagem quanto ao acompanhamento da transformação digital ocorrida no mundo, para as várias áreas tanto finalísticas quanto administrativas. O momento é de oportunidade para a atualização do desafio institucional, com foco na transformação digital, na revolução científica e tecnológica em curso, orientados pela preparação da instituição para enfrentar as mudanças no quadro demográfico e epidemiológico, pela preservação e avanço do SUS frente aos desafios atuais e do futuro e pelo fortalecimento da ciência, tecnologia e inovação a serviço da sociedade brasileira (Fiocruz, 2022, p. 25).

Dentre as ações previstas nos processos de transformação digital na Fiocruz, estão incluídas as atividades de acesso e preservação digital

desenvolvidas pelos acervos que compõem o Preservo. Nesse sentido, a digitalização e disponibilização de acervos em ambientes digitais se torna imperiosa.

Entende-se como digitalização o processo de conversão de documentos ou itens dos acervos em formato digital, que consiste em unidades de dados binários e com os quais os computadores criam, recebem, processam, transmitem e armazenam dados. A digitalização pode contribuir para ampliar o acesso e disseminação, bem como a difusão cultural, dos documentos ou itens dos acervos, possibilitar o intercâmbio de acervos e de instrumentos de pesquisa, promover a preservação e segurança dos documentos ou itens originais, uma vez que diminui seu manuseio (Conarq, 2010). A digitalização pode contribuir, portanto, para a ampliação do impacto e relevância social das instituições que possuem a custódia de acervos culturais, assim como torná-los mais disponíveis para acesso e aproximá-los da sociedade.

Ciente da importância da digitalização, a Fiocruz iniciou diversas ações antes mesmo da institucionalização do Preservo. Essas ações foram impulsionadas por diversos financiamentos externos e internos e pelo desenvolvimento e implementação de documentos normativos, esses já como partes constitutivas do Preservo, como o Manual de Digitalização de Acervos da Fiocruz, em 2019, e o Programa de Preservação Digital de Acervos da Fiocruz, em 2020.

Nas coleções biológicas, a primeira iniciativa de digitalização de forma organizada, mas ainda longe de ser uma estratégia institucional integrada, ocorreu a partir de 2006 com o tratamento e a digitalização de 90 mil lâminas histológicas pertencentes à Coleção de Febre Amarela por meio do edital do Programa de Apoio a Projetos de Preservação de Acervos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), e posteriormente organizadas em um banco de dados e disponibilizadas para pesquisadores¹⁰.

Em relação aos acervos bibliográficos, ocorreu em 2009, com patrocínio de uma empresa externa, um projeto de digitalização na COC de 20 obras raras e a restauração de 350 obras raras. O objetivo inicial do projeto foi dar acesso aos representantes digitais e, naquele momento, a digitalização e as atividades de preservação, incluindo a restauração e conservação, já foram entendidas como atividades complementares à finalidade de dar acesso. Como a unidade não possuía equipamentos necessários para digitalização, uma empresa foi contratada e foram instalados provisoriamente os equipamentos necessários para a captura de imagens dentro do espaço físico da Biblioteca de História das Ciências e da Saúde, da COC. Os itens digitalizados também eram disponibilizados através de uma tecnologia desenvolvida por uma empresa externa¹¹. A contratação externa para digitalização e disponibilização de obras raras e especiais também foi feita, na década de 1990,

pela Biblioteca de Manguinhos, responsável pela Seção de Obras Raras.

Inicialmente, a digitalização de acervos arquivísticos era realizada somente sob demanda dos usuários do Serviço de Arquivo Histórico do Departamento de Arquivo e Documentação da COC (SAH/DAD/COC). Em 2008, o DAD contratou uma empresa externa para digitalizar parte do seu acervo de história oral que estava armazenado em fita cassete. Naquele momento, o acervo foi migrado para HDs externos e para CDs. Em 2010, mais um projeto de digitalização foi realizado por uma empresa externa para digitalizar os negativos flexíveis do Fundo da Casa de Oswaldo Cruz. No mesmo ano, a COC foi contemplada em um edital externo para digitalizar o acervo de negativos de vidro do Fundo Instituto Oswaldo Cruz¹². Na mesma época, a migração de formatos de acervos audiovisuais para outros mais atuais, também era realizada pela VideoSaúde Distribuidora, vinculada ao Ictict.

O Serviço de Museologia do Museu da Vida, vinculado à COC e responsável pelo acervo museológico da Fiocruz, fotografava as peças sob sua custódia como parte do tratamento técnico e para compor a documentação museológica. No entanto, essas imagens não eram disponibilizadas para o público em geral. Na década de 2010, com objetivo de divulgar o acervo, o Museu da Vida lançou no seu site a página “Objeto em foco” para apresentar as imagens das peças acompanhadas de

informações técnicas, bem como sua história, os usos previstos ou adaptados e sua trajetória na Fiocruz antes de tornar-se acervo museológico¹³.

Por fim, mais recentemente, o Departamento de Patrimônio Histórico (DPH) da COC iniciou a aplicação da metodologia *Historic Building Information Modeling* (HBIM) para criar modelos em 3D dos edifícios históricos e apresentar detalhes e características da forma mais realista possível¹⁴, e a realização de ortofotogrametria das edificações do núcleo histórico com o uso de *laser scanner* que permite realizar levantamentos geométricos com o registro das medidas das edificações.

AÇÕES INTEGRADORAS DE PRESERVAÇÃO E ACESSO DIGITAL

No Preservo a dimensão da preservação e acesso digital é a que compreende além das orientações e referências para produção, preservação e acesso contínuo de acervos digitais, tanto os nato-digitais ou quanto os representantes digitais, a constituição de plataformas multiusuários de digitalização e a implementação de interoperabilidade entre os diferentes sistemas e bases de dados de acervos da instituição, encerrando o cerne deste artigo e a qual nos concentraremos.

Em 2010 a Fiocruz foi selecionada no edital do Programa de Apoio a Projetos de Preservação de Acervos do BNDES com recursos que permitiram a

aquisição de infraestruturas diversas para guarda de acervos tais como armários deslizantes, ultra freezers, sistemas de detecção, alarme e combate a incêndios, equipamentos para laboratórios de conservação e restauração de bens culturais, mas sobretudo de equipamentos para digitalização de acervos arquivísticos, bibliográficos, museológicos e de diferentes tipos de materiais biológicos. Esta aquisição só foi iniciada a partir de 2015, devido aos prazos administrativos de assinatura de contrato e por conta do recesso devido às eleições que ocorreram em 2014 no país. Esse atraso, no entanto, nos foi benéfico por permitir uma melhor organização entre os entes responsáveis tanto pelas especificações dos equipamentos como por poder constituir em 2014 um primeiro grupo de trabalho¹⁵ com o intuito de formular à época o que definimos com um Plano de Preservação Digital da Fiocruz. Esse Plano, integrado ao Preservo e à Política de Preservação, em nossa concepção, deveria prever ações destinadas a manter a integridade e o acesso aos acervos digitais ao longo do tempo com todas as suas características físicas, lógicas e conceituais, criando parâmetros para digitalização, estratégias para a conservação, subsídios para as plataformas e facilidade de acesso.

Havia o entendimento que, através do meio virtual, seria possível reagrupar os acervos que originalmente estavam reunidos, mas que, com o tempo, foram desassociados ao serem separados por categorias de acervos e destinados à custódia

de áreas especializadas. Como por exemplo os laboratórios, onde num único lugar eram armazenados e disponibilizados os livros e suas anotações, os documentos produzidos, as coleções biológicas, os mobiliários, os artefatos (microscópio e lâminas) e que hoje estão dispersos em diferentes unidades da Fiocruz, compondo diferentes acervos custodiados de acordo com sua categorização (arquivístico, bibliográfico, museológico, arquitetônico ou biológico) e, por conta disso, não podem ser recuperados de forma integrada. Era necessário, portanto, definir se teríamos um repositório único ou um sistema multiusuário que integrasse as diversas plataformas como às relativas ao acervo arquivístico (do Departamento de Arquivo e Documentação da COC); ao acervo bibliográfico (do Laboratório de Digitalização de Obras Raras do Ict) e ao acervo das coleções biológicas (do Instituto Oswaldo Cruz e de outros institutos da Fiocruz). Também por isso, esse GT contava com representantes da área de infraestrutura da instituição, para delineamento de um conjunto de equipamentos e serviços como sala cofre, *backup* e armazenamento e transmissão eficiente e segura de uma grande quantidade de dados.

Ao mesmo tempo, e principalmente dada a iminência de aquisição de equipamentos de digitalização de diferentes tipologias de acervos, deveria prever a normatização e orientação para a digitalização de acervos, a padronização de equipamentos e processos de digitalização, e a infraestrutura física

e lógica para armazenamento dos arquivos digitais gerados. À época, nossa preocupação era maior com os arquivos que seriam convertidos em forma digital a partir dos equipamentos a serem adquiridos do que com os nato-digitais, embora os entendêssemos como o próximo desafio a ser enfrentado.

Por isso, embora o GT buscasse avançar na criação de três documentos — captura digital; preservação digital e acesso —, optou-se pela priorização do relativo à captura digital, dado que havendo esse documento finalizado e aprovado institucionalmente, cessaria a criação de novos itens fora dos padrões¹⁶. É pertinente observar que uma das premissas para a preservação e acesso de patrimônios digitais é a de que tudo se inicia na produção desses acervos. Foram constituídos então dois subgrupos: um para dar início à definição de parâmetros e procedimentos para digitalização de acervos, e outro para dar continuidade à elaboração da política de preservação digital.

Em 2016 a primeira versão do manual (intitulada “Manual de captura digital: recomendações para digitalização”) foi concluída, mas só em 2019 é que foi publicado, com o título “Manual de digitalização”. O documento apresenta diretrizes sobre os processos de captura digital de imagens, metadados, identificador de representante digital, controle de qualidade, bem como acesso, preservação digital e terceirização de serviços. No ano anterior, havia sido aprovada e publicada a Política de Preservação dos Acervos

Científicos e Culturais da Fiocruz, que “define princípios, diretrizes, e objetivos que orientam as atividades de constituição, preservação, gestão integrada e acesso aos acervos científicos e culturais sob a guarda da Fiocruz” (Fiocruz, 2020a). Em 2020 ocorreu a primeira atualização da Política de Preservação dos Acervos Científicos e Culturais da Fiocruz, e fruto do trabalho do GT que vinha atuando desde 2014 foi concluído e publicado o Programa de Preservação Digital da Fiocruz (PPD) (Fiocruz, 2020b)

O PPD, agora parte integrante do Preservo e da Política de Preservação dos Acervos Científicos e Culturais da Fiocruz, estabelece as diretrizes para a constituição da infraestrutura física e lógica para o armazenamento e recuperação de documentos digitais, incluindo representantes digitais e nato-digitais, a longo prazo e de um sistema informatizado para preservação dos acervos digitais, assim como orienta que planos de preservação digital específicos para os diferentes acervos sejam implementados gradualmente.

No ano de 2020 foi também realizado o primeiro Seminário do Preservo resultando na publicação de seu primeiro relatório de atividades e na sua apresentação junto ao Conselho Deliberativo da Fiocruz (Fiocruz, 2021). Esse documento traz importantes informações sobre o desempenho das atividades institucionais com vista à preservação e ampliação ao acesso ao patrimônio digital, e que nos são importantes ao propósito deste artigo.

Nos últimos anos, as ações de digitalização foram impulsionadas pela publicação desses documentos normativos e pela captação de recursos externos através de editais, como o Edital Equipamentos Inova — Encomendas Estratégicas¹⁷, o Edital FAPERJ nº 44/2021 — Programa Apoio à Atualização e Manutenção de Acervos nas Instituições de Ensino Superior e Pesquisa Sediadas no Estado do Rio de Janeiro¹⁸, de um projeto apresentado à Vice-Presidência de Gestão e Desenvolvimento Institucional da Fiocruz, atualmente designada como Diretoria Executiva, além dos recursos do BNDES, conforme mencionado anteriormente.

Esses investimentos possibilitaram a compra de diversos equipamentos necessários para captura de imagens, como *scanners* planetários para digitalização de livros, folhetos ou documentos arquivísticos textuais e iconográficos; *scanners* 3D para digitalização de coleções biológicas e acervos museológicos, e câmeras digitais para digitalização de diversos documentos que compõem o acervo arquivístico e museológico. Além disso, os projetos possibilitaram a contratação de profissionais para o desenvolvimento das atividades. Desde então, houve aumento significativo da digitalização dos diferentes acervos que compõem o Preservo, bem como disponibilização dos representantes digitais nas respectivas plataformas de acesso, como a Base Arch¹⁹, o Catálogo Mourisco²⁰, o Site de Obras Raras²¹, o Repositório Institucional Arca²² e a Base Museu²³.

Os equipamentos de digitalização têm sido adquiridos e administrados como elementos constitutivos de plataformas multiusuários de digitalização, organizadas a partir das categorias dos acervos, ou seja, arquivísticos, bibliográficos, museológicos e biológicos²⁴, e visam no tempo a se integrarem à Rede de Plataformas Tecnológicas da Fiocruz (RPT)²⁵. Essa integração depende da maturidade de cada uma das plataformas, sendo que a de digitalização de coleções biológicas foi a primeira, considerando os diferentes equipamentos especializados para as coleções zoológicas e histopatológicas, e a referente ao acervo arquivístico mais recentemente. Na RPT os serviços relativos à digitalização de coleções biológicas são apresentados integrados ao serviço de microscopia, uma vez que os processos de digitalização de material biológico se baseiam na microscopia digital ou virtual, que utiliza câmeras digitais acopladas a microscópios de luz que possibilitam o registro em arquivo digital de toda a amostra sob o microscópio (Fiocruz, 2021). O que por sua vez resulta na possibilidade de consulta e pesquisa remota à amostra com a mesma qualidade que ocorreria caso a amostra estivesse sendo estudada *in loco*. Só por isso já há uma grande contribuição na preservação dessas coleções ao não serem expostas a transportes ou manuseios, e devido a sua enorme valorização como fontes de pesquisas ao se ampliar sua difusão e acesso.

Os serviços relativos aos acervos arquivísticos estão disponíveis na RPT como serviços de

digitalização, sendo que os documentos textuais e audiovisuais sob consulta e os documentos iconográficos e sonoros ainda não estão disponíveis. O objetivo é o de que paulatinamente os serviços e equipamentos de digitalização possam ser estendidos aos diferentes institutos que compõem a Fiocruz e a outras instituições de pesquisa, ensino e de custódia de acervos.

Duas ações são importantes de serem destacadas na experiência da Fiocruz quanto à digitalização de seus acervos científicos e culturais e que devem ser consideradas quando se estrutura um programa de preservação e acesso digital. Uma delas é relativa à infraestrutura de tecnologias da informação (TI). Desde o início da concepção do Preservo, em que pese sobretudo a preservação e acesso digital, estiveram presentes a preocupação com a infraestrutura em TI e a participação nos grupos de trabalhos representantes das áreas de TI da instituição. Essa iniciativa de incorporação desde o início de profissionais e da representação da área central da instituição para infraestrutura em TI foi crucial para a viabilidade do programa, considerando o grande volume de dados a serem armazenados. Esse envolvimento influenciou o projeto do datacenter da instituição à época e que se encontra atualmente em funcionamento no campus central no Rio de Janeiro; apontou a necessidade de termos infraestrutura de cabos de fibra óptica com alta capacidade de transmissão e de velocidade, e de precisarmos estruturas de

redundância de armazenamento de dados ou *backup*. Para a infraestrutura de cabeamento óptico houve a necessidade de substituição e a estratégia para a redundância de armazenamento de dados se incorporou a outra maior da instituição que foi a constituição de uma nuvem privada, responsável pelo armazenamento dos dados estratégicos e sensíveis, e da contratação de uma nuvem pública.

O mais recente relatório do Preservo²⁶ indica números expressivos como o de até julho de 2021 estar disponível 1.350 TB, 3.400 MB de memória e 3.026 vCPUs de processamento. Esses dados se referem apenas à nuvem privada, uma vez que à época o datacenter da Fiocruz Ceará não estava concluído. O relatório aponta que só referente ao acervo bibliográfico, havia 48.072 GB de representantes digitais e 303.001 GB de documentos nativos-digitais, com uma estimativa de crescimento de 9 TB e 4 TB, respectivamente para os 36 meses seguintes. Quando nos referimos a outras categorias de acervos que exigem um maior volume de dados, observamos por exemplo as coleções biológicas com 53 TB de representantes digitais e uma expectativa de crescimento à época de mais 150 TB para os 36 meses seguintes.

Há uma outra ação que merece ser destacada não só pelo seu mérito e produtos obtidos, mas por haver suscitado uma melhor compreensão da relevância de etapas que precedem a própria digitalização. Em 2022 a COC, por meio de seu Departamento de Arquivo e Documentação, foi

contemplada com um financiamento obtido através de edital do Programa Iberarquivos com o projeto “Mulheres na ciência e na saúde: digitalização e difusão dos arquivos pessoais de mulheres do acervo da Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz”²⁷. Para além de dar maior visibilidade aos dez fundos existentes de mulheres cientistas sob custódia no DAD, de criação de uma página específica na Base Arch²⁸, e da valorização de mulheres cientistas, o projeto nos fez compreender ainda mais a necessidade de coordenar atividades que devem preceder, são condicionantes e determinam quando pode um acervo ser digitalizado. Além de haver outras que devem ser subsequentes à digitalização, como o da sua inserção em bases de dados com as informações e metadados devidos. Junto ao financiamento veio o comprometimento de digitalização e disponibilização dos respectivos fundos na Base Arch em determinado prazo. Para tanto, para além de infraestrutura como equipamentos de digitalização e periféricos, e de profissionais, os acervos precisam estar organizados, tratados e em bom estado de conservação. Essa dinâmica processual exige que haja protocolos de digitalização específicos com o tipo de acervo e de equipamento, de etapas precedentes, e de disponibilização do acervo. Sem aqui avançarmos na preservação digital, pois embora tratemos de representantes digitais, o que pressupõe haver o acervo originalmente em seu suporte físico, não há como prescindir de todo os custos operacional, financeiro e

simbólico implicados no processo de digitalização e ao longo do tempo não ser possível acessar o documento de forma confiável.

Apesar dos avanços, tanto no âmbito do número de representantes digitais disponíveis para acesso público e gratuito quanto na elaboração de normativas e diretrizes para digitalização e preservação digital, foi constatada pelos responsáveis pelos acervos científicos e culturais da Fiocruz a necessidade de estabelecimento de novas diretrizes para contemplar as diversas dimensões relacionadas ao processo de digitalização, como de: conservação e restauração; padronização de metadados descritivos, administrativos e estruturais; direitos autorais e direito personalíssimo, bem com questões éticas; gestão de riscos; sustentabilidade; acessibilidade; preservação digital e interoperabilidade. Para tal, foi formado um grupo de trabalho em 2022 para propor as novas diretrizes de digitalização. Essa ação demonstra outra característica, que é a necessidade de manter constante atualização das referências normativas, de equipamentos e de formação de pessoal face à rápida evolução tecnológica.

CONSIDERAÇÕES

O estabelecimento de diretrizes para digitalização de uma ampla e variada gama de itens é importante para a manutenção dos padrões e da consistência na geração de representantes

digitais e subsequentemente na preservação dos acervos para promover o acesso a longo prazo. Elas permitem uma abordagem unificada na aplicação de padrões, facilitando o debate e a resolução de problemas, assim como sua sustentabilidade e revisões. O processo, ao se criar essas diretrizes, nos possibilita mapear as necessidades, os desafios e as capacidades e habilidades dos profissionais cujas funções estão relacionadas à preservação e acesso ao patrimônio, assim como é uma oportunidade desses atores trabalharem em rede, se capacitarem e valorizarem seu próprio trabalho por meio do impacto social que promovem.

A experiência aqui relatada do ocorrido na Fiocruz na implementação de um programa de preservação e acesso digital, desde sua concepção até os dias atuais, passando por etapas bastante distintas, visa compartilhar as estratégias adotadas com outras instituições e profissionais que se veem desafiados, assim como nós, a tratar do patrimônio cultural digital, no sentido de possibilitar trocas e cooperações. Quando tratamos do patrimônio cultural há já um consenso sobre a pertinência do trabalho cooperativo e solidário, mas entendemos que o enfrentamento a questões atuais como o patrimônio digital e os desafios inerentes às mudanças climáticas requerem ainda mais esforços coletivos e maior aproximação entre os diferentes atores que se debruçam dia a dia a tratar de áreas como a da memória e do patrimônio natural e cultural. Sem dúvida, um dos maiores acertos desse empreendimento, a despeito dos erros e desafios que

ocorreram, foi o de assumir desde o seu início uma proposta de construção coletiva e participativa dentro da instituição e o envolvimento de parceiros de outras instituições, como o Arquivo Nacional, o Instituto de Pesquisas Jardim Botânico, e o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict).

Um desafio à implementação de um programa de preservação e acesso digital no cenário brasileiro diz respeito ao subfinanciamento da área do patrimônio cultural considerados os custos necessários para tal empreendimento, havendo intensa e crescente necessidade de recursos educacionais, financeiros, científicos e tecnológicos. Patrimônio cultural e ciência, tecnologia e inovação (CT&I) é uma relação cada vez mais consolidada e carece de ser mais bem observada e contemplada nas políticas públicas. Essa relação tanto se intensifica pelo papel da CT&I na preservação do patrimônio cultural, mas principalmente pelo potencial desses bens na produção de conhecimento quando disponíveis em sistemas e bases de dados acessíveis. Há de se instituir linhas e editais contínuos de financiamento público que permitam a cooperação entre instituições nacionais e internacionais, e que fomentem divulgação, pesquisa, preservação e acesso do patrimônio cultural a partir, por exemplo, do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e das fundações de apoio à pesquisa dos estados brasileiros.

REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, H. B. *Notícia histórica sobre a fundação do Instituto Oswaldo Cruz (Instituto de Manguinhos)*. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, tomo 48, p. 175, 1950.
- AZEVEDO, N. *Ciência e Tecnologia em Saúde no Brasil: a Biotecnologia na Fundação Oswaldo Cruz*. 2000. 364f. Tese (Doutorado em Sociologia) Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro, 2000.
- BENCHIMOL, J., TEIXEIRA, L. A. *Cobras, lagartos & outros bichos: uma história comparada dos institutos Oswaldo Cruz e Butantan*. Rio de Janeiro: Fiocruz/Casa de Oswaldo Cruz, 1993.
- BEVILAQUA, D. V. Museu da Vida: um século de museus na Fiocruz. In: *200 Anos de Museus no Brasil: desafios e perspectivas*, 2018, Brasília, DF, Anais... Brasília, DF: IBRAM, 2018.
- BRASIL. *Ministério de Gestão e Inovação em Serviços*. Governo Digital. Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/governodigital/pt-br/estrategias-e-governanca-digital/transformacao-digital>. Acesso em: 20 jun. 2024.

- CHUVA, M.R.R. Por uma história da noção de patrimônio cultural no Brasil. In: IPHAN. Revista do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, n. 34, 2012, p. 147-166. História e Patrimônio. Marcia Chuva. (org.). Brasília, n. 34, 2011, p.147-165. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/RevPat34_m.pdf. Acesso em: 6 jul. 2024.
- COELHO, C. et al. *A gestão de riscos como estratégia para a preservação do patrimônio cultural das ciências e da saúde*. Rio de Janeiro: Mórula, 2023. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/57348> . Acesso em: 5 jul. 2024.
- CONSELHO NACIONAL DE ARQUIVOS (CONARQ). *Diretrizes para a Presunção de Autenticidade de Documentos Arquivísticos Digitais*. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: https://www.gov.br/conarq/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/conarq_presuncao_autenticidade_completa.pdf. Acesso em: 5 jul. 2024.
- CONSELHO NACIONAL DE ARQUIVOS (CONARQ). *Recomendações para Digitalização de Documentos Arquivísticos Permanentes*. Rio de Janeiro, 2010.
- FEDERAL AGENCY DIGITAL GUIDELINE INITIATIVE (FADGI). *Technical Guidelines for Digitizing Cultural Heritage Materials: Creation of Raster Image Master Files*. Washington, D.C.: Federal Agencies Digital Guidelines Initiative, 2023. Disponível em: https://www.digitizationguidelines.gov/guidelines/FADGITechnicalGuidelinesforDigitizingCulturalHeritageMaterials_ThirdEdition_05092023.pdf. Acesso em: 03 jun. 2024.
- FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). *Relatório final do I Congresso Interno*. [Rio de Janeiro], 1988.
- FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). *Política de preservação dos acervos científicos e culturais da Fiocruz*: atualização: 18.09.2020. 2. ed. Rio de Janeiro, 2020a. 72 p. Disponível em <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/44749>. Acesso em: 6 jul. 2024.
- FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). *Programa de Preservação Digital de Acervos da Fiocruz*. Rio de Janeiro, 2020b, p. 37. Disponível em <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/44220>. Acesso em: 6 jul. 2024.
- FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). *Manual de Digitalização*. Rio de Janeiro: Fiocruz/-Icict, 2018, p. 34. Disponível em <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/37187> . Acesso em: 5 jul. 2024.

- FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). *Preservo — Complexo de Acervos da Fiocruz*: relatório de atividades. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2021, p. 69. Disponível em <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/49569>. Acesso em: 5 jul. 2024.
- FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). *Relatório Final do IX Congresso Interno da Fiocruz*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2022. Disponível em: <https://congressointerno.fiocruz.br/sites/congressointerno.fiocruz.br/files/documentos/IX%20Congresso%20Interno%20Fiocruz%20-%20Relat%C3%B3rio%20Final.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2024.
- FONSECA, M. C. L. *O patrimônio em processo: trajetória da política federal de preservação no Brasil*. Rio de Janeiro: UFRJ; Minc-Iphan, 2005.
- INTERNATIONAL CENTRE FOR THE STUDY OF THE PRESERVATION AND RESTORATION OF CULTURAL PROPERTY (ICCROM). *Sustaining Digital Heritage: Findings Report*. 2021. Disponível em: https://www.iccrom.org/sites/default/files/2021-12/en_o_sustainingdigitalheritage-findings-report_iccrom_2021.pdf. Acesso em: 03 jun. 2024.
- INTERNATIONAL FEDERATION OF LIBRARY ASSOCIATIONS AND INSTITUTIONS (IFLA). *Guidelines for digitization projects for collections and holdings in the public domain, particularly those held by libraries and archives*. The Hague: IFLA, 2002. Disponível em: <https://www.ifla.org/wp-content/uploads/2019/05/assets/preservation-and-conservation/publications/digitization-projects-guidelines.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2024.
- INTERNATIONAL FEDERATION OF LIBRARY ASSOCIATIONS AND INSTITUTIONS (IFLA). *Guidelines for Planning the Digitization of Rare Book and Manuscript Collections*. The Hague: IFLA, 2014. Disponível em: <https://repository.ifla.org/bitstream/123456789/454/1/guidelines-for-planning-digitization.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2024.
- INTERNATIONAL FEDERATION OF LIBRARY ASSOCIATIONS AND INSTITUTIONS-UNESCO (IFLA). *Public Library Manifesto 2022*. Edimburgo, 2022. Disponível em: <https://cdn.ifla.org/wp-content/uploads/files/assets/digital-libraries/documents/ifla-unesco-digital-libraries-manifesto.pdf>. Acesso em: 03 de jun. 2024.
- LUND, B. (2021). The Fourth Industrial Revolution: Does It Pose an Existential Threat to Libraries?. In: *Information Technology and Libraries*, v. 40, n. 1, março, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.6017/ital.v40i1.13193>.
- MATE, Reyes. *Actualidad de pensadores judíos olvidados*. Barcelona: Anthropos. 1997

- MENESES, Ulpiano U. T. Bezerra de. Os usos culturais da cultura: contribuição para uma abordagem crítica das práticas e políticas culturais. In: YAZIGI, Eduardo E. (org.). *Turismo, espaço, paisagem e cultura*. São Paulo: Hucitec., 1996, p.88-99.
- OLIVEIRA, B. T.; COSTA, R. G. R.; PESSOA, A. J. S. *Um lugar para a ciência: a formação do Campus de Manguinhos*. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2003. v. 1.
- PEREIRA-SILVA, M. V. *Regime de informação na pesquisa em saúde: uma análise da produção e divulgação do conhecimento na Fundação Oswaldo Cruz (2009-2016)*. 2021. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) — Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2021.
- PINHEIRO, M. A.; COELHO, C. M. T. Novas estratégias para gestão e preservação do patrimônio cultural da Fundação Oswaldo Cruz: uma abordagem preventiva e interdisciplinar. In: SIII Seminário de gestão do patrimônio cultural de ciência e tecnologia, 3, Recife. Anais... v. 1, p. 276-300. Recife: Editora UFPE, 2015. Disponível em: <https://editora.ufpe.br/books/catalog/download/20/13/38?inline=1>. Acesso em: 26 jan. 2022.
- PINHEIRO, Marcos M. José J. de Araújo.; NASCIMENTO JR., José do. Ciência e saúde: desafios ao patrimônio mundial. *História, Ciências, Saúde — Manguinhos*, Rio de Janeiro, v. 27, n. 2, abr.-jun. 2020, p. 637-656. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-59702020000200018>. Acesso em: 05 jul. 2024.
- SANTOS, R. A.; VIEIR, F. A.; LOURENÇO, F. S. O “Dr. *Photographo*” Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://brasiliانا fotografica.bn.gov.br/?tag=j-pinto>. Acesso em: 5 jul. 2024.
- STEPAN, N. *Gênese evolução da ciência brasileira: Oswaldo Cruz e a política de investigação científica e médica*. Rio de Janeiro, Artenova, 1976.
- UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (UNESCO). *Charter on the Preservation of the Digital Heritage*. Circular letter. Paris. UNESCO. 2009. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000179529>. Acesso em: 05 jul. 2024.
- XU, Min; DAVID, Jeanne M.; KIM, Suk Hi. *The fourth industrial revolution: opportunities and challenges*. International Journal of Financial Research, v. 9, n. 2, 2018, p. 90-96.

NOTAS

- 1 Segundo a página web da UNESCO quanto à sua governança, a “Conferência Geral é composta pelos representantes dos Estados Membros da UNESCO. Reúne-se de dois em dois anos e conta com a presença de Estados-Membros e Membros Associados, bem como de observadores de Estados terceiros, organizações intergovernamentais e organizações não governamentais (ONG). [...] A Conferência Geral determina as políticas e as principais linhas de trabalho da Organização. O seu dever é definir os programas e o orçamento da UNESCO [...]” (Tradução Livre).

“The General Conference consists of the representatives of UNESCO’s Member States. It meets every two years, and is attended by Member States and Associate Members, together with observers for non-Member States, intergovernmental organizations and non-governmental organizations (NGOs). [...] The General Conference determines the policies and the main lines of work of the Organization. Its duty is to set the programmes and the budget of UNESCO [...]”. Ver em: <https://en.unesco.org/about-us/governance#:~:text=The%20General%20Conference&text=Each%20country%20has%20one%20vote,and%20the%20budget%20of%20UNESCO>.

- 2 É importante diferenciar a Assembleia Geral da Conferência Geral da UNESCO, e segundo a página web dessa, a “Assembleia Geral inclui todos os Estados Partes da Convenção. Reúne-se uma vez a cada dois anos durante a sessão ordinária da Conferência Geral da UNESCO para eleger os membros do Comitê do Patrimônio Mundial, examinar a prestação de contas do Fundo do Patrimônio Mundial e decidir sobre questões políticas importantes” (tradução livre). Refere-se à Convenção para a Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural (World Heritage Convention) aprovada em 1976. “The General Assembly includes all States Parties to the Convention. It meets

once every two years during the ordinary session of the General Conference of UNESCO to elect the members of the World Heritage Committee, to examine the statement of accounts of the World Heritage Fund and to decide on major policy issues”. Ver em: <https://whc.unesco.org/en/glossary/12#:~:text=The%20General%20Assembly%20includes%20all,decide%20on%20major%20policy%20issues>.

- 3 The digital heritage consists of unique resources of human knowledge and expression. It embraces cultural, educational, scientific and administrative resources, as well as technical, legal, medical and other kinds of information created digitally, or converted into digital form from existing analogue resources. Where resources are “born digital”, there is no other format but the digital object.
- 4 Traduzido para conservação, devido à compreensão pelos países de língua inglesa entenderem o termo “conservação” com o de maior amplitude, tal como compreendido pelos países de língua latina para o termo “preservação”, que abrange as ações de conservação e restauração entre outras. Para a ação mais restrita de atuação ao patrimônio cultural como o de “preservation” no inglês correspondendo ao termo “conservação” em português. Vide a tradução usual para o ICCROM, que em inglês significa International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property”, e que em sua própria página na web se define em francês como Centre International d’Études pour la Conservation et la Restauration des biens culturels; em espanhol como Centro Internacional de Estudios de Conservación y Restauración de los Bienes Culturales; e em italiano como Centro Internazionale di Studi per la Conservazione ed il Restauro dei Beni Culturali. Em português é conhecido como Centro Internacional de Estudos para a Conservação e Restauro de Bens Culturais.

- 5 The purpose of preserving the digital heritage is to ensure that it remains accessible to the public. Accordingly, access to digital heritage materials, especially those in the public domain, should be free of unreasonable restrictions. At the same time, sensitive and personal information should be protected from any form of intrusion. Member States may wish to cooperate with relevant organizations and institutions in encouraging a legal and practical environment which will maximize accessibility of the digital heritage [...].
- 6 A Política de Preservação dos Acervos Científicos e Culturais da Fiocruz define preservação como medidas e ações definidas com o objetivo de salvaguardar os acervos científicos e culturais e garantir sua integridade e acessibilidade para as gerações presentes e futuras. Inclui ações de identificação, catalogação, descrição, divulgação, conservação e restauração.
- 7 Para um maior aprofundamento e uma reflexão crítica sobre o valor universal, ver Mate (1997); Ulpiano Meneses (1996); Pinheiro e Nascimento Jr. (2020).
- 8 Em 1970 a Fundação de Recursos Humanos que incluía a Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP) e o Instituto Oswaldo Cruz como uns de seus órgãos centrais é transformada na Fundação Instituto Oswaldo Cruz, passando a chamar-se Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) em 1974 (Oliveira et al., 2003, p. 169-171).
- 9 Arouca foi presidente da Fiocruz entre 1985 e 1989, período que o Brasil estava no momento de redemocratização, do Movimento pela Reforma Sanitária e de construção do conceito de saúde coletiva
- 10 Ver em: https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos/insercao_das_colecoes_do_ioc_no_projeto_preservo_m_pelajo.pdf e em Museu da Patologia da Fiocruz ganha versão eletrônica: <https://siteantigo.faperj.br/?id=1549.2.9>
- 11 Ver em: https://youtu.be/nJ9PccdddXM?si=25_5U4kcpzIGGMQr. Agradecemos a Eliane Monteiro Santana Dias pelas informações.
- 12 Ver em: <https://coc.fiocruz.br/todas-as-noticias/casa-de-oswaldo-cruz-e-contemplada-em-edital-do-ministerio-da-justica/>.
- 13 Ver em: <https://www.museudavida.fiocruz.br/index.php/museologico/objeto-em-foco>.
- 14 Ver em: <https://agencia.fiocruz.br/fiocruz-usa-novas-tecnologias-para-preservar-edificio-centenario>.
- 15 O primeiro Grupo de Trabalho (GT) constituído com esta finalidade foi instituído em janeiro de 2014 por meio da Portaria 061/2014-PR da Fiocruz e pode ser acessado em <https://portal.fiocruz.br/documento/portaria-061/2014-pr>. Uma de suas características era sua formação por representantes de diversos institutos, da Presidência e das áreas de infraestrutura em tecnologia da informação (TI) da Fiocruz. A seguir foi ampliada a representação deste GT como outros integrantes que se somaram ao desafio de dar prosseguimento ao trabalho iniciado, motivados pela emergência do tema. Para tal foi constituído novo GT em 2017 por meio da Portaria 405/2017-PR, com acesso em <https://portal.fiocruz.br/documento/portaria-405/2017-pr>.
- 16 Para a produção de documentos nato-digitais foi produzido e publicado posteriormente em 2020 por um Grupo de Trabalho integrado ao Preservo e ao SIGDA/Fiocruz (Sistema de Gestão de Documentos de Arquivos) o manual “Padrão de Metadados de Documentos Arquivísticos Digitais da Fundação Oswaldo Cruz”, disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/55808>. Este manual tem por objetivo definir a padronização de procedimentos e operações técnicas no tocante à gestão e à preservação de documentos arquivísticos digitais dos gêneros audiovisual, iconográfico, sonoro e textual, de maneira a incorporá-la às metodologias oferecidas pelo SIGDA (Fiocruz, 2021, p.11).

- 17 Ver em: <https://portal.fiocruz.br/edital-equipamentos-inova-encomendas-estrategicas>.
- 18 Ver em: https://siteantigo.faperj.br/downloads/Resultado_Edital_FAPERJ_N%C2%BA_44_2021_Programa_Apoio_%C3%Ao_Atualiza%C3%A7%C3%A3o_e_Manuten%C3%A7%C3%A3o_de_Acervos_nas_Institui%C3%A7%C3%B5es_de_Ensino_Superior_e_Pesquisa_Sediadas_no_Estado_do_RJ.pdf.
- 19 Ver em: <https://basearch.coc.fiocruz.br/>.
- 20 Ver em: https://acervos.icict.fiocruz.br/F/?func=find-b-o&local_base=mourisco.
- 21 Ver em: <https://www.obrasraras.fiocruz.br/>.
- 22 Ver em: <https://www.arca.fiocruz.br/>.
- 23 Ver em: <https://basemuseu.coc.fiocruz.br/>.
- 24 Os equipamentos e processos relativos à digitalização do patrimônio arquitetônico e urbanístico, à exceção dos desenhos e plantas que são tratados como documentos arquivísticos, até o momento não se enquadraram na perspectiva de plataformas usuários.
- 25 Ver em: <https://plataformas.fiocruz.br/>.
- 26 Em 2024 será publicado novo Relatório do Preservo com a atualização dos dados e das atividades e após sua aprovação pelo Conselho Deliberativo da Fiocruz, ele estará disponível para consulta no Repositório Institucional Arca.
- 27 Ver em: <https://www.coc.fiocruz.br/todas-as-noticias/com-mais-de-4-mil-objetos-digitais-projeto-selecionado-no-programa-iberarquivos-da-visibilidade-aos-acervos-de-mulheres/>.
- 28 Ver a página “Mulheres na ciência e na saúde: digitalização e difusão dos arquivos pessoais de mulheres do acervo da Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz” na Base Arch em: <https://basearch.coc.fiocruz.br/arquivos-mulheres>.

INOVAÇÃO E PROJETOS COLABORATIVOS

Inovação e projetos colaborativos na conservação do patrimônio cultural

NEUVÂNIA CURTY GHETTI

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

INTRODUÇÃO

As práticas recentes de gestão para o patrimônio cultural têm seguido, com frequência, os fundamentos do planejamento estratégico para a conservação do patrimônio inter-relacionado com o desenvolvimento de projetos colaborativos inovadores, e essas práticas buscam orientar intervenções com eficiência e eficácia, isto é, objetivam minimizar as perdas sociais e os vestígios da história (Pontual, 2002).

Para isso, a gestão da conservação do patrimônio cultural, com a perspectiva da sustentabilidade e das ações estratégicas de inovação, deve garantir a sensibilização da sociedade para a importância da preservação dos bens culturais.

Nesse sentido, vislumbra-se que para garantir a manutenção do que existe de específico, de irreprodutível, de não-renovável; incorporando novos objetivos econômicos e sociais (Milet, 2002) é necessário promover um contínuo monitoramento do estado de conservação; o que pode ser atingido aplicando estratégias de sustentabilidade, como é o caso da implementação de parcerias dentro do plano de gestão da conservação integrada.

As parcerias usualmente são definidas como acordos mutuamente benéficos entre duas ou mais partes, com responsabilidades partilhadas aos mais diversos níveis. São relações de colaboração

firmadas para trabalhar em conjunto, tendo em vista alcançar objetivos comuns por meio de acordo entre as partes envolvidas.

Essas parcerias podem ser estabelecidas entre atores públicos ou privados, individuais ou coletivos, para empreender projetos, sobretudo voltados ao desenvolvimento econômico ou social de um determinado grupo ou território e funcionam, também, como uma estratégia empresarial que busca otimizar a gestão de recursos, com benefícios mútuos como: a comunhão de objetivos estratégicos, o aumento da rentabilidade, o fortalecimento das operações e a melhoria de acesso ao mercado por meio da oferta de novos serviços e produtos desenvolvidos pela sinergia da capacidade tecnológica dos envolvidos.

Neste texto, nos debruçamos numa reflexão a respeito da possibilidade de inovar em ações, serviços e produtos destinados à Conservação do Patrimônio Cultural no Brasil, de modo especial desenvolvidos por meio de parcerias — projetos colaborativos, trazendo exemplos da experiência acumulada nos últimos anos entre setores da Universidade Federal do Rio de Janeiro e diferentes parceiros.

Assim, inicialmente, apresentamos elementos do referencial teórico considerado, a respeito do estabelecimento de projetos colaborativos que resultam em soluções inovadoras de serviços e produtos.

APORTES TEÓRICOS ACERCA DE PROJETOS COLABORATIVOS INOVADORES

Segundo Milet (2002), o plano de conservação e o da sua gestão, nesse contexto, estão vinculados a estratégias integrativas, multidisciplinares e de compartilhamento de responsabilidades pela descentralização dos níveis decisórios e por meio da democratização do próprio sistema de planejamento no âmbito da conservação integrada.

Projetos inovadores dependem de recursos e conhecimentos, os quais podem ser já próprios do agente inovador ou podem ser obtidos a partir de recursos e conhecimentos de terceiros, parceiros no projeto de inovação.

O desenvolvimento de projetos inovadores por órgãos do governo frequentemente ocorre seguindo caminhos: via “inovação fechada” (com desenvolvimento próprio de soluções, geralmente nas próprias empresas governamentais de tecnologia), ou pela via “inovação aberta”, buscando parceiros de desenvolvimento colaborativo de soluções.

De um modo geral, até o início do século XXI, a geração de tecnologias pelas empresas se deu segundo o padrão de inovação “fechada”, no qual as grandes empresas geravam inovações a partir de suas atividades internas de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I), por meio

de seus laboratórios de pesquisa, com recursos humanos e infraestrutura próprios (Chesbrough, 2003 *apud* Guimarães, 2022).

Nesses casos, de um modo geral, a inovação passa a ser protegida segundo as Leis de Patentes, a fim de permitir o direito temporário de exclusividade sobre a tecnologia desenvolvida, garantindo o retorno do investimento aplicado pela empresa titular e seus direitos frente aos demais concorrentes.

Por outro lado, atualmente, o padrão de desenvolvimento de projetos inovadores vem sendo cada vez mais guiado pelo outro modelo, o de “*open innovation*”, ou “inovação aberta”, que consiste na ação conjunta de vários atores, conjugando as competências internas de uma empresa com as competências de atores externos, que se unem para utilizar os fluxos de conhecimento e competência de várias fontes para a geração de novos produtos ou processos (Chesbrough, 2003 *apud* Guimarães, 2022).

Em projetos de inovação “aberta”, os atores podem ser outras empresas, universidades ou institutos de pesquisa, inventores independentes, entidades públicas, clientes, fornecedores, entre outros, que abrem as suas fronteiras para cooperarem e compartilharem seus recursos. Cada ator assume um papel na colaboração, oferecendo, por exemplo, recursos humanos, financiamento, infraestrutura, “*know how*”, patentes, serviços etc. Desse modo, conseguem somar suas

competências e dividir os riscos da PD&I, normalmente alcançando resultados melhores e de forma mais rápida, catalisando o processo de inovação interna. Não havendo interesse em explorar diretamente o produto ou processo resultante, esses são oferecidos a terceiros para inserção no mercado. O uso do modelo de inovação aberta foi inicialmente concebido tendo as empresas como principal agente de inovação, mas também foi se adaptando e se adequando ao setor público. Assim, para inovar no setor público ou para solucionar problemas públicos, é possível adotar práticas baseadas tanto nos procedimentos tradicionais da inovação fechada quanto no modelo de inovação aberta (lembrando que, em suas essências, esses modelos se aplicam em relação ao desenvolvimento de inovações tecnológicas) (Guimarães, 2022).

Em relação aos modelos jurídicos e/ou contratuais adotados pelo Governo Brasileiro para o fomento e desenvolvimento de projetos inovadores, observa-se que a atual modelagem jurídica não estabelece padrões.

Nesse aspecto, autores citam que:

Embora o direito brasileiro não estabeleça instrumentos específicos para o estímulo à inovação aberta no âmbito da administração pública, todo o regime jurídico que dá sustentação ao incentivo ou à promoção estatal da atividade de inovação pode ser utilizado pelos

órgãos e entidades do Estado brasileiro para que, por meio de atores que lhe são externos, sejam endereçados de modo inovador a solução dos seus desafios. Em suma, não há um “tipo contratual” específico para as relações jurídicas que envolvam desenvolvimento de solução inovadora com base na inovação aberta, de modo que essa escolha compete à administração pública e de seus parceiros. Em outras palavras, não há uma única ou melhor modelagem jurídica para processos que envolvam inovação aberta. Mas alguns fatores condicionam a escolha dos instrumentos e a estruturação da modelagem diante de cada caso (Mourão; Monteiro, 2022).

Observa-se, ainda, que os órgãos e as entidades da administração pública que realizam atividades de pesquisa e desenvolvimento e/ou promoção da inovação de modo finalístico e regular, reconhecidamente atuando como Instituições Científicas e Tecnológicas (ICTs), já lhes é comum a adoção do modelo de inovação “aberta” por meio do estabelecimento de parcerias, inclusive de cooperação técnica e científica, para chegarem a resultados de base tecnológica em conjunto com outros parceiros (públicos ou privados) (Guimarães, 2022). Tais projetos geralmente seguem as normativas e as legislações afetas às Parcerias Público-Privadas (PPPs) e às Parcerias Público-Públicas (PuPs).

Resumidamente, as PPPs podem ser entendidas como:

As Parcerias Público-Privadas (PPPs) são arranjos colaborativos entre governos e entes privados que visam maior eficiência na entrega de serviços públicos. Com a sua utilização cada vez mais frequente, as PPPs podem enfrentar custos de transação que prejudiquem os seus resultados sociais e financeiros (Thamer; Ogasavara, 2023).

As PuPs, por sua vez, são compreendidas como sendo uma solução para diversas questões de interesse público, tornando-se uma importante alternativa às PPPs. Esse ponto é citado por Hall e colaboradores.

Hall e colaboradores (2009) mostram uma alternativa diferente da privatização ou das PPPs. Os autores argumentam que, como a maioria do saneamento básico no mundo é fornecido pelo setor público, é de se esperar que ele possua mais experiência, mais empresas sólidas e mais exemplos de boas práticas em relação ao setor privado. Portanto, uma solução para a ampliação da eficiência no setor é a parceria público-público (PUP), que além de não possuir objetivos lucrativos, possui vantagens adicionais em relação a parcerias público-privadas – não envolvem risco cambial, possibilidade de quebra de contrato onerosa, renegociação, prática de preços de monopólio, dentre outros. PUPs são colaborações, em vínculo de solidariedade, sem visar lucro, entre duas ou mais autoridades públicas ou organizações, podendo contemplar os seguintes aspectos: treinamento

de recursos humanos, suporte técnico, financiamento, melhora na eficiência, na capacidade institucional e ampliação da participação. São inúmeros exemplos de PUPs de saneamento básico no mundo (Hall *et al.* 2009 *apud* Miranda, 2022).

Em relação às PuPs, os projetos Público-Institucionais conjuntos, inclusive já foram incorporados na própria Constituição Federal, como cita Ferraz:

Ciente da importância de projetos público-institucionais conjuntos, e guiado pela noção de federalismo cooperativo, o constituinte reformador inseriu, no corpo da Constituição, mediante a EC n. 19/98, o art. 241: “Art 241 – A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios disciplinarão por meio de lei os consórcios públicos e os convênios de cooperação entre os entes federados, autorizando a gestão associada de serviços públicos, bem como a transferência total ou parcial de encargos, serviços, pessoal e bens essenciais à continuidade dos serviços transferidos”. A inserção desse preceito no Texto Constitucional, fundamentalmente a alusão a “gestão associada de serviços públicos”, repercute na interpretação que se deve dar ao já citado art. 175, impondo-se entender uma vez mais a locução ‘Poder Público’ em sentido amplo e envolver as três esferas da Federação, incluídas as respectivas entidades da Administração Indireta (Ferraz, 2007).

Por outro lado, infelizmente não se verifica com a mesma frequência no Brasil, essa lógica de emprego das PPPs e de PuPs na promoção de soluções inovadoras, voltadas de modo especial no desenvolvimento de projetos no campo da Conservação do Patrimônio Cultural.

Nosso foco neste texto, se volta ao desenvolvimento de projetos colaborativos (eminente-mente “abertos”) na Conservação do Patrimônio Cultural sem, contudo, excluir os projetos desenvolvidos de modo “fechado”. Em muitas situações a Universidade e seus pesquisadores aplicam o modelo colaborativo em projetos intra-institucionais, entre seus Centros, Unidades e Departamentos nas áreas de Pesquisa, Extensão e Ensino, assim como também por meio de colaborações e parcerias com entes externos, como empresas e centros de pesquisa.

Nesse sentido, apresentamos a seguir, casos de projetos inovadores no campo da Conservação do Patrimônio Cultural, planejados e desenvolvidos por meio do modelo colaborativo e estabelecidos entre órgãos da estrutura da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e parceiros internos e externos, de modo a explorar as potencialidades da academia nas suas áreas de atuação — ensino, pesquisa e extensão.

PROJETOS COLABORATIVOS INOVADORES NA CONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO CULTURAL: CASOS NAS ÁREAS DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

Na composição de um planejamento para a gestão da conservação, considera-se, os processos e tarefas desenvolvidos no cotidiano que irão viabilizar a implementação dos projetos colaborativos na conservação do patrimônio cultural e de acordo com Milet (2002) apresentam-se quatro etapas não necessariamente sequenciais, mas um conjunto de atividades e tarefas a serem desenvolvidas como: a) levantamento, análise e avaliação; b) proposição e negociação; c) implementação; d) monitoramento, controle, promoção, difusão e democratização da informação.

Nesse momento, acrescenta-se a contribuição de Appelbaum (2017; 2023) que apresenta uma linha de pensamento estruturada que leva a um processo lógico na tomada de decisões a serem compartilhadas entre muitos e diferentes profissionais que trabalham no campo da conservação do patrimônio cultural.

Nesse sentido, buscamos exemplificar a aplicabilidade das parcerias e projetos colaborativos inovadores no âmbito da Conservação do Patrimônio Cultural, apresentando a experiência exitosa alcançada pelo Laboratório de Conservação

em Arqueologia (LaC-Arq) do Curso de Conservação e Restauração, Departamento de Arte e Preservação da Escola de Belas Artes e pelo Museu Nacional, ambos da estrutura da Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ e diversos Parceiros.

Inicialmente, apresentaremos um projeto inovador desenvolvido na dimensão do Ensino de Graduação, estabelecido internamente entre setores da própria Universidade: a parceria entre o Departamento de Arte e Preservação, representado pelo LaC-Arq do Curso de Conservação e Restauração, e o Instituto de Psicologia, representado por seu Centro de Memória.

Nesta parceria, o LaC-Arq apoia o projeto intitulado “Ciência, Direito e Dispositivos Educacionais: modos de produção de mundos e subjetividades”, coordenado pelo Instituto de Psicologia da UFRJ.

Essa parceria busca inovar em ações de Conservação do Patrimônio Cultural com os seguintes objetivos finalísticos voltados à gestão do acervo do Centro de Memória do Instituto de Psicologia da UFRJ, tais como:

- Desenvolver habilidades para o trabalho técnico de conservação e restauração com o acervo constituído em diferentes materiais como madeira, metal, material fotográfico e pintura em tela, entre outros;
- Despertar a atenção para a segurança no trabalho, com o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI);

- Conscientizar sobre a responsabilidade dos cuidados e procedimentos técnicos com ações diretas e indiretas para a conservação do acervo;
- Realizar diagnóstico e levantamento de danos;
- Pesquisar e definir tratamentos e técnicas específicas sobre a materialidade das peças;
- Registrar e documentar a coleção histórica.

A parceria, em função do seu viés de Ensino, prevê a oferta de vagas de Estágio Curricular para alunos do Curso de Conservação e Restauração, permitindo aos alunos de Graduação realizar atividades no âmbito do Centro de Memória do Instituto de Psicologia (Figura 1), trabalhando com a conservação preventiva do acervo que conta com parte dos instrumentos científicos que foram importados de indústrias estrangeiras para a montagem do laboratório, testes psicológicos, esses adquiridos mais recentemente na história da instituição, além de outras peças como pinturas em tela, fotografias, entre outros.

Nesse sentido, as atividades desenvolvidas incluem: Inventário; Catalogação; Numeração; Higienização (Limpeza); Diagnóstico de Danos. Tratamentos: Emergencial-Curativo e Preventivo; Acondicionamento; e Armazenagem na Reserva Técnica.

Merece ser destacado que a oferta do Estágio Curricular se volta à indispensável consolidação dos desempenhos profissionais desejados,

inerentes ao perfil do estudante de Conservação e Restauração, proporcionando ao aluno a participação em situações simuladas e reais de vida e trabalho, vinculadas à sua área de formação.

Ao final da realização das atividades de estágio, destacam-se o cumprimento das seguintes metas programadas:

- Qualificação de todas as ações para um manejo seguro da coleção;
- Minimização dos danos e impactos aos materiais;
- Garantia de que todas as peças da coleção estejam registradas, cuidadas e tratadas;

Este projeto colaborativo teve início em janeiro de 2022 e se encontra em andamento.

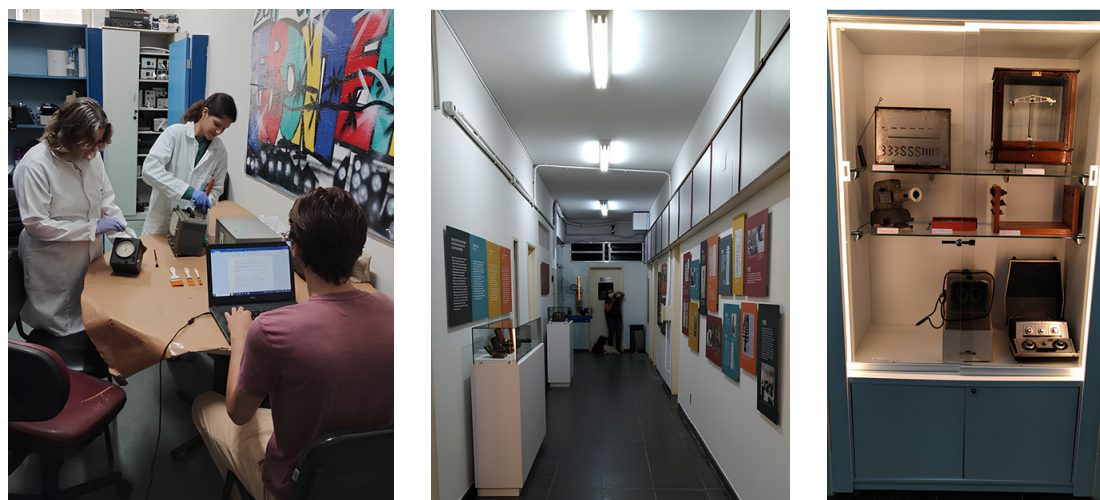
Em outra importante dimensão da atividade da Universidade, a Pesquisa Técnico-Científica, apresentamos o Projeto Colaborativo estabelecido entre o Museu Nacional da UFRJ, representado pelo Laboratório Central de Conservação e Restauro (LCCR) e o *Centro Conservazione Restauro “La Venaria Reale”*, parceria desenvolvida a partir de protocolo de intenções firmado no ano de 2019.

O Museu Nacional da UFRJ, no Rio de Janeiro, ao longo de sua bicentenária história, sempre manteve um dos mais importantes acervos de história natural, científico e etnográfico da América do Sul.

No trágico evento ocorrido em 2 de setembro de 2018, um incêndio devastou o prédio do museu

FIGURA 1 | Centro de Memória da Faculdade de Psicologia da UFRJ – Reserva Técnica e Exposição.

FONTE: CENTRO DE MEMÓRIA (2022).



e muitos dos artefatos preservados no seu interior foram destruídos ou danificados e, literalmente, soterrados pelos escombros do edifício.

Como consequência da grande comoção nacional e internacional despertada por esse incidente nefasto ao Patrimônio Cultural Brasileiro, foram desencadeadas diversas ações para o resgate e posterior trabalho de conservação e restauro de itens.

No contexto da mobilização internacional, após solicitação do Embaixador do Brasil em Roma, foi definido um Protocolo de Intenções entre o Centro de Conservação e Restauro (CCR) (Turim), *Centro Conservazione Restauro “La Venaria Reale”*, e a Universidade Federal do Rio de Janeiro — Museu Nacional (em dezembro de 2019), iniciando um programa de troca de competências, formação especializada e apoio às fases de concepção e condução dos trabalhos de restauro de itens significativos resgatados pós-incêndio.

Os trabalhos de Conservação do Patrimônio Cultural, inovadores em sua área de atuação, foram

conduzidos no formato de parceria colaborativa entre as instituições.

As atividades de resgate do acervo pós-incêndio no Museu Nacional (Figura 3), realizadas pelos especialistas brasileiros, trouxeram à luz e tornaram urgente e prioritária a conservação e o restauro de um conjunto de fragmentos recuperados dos afrescos (pinturas murais) de Pompéia que sobreviveram ao incêndio, com sérias alterações visuais e físicas.

Os afrescos em questão (Figura 2) foram elaborados entre os anos 62 e 79 d.C. e são constituídos por fragmentos que pertenciam às paredes de um Santuário em Pompéia, o Templo de Ísis, era voltado para o culto da deusa egípcia da época romana. Os dois afrescos, representando monstros marinhos, pertenciam à parte inferior das paredes do Templo de Ísis e se encontravam na sala de reunião dos devotos da deusa.

Esses afrescos faziam parte de uma coleção do Museu Nacional, então denominada de “Coleção Imperatriz Teresa Cristina”, a qual se

constituía numa coleção excepcional de objetos etruscos e romanos da imperatriz do Império brasileiro. Foram descobertos durante as escavações realizadas entre 1764 e 1766 e as primeiras caixas enviadas de Nápoles pelo rei Ferdinando II chegaram ao Rio de Janeiro entre 1853 e 1859.

O CCR, em virtude da experiência adquirida ao longo dos anos sobre esse tipo de artefato, propôs nessa perspectiva, um programa internacional de formação, projeção e realização da intervenção em colaboração com a equipe do Laboratório Central de Conservação e Restauração do Museu Nacional (LCCR-MN), ao final do qual foi possível devolver ao público as pinturas restauradas.

Tendo em vista a situação de emergência sanitária mundial que se estabeleceu no período da pandemia da Covid-19, o projeto envolveu a transferência dos artefatos para a Itália, juntamente com a capacitação de equipe de conservadores brasileiros, que realizaram o trabalho de estudo, conservação e restauro em conjunto com os profissionais do CCR.

O Projeto foi financiado no âmbito do Programa Restituzioni do banco italiano *Intesa Sanpaolo*, um dos mais importantes grupos bancários da Itália, e constitui o mais significativo programa italiano de financiamento para intervenções de restauro gerido por uma entidade privada. A iniciativa financia a realização de intervenções de restauro em obras consideradas prioritárias e de particular importância. Ao final de cada edição, o programa

prevê a organização de uma grande exposição, na qual todas as obras restauradas serão apresentadas.

Nesse caso, o Programa Restituzioni representou o quadro ideal para a viabilizar a realização deste ambicioso projeto, unindo as pinturas do Brasil com as já confiadas ao Centro de Conservação e Restauro, formando um conjunto extremamente significativo de obras de Pompéia que estaria disponível para o público. Nesse sentido, houve a preparação de uma sala inteiramente dedicada aos afrescos pompeianos no local de exposição da edição de Restituzioni (2021), realizada na *Gallerie d'Italia*, em Nápoles (Figura 6), de modo a estabelecer uma conexão direta com o Parque Arqueológico de Pompéia.

As atividades desenvolvidas na colaboração incluíram:

- *Workshop* a distância com duração total de 44 horas, oferecido à equipe técnico-científica do Museu Nacional, sobre a metodologia de intervenção em pinturas murais;
- Diagnóstico do Estado de Conservação e Acondicionamento específico realizado dos fragmentos selecionados pelo LCCR-MN para transporte dos fragmentos da pintura selecionada para o CCR;
- Laboratório de projeção e tutoria sobre o restauro da pintura em estudo com a coordenação dos restauradores e diagnósticos do CCR em conjunto com profissionais do LCCR-MN;

FIGURA 2 | Afrescos em exposição no Museu Nacional antes do incêndio de 2018. Cavalo-marino e dois golfinhos – Parte inferior do Templo de Ísis; Dragão marinho e dois golfinhos – em simetria com o primeiro afresco – Período final de Pompéia.

FONTE: ACERVO DO MUSEU NACIONAL.



FIGURA 3 | Fragmentos dos afrescos resgatados pós-incêndio.

FONTE: EQUIPE DE RESGATE.
ACERVO DO MUSEU NACIONAL.

- Trabalho de restauro da pintura selecionada na sede do CCR;
- Exposição da pintura restaurada na exposição *Restituzioni*;
- Retorno da obra ao Brasil.

A fim de incentivar uma comparação e um aprofundamento técnico-operacional, bem como teórico e científico, o *workshop* foi estruturado para proporcionar um estudo teórico aprofundado, que foi realizado remotamente.

Tendo em vista a crítica situação sanitária internacional, causada pela pandemia da Covid-19, o *workshop* foi realizado por meio de ferramentas de ensino digital que permitiram a fruição das aulas e conteúdos remotamente, garantindo ao mesmo tempo uma troca frutífera entre todos os participantes. A duração total do *workshop* foi de 44 horas.

Os professores foram selecionados entre os profissionais do CCR, especializados na conservação de pinturas murais pompeianas, garantindo uma abordagem interdisciplinar e transversal, graças à contribuição de restauradores, cientistas e historiadores da arte. Além disso, módulos específicos foram confiados ao corpo docente da Universidade de Turim, a fim de promover uma comparação multidisciplinar, enriquecida pelas contribuições de profissionais engajados na formação universitária e pesquisa aplicada.

A abordagem interdisciplinar do estudo do tema foi proporcionada por meio de áreas temáticas específicas dedicadas, em particular, ao campo científico e técnico e à técnica de documentação e de imagem. Os *insights* científicos se concentraram nas noções petrográficas, químicas e biológicas, de base.

Os aspectos relacionados às técnicas executivas e à análise do estado de conservação foram objeto do segundo foco temático, no qual o estudo da classe de artefatos identificados será confrontado, numa perspectiva holística e fortemente integrada, partindo do conhecimento das características constitutivas do acervo, dos processos de degradação e das possíveis estratégias de intervenção, para chegar à apresentação de estudos de caso particularmente significativos.

A atividade de ensino a distância terminou com a análise de ferramentas e técnicas de investigação e documentação analíticas, como meios preferenciais de conhecimento preliminar e de retorno de dados técnicos à comunidade científica e ao público em geral.

A abordagem metodológica foi a desenvolvida durante as muitas experiências adquiridas pelo CCR no campo da conservação das pinturas pompeianas e proporcionou uma comparação científica constante visando identificar as ferramentas mais adequadas para a documentação e aprofundamento do conhecimento da obra.

As operações de restauração foram planejadas em conjunto, a fim de integrar o conhecimento técnico e o *know-how* adquiridos pelo CCR com a aproximação dos profissionais do Museu Nacional (Figura 4) e identificar, as melhores linhas operacionais para atender às necessidades específicas da obra e do contexto do museu.

Materializando o resultado da colaboração técnico-científica entre os dois órgãos, apresentamos o sucesso obtido na restauração das pinturas pompeianas resgatadas pós-incêndio no Museu Nacional da UFRJ, que chegaram aos laboratórios do CCR *La Venaria Reale* em fragmentos e hoje podem, ao final da intervenção realizada pela equipe internacional, ser exibidas novamente com segurança e fruídas pelo público (Figura 5).

Este projeto colaborativo foi desenvolvido entre os anos de 2019 e 2022, tendo o material retornado ao Brasil e sido reincorporado ao acervo do Museu Nacional da UFRJ.

Na terceira dimensão das ações da Universidade, a dos projetos de Extensão Universitária, apresentamos a parceria estabelecida no formato de colaboração entre o Departamento de Arte e Preservação, representado pelo LaC-Arq do Curso de Conservação e Restauração, e o Museu do Índio (MI), futuro Museu Nacional dos Povos Indígenas, para Conservação e difusão do Patrimônio Cultural “Coleção Artíndia”.



FIGURA 4 | Ações de conservação iniciais no material resgatado (esquerda) e trabalho em laboratório de restauração (direita).

FONTE: ACERVO LCCR/ MUSEU NACIONAL.

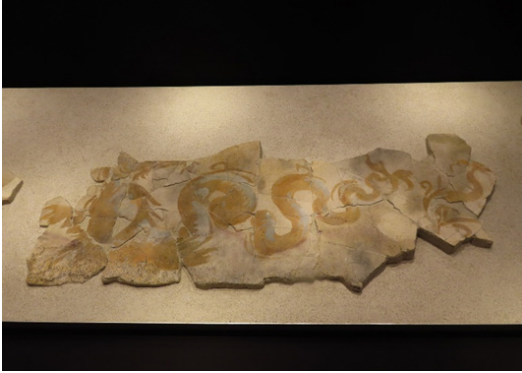


FIGURA 5 | Afresco restaurado graças a uma colaboração internacional entre o Centro de Conservação e Restauro “La Venaria Reale” e o Museu Nacional da UFRJ.

FONTE: CENTRO CONSERVAZIONE E RESTAURO “LA VENARIA REALAE” – IT.



FIGURA 6 | Afrescos expostos em exibição pública na mostra “Tra Pompei e Marajó: l’imperatrice Teresa Cristina e gli oggetti del desiderio tra Italia e Brasile”. Setembro de 2022, Palazzo Pamphilj, Galleria Candido Portinari – Embaixada do Brasil em Roma.

FONTE: CENTRO CONSERVAZIONE E RESTAURO “LA VENARIA REALAE” – IT.

O projeto de extensão intitulado “Coleções Artíndia do Museu do Índio: diálogos, vivências e práticas para a sua conservação”, coordenado pelo Lac-Arq é uma parceria estabelecida para a execução da ação de Extensão Universitária e consiste na disponibilização, conservação, documentação específica e divulgação para a sociedade, assim como o acompanhamento das atividades desenvolvidas por todos os envolvidos, durante o ano de 2023.

Essa ação de extensão, em parceria com o Museu do Índio, confirma a necessidade de uma maior interação entre a Universidade e a Sociedade, a partir do diálogo estabelecido entre os povos indígenas, que possuem os saberes tradicionais e culturais, o Museu que preserva os objetos e seu modo de fazer e a Conservação que constrói pontes entre o saber fazer e a salvaguarda da herança cultural para as futuras gerações.

Destaca-se que essa ação está em consonância com as propostas apresentadas pelo Núcleo de Estudos Afro-brasileiros e Indígenas (Neabi), vinculado ao Fórum de Ciência e Cultura (FCC) da UFRJ, que considera principalmente o estudo, a investigação e a disseminação de saberes e conhecimentos produzidos a partir das experiências do saber-fazer dos povos originários.

O objetivo central dessa ação é promover uma maior integração entre os saberes tradicionais, expressos pela ampla diversidade do acervo “Artíndia” adquirido na década de 90 pelo Museu

FIGURA 7 | Prática de vivência entre os atores envolvidos e o acervo da coleção "Artíndia".

FONTE: MUSEU DO ÍNDIO (MUSEU NACIONAL DOS POVOS INDÍGENAS).



do Índio — futuro Museu Nacional dos Povos Indígenas e os atores envolvidos diretamente nesta demanda (Figura 7), como estudantes, grupos indígenas, conservadores, museólogos, educadores entre outros profissionais além do público em geral, dado o grande potencial educativo e formativo desse acervo que, por essa troca de saberes e experiências entre os atores envolvidos, produzirá um conhecimento novo a respeito da arte indígena.

Entre seus objetivos específicos, destacam-se:

- Oportunizar a vivência com diversas realidades, na elaboração da arte indígena, estabelecendo e reconhecendo as diferenças entre o modo de elaboração e as atuais perspectivas para a sua conservação. Ao compartilhar a
- preocupação com a preservação da arte indígena, busca-se diminuir a distância entre o que se aprende na Universidade e o que se vive no contexto real;
- Promover uma maior integração entre os saberes tradicionais, expressos pela megadiversidade de povos indígenas do Brasil na produção de seus artefatos, caracterizados em diversas categorias de artes e técnicas, com vistas a sua conservação e principalmente trazendo para o centro da ação o potencial educativo e formativo criando espaços para comunicação livre e troca de saberes e experiências entre os atores envolvidos, produzindo um conhecimento novo a respeito da arte indígena;

- Conhecer e relacionar as peculiaridades de cada uma das diferentes tipologias, para elaborar, de forma compartilhada, um protocolo de conservação para tratamento do acervo de arte indígena — “Artíndia” adquirido pelo Museu do Índio na década de 90 e, com isso, abrir oportunidades e espaços de troca de saberes e experiências em ciclos de palestras, encontros temáticos, *workshop*, atividades educativas e pedagógicas contribuindo para o desenvolvimento de novos trabalhos a serem compartilhados pelo Setor de Gestão de Renda Indígena e Recursos Próprios (SEGER) e pela EBA aos povos indígenas e à sociedade.

Assim, este projeto apresenta, a partir da prática vivenciada entre os atores envolvidos e o acervo das coleções “Artíndia”, propostas e ações viáveis, expressas pelo conhecimento e pela interação com a arte e a elaboração de artefatos produzidos por grupos indígenas, além de despertar um olhar diferenciado para a arte indígena no Brasil, buscando dar continuidade à preservação dos saberes dos povos originários, considerando-os como um elemento estruturante na construção da memória viva e presente na nossa sociedade.

O acesso aos saberes das comunidades indígenas pode trazer uma aproximação e a construção de diálogos entre diferentes grupos culturais e essa ação vem trazer uma aglutinação, de um numeroso

e variado conjunto de informações e saberes, que podem de forma dinâmica serem compartilhadas com públicos distintos.

O trabalho do conservador se realiza de forma compartimentada, mas existe a possibilidade de compatibilizar o tempo e a prática, ou seja, o tempo da conservação do acervo, da sua extroversão e para a sociedade, por meio de práticas educativas. Para que essa ação possa ser desenvolvida integralmente muitas aproximações com outras áreas do conhecimento, espaços e profissionais será possível e completamente necessária como o aporte técnico dos profissionais do Museu do Índio em diversos setores como antropólogos, museólogos, indigenistas, fotógrafos, historiadores e etnólogos bem como contar com a participação efetiva dos grupos indígenas nesse processo.

Nessa escala, a realização humana em suas múltiplas dimensões, conjugadas ao contexto da conservação e restauração pressupondo uma atuação inter e transdisciplinar pode contribuir para o estabelecimento de rotinas técnicas e a elaboração de protocolos integrados e bem definidos envolvendo ações que serão realizadas em conjunto pela equipe de atores envolvidos incluindo o público externo conduzindo a uma revalorização das produções humanas, como está refletida na rica arte indígena.

Recorrendo a uma metodologia participativa, incluindo atividades ligadas à educação

patrimonial, busca-se promover a participação e o diálogo entre todos os atores envolvidos de forma a apreender saberes e práticas ainda não sistematizados, sobre as técnicas e os saberes tradicionais das comunidades indígenas aproximando-os dos valores e princípios que orientam a preservação e conservação da arte indígena e dessa memória como herança cultural.

Considera-se o estudante como principal protagonista de sua formação integral e assim será oportunizada a interação direta com outros alunos, professores, técnicos indigenistas, além de pessoas das comunidades indígenas. Dessa forma, abrem-se muitas possibilidades de articulação entre a universidade e as comunidades.

Quanto à pesquisa, busca-se a convergência de saberes científicos tratados pela ciência da conservação em um campo de diálogo aberto e interdisciplinar, com outras áreas do conhecimento. Fundamenta-se também, no estudo dos materiais de modo a elaborar meios de estabilizar os processos de deterioração do acervo “Artíndia”, além da produção de conhecimentos ligados à cadeia produtiva de artefatos da arte indígena no Brasil.

O projeto contribui, ainda, com a produção acadêmica a partir das atividades de Extensão produzindo Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC), relatórios, artigos em periódicos, cartilhas, apresentações em eventos, vídeos e outros produtos artísticos e culturais elaborados ao longo do Projeto.

PRESENTE E FUTURO — PERSPECTIVAS

Ao encerrar esta reflexão, destaca-se como último exemplo, o Projeto de colaboração interinstitucional estabelecido desde o ano de 2021 entre o LaC-Arq do Curso de Conservação e Restauração, do Departamento de Arte e Preservação da UFRJ, e o Departamento de Patrimônio Histórico — Casa de Oswaldo Cruz (COC), da Fiocruz.

Como resultados já alcançados, podem ser citadas ações de Iniciação Científica Universitária, cursos de capacitação de colaboradores direcionados às equipes de Conservadores vinculados aos trabalhos da Casa de Oswaldo Cruz e ao acervo histórico da Fiocruz, assim como o desenvolvimento de protocolos e de rotinas destinadas às ações de Conservação do Patrimônio Cultural.

Nesse sentido, merece ser apresentado um importante resultado dessa colaboração, que é o Manual de Conservação Programada — Caderno de Conservação Programada, Sítio Arqueológico Chaminé do Complexo de Incineração de Lixo do Campus Fiocruz, Manginhos.

Este Manual foi desenvolvido para ser aplicado aos vestígios arqueológicos da fundação e ao embasamento da chaminé do “Complexo de Fornos de Incineração de Lixo Urbano da Cidade do Rio de Janeiro” (Figura 8) e está em fase de análise pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN).

FIGURA 8 | Vista superior da estrutura do Sítio Arqueológico Chaminé do Complexo de Incineração de Lixo do *Campus Fiocruz*, Manguinhos.

FONTE: GHETTI (2024).



Esse sítio arqueológico, Patrimônio da Fiocruz, trata-se de uma construção histórica que reporta ao ano de 1892, ocasião em que a antiga Fazenda de Manguinhos foi desapropriada pelo Governo Federal para que a Prefeitura instalasse fornos destinados à cremação do lixo urbano produzido na cidade do Rio de Janeiro. Alguns anos mais tarde, o mesmo local seria escolhido para a instalação do Instituto Soroterápico Federal por ser distante do centro da cidade. O instituto foi criado com a limitada, mas essencial, finalidade de produzir soros e vacinas específicas para o saneamento dos portos de Santos e do Rio de Janeiro. Em poucos anos, esse instituto se transformaria no Instituto Oswaldo Cruz (atual Fundação Oswaldo Cruz) e, logo, na maior instituição de medicina experimental da América Latina.

Assim, o objetivo deste manual é estabelecer rotinas e periodicidades de ações de Conservação, a partir da identificação dos componentes dos remanescentes arqueológicos que compõem o “Sítio Arqueológico Chaminé do Complexo de Incineração de Lixo”. Neste trabalho, indicam-se as prioridades de ação e padroniza-se um relatório de inspeção modelo, que permitirá acompanhar as vistorias periódicas da equipe de conservação. O documento inclui, também, um glossário das principais patologias a que o bem arqueológico está sujeito.

Como perspectivas futuras para a continuidade deste projeto, vislumbra-se a integração desse patrimônio a um sistema mais amplo de gestão de riscos da instituição estruturado pelo Método ABC (Coelho, C. *et al.*, 2023), considerando a abordagem

preventiva e a importância do trabalho interdisciplinar e colaborativo num esforço coletivo para a implementação da gestão de riscos como um processo contínuo para os bens culturais.

Frisamos, ainda, que este projeto colaborativo em particular, abre múltiplas perspectivas inovadoras na dimensão da Pesquisa Científica voltada à Conservação do Patrimônio Histórico, principalmente aplicada aos Patrimônios Arqueológico e Arquitetônico, ao explorar em sinergia a estrutura das Instituições, seus talentos e conhecimentos.

Por fim, ao observarmos as diversas oportunidades exploradas entre setores da Universidade (de modo especial os projetos desenvolvidos pelo LaC-Arq, pelo Museu Nacional, pelo Centro de Memória da Faculdade de Psicologia) e por Instituições e Centros de Pesquisa, como o Museu do Índio (futuro Museu Nacional dos Povos Indígenas) e a Fiocruz, como apresentadas anteriormente, muitas dessas pioneiras em suas áreas de atuação, constata-se o fértil terreno que se descortina no campo da Conservação e da Gestão do Patrimônio.

Certamente, a modelagem colaborativa será, cada vez mais, fundamental e decisiva no planejamento de futuros projetos nessa área ainda carente de recursos e de soluções inovadoras, que é a da Conservação do Patrimônio Cultural do Brasil.

REFERÊNCIAS

- APPELBAUM, Barbara. *Metodologia de Tratamento de Conservação*. (coord.). Karina S. Schröder (Trad.) — 1ª Ed. Mariana. Gaelzer Wertheimer: Porto Alegre, RS, 2017.
- APPELBAUM, Barbara. *Preservar, Proteger e Defender: Um guia prático para o cuidado de coleções* Mariana. G. Wertheimer. (coord.). Karina S. Schröder (Trad.) — 1ª Ed. MW Conservação e Restauração de bens Culturais: Porto Alegre, RS, 2023.
- CHESBROUGH, H. *Open Innovation: the new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business School Press: Boston, 2003.
- COELHO, Carla et al. *A gestão de riscos como estratégia para a preservação do patrimônio cultural das ciências e da saúde*. 1 ed., Rio de Janeiro: Mórula, 2023.
- FERRAZ, L. *Parceria Público-Público: Contratos de Programa e Execução de Serviços Públicos Municipais por entidade da administração indireta estadual*. Revista Eletrônica de Direito Administrativo Econômico. n. 10, 2007.

- GUIMARÃES, R L. Inovação no Setor Público e Condições da Proteção Intelectual, Uso e Exploração dos Resultados. In: SANTOS, Bruna. (org.). *Caminhos da inovação no setor público*. Brasília: Enap, 2022.
- HALL, David *et al.* Public-public partnerships (PUPs) in water. Financing water and sanitation. PSI-TNI-PSIRU. Mar. 2009.
- MIRANDA, Y. P. *Investimento em saneamento no Brasil e seus efeitos sobre crescimento e desigualdades regionais*. Dissertação de Mestrado. UFMG: Belo Horizonte, 2022.
- MILET, Vera. Conceitos e Ideias sobre Conservação. In: *Gestão do Patrimônio Cultural Integrado*. Centro de Conservação Integrada Urbana e Territorial. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2002.
- MOURÃO, C. M., MONTEIRO, V. Modelagens jurídicas para inovação aberta na administração pública: reflexões e perspectivas de futuro. In: SANTOS, Bruna. (org.). *Caminhos da inovação no setor público*. Brasília: Enap, 2022.
- PONTUAL, Virgínia. Conceitos e Ideias sobre Conservação. In: *Gestão do Patrimônio Cultural Integrado*. Centro de Conservação Integrada Urbana e Territorial. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2002.
- THAMER, R., OGASAVARA, M. H. *Parcerias público privadas: construindo relações entre sua governança e custos de transação*. RECADM, v. 22, n. 1, 2023, p. 40-65. DOI: <http://dx.doi.org/10.21529/RECADM.2023002>.

O Formulário Médico e o seu percurso de apropriação como patrimônio

MARIA CLAUDIA SANTIAGO

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (Fiocruz)

Este texto tem por objetivo apresentar o conteúdo exposto no II Seminário Internacional Valorização do Patrimônio Cultural: Tecnologias aplicadas à conservação preventiva, que aconteceu no auditório do Museu da Vida/COC/Fiocruz, entre os dias 25 e 26 de outubro de 2023, componente da mesa “Inovação e projetos colaborativos”.

Para tratar do tema projetos colaborativos é preciso compreender o trabalho em rede, que pode estar ligado ao uso coletivo de recursos assim como ao compartilhamento de conhecimentos. Sobre o conceito de rede, Rufino e Bonfim (2014, p. 119) afirmam que: “as redes resultam da interação entre indivíduos e organismos que se ligam entre si pelo compartilhamento de intencionalidades e valores na busca de um objetivo comum”.

De acordo com Fernandes *et al.* (2018, p. 120) o trabalho exercido em rede favorece o desenvolvimento da inovação e do desempenho organizacional. A prática de cooperação traz a oportunidade de otimização de recursos e de se promover trocas entre profissionais, inclusive de áreas do conhecimento diferentes e muitas vezes complementares.

Esse foi o caso do trabalho realizado com o manuscrito Formulário Médico, que envolveu profissionais de múltiplas áreas do conhecimento que tornaram a execução de várias ações possíveis devido ao compartilhamento de meios, aptidões, informações e expertises. Como resultado desse

trabalho cooperativo, pode-se observar impactos na área de preservação, acesso, produção do conhecimento, divulgação científica e educação patrimonial.

A BIBLIOTECA DO INSTITUTO OSWALDO CRUZ

Antes de discorrer sobre o manuscrito Formulário Médico ou mesmo do trabalho cooperativo realizado, é preciso falar da Biblioteca do Instituto Oswaldo Cruz, atual Biblioteca de Manguinhos, que é sua área de guarda desde o início do século XX.

Em 1900, foi criado na fazenda de Manguinhos, no Rio de Janeiro, o Instituto Soroterápico Federal, hoje Fundação Oswaldo Cruz. A principal finalidade do Instituto era produzir soros e vacinas contra a peste bubônica para debelar a epidemia em curso na cidade do Rio de Janeiro. Nessa mesma época, teve início a organização da atual Biblioteca de Manguinhos, com a chegada dos primeiros livros e revistas ao Instituto. Eram exemplares de produções impressas, sobretudo na Europa, de raridades dos séculos anteriores, como também revistas que traziam as mais recentes descobertas científicas.

Intelectual e homem de ação, Oswaldo Cruz sempre afirmou a importância da Biblioteca para os trabalhos da Instituição e garantiu, na construção do Castelo Mourisco (prédio sede), um espaço para o acervo e para o salão de leitura. É célebre a seguinte frase que ele pronunciou em um

momento de dificuldades financeiras do Instituto Soroterápico Federal: “Corte-se até a verba para a alimentação. Mas não se sacrifique a Biblioteca” (Bustamante, 1958, p. 11).

Para a organização da Biblioteca de Manguinhos, Oswaldo Cruz, contratou em 1909 o bibliófilo holandês Assuerus Hippolytus Overmeer, que ali trabalhou até o ano de sua morte, em 1944. Para formar o acervo da Biblioteca, Overmeer foi auxiliado pelos cientistas do Instituto, entre os quais Arthur Neiva, uma autoridade em Entomologia, que selecionou títulos em História Natural e adquiriu obras consideradas raras ou valiosas, não só por seu conteúdo e valor intrínseco, como também por sua antiguidade (Alves, 2021, p. 22).

Ao longo de sua história secular, a Biblioteca de Manguinhos vivenciou uma progressiva expansão e enriquecimento de seu acervo. O aumento do número das publicações que são continuamente incorporadas sempre esteve associado ao sucesso das atividades científicas e de saúde pública realizadas pelo Instituto Oswaldo Cruz. Em 1909 a biblioteca possuía cerca de 3.000 volumes e o número de periódicos cresceu de 98 para 421 títulos. No ano de 1944, o acervo já incluía 90.000 volumes e 2.500 títulos de revistas. Na década de 60, esses números saltariam para 4.500 títulos de revistas e mais de 300 mil volumes. Atualmente, a Biblioteca reúne um acervo de cerca de 1 milhão de itens, dentre eles, fascículos de periódicos científicos, livros, teses, folhetos e outras tipologias de material¹.

Por ocasião do centenário da Biblioteca em 2000, o salão de leitura passou a ser denominado “Seção de Obras Raras Assuerus Hyppolitus Overmeer” (Sousa, 2006, p. 67), em homenagem ao primeiro bibliotecário e chefe da Biblioteca de Manguinhos, localizada em seu espaço original, o Castelo Mourisco. A Seção conta com um diversificado acervo bibliográfico contendo itens em seu acervo datados desde o início do século XVII. Entre as obras mais antigas, encontra-se o primeiro tratado sobre história natural do Brasil, de autoria de Willem Piso e Georg Marcgraf, denominado “*Historia Naturalis Brasiliae*” (1648). Um conjunto documental do século XIX é atribuído aos viajantes que percorreram as terras brasileiras e americanas, deixando inúmeras anotações e iconografias sobre as paisagens e os costumes dos povos.

A Seção de Obras Raras A. Overmeer reúne atualmente cerca de 55.000 itens, sendo em sua maioria fascículos de periódicos dos mais diversos lugares do mundo, possuindo também livros, teses, folhetos e materiais como diário de viagem, pranchas, lâminas, livro com amostras de exsicatas, dentre outras tipologias documentais e variados suportes.

Sobre a chegada deste exemplar ao acervo, não se tem muitas informações. Um vestígio interessante é o número que consta em uma das fichas catalográficas antigas do acervo, contendo o número 61 na posição de onde habitualmente se destacava o número de registro de entrada do exemplar na biblioteca. Tendo em vista essa

possibilidade é presumível que este exemplar poder ter feito parte do núcleo inicial de formação do acervo da Biblioteca de Manguinhos, onde ele está até os dias de hoje compondo a coleção de obras raras.

Um dos únicos livros antigos de registro que temos data de 11/11/1911 a 24/06/1914, com os números de registros no intervalo de 4006 a 7012. O dado nos leva a constatar que o referido manuscrito passou a compor o acervo da Biblioteca em data anterior a 1911. Atualmente, o Formulário Médico está registrado em um novo livro de tombo, iniciado em 1986.

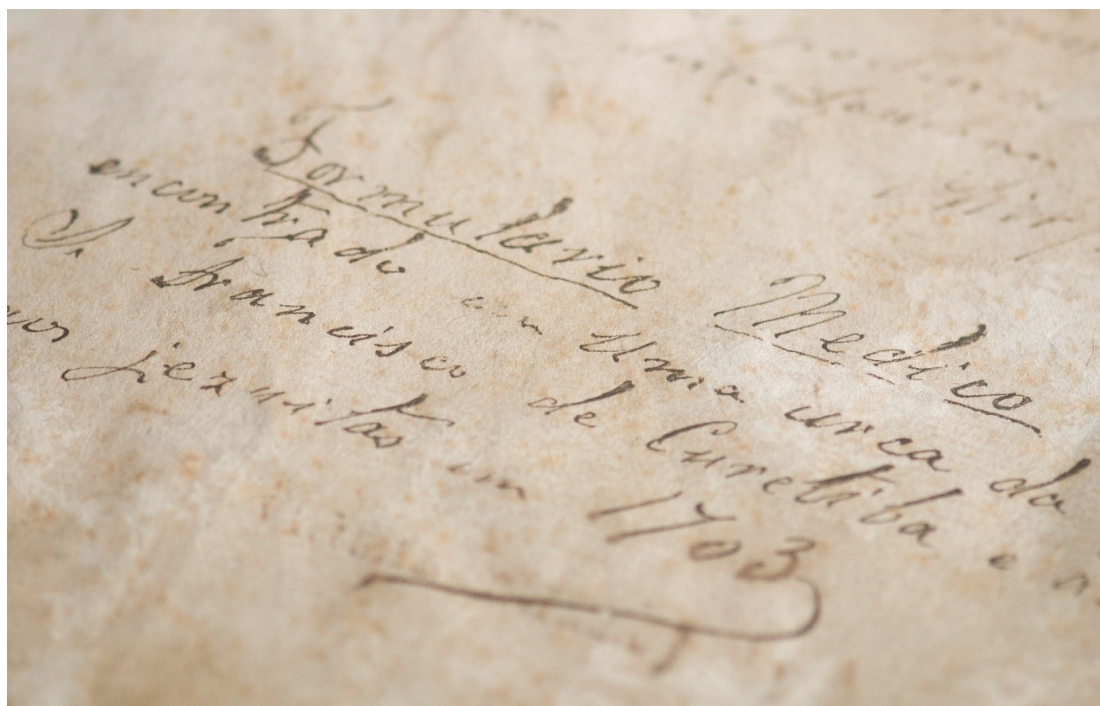
O MANUSCRITO

Diante disso, faz-se então necessária a apresentação da obra “Formulário Médico: manuscrito atribuído aos jesuítas e encontrado em uma arca da Igreja de São Francisco de Curitiba”, como dito anteriormente, pertencente ao acervo da Seção de Obras Raras/Biblioteca de Manguinhos/Icict/Fiocruz.

O Formulário Médico é um códice de receitas médicas, manuscrito, em português, com data de produção atribuída ao ano de 1703, composto por mezinhas, como popularmente são conhecidas as fórmulas caseiras produzidas para tratar males que acometem a saúde da população e, nesse caso, daquela que compunham o território brasileiro no período colonial. O manuscrito possui 225 páginas, produzido em papel de trapo, sua escrita

FIGURA 1 | Inscrição manuscrita por Oliveira Catramby que informa sobre os dados do manuscrito.

IMAGEM: RODRIGO MÉXAS.



foi feita com a utilização de tinta ferrogálica, sendo um documento hológrafo (escrito por uma única pessoa) e com a interferência de uma segunda letra assinada por Oliveira Catramby, onde acrescenta a colocação do título, data atribuída e uma indicação que a primeira folha no caderno havia sido descartada por falta de condições de ser mantida e de onde o então copista transcreveu as informações de título e data. No entanto, a “segunda mão” não afeta em nada o conteúdo original da obra.

A obra não possui identificação de autoria e apenas foi assinalada em uma das receitas o nome de Manuel de Oliveira Cerial, que se diz autor daquela determinada receita. Trata-se da “Receyta ou grande segredo para curar toda a corrupção de Erpez ou Gangrena”, localizada no fôlio 132. Por se

tratar de uma obra hológrafa, poder-se-ia considerar por inferência que todas as receitas foram escritas pelo mesmo autor. Contudo, é importante destacar que por se tratar de um compilado de receitas essas podem ter sido copiadas de diferentes fontes, anotadas por ditado, copiadas e adaptadas, são diversas as possibilidades e por isso não temos como afirmar a certeza de autoria. Possui ainda um carimbo de propriedade com o nome “Oliveira Catramby”, considerando-se que se tratou de uma procedência de posse do manuscrito anterior à Fiocruz.

A hipótese mais plausível até o momento para a chegada deste manuscrito ao acervo é a ligação entre Joaquim Oliveira Catramby (o manuscrito possui o carimbo e assinatura de “Oliveira

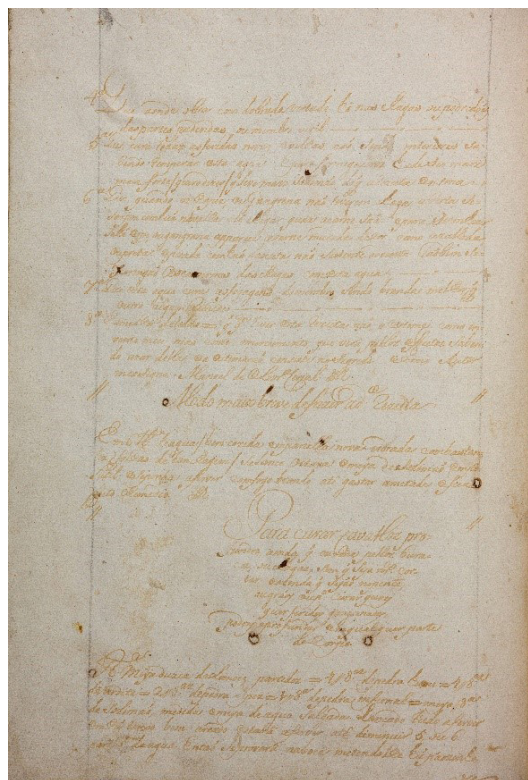


FIGURA 2 | Receita que consta a indicação de autoria de Manoel de Oliveira Cereal situada em linha 16.

IMAGEM: RODRIGO MÉXAS.

notória a demonstração de particularidades representativas, resultantes de uma cultura híbrida relacionada aos povos constituintes do território brasileiro. O referido documento é um registro de como acontecia a interação social, cultural e no campo das ideias entre os habitantes desta colônia portuguesa e a miscigenação que estava para além da carga biológica e que se sobressai também em forma de cultura, podendo ser observada através do campo da medicina prática, por exemplo.

A produção do Formulário Médico está intimamente ligada ao território brasileiro, onde esse foi concebido e teve seu conteúdo relacionado. Ao longo da descrição das receitas o autor/compilador cita em diversos momentos, lugares por onde passou e povos com quem teve contato, como os kiriris, que segundo Curt Nimuendaju em seu Mapa Etno-Histórico do Brasil e regiões adjacentes (1944), registra que os kiriris aparecem na região entre os rios Paraíba e Canindé, na Paraíba, e em regiões próximas aos rios São Francisco e Salitre. Sendo também passíveis de serem encontrados em outras partes do território devido ao deslocamento de indígenas que foram cooptados pelas missões.

O Formulário Médico faz menção a vários lugares diferentes como São Paulo, Bahia, Ryo de Janeyro, Ryo Grande de São Pedro, dentre outros. A fundamentação das receitas perpassa em muitos casos pela referência ao território mesmo não estabelecendo uma descrição física dele. Também são citados lugares fora do território brasileiro, como

Catramby”) e Oswaldo Cruz, contemporâneos na construção da Estrada de Ferro Madeira Mamoré, onde ambos atuaram.

O manuscrito chama atenção tanto pela sua forma comum ao seu tempo de produção como por seu conteúdo, que trata da utilização de componentes da flora brasileira nos tratamentos e proximidade das missões jesuíticas com este tipo de conhecimento. No manuscrito é possível identificar vários aspectos que contribuem para a história, ciências médicas e biológicas e até mesmo para a constituição do português falado no Brasil. Certamente, pode contribuir em estudos para outras áreas do conhecimento por trazer uma diversidade em sua expressão.

Ao se fazer a leitura das receitas nele contidas, é

por exemplo “Ou o grande Elixir Cordial para o estomago preparado Somente por Seo filho Unico se pode achar como antes no antigo e original armazém em Bartholameu Lane, junto da Bolza Real de Londres”, parecendo o autor apenas endereçar a procedência do elixir, mas não estando lá fisicamente. No entanto, a maior parte das referências territoriais são direcionadas a localidades dentro do território colonial brasileiro assim como as práticas nele estabelecidas.

A cultura em forma de tradição, crenças e saberes populares está presente no Formulário Médico associados a conhecimentos considerados científicos/acadêmicos. A presença de vestígios das culturas indígenas, africanas e europeias são evidentes neste documento de forma integrada, demonstrando a interação social dos saberes também existente nesta sociedade colonial.

Vale ressaltar ainda que constam informações sobre o primeiro medicamento produzido no Brasil, chamado Triaga Brasileira, com uma composição secreta e variada, incorporando elementos de origem europeia combinados com produtos da fauna e flora brasileira, sob forte influência da prática indígena. A Triaga Brasileira marca o primeiro momento de uma medicação brasileira. Este medicamento foi criado pelos jesuítas do Colégio da Bahia e circulava em todos os colégios da Companhia, inclusive fora da América. A “Triaga Brasileira” consta atualmente homologada

no RankBrasil (entidade que registra recordes brasileiros) por ter sido o primeiro remédio produzido no país. Como herança cultural das triagas, temos atualmente incluídas na cultura popular brasileira as garrafadas, que mantêm a essência das triagas, utilizada como panaceia e produzida a partir da combinação de produtos encontrados na natureza pela busca da cura de males relacionados à saúde.

No documento fica evidente a influência da cultura indígena através das receitas nele registradas, contendo dezenas de nomenclaturas de vegetais sendo usados termos indígenas, principalmente dos Kiriris, como Ibehoyzhuaka (erva Crista de Galo), Sicarãdz Clozê Sabhã (erva de Vintém), Siporoba (butua), anhaturana (batata de capoeira), Tacamara (contra dor de cabeça), Tirimindí (erva picão), Ketiyaku (contra fogueira na boca), Lacororodi (alcassus), Bansunhũ (avenca), Subiora kulsão (erva barriguda), Erva tequeri, Bitsi, Suarã dismuhri, Suarãdzi pichze, Caupiangá, Buikekei, Tarjaquassu e Fayaguassu. Outras poucas referências aos indígenas são aos ditos Tapuias e aos Moritizes. Ao referenciar a uma determinada fruta contida em uma receita “que chamão Tepez/ as quaz vem de Angola e não faltão na Bahia, e Ryo de Janeyro e oz= Angolistas costumão trazer em cada hũa de tamanho de hũa Azeitona grande”, fica evidente a interação não só com a cultura indígena como também com os costumes e conhecimentos advindos dos africanos.

A ação da cultura europeia também pode ser observada nas receitas ao que se refere a medicina acadêmica trazida da Europa para as terras coloniais. O boticário autor/compilador das receitas demonstra ser conhecedor das tradições da medicina hipocrática, galênica e mesmo com elementos da iatroquímica. Tratando-se então de uma medicina praticada a partir da observação clínica, baseada na teoria dos quatro humores e suas qualidades e sendo o funcionamento do corpo humano e demais seres vivos atrelados a ação dos organismos e das doenças segundo os processos químicos. Também está presente no conteúdo do Formulário Médico o aspecto da crença no sobrenatural em que permite o encontro de tradições europeias, portuguesas e católicas, e às tradições indígenas e africanas, formando assim uma medicina colonial própria dessa região. Na receita para tratamento da “Gotta Coral” está acrescido ao tratamento medicamentoso a seguinte prática “beber sumo de poejos, em vinho dizendo hũ, Pai Nosso e hũa Ave Maria a Payxão de xpo [Cristo]”. Ainda tratando da presença da ótica sobrenatural nas preparações terapêuticas do Formulário Médico é possível encontrar uma receita em específico para curar o feiticero de exercer esse ofício que diz: “Quem quizer que o feiticero não continue neste ofício, e fique incapaz e pifio dêlhe na testa com hũ ovo bem choco...”, e assim continua a receita no fôlio 49 verso do documento original. Sendo não

esse um exemplar isolado de cura para assuntos relacionados a feitiços, estando essa necessidade presente em várias outras mezinhas.

A MOTIVAÇÃO DO TRABALHO

Este projeto nasceu do olhar e da inquietação diante de uma obra que demonstra, sem esforço, o seu caráter único e especial. Acredita-se que muitas das pessoas que tiveram acesso ao documento original do Formulário Médico tenham sabido reconhecer a importância desse material, tanto que ele foi restaurado e encadernado em capa dura e um tipo de forração especial em tecido, com um acondicionamento próprio que seguiu o mesmo padrão da encadernação produzida especialmente para ele. Para além disso, durante as pesquisas, nos deparamos com algumas reportagens veiculadas na imprensa de grande circulação que ressaltavam a existência do Formulário Médico no acervo e muitas vezes falava-se do seu conteúdo, como é o caso do texto publicado no *Jornal do Brasil*, com o título “Fundação Oswaldo Cruz tem biblioteca com obras raras de Margrave, Post e Barleu” (Fundação, 1981).

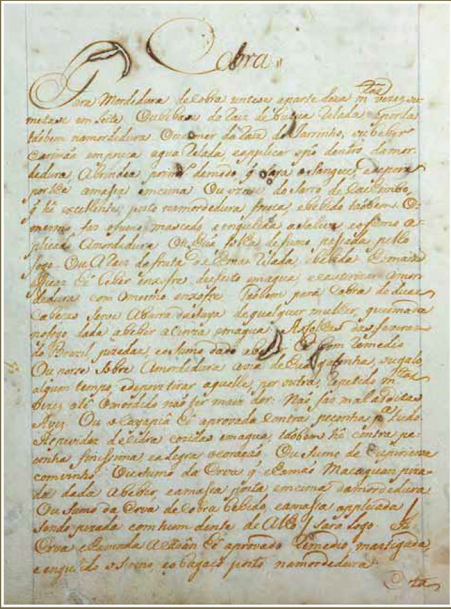
Apesar do reconhecimento por parte dos funcionários da Biblioteca da importância do Formulário Médico, não tínhamos profissionais suficientes e mesmo conhecimentos

FIGURA 3 | Panfleto da receita “Cobra” contendo a imagem do documento original e ao lado a receita que passou pela transcrição paleográfica. FONTE: PRODUTO MULTIMEIOS/ICICT/FIOCRUZ.

"Formulário Médico"

Manuscrito de 1703 pertencente ao acervo da Seção de Obras Raras A. Overmeer / Biblioteca de Mangueinhos / ICICT / FIOCRUZ

Documento contendo receitas para tratamento de doenças atribuído aos jesuítas e encontrado em uma arca da Igreja de São Francisco de Curitiba



Cobra

Para mordedura de cobra unte-se a parte leza muitas vezes ou meta-se em leite. Ou beba-se da raiz de bútua relada e pôr-la tãobem na mordedura. Ou comer da raiz do jarinhão ou beber carimão em pouca agua relada, e applicar o pó dentro da mordedura abrindo-a primeiro de modo que saya o sangue e depois pôr-lhe a massa em cima. Ou uze-se do sarro de cachimbo que he excellente posto na mordedura fresca e bebido tãobem. O mesmo faz o fumo mascado e engulida a saliva e o fumo applicado à mordedura. Ou húa folha de fumo passada pello fogo. Ou a raiz da fruta de hena relada e bebida e o maiz efficaz hé beber enxofre desfeito em agua e cauterizar a mordedura com o mesmo enxofre. Também para cobra de duas cabeças serve a barra da saya de qualquer mulher queimada no fogo dada a beber a cinza em agua. As folhas das faveraz do Brasil pizadas e o sumo dado a beber hé bom remedio. Ou pôr-se sobre a mordedura aza de húa galinha ou galo algum tempo e depois tirar aquelle pôr outra repetido muitas vezes até o mordido não ter maiz dor. Não faz mal às ditas avez. Ou a cayapiá hé a prova da contra peçonha para tudo. As pavez de cidra cozidas em agua tão bem hé contra peçonha finissima e alegra o coração. Ou sumo de capricova com vinho. Ou sumo da erva que chamão macaguan pizada dada a beber e a massa posta em cima da mordedura. Ou sumo da erva de cobra bebido e a massa applicada /sendo pizada com um dente de alho /sara logo. A erva chamada acasã hé a prova do remedio, mastigada, e engollido o sumo e o bagoço posto na mordedura.

Maria José Azevedo Santos
Prof. Catedrática da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra
Investigadora do Centro de História da Sociedade e da Cultura da Universidade de Coimbra

multidisciplinares necessários para empregar a realização de uma transcrição paleográfica, primeiro passo para se compreender a obra.

Em 2013, recebemos a visita da Dra. Maria José de Azevedo Santos, paleógrafa e profes-sora da Faculdade de Letras do Centro de História da Sociedade e da Cultura da Universidade de Coimbra, em companhia da profissional Vilma Lobato Reis (Fiocruz), em virtude da sua partici-pação no I Colóquio Luso-Brasileiro de Paleografia, que aconteceu no Arquivo Nacional, que mencionou na ocasião da sua divulgação a presença dos três maiores paleógrafos da língua portuguesa na atuali-dade, entre eles a Dra. Maria José (I Colóquio, 2017).

Esse foi um momento importante para o deslanche do trabalho de transcrição, pois a Dra. Maria José fez apontamentos sobre a importância do manus-crito, deixou seu contato, passou o contato do Prof. João Eurípedes Franklin Leal, professor de paleo-graphia da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (Unirio) e alguns meses depois a procu-ramos para iniciar o nosso movimento de apre-sentar o Formulário Médico em evento institucional.

Diante disso, por ocasião dos 114 anos da Biblioteca de Mangueinhos, que aconteceu em agosto de 2014, montamos uma programação que girava em torno do Formulário Médico. A Dr.^a Maria José transcreveu uma receita do manuscrito,

intitulada “Cobra”, utilizada no tratamento de picada desse animal peçonhento. Preparamos um panfleto com a imagem da receita original manuscrita e no verso estava a transcrição paleográfica. Apresentamos então o evento com a exposição do manuscrito original, no mesmo espaço onde acontecia uma mesa com o Prof. João Eurípedes Franklin Leal e a Prof.^a Heloísa Gesteira.

Ainda no ano de 2014, o Prof. Franklin que estava ministrando o I Curso de Paleografia que acontecia no Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro (IHGB), teve a ideia de consultar a sua turma e conseguiu a participação destes paleógrafos na transcrição do Formulário Médico. Além da turma, alguns funcionários da Biblioteca de Manguinhos também se prontificaram a serem capacitados para participar da realização da transcrição. No total, foram preparados e participaram da transcrição 32 paleógrafos. As aulas e reuniões de trabalho aconteceram no IHGB que cedeu o seu espaço para esta finalidade.

Foram distribuídos aos paleógrafos cópias impressas coloridas em A3 das partes que cada um iria transcrever e a digitalização completa do manuscrito, realizadas pelo Multimeios/Icict/Fiocruz. No percurso do trabalho de transcrição, foram realizadas 5 revisões da transcrição paleográfica até que o Prof. Franklin pudesse finalizar.

Após a etapa de transcrição finalizada, consideramos a necessidade de realizar estudos históricos

e materiais, não sendo possível produzir esta pesquisa apenas com o corpo técnico da Biblioteca, afinal seriam necessários conhecimentos de diversas áreas para a realização destes estudos. Para estas ações foram contactados a Prof.^a Heloísa Gesteira para que pudesse colaborar na organização dos estudos históricos, já que possui pesquisa na área de circulação de ideais e práticas científicas na época moderna e ficou a cargo da Biblioteca contactar profissionais nas áreas de estudos materiais.

OS ESTUDOS IMPLEMENTADOS

Estes estudos compreenderam áreas da história da medicina, sendo eles, a circulação de saberes na América Portuguesa, tradições relacionadas às práticas das boticas em especial atenção ao possível autor do manuscrito ou de uma de suas receitas e a arte de curar na América Platina no século XVII, temas que se relacionam com o conteúdo do manuscrito original.

Um outro campo de pesquisa está relacionado à materialidade do exemplar, onde se buscou compreender características do artefato códice, com a apuração dos tipos de papel e tinta, encadernação, composição de cadernos, marcas intrínsecas e extrínsecas, intervenções resultantes de restauração e vestígios de elementos químicos que permitem avaliar o período de produção. Também foram realizadas

avaliações quanto às características documentais como o suporte da escrita, instrumento usado para a escrita, traços e ductos das letras e autoria.

No tocante a análise material, efetivou-se a busca por examinar o Formulário Médico em sua composição e esses foram fundamentais para a produção de estudos que serviram como insumo para a produção da candidatura do Formulário Médico ao Mow Brasil 2017 e consequente publicação da Editora Fiocruz em 2019. Participaram desse trabalho 43 profissionais de 17 instituições brasileiras das áreas de Arquivologia, Biblioteconomia, História, Ciências Biológicas e Engenharia Química, entre parcerias bilaterais e em grupo.

Nessa empreitada foram realizados ensaios não destrutivos, visando avaliar a presença de elementos químicos constituintes do papel e da tinta, através da técnica de fluorescência de raios-X. Nos testes analíticos, foi utilizado o Espectrômetro Genius 5000 XRF1, que foi empregado para a análise não destrutiva de materiais, com o objetivo de avaliar sua composição química fundamental.

O tipo de fibra do papel de trapo constituinte do manuscrito foi identificado por meio de análise visual em Microscópio Estereoscópico XTB-2T, produzido pela Coleman, concluindo que possui fibras de trapos de algodão, razão pela qual este manuscrito de mais de trezentos anos ainda apresenta boa resistência física ao manuseio. A gramatura do papel não pode ser medida, contudo pudemos verificar dois ou três bifólios de maior espessura (p. ex.: folhas 57/66; folha

90 e folhas 109/114), o que nos permite reafirmar que o papel foi manufaturado.

Na presente avaliação, as informações coletadas permitiram não só conhecer a composição elementar do suporte do manuscrito, bem como das distintas tintas presentes no volume, elucidando aspectos acerca do seu estado de conservação e corroborando para a hipótese de que o livro foi elaborado em data compatível com a atribuição remetida (c. 1703).

A partir de uma análise paleográfica e documental, constatou-se que o manuscrito é constituído por papel de trapo, tinta metaloácida, letra do tipo humanística do século XVII, com tipicidades próprias de letras como e, f, l, h e r. As penas utilizadas para realizar a sua escrita foram sempre de aves, a letra é destrógrafa (escrita onde as letras são inclinadas para direita) e com bons ductos (designa o traçado da letra, aspecto de uma escrita), traçado uniforme e de origem hológrafa (escrita por um só calígrafo). O uso de letras maiúsculas e minúsculas é indiscriminado e é observado o emprego intenso de acentos circunflexos também sendo usados os agudos, de forma diferenciada, para dar tonicidade das sílabas. Há o emprego de expressões latinas e palavras oriundas do vocabulário do indígena.

Em relação à procedência, foram detectados carimbo molhado com a inscrição “Oliveira Catramby” e inscrição manuscrita possivelmente inserida no documento pelo próprio Oliveira Catramby (pois encontra-se assinada logo acima

da inscrição com assinatura do mesmo e grafia similar entre a assinatura e a inscrição) contendo a seguinte informação Formulário Médico encontrado em uma arca da Igreja de S. Francisco de Curitiba e atribuído aos jesuítas em 1703”.

O Formulário Médico é uma obra antiga, manuscrita e que passou por restauração, o que significa dizer que o seu estado físico está fragilizado. Apesar da restauração ter dado mais integridade ao papel, o conteúdo manuscrito está esmaecido e teve perdas de fragmentos provocados pela ação corrosiva da tinta ferrogálica.

É importante destacar que o resultado de tudo que foi produzido para a candidatura do Formulário Médico ao Mow Brasil 2017, encontra-se publicado por seus autores em livro da Editora Fiocruz, no ano de 2019, com maiores especificidades e desenvolvimento dos resultados. Assim como, os resultados apresentados neste texto, de forma mais sucinta.

DAS ESTANTES DE MANGUINHOS PARA O MUNDO

Após todo o esforço empregado nos estudos históricos, materiais, documentais e paleográficos, decidimos que era chegada a hora de candidatar o Formulário Médico ao Mow Brasil e no ano de 2017 o manuscrito foi contemplado pelo Programa Memória do Mundo da Unesco como representante do patrimônio documental brasileiro. Esse programa

foi criado em 2007, com o objetivo de “assegurar a preservação das coleções documentais de importância mundial, por meio de seu registro na lista do patrimônio documental da humanidade, democratizar o seu acesso e criar a consciência sobre a sua importância e a necessidade de preservá-lo” (Programa, 2018).

No ano seguinte, aconteceu o II Colóquio de Paleografia e Diplomática, na Universidade de Coimbra e fomos convidados a apresentar o livro “Formulário Médico: manuscrito atribuído aos jesuítas e encontrado em uma arca da Igreja de São Francisco de Curitiba”, como pré-lançamento, tendo sido oficialmente lançado pela Editora Fiocruz em 2019.

Em 2020, a Editora Fiocruz inscreveu o livro Formulário Médico para concorrer ao prêmio oferecido pela Associação Brasileira das Editoras Universitárias, que teve sua origem em 2015 e: “[...] foi instituído [...] visando a distinguir, anualmente, as melhores edições universitárias no âmbito do conhecimento científico e acadêmico, bem como a realçar o projeto gráfico mais acurado” (Gutierrez, 2024). A edição do Formulário Médico foi contemplada com o 1º lugar na categoria Ciências da Vida do 6º Prêmio Abeu.

A apropriação como patrimônio perpassa pelo conhecimento e reconhecimento do bem histórico como patrimônio pela comunidade que representa ou que mantém alguma relação de identidade. Por isso, promovemos e continuamos a promover

FIGURA 4 | Manuscrito original Formulário Médico, acompanhado da edição publicada pela Editora Fiocruz em 2019 com o troféu do Prêmio Abeu 2020.

IMAGEM: FATIMA DUARTE.



ações para que o manuscrito Formulário Médico possa cultivar uma relação de identidade com o seu público/comunidade e assim ser passível de um olhar de destaque visando a sua preservação e memória coletiva da sociedade brasileira.

Também é nosso objetivo, como biblioteca, fomentar a pesquisa e produção de conhecimento sobre o acervo ou seus itens e, desse modo, qualificar com informações o que cada item ou coleção agrega de valor científico, histórico e demais características relevantes institucionalmente e para o Brasil. Como fontes de pesquisa, os resultados produzidos

são formas de contribuir com a compreensão que cada bem patrimonial representa para o coletivo.

Nessa perspectiva, promovemos ações pontuais ou integradas de educação patrimonial, exposições, publicações, entrevistas em veículos de grande circulação e especializados, dentre outras formas possíveis de tornar o Formulário Médico, assim como outros itens do acervo, próximo de quem o conhece.

CONCLUSÃO

Somente devido a grandiosa colaboração de diversos profissionais com o seu esforço de trabalho e conhecimentos especializados, foi exequível realizar a transcrição paleográfica de um manuscrito do início do século XVIII, que tem suas especificidades como abreviaturas, palavras que caíram em desuso ou que são escritas de forma diferente atualmente. Além de podermos contar com uma diversidade de formações profissionais que permitiu que a obra fosse analisada por diferentes aspectos, desde sua contextualização histórica, o conteúdo gráfico e sua materialidade. As ações implementadas de forma cooperativa promovem a transferência de conhecimento assim como o uso sustentável dos recursos.

A proposição desta obra para a nomeação do registro do Programa Memória do Mundo visa proteger e disseminar o precioso conteúdo que compõe este artefato histórico. Além disso, promover o desenvolvimento das ciências nas mais diversas áreas do conhecimento a que esse manuscrito pode ser explorado e aproximá-lo de um público geral através de ações relacionadas à educação patrimonial. Como ação de preservação do manuscrito original e oferta de acesso, além da publicação do livro com a transcrição

do documento original, ainda está disponível na página da coleção de obras raras da Fiocruz o seu conteúdo integral em formato digital e como resultado deste trabalho é atualmente umas das obras mais visitadas do site com quase 6 mil *downloads*³.

Pretende-se, com essas ações, que a obra possa ser conhecida e acessada por qualquer pessoa interessada em conhecer ou realizar estudos nos quais o Formulário Médico possa colaborar como fonte ou mesmo para que o público geral, que mesmo motivado por uma curiosidade qualquer, tenha a chance de conhecer o manuscrito.

A parceria entre preservação e acesso é de substancial valor para este projeto. A preservação deve ser vislumbrada não somente em relação ao objeto, mas também no que ele carrega enquanto conhecimento. A ideia de preservação é de vivacidade, que só ocorre através do acesso e do significado daquele objeto para a cultura e história em que está inserido. Acreditamos que a promoção do conhecimento mais ampliado sobre a obra pode ser um aliado das ações de preservação e salvaguarda, onde proteger não está só em deixar a obra bem guardada do ponto de vista da segurança da área de guarda ou em condições ambientais adequadas, está também na sua proteção social quando o público reconhece a sua importância enquanto patrimônio.

REFERÊNCIAS

- I COLÓQUIO Luso-Brasileiro de Paleografia (n.d.). *Arquivo Nacional*. Disponível em: https://www.gov.br/arquivonacional/pt-br/canais_atendimento/imprensa/copy_of_noticias/i-coloquio-luso-brasileiros-de-paleografia. Acesso em: 30 mai. 2024.
- BUSTAMANTE, E. *As bibliotecas especializadas como fontes de orientação na pesquisa científica*. Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz. 1958, p. 18.
- ALVES, F. D. A. *Conservar*: subsídios para uma exposição da iconografia do pau-brasil na flora brasiliensis da Biblioteca de Manguinhos. Mestrado em Preservação e Gestão do Patrimônio Cultural das Ciências e da Saúde. Programa de Pós-Graduação de Pós-Graduação em Preservação e Gestão do Patrimônio Cultural das Ciências e da Saúde da Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz, 2021, 137f. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/53526>. Acesso em: 30 mai. 2024.
- FERNANDES, A. M. et al. *Grupos de Pesquisa: Dinâmica do Compartilhamento de Conhecimento*. Perspectivas Em Gestão & Conhecimento, vol. 8 n.º 2, 2018, pp. 107-125, mai.-ago. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.21714/2236-417x2018v8n2p107>. Acesso em: 30 mai. 2024.
- FUNDAÇÃO Oswaldo Cruz tem biblioteca com obras raras de Margrave, Post e Barleu. *Jornal do Brasil*. Rio de Janeiro, 8 nov. 1981. Disponível em: https://memoria.bn.gov.br/DocReader/docreader.aspx?bib=030015_10&pasta=ano%20198&pesq=formulario%20medico&pagfis=50256. Acesso em: 30 mai. 2024.
- GESTEIRA, H. M.; LEAL, J. E. F.; SANTIAGO, M. C. (orgs.). *Formulário Médico*: manuscrito atribuído aos Jesuítas e encontrado em uma arca da Igreja de São Francisco de Curitiba. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2019, p. 416.
- GUTIERRE, J. H. B. *Regulamento [10º Prêmio Abeu]*. São Paulo: 2024. Disponível em: [ddca1c_c58931a8486144388907dec979275081.pdf](https://arquivo.nacional.gov.br/index.php/mow-brasil.html). Acesso em: 30 mai. 2024.
- HISTÓRICO. Disponível em: <https://arquivo.nacional.gov.br/index.php/mow-brasil.html>. Acesso em: 30 mai. 2024.

NOTAS

NIMUENDAJÚ, Curt. *Mapa etno-histórico do Brasil e regiões adjacentes*. 1944. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/indl/pagina/detalhes/1567>. Acesso em: 30 mai. 2024.

PROGRAMA Memória do Mundo — MOW Brasil 2017. 2018. Disponível em: https://historialuso.arquivonacional.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=5037:programa-mem%C3%B3ria-do-mundo-%E2%80%93-mow-brasil-2017&catid=2019&Itemid=121. Acesso em: 30 mai. 2024.

RUFINO, A. C.; BONFIM, W. L. D. S. *Diversas abordagens conceituais sobre o trabalho em rede*. Barbarói, vol. 45, , jul.-dez. 2015, pp. 119-134. Disponível em: <https://doi.org/10.17058/barbaroi.voio.4905>. Acesso em: 30 mai. 2024.

SOUZA, A. M. C. *Estudo de uma experiência de fluxo informacional científico no Instituto Oswaldo Cruz: a “mesa das quartas-feiras”*. Mestrado em Ciência da Informação. Programade Pós-Graduação em Ciência da Informação da Universidade Federal Fluminense e do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, 2006, 110 f. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/6336>. Acesso em: 30 mai. 2024.

1 Estes quantitativos de crescimento do acervo foram retirados de relatórios das atividades da Biblioteca que se encontram no acervo do DAD/COC/Fiocruz.

2 Disponível em: <https://www.obrasraras.fiocruz.br/>.

Sistema ABC de gestão de riscos para o patrimônio cultural: uma colaboração Casa de Oswaldo Cruz (Fiocruz), ICCROM e *Canadian Conservation Institute*

CARLA COELHO

Casa de Oswaldo Cruz (Fiocruz)

JOSÉ LUIZ PEDERZOLI JR.

International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property (ICCROM)

WAGNER NASCIMENTO SILVA

Casa de Oswaldo Cruz (Fiocruz)

INTRODUÇÃO

Por muito tempo a prática profissional no campo do patrimônio cultural foi dominada pelas intervenções reativas de restauração, ainda que a defesa conceitual da abordagem preventiva ocorra pelo menos desde o século XIX e esteja presente já nas primeiras cartas internacionais voltadas para o tema da preservação. A conservação preventiva trouxe, principalmente a partir da década de 1980, uma importante mudança de paradigma para o campo, propondo uma atuação proativa que pudesse evitar ou ao menos reduzir a velocidade dos processos de deterioração e a compreensão sobre a influência do ambiente nesses processos.

Oriunda da área de seguros e apropriada por diferentes campos disciplinares desde meados do século XX, a gestão de riscos tem se revelado uma importante estratégia considerando as diferentes ameaças para os bens culturais. Essas incluem processos cumulativos (tais como desgaste causado pelo uso, desbotamento devido à exposição à luz, processos de corrosão influenciados pelas condições ambientais etc.) até eventos pontuais que podem resultar em sinistros (inundações, infestações de insetos e incêndios, entre outros). A gestão de riscos representa uma importante contribuição para a abordagem preventiva para o patrimônio cultural, fornecendo subsídios para a tomada de decisões relacionadas às ações de preservação

levando em consideração o valor dos bens culturais, suas características e vulnerabilidades, o contexto em que estão inseridos, os recursos financeiros disponíveis e as equipes existentes.

A partir da experiência de profissionais e instituições em todo o mundo, alguns métodos de gestão de riscos vêm sendo elaborados para dar conta das especificidades dos bens culturais. Esse é o caso do Método ABC de gestão de risco para o patrimônio cultural, cuja disseminação ocorre desde o início dos anos 2000, tendo sido adotado para museus, arquivos, bibliotecas, edifícios, sítios históricos e outras instituições culturais.

O presente capítulo apresenta o processo de elaboração de uma ferramenta Web desenvolvida para dar suporte ao Método ABC, fruto de um acordo de cooperação estabelecido entre a Casa de Oswaldo Cruz/Fundação Oswaldo Cruz, o *Canadian Conservation Institute* (CCI) e o Centro Internacional para o Estudo da Preservação e Restauração de Bens Culturais (ICCROM).

O MÉTODO ABC DE GESTÃO DE RISCOS PARA O PATRIMÔNIO CULTURAL

O ICCROM é uma organização intergovernamental sediada em Roma, Itália. Criado a partir da Conferência Geral da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) de

1956, o centro conta atualmente com 138 países membros¹ e sua missão é conservar e promover patrimônio cultural em todas as partes do mundo, para o bem de todos. Desde a década de 1980, o ICCROM tem tido um papel de destaque na promoção da conservação preventiva e na capacitação de profissionais do setor do patrimônio cultural.

Criado em 1972, o Instituto Canadense de Conservação (CCI) é uma agência do Departamento de Patrimônio Canadense situada em Ottawa, Canadá. Apesar de sua missão contemplar a promoção da conservação de coleções patrimoniais canadenses, é possível afirmar que o impacto da atuação da instituição se dá em âmbito internacional, considerando a importância dos projetos, publicações e ações de capacitação realizadas.

A partir da experiência acumulada em instituições canadenses, o cientista da conservação do CCI Stefan Michalski² propôs, ainda em 1990, uma matriz para auxiliar no processo de diagnóstico de conservação de museus que combinava diferentes escalas de análise (edifício, mobiliário, procedimentos) e nove agentes de deterioração (forças físicas; criminosos; fogo; água; pestes; contaminantes; luz/radiação UV; temperatura incorreta; umidade relativa incorreta³) para os quais deveriam ser considerados cinco estágios de controle (evitar, detectar, bloquear, responder, recuperar) (Michalski, 1990). A abordagem trouxe uma importante contribuição ao propor que as análises

passassem a focar nas causas dos processos de deterioração e danos, relacionando-as aos diferentes agentes de deterioração (e não apenas na observação dos efeitos de sua ação sobre os bens culturais). Essa proposta foi fundamental para o desenvolvimento posterior de ferramentas propostas pelo Método ABC.

Em 2003, foi realizado em Ottawa o *ICCROM-CCI course on preventive conservation: from current issues to common strategies*, um encontro internacional de especialistas em conservação preventiva para discutir as práticas correntes e o futuro da disciplina (Preventive, 2003). Um dos resultados dessa discussão foi o reconhecimento da importância da gestão de riscos para melhorar a conservação preventiva, permitindo a priorização de ações preventivas a partir da avaliação sistemática dos riscos ao patrimônio em um determinado contexto. Essa priorização é fundamental, uma vez que os recursos disponíveis nunca são suficientes para implementar simultaneamente todas as medidas de prevenção recomendadas. Além disso, a partir da quantificação dos riscos, tornou-se possível analisar a relação custo-benefício das medidas de conservação preventiva e outras voltadas à redução de riscos e, com isso, otimizar o uso dos recursos disponíveis.

Enquanto a conservação preventiva “clássica” baseia-se na prescrição de medidas a serem adotadas (tais como estabelecer parâmetros de

temperatura e umidade relativa do ar em áreas de guarda de acervos), a gestão de riscos adota uma abordagem de previsão, priorização e otimização do uso de recursos.

A partir de 2005, o ICCROM, em colaboração com o CCI e a Agência Holandesa para o Patrimônio Cultural, começou a oferecer, a cada dois anos, o curso internacional Reduzindo Riscos às Coleções, que posteriormente passou a ser chamado Reduzindo Riscos ao Patrimônio Cultural. Nesses cursos, adotou-se o assim chamado Método ABC para a análise quantitativa de riscos ao patrimônio, sendo que as letras A, B e C se referem aos três componentes utilizados para modelagem e cálculo do risco: A — probabilidade ou frequência esperada de ocorrência de eventos adversos ou taxa de acúmulo de danos/perdas para riscos associados a processos em vez de eventos; B — perda de valor esperada em cada componente do bem cultural afetado pelo risco; C — fração do valor total do bem cultural representada pelos componentes afetados pelo risco. A combinação desses três componentes expressa o risco em termos de perda fracional de valor no bem cultural por unidade de tempo (% valor perdido ao ano). Para capturar a incerteza associada à análise de riscos, utiliza-se uma distribuição triangular com o valor esperado (mais provável) e os limites inferiores e superiores plausíveis para cada componente do risco analisado. Os parâmetros para pontuação desses componentes

foram sistematizados na ferramenta denominada Escalas ABC para análise de riscos ao patrimônio cultural (Michalski; Pedersoli, 2016).

A abordagem proposta pelo Método ABC considera, de forma holística, os diferentes riscos que podem impactar o valor dos bens culturais, desde processos cumulativos até eventos raros. A partir da utilização de ferramentas específicas, como os 10 agentes de deterioração, as 6 camadas de envoltório, as Escalas ABC e os 5 estágios de controle, possibilita a análise abrangente dos riscos considerando o contexto específico de cada instituição, a avaliação das magnitudes dos riscos para priorização e a definição de estratégias considerando seu custo-benefício para reduzir ou prevenir riscos⁴.

Inicialmente, utilizavam-se formulários em papel para fazer esta análise, o que muito dificultava a exploração de cenários alternativos. Ou seja, a cada vez que se mudava uma variável na análise, por exemplo, no tocante ao valor relativo dos componentes do bem cultural em questão, todos os cálculos tinham que ser refeitos para todos os riscos para permitir sua comparação e priorização, assim como para a avaliação da relação custo-benefício de possíveis medidas de redução de riscos.

No sentido de automatizar e facilitar a computação da análise de riscos, permitindo explorar múltiplos cenários alternativos sem nenhuma dificuldade, uma ferramenta digital foi criada por Michalski utilizando o sistema de gerenciamento

de banco de dados *Microsoft Access*. Então denominada Base de dados ABC para gestão de riscos ao patrimônio cultural, essa ferramenta foi estruturada segundo as etapas de gestão de riscos definidos pela norma ISO 31000, que incluem o estabelecimento do contexto, a identificação de riscos, sua análise quantitativa, priorização e desenvolvimento de medidas de tratamento⁵. A ferramenta foi utilizada e distribuída na forma de arquivo digital do *Microsoft Access* aos participantes dos cursos internacionais do ICCROM sobre redução de riscos ao patrimônio. Participantes do curso e outros membros da comunidade ABC utilizaram a ferramenta em distintos projetos e suas respectivas instituições e países.

Uma dessas instituições foi a Casa de Oswaldo Cruz/Fundação Oswaldo Cruz, que ao longo do processo identificou a necessidade de otimizar a ferramenta no tocante ao trabalho colaborativo. Até então apenas um usuário podia usar a base de dados a cada vez, e o mesmo arquivo devia ser enviado a um usuário de cada vez para a entrada de dados caso estes não estivessem utilizando o mesmo computador. No caso da Fiocruz, por exemplo, com um grande time de diversos setores colaborando no projeto, como detalharemos a seguir, isso se tornou proibitivo. Surge então a ideia de inovar e migrar a ferramenta para uma plataforma *Web*, que permitiria a colaboração simultânea de múltiplos usuários.

GESTÃO DE RISCOS PARA O PATRIMÔNIO CULTURAL DA FIOCRUZ

A instituição atualmente conhecida como Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) tem sua origem em 1900, na cidade do Rio de Janeiro. Sediada nos bairros de Manguinhos e Maré, zona norte da cidade, a Fiocruz constituiu ao longo de mais de cem anos de existência um significativo patrimônio cultural resultante de seus próprios processos de trabalho e representativo das ciências e da saúde no Brasil. Vinculada ao Ministério da Saúde, a instituição atua em pesquisa, ensino e produção tendo como objetivo contribuir para a promoção da saúde e da qualidade de vida da população brasileira. Atualmente a Fiocruz está organizada com base em 16 unidades técnico-científicas distribuídas em dez estados no Brasil e em sua capital, Brasília, além de contar com um escritório em Maputo, capital de Moçambique, na África.

Além de contemplar a preservação do patrimônio científico e cultural em sua missão institucional, duas das unidades técnico-científicas da Fiocruz foram criadas para formular e executar ações relacionadas à preservação. A Casa de Oswaldo Cruz (COC) ficou responsável pela organização e preservação dos acervos arquitetônico e urbanístico, arqueológico, arquivístico, museológico e parte do acervo bibliográfico da instituição, e

o Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT) pela gestão do acervo bibliográfico, sendo responsável pela coordenação da Rede de Bibliotecas da Fiocruz⁶. A instituição conta ainda com uma instância colegiada e consultiva denominada Câmara Técnica de Coleções Biológicas, composta por representantes das diversas coleções biológicas, e a partir de 2010 constituiu o Preservo — Complexo de acervos da Fiocruz, uma rede institucional que articula diferentes atores responsáveis pela preservação, gestão e infraestrutura dos acervos.

Ao longo do tempo a Fiocruz constituiu equipes próprias com competências específicas para a preservação dos diferentes acervos institucionais, além de estabelecer laboratórios de conservação e contratos de longo prazo com empresas terceirizadas para implementação de rotinas de conservação e manutenção dos edifícios históricos e de guarda de acervo.

A partir dos anos 2000, pesquisas voltadas para a definição de estratégias de conservação preventiva para os acervos institucionais passaram a ser desenvolvidas na unidade⁷ e seus desdobramentos incluem a elaboração de uma Política de preservação para os acervos (Fiocruz, 2013) e o desenvolvimento de planos de conservação preventiva (Coelho *et al.*, 2019).

Considerando a grande diversidade de bens sob responsabilidade da Fiocruz, as equipes envolvidas

nessas iniciativas identificaram a necessidade de incorporação de abordagens que contribuíssem para o processo de tomada de decisão em relação às ações a serem priorizadas, levando em conta as especificidades dos bens culturais, a dimensão das equipes e os limites orçamentários. Em 2013 foi formulado o projeto de pesquisa “Conservação preventiva do patrimônio científico e cultural da Fiocruz: metodologia para desenvolvimento de planos de gerenciamento de riscos” vinculado ao Grupo de Pesquisa Saúde e Cidade: arquitetura, urbanismo e patrimônio cultural. A pesquisa teve como objetivo o levantamento e análise de referências bibliográficas e experiências práticas relacionadas a estratégias de prevenção de danos para o patrimônio científico e cultural, bem como sua aplicação para os edifícios históricos e acervos móveis da Fiocruz através do desenvolvimento de planos de conservação preventiva e gestão de riscos. Esse projeto contou com recursos da COC/Fiocruz e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)⁸ e orientou a atuação do Grupo de trabalho de conservação preventiva e gestão de riscos da unidade, criado em 2014 como desdobramento direto da publicação da Política de preservação. Composto por representantes dos diferentes departamentos responsáveis pela conservação dos acervos sob responsabilidade da COC/Fiocruz e das áreas de gestão, o grupo de trabalho definiu como prioridade a incorporação da gestão de riscos aos

processos de preservação, a partir da adoção do Método ABC de gestão de riscos.

Para o ciclo-piloto foi definido um recorte do amplo conjunto de bens sob responsabilidade da instituição, que contemplou três edifícios históricos e os acervos museológico, arquivístico e bibliográfico sob responsabilidade da COC/Fiocruz⁹. Além da participação de profissionais dos diferentes departamentos da COC que compõem o grupo de trabalho multidisciplinar, esse trabalho foi orientado pelo então consultor José Luiz Pedersoli e contou com a parceria do ICICT e do Instituto Oswaldo Cruz (IOC), unidade responsável pela maior parte das coleções biológicas da Fiocruz. Os resultados indicaram uma série de medidas de mitigação para os riscos entendidos como prioritários, que vêm sendo adotadas progressivamente pela Fiocruz¹⁰. Outro desdobramento importante foi a compreensão em relação à necessidade de adoção de uma ferramenta que pudesse dar suporte à realização dos ciclos subsequentes, em substituição à Base de dados ABC e planilhas de Excel utilizadas no primeiro ciclo.

Como mencionado anteriormente, a articulação entre a equipe da COC/Fiocruz, do ICCROM e do CCI resultou então no estabelecimento de um acordo de cooperação técnica entre as instituições, cujo primeiro plano de trabalho teve como objetivo o desenvolvimento do Sistema ABC de gestão de riscos para o patrimônio cultural.

PROJETO COLABORATIVO PARA DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA ABC

Em 2020, com o objetivo de facilitar a implementação da gestão de riscos nas instituições responsáveis pela gestão de bens culturais, foi estabelecido um projeto colaborativo entre a COC/Fiocruz, o ICCROM e o CCI para desenvolver uma ferramenta *Web* que pudesse ser utilizada simultaneamente por diferentes membros das equipes responsáveis pela gestão de bens culturais. A execução do projeto foi dividida em três fases, realizadas entre 2020 e 2022.

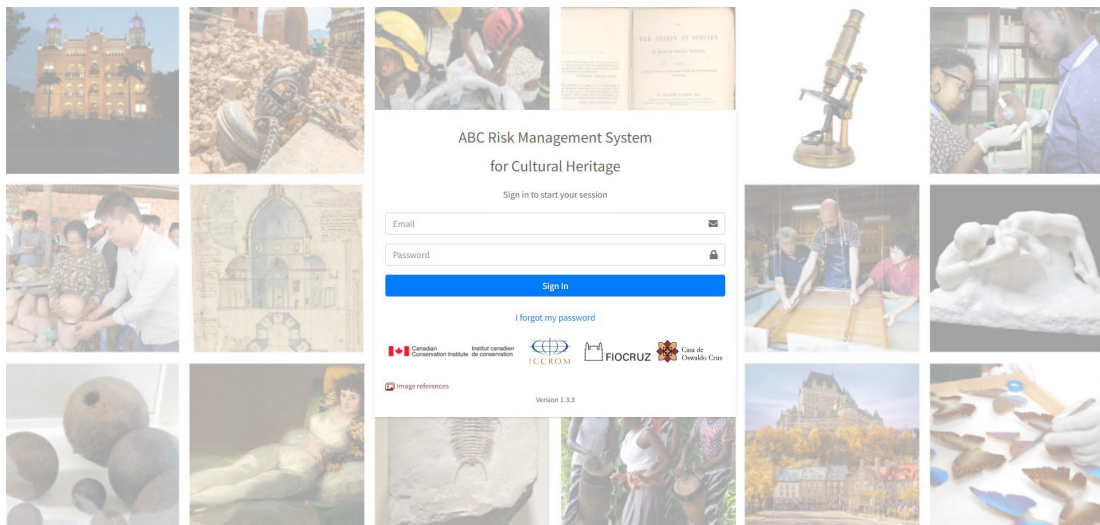
A primeira fase contemplou uma revisão crítica da estrutura, regra de negócio, entendimento de como o Método ABC havia sido modelado e análise de interface do usuário do banco de dados CCI original desenvolvido em *Microsoft Access*. O objetivo principal desta fase foi compreender como o sistema havia sido construído, identificando elementos que precisavam de ajustes e melhorias. Como afirma Robert (2003), não é incomum situações em que é preciso reconstruir um sistema, sendo necessária sua substituição por uma versão mais moderna utilizando novas tecnologias e permitindo que novas melhorias sejam incorporadas .,

A segunda fase foi a mais demorada e caracterizou-se pelo desenvolvimento da nova ferramenta. Nesta fase, os profissionais de tecnologia

da informação da COC/Fiocruz, responsáveis por gerenciar a atualização tecnológica da ferramenta, decidiram qual seria a tecnologia mais adequada a ser utilizada. Considerando a necessidade de implementação de uma ferramenta colaborativa, onde os profissionais pudessem trabalhar ao mesmo tempo no processo de gestão de riscos, optou-se por utilizar uma tecnologia *Web*, visto que a ferramenta original era desenvolvida em uma tecnologia dedicada a *Desktop*, impossibilitando o uso colaborativo durante o processo de gestão de riscos. Outro parâmetro considerado nesta análise foi que a tecnologia escolhida deveria ser robusta, estável e possuir uma comunidade forte, facilitando a seleção de profissionais para o desenvolvimento e manutenção futura. Com isso, a linguagem de programação escolhida foi o PHP (*Hypertext Preprocessor*), por ser *open source* de uso geral, muito utilizada em todo o mundo, e especialmente adequada para o desenvolvimento *Web* (PHP Group, 2024). Para oferecer uma interface de usuário amigável, optou-se por utilizar o *framework Bootstrap*, utilizado para o desenvolvimento de aplicações responsivas de forma rápida e simples (Laazeri, 2019). Para o armazenamento dos dados foi utilizado o MySQL, um banco de dados acessível e amplamente utilizado, leve e com uma comunidade também muito ativa. Essas tecnologias são independentes de sistema operacional, possibilitando sua instalação em qualquer ambiente computacional.

FIGURA 1 | Tela de *login* do Sistema ABC.

FONTE: COC/FIOCRUZ; ICCROM; CCI (2022).



A terceira fase foi basicamente dedicada a testes, ajustes, correções de erros e tradução do sistema para outros idiomas. Além da equipe do projeto, participaram dessa fase profissionais de outras instituições culturais já familiarizados com o Método ABC. Considerando essa premissa, representantes do Instituto Brasileiro de Museus, Arquivo Nacional e ICOM Brasil foram convidados a participar, contribuindo com importante *feedback* para o aprimoramento do sistema.

Os resultados da revisão crítica e a definição da nova tecnologia permitiram o desenvolvimento de uma ferramenta que pode ser entendida como uma versão atualizada do Banco de Dados de Gerenciamento de Riscos da CCI contendo novas funcionalidades e melhorias, denominada Sistema ABC de gestão de riscos para o patrimônio cultural (Figura 1).

A arquitetura resultante segue a estrutura do processo de gestão de riscos definida pela ISO 31000 e incorpora seis módulos: “Estabelecer contexto”, “Identificar riscos”, “Analisar riscos”, “Avaliar riscos”, “Tratar riscos” e “Comunicar”. Além desses módulos, o sistema possui outras funcionalidades de apoio à elaboração e planejamento da gestão de risco, como o *upload* de documentos importantes para cada projeto de gestão de riscos (relatórios, políticas, protocolos etc.) e de imagens que contribuam para comunicar os riscos.

A utilização do sistema se dá a partir do cadastro de instituições (ou setores de uma mesma instituição) e usuários, a quem podem ser atribuídos níveis de acesso diferentes, podendo esses inserir e alterar informações ou apenas visualizar. Considerando a segurança das informações, o sistema possui uma camada de acesso onde todas as informações só

podem ser visualizadas por um usuário autenticado usando uma senha criptografada. Dependendo do escopo definido para cada ciclo de gestão de riscos, a instituição ou profissional poderá criar um projeto único para um conjunto de bens culturais a serem analisados, ou vários projetos separados para cada bem cultural. É possível, por exemplo, criar projetos específicos para eventos, como a realização de uma obra ou a transferência de um acervo (como no caso do trabalho desenvolvido pela COC/Fiocruz).

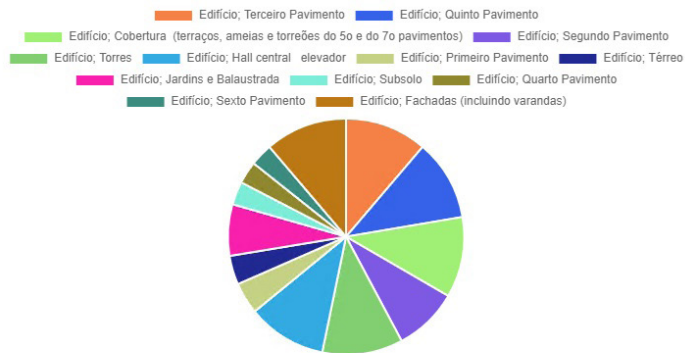
O módulo de Estabelecimento do contexto, além de oferecer a possibilidade de *upload* de documentos relevantes para a gestão de riscos — possibilitando a reunião de informações que muitas vezes ficam dispersas nas instituições — contempla ainda funcionalidades que auxiliam na valoração dos acervos. Ao criar um projeto, o usuário escolhe entre as duas opções: uma mais simples (Valor geral único) ou mais completa (Valores mistos). Para a primeira opção, a valoração dos bens culturais definidos no escopo do projeto de gestão de riscos será realizada sem utilização de categorias ou tipologias específicas de valor. Serão identificados os diferentes grupos e subgrupos que compõem o bem cultural e definidos valores numéricos que representem a razão de valor ou importância relativa entre grupos e entre subgrupos. Na segunda opção, a valoração será realizada utilizando a definição de diferentes categorias de valor (por exemplo: histórico, artístico, social etc.) e seus respectivos pesos. Serão identificados os diferentes grupos e subgrupos

que compõem o bem cultural e para cada um deles serão selecionadas as categorias de valor atribuídas e seus respectivos níveis de ocorrência. Em ambos os casos, a ferramenta calcula o valor relativo de cada grupo e subgrupo automaticamente com base nas informações inseridas pelos usuários e um diagrama de valor é gerado (Figura 2). Ao oferecer essas duas opções, o sistema possibilita que mesmo instituições que ainda possuem pouca maturidade em relação à discussão sobre a valoração de seus acervos consigam implementar o processo de gestão de riscos.

A identificação de riscos é a etapa de reconhecimento, de forma holística, dos riscos que podem impactar o valor dos bens analisados — sejam eles resultantes de processos contínuos ou de eventos. Na ferramenta é possível a criação de uma lista de riscos para o bem cultural definido no escopo do projeto, incluindo o nome e resumo de cada risco e respectivos agentes de deterioração, informações essenciais para instruir a análise de cada risco e comunicá-los com maior precisão a outras pessoas envolvidas no processo (Figura 3). O resumo do risco consiste em uma frase completa e significativa que: se refere ao futuro, identifica o perigo ou o agente de deterioração, o impacto esperado, e as partes/ itens do bem cultural que serão mais provavelmente afetados (Michalski; Pedersoli, 2016). Também é possível definir grupos de risco para ajudar a organizar a análise (por exemplo manutenção predial, exposição, gestão do acervo etc.).

FIGURA 2 | Recorte do Diagrama de Valor Gerado no Sistema ABC.

FONTE: COC/FIOCRUZ; ICCROM; CCI (2022).



Itens no bem cultural	Grupo	Itens no grupo	Grupo como % do valor total do bem cultural	Subgrupo	Itens no subgrupo	Subgrupo como % do valor total do bem cultural	Subgrupo como % do valor do grupo	Valor de cada item como % do valor total do bem cultural
19	Edifício	19	100%	Cobertura (terraços, ameias e torreões do 5o e do 7o pavimentos)	1	11.041298%	11.041298%	11.041298%
19	Edifício	19	100%	Torres	2	11.041298%	11.041298%	5.520649%
19	Edifício	19	100%	Fachadas (incluindo varandas)	4	11.233886%	11.233886%	2.808471%
19	Edifício	19	100%	Térreo	1	3.96129%	3.96129%	3.961290%
19	Edifício	19	100%	Primeiro Pavimento	1	4.35128%	4.35128%	4.351280%
19	Edifício	19	100%	Segundo Pavimento	1	8.836168%	8.836168%	8.836168%
19	Edifício	19	100%	Terceiro Pavimento	1	11.233886%	11.233886%	11.233886%
19	Edifício	19	100%	Quarto Pavimento	1	3.075386%	3.075386%	3.075386%
19	Edifício	19	100%	Quinto Pavimento	1	11.089445%	11.089445%	11.089445%

SISTEMA ABC DE GESTÃO DE RISCOS PARA O PATRIMÔNIO CULTURAL: UMA COLABORAÇÃO
CASA DE OSWALDO CRUZ-FIOCRUZ/ICCROM/CANADIAN CONSERVATION INSTITUTE

FIGURA 3 | Lista de riscos organizada no módulo Identificação de riscos.
FONTE: COC/FIOCRUZ; ICCROM; CCI (2022).

Mostrar 50 registros

Pesquisar:

Nome	Resumo	Agente	Nome do grupo de riscos	Ação
Vazamentos no sistema hidrossanitário	Danos por molhamento a elementos da edificação (mofo/biofilmes, corrosão de partes metálicas, manchas, eflorescência de sais, deformações, enfraquecimento e desprendimento de revestimentos, etc.) decorrentes de vazamentos/rompimento ou falhas no sistema hidrossanitário.	Água	Acervo arquitetônico	<div>Editar</div> <div>Excluir</div>
Vandalismo	Atos de pichação, desfiguração, contaminação, quebra de partes ou derrubada de elementos, perpetrados deliberadamente com a intenção de danificar a edificação.	Criminosos	Acervo arquitetônico	<div>Editar</div> <div>Excluir</div>
Uso inadequado de adesivos	Alterações estéticas e possíveis danos mecânicos em materiais do edifício devido à utilização de adesivos aplicados de forma inadequada.	Poluentes	Acervo arquitetônico	<div>Editar</div> <div>Excluir</div>
Umidade ascendente	Danos por encharcamento a elementos da edificação (mofo/biofilmes, manchas, eflorescência de sais, deformações, enfraquecimento) decorrentes da presença de umidade no terreno.	Água	Acervo arquitetônico	<div>Editar</div> <div>Excluir</div>

FIGURA 4 | Análise de Riscos, componente “A”.
FONTE: COC/FIOCRUZ; ICCROM; CCI (2022).

Nome do risco

Danos por vibrações

Descrição

Fissuras, trincas, desprendimento e queda de partes do edifício causadas por vibrações decorrentes de obras, eventos de grande porte (shows, etc.), operação de equipamentos internos (p. ex. ar condicionado), circulação

Agente

Forças físicas

Selecione o tipo de risco

Processos ou eventos cumulativos, analisados no horizonte temporal

Horizonte temporal, em anos

30

Você optou por usar o horizonte de tempo.

3.53.53.5Intervalo de incerteza0.0

Explique suas estimativas de frequência ou rapidez

Certos elementos da edificação são vulneráveis a danos por vibrações, especialmente vidros das esquadrias, vitrais, painéis de estuque e balaustrada. As fontes de vibração que impactam no edifício incluem: festas e shows com equipamento de som de grande potência no entorno imediato do Pavilhão (Praça Pasteur ou jardim frontal), cuja frequência estimada é da ordem de 2 eventos/ano; carga e descarga de equipamento de grande

Detalhar explicações e notas

Estimativa baixa do período de tempo entre eventos, em anos

30

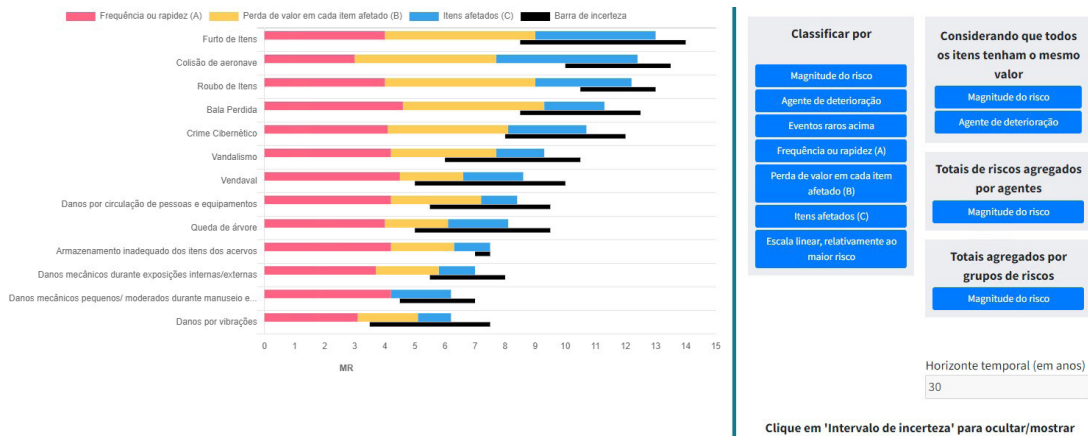
O horizonte temporal foi selecionado e introduzido automaticamente

30

Estimativa alta do período de tempo entre eventos, em anos

30

FIGURA 5 | Gráfico de Riscos apresentando as magnitudes de cada risco (MR) – compostas pelos valores de A (segmento vermelho), B (segmento amarelo) e C (segmento azul) e barras de incerteza (segmento preto). FONTE: COC/FIOCRUZ; ICCROM; CCI (2022).



A próxima etapa, a Análise de risco, envolve o detalhamento e a quantificação de cada risco identificado, estimando-se sua chance de ocorrência e seu impacto esperado. Considerando os parâmetros definidos na ferramenta Escalas ABC para análise de riscos ao patrimônio cultural (Michalski; Pedersoli, 2016). O usuário do sistema insere estimativas ou seleciona opções das escalas fornecidas para responder às três perguntas mencionadas anteriormente: Qual é a frequência ou taxa (A)? Qual a perda de valor para cada item afetado (B)? Quais itens são afetados pelo risco (C)? Após o preenchimento das informações, a magnitude do risco (MR) é calculada automaticamente pelo sistema (Figura 4). Adicionalmente, podem ser inseridas imagens que contribuam para comunicar o risco.

A etapa de avaliação de riscos tem como objetivo comparar e priorizar os riscos analisados de acordo com suas respectivas magnitudes.

Os resultados são apresentados de duas formas distintas: através de gráficos de risco e da matriz de magnitude do risco *versus* incerteza. Os gráficos apresentam o conjunto de riscos identificados e analisados, apresentando as magnitudes de risco (MR) e os valores de A, B e C para cada um, bem como a incerteza associada. Podem ser classificados e modificados de várias maneiras (por magnitude dos escores de risco; por agentes de deterioração; com eventos raros no topo; por frequência ou taxa; por perda para cada item afetado; e por itens afetados), permitindo que os usuários visualmente se concentrem e comuniquem diferentes aspectos relevantes para a avaliação de risco (Figura 5). Para efeito de comparação, também é possível gerar um gráfico em escala linear, onde atribui-se ao risco de maior magnitude o valor “1” e as demais magnitudes são apresentadas proporcionalmente a esse parâmetro.

A matriz apresenta os riscos analisados em quatro quadrantes de acordo com combinações de magnitude *versus* incerteza que contribuem para a definição de prioridades. O quadrante superior esquerdo da matriz (“Tratar agora”) contém os riscos de alta magnitude e baixa incerteza. O superior direito (“Pesquisar agora”) reúne aqueles de grande magnitude e elevada incerteza. No quadrante inferior direito (“Pesquisar depois”) encontram-se os riscos de baixa magnitude e alta incerteza. Por fim, o quadrante inferior esquerdo (“Prioridade mais baixa”) contém os riscos de baixa magnitude e incerteza (Figura 6). Ao introduzir

diferentes valores-limite para MR e para a incerteza, o usuário poderá explorar como os riscos se distribuem entre esses quatro quadrantes de priorização. A incerteza faz parte de qualquer processo de gestão de riscos e a matriz contribui, por exemplo, para a definição de novas pesquisas que possam reduzi-la (nos casos de riscos de alta magnitude e elevada incerteza).

No módulo de Tratamento de riscos é possível planejar a implementação de ações visando à redução dos riscos avaliados como prioritários. Isso é feito através da inserção de opções de tratamento de riscos, análise da possível redução da

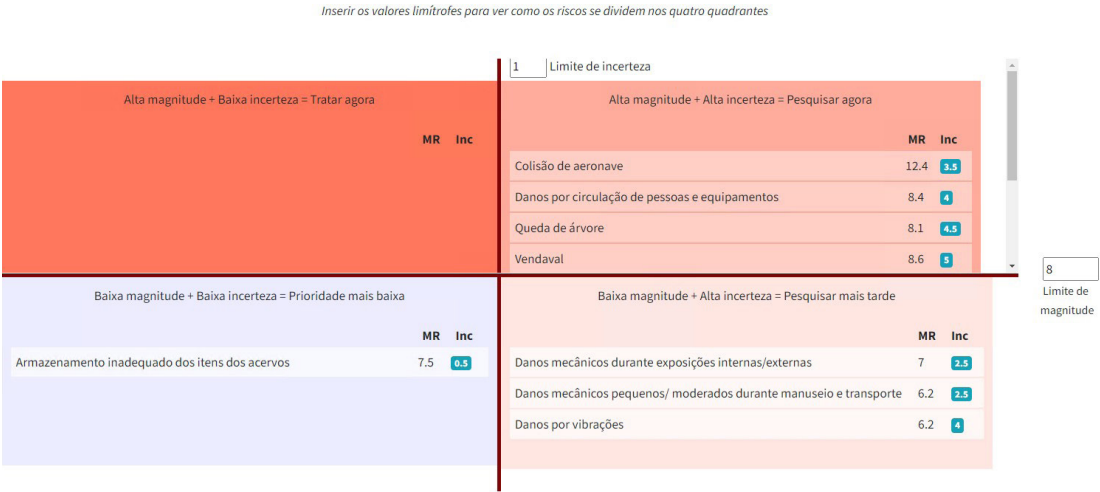


FIGURA 6 | Matriz de Magnitude do Risco versus Incerteza.
FONTE: COC/FIOCRUZ; ICCROM; CCI (2022).

magnitude dos riscos em decorrência da implementação das medidas de tratamento, quantificação (em termos de custos de implementação e custos anuais de manutenção) e avaliação comparativa. O sistema automatiza o cálculo do custo-benefício de opções que envolvem múltiplos riscos (como por exemplo a construção de um novo prédio de guarda de acervo). Após a implementação das medidas de mitigação, as estimativas revisadas dos riscos se tornam evidentes, uma vez que os gráficos de histórico de risco demonstram o impacto das medidas implementadas na magnitude do risco.

Para facilitar a comunicação com os diferentes atores envolvidos — entendida como etapa contínua do processo de gestão de riscos — o sistema gera relatórios que facilitam a disseminação dos resultados dos projetos de gestão de riscos (Diagrama de Valor, Gráficos de Riscos e Análise de Riscos).

O pacote contendo o sistema, o manual do usuário e o tutorial de instalação foi disponibilizado para *download* gratuito nos sites do ICCROM, CCI e COC/Fiocruz¹¹. Além de ser lançado em português, inglês e francês, a parceria com os especialistas David Cohen (*Universidad de los Andes*) e Carolina Ossa (*Centro Nacional de Conservación y Restauración de Chile*) possibilitou a tradução também para o espanhol, garantindo maiores possibilidades de difusão dessa ferramenta e do processo de gestão de riscos para o patrimônio cultural¹².

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do Sistema ABC de gestão de riscos para o patrimônio cultural visa otimizar o processo de gestão de riscos utilizando um recurso computacional gratuito baseado em um método consolidado de gestão de riscos para bens culturais, contribuindo para a sustentabilidade nas ações de preservação. O sistema automatiza todos os cálculos necessários para o Método ABC, que no passado tinham sido um obstáculo para muitos usuários, facilitando, portanto, sua disseminação.

Melhorias do sistema estão previstas na continuidade do projeto, a partir do monitoramento periódico envolvendo as três instituições parceiras e do *feedback* dos usuários. O estabelecimento de novas parcerias permitirá a tradução da ferramenta para outros idiomas. Outra iniciativa em andamento é a criação de uma comunidade *online*, onde assuntos referentes ao Método ABC e ao Sistema ABC serão discutidos. A expectativa é que essa comunidade funcione como um espaço colaborativo onde profissionais interessados na implementação da gestão de riscos possam interagir, propor melhorias para a ferramenta, relatar problemas identificados ou sua respectiva solução e ficar informados sobre novas versões.

Considerando a abordagem multidisciplinar da conservação preventiva e a ampla gama de áreas

emergentes que permitem a aplicação de novas tecnologias no setor do patrimônio cultural, a inovação e os projetos colaborativos se mostram como o caminho a ser seguido para o avanço do setor. É fundamental sermos proativos no sentido de identificar essas novas oportunidades tecnológicas, buscar a inovação, e criar parcerias intersetoriais. O processo de elaboração do Sistema ABC ilustra bem essa questão e resulta da inovação e colaboração voltadas à aplicação de novas tecnologias e abordagens metodológicas para a conservação preventiva.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer aos parceiros do projeto Simon Lambert, Irene Karsten e Stefan Michalski (CCI), Marcos José Pinheiro e Ygor Barros (COC-Fiocruz). Nossos agradecimentos também aos bolsistas do Programa de Incentivo ao Desenvolvimento Institucional (PIDI-Fiocruz) envolvidos no trabalho — Gabriel Paixão, Vanessa Amorim e Carla Feltmann —, ao Instituto Brasileiro de Museus, Arquivo Nacional e ICOM Brasil pela participação nos testes do sistema e a David Cohen e Maria Carolina Ossa pela tradução do texto do sistema para o espanhol.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Barbara Cortizo de; Carcereri, Maria Luisa Gambôa. (org.). *Arquitetura Moderna e sua preservação: estudos para o plano de conservação preventiva do Pavilhão Arthur Neiva*. Rio de Janeiro: In-Fólio, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR ISO 31000 — Gestão de riscos — Diretrizes*. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.
- COC/FIOCRUZ; ICCROM; CCI. *Sistema ABC de gestão de riscos para o patrimônio cultural*. Versão 1.3.3. Rio de Janeiro: COC/Fiocruz; ICCROM; CCI, 2022.
- COELHO, Carla M. T; CARVALHO, Claudia S. Rodrigues de. O diagnóstico de conservação como ferramenta da conservação preventiva: Pavilhão Mourisco e Coleções — Fundação Oswaldo Cruz. In: *Actas IX Jornadas de Arte e Ciência UCP — V Jornadas ARP. A Prática da Conservação Preventiva*. Porto: Universidade Católica Editora, 2015, pp. 111-122. Disponível em: <https://repositorio.ucp.pt/handle/10400.14/39345>. Acesso em: 30 abr. 2024.

- COELHO, Carla M. T. *et al.* Plano de conservação preventiva para o Pavilhão Mourisco da Fundação Oswaldo Cruz. In: *Anais do 3º Simpósio Científico do ICOMOS Brasil*. Anais... Belo Horizonte (MG): UFMG, 2019.
- COELHO, Carla *et al.* *A gestão de riscos como estratégia para a preservação do patrimônio cultural das ciências e da saúde* [recurso eletrônico]. Rio de Janeiro: Mórula, 2023. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/57348>. Acesso em: 18 mai. 2024.
- FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). Casa de Oswaldo Cruz. *Política de Preservação e Gestão de Acervos Culturais das Ciências e da Saúde da Casa de Oswaldo Cruz*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2013. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/15276>. Acesso em: 30 abr. 2024.
- FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). CASA DE OSWALDO CRUZ. GRUPO DE TRABALHO DE GERENCIAMENTO DE RISCOS E CONSERVAÇÃO PREVENTIVA. *Relatório de divulgação dos resultados do primeiro ciclo de aplicação da metodologia de gestão de riscos para o patrimônio cultural da Fiocruz / Fundação Oswaldo Cruz*. Rio de Janeiro: Fiocruz/COC, 2020. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/42316>. Acesso em: 18 mai. 2024.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). ISO 31000:2009. Risk management — Principles and guidelines. Geneva: International Organization for Standardization, 2009.
- LAAZIRI, Majida *et al.* *Analyzing bootstrap and foundation front-end frameworks: a comparative study*. International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE), v. 9, n. 1, 2019, p. 713-722.
- MICHALSKI, S. *An Overall Framework for Preventive Conservation and Remedial Conservation*. ICOM Committee for Conservation, ICOM-CC, 9th Triennial Meeting, Dresden, German Democratic Republic, 26-31 August 1990: preprints, volume 2, pp.589-591. Disponível em: <https://www.icom-cc-publications-online.org/2673/An-Overall-Framework-for-Preventive-Conservation-and-Remedial-Conservation>. Acesso em: 20 mai. 2024.
- MICHALSKI, S., Pedersoli Jr, J. L. *The ABC Method*. A risk management approach to the preservation of cultural heritage. ICCROM, CCI, 2016. [online]. Disponível em: https://www.iccrom.org/sites/default/files/2017-12/risk_manual_2016-eng.pdf e <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/risk-management-heritage-collections.html>.

NOTAS

PEDERSOLI JR, José Luiz; ANATOMARCHI, Catherine; Michalski, Stefan. *A Guide to Risk Management of Cultural Heritage*. ICCROM, CCI, 2016. [online]. Disponível em: <https://www.iccrom.org/publication/guide-risk-management>.

PEDERSOLI JR, J. L.; ANATOMARCHI, C.; MICHALSKI, S. *Guia de Gestão de Riscos para o patrimônio museológico*. [S.l.]: Ibermuseus, ICCROM, 2017. Tradução de José Luiz Pedersoli Jr. Disponível em: https://www.iccrom.org/sites/default/files/2018-01/guia_de_gestao_de_riscos_pt.pdf.

PHP GROUP. *PHP: Hypertext Preprocessor*. 2024 [online]. Disponível em: <https://www.php.net/>. Acesso em: 20 mai. 2024.

PREVENTIVE conservation: training the trainers. ICCROM Newsletter, n. 29, 2003, p. 9. Disponível em: https://www.iccrom.org/sites/default/files/2018-02/iccrom_news129-2003_en.pdf. Acesso em: 20 mai. 2024.

SEACORD, Robert C.; Plakosh, Daniel; Lewis, Grace A. *Modernizing legacy systems: software technologies, engineering processes, and business practices*. Boston: Addison-Wesley, 2003.

1 O Brasil tornou-se membro do ICCROM em 1964.

2 Stefan Michalski atuou como cientista da conservação no CCI entre 1979 e 2022.

3 O agente “dissociação” foi incorporado posteriormente a partir da proposta de Waller (1994) para contemplar situações que podem resultar em perda de informação sobre os bens culturais, impactando seu valor. A matriz proposta deu origem à ferramenta atualmente denominada *Framework for Preserving Heritage Collections*. Disponível para download em: <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/preventive-conservation/framework-preserving-heritage-collections.html>. Versões em português e espanhol da ferramenta foram elaboradas pela APOYOnline: https://apoyonline.org/en_US/resources/translations/cci-preservation-framework/.

4 As informações detalhadas sobre as diferentes etapas propostas pelo Método ABC de gestão de riscos foram sistematizadas em dois manuais disponíveis nos sites do ICCROM e do CCI: *The ABC Method: a risk management approach to the preservation of cultural heritage* (Michalski; Pedersoli, 2016) e *A guide to risk management of cultural heritage* (Pedersoli; Antomarchi; Michalski, 2016), também disponível em português.

5 No Brasil, a norma ISO 31000 Gestão de Riscos – Diretrizes foi publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em 2009, tendo sido revista em 2018.

6 A Rede de Bibliotecas da Fiocruz é atualmente composta por 19 bibliotecas especializadas distribuídas pelas diferentes unidades institucionais no território brasileiro.

- 7 Dentre as pesquisas realizadas, destacamos o projeto “Conservação Preventiva dos acervos preservados pela Casa de Oswaldo Cruz”, realizado entre 2009 e 2011 com recursos de edital interno da unidade e cujos objetivos foram identificar as principais causas de degradação e riscos potenciais aos acervos e definir estratégias de caráter preventivo para garantir a conservação das edificações e acervos móveis (Coelho; Carvalho, 2015); e o projeto “Plano de Conservação Preventiva do Pavilhão Arthur Neiva” (2015-2017) realizado com recursos do edital *Keeping it modern* da *Getty Foundation* (Cortizo; Carcereri, 2017).
- 8 O projeto contou com bolsistas do Programa de Bolsas Iniciação Científica CNPq – Fiocruz que atuaram no levantamento e análise de dados para subsidiar as diferentes etapas do trabalho.
- 9 No caso dos acervos arquivístico e bibliográfico, o ciclo-piloto contemplou os riscos relacionados ao processo de transferência dos acervos para uma nova área de guarda.
- 10 Visando o compartilhamento das principais etapas e resultados do projeto, foram elaborados o “Relatório de divulgação dos resultados do primeiro ciclo de aplicação da metodologia de gestão de riscos para o patrimônio cultural da Fiocruz” (Fiocruz, 2020) e o *e-book* “A gestão de riscos como estratégia para a preservação do patrimônio cultural das ciências e da saúde” (Coelho *et al.*, 2023), disponibilizados no Repositório institucional Arca.
- 11 O Sistema ABC está disponível para *download* em: <https://www.iccrom.org/news/managing-risks-cultural-heritage-abc-system>, <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/risk-management-heritage-collections.html> e <https://www.coc.fiocruz.br/index.php/pt/patrimonio-cultural/sistema-abc-de-gestao-de-riscos>.
- 12 O evento de lançamento do Sistema ABC foi realizado em novembro de 2022, quando equipes das três instituições puderam discutir o desenvolvimento do projeto e perspectivas futuras. O vídeo do evento está disponível em português (<https://www.youtube.com/watch?v=FZD8E-Vc-Iy4&t=5837s>) e inglês (https://www.youtube.com/watch?v=x4_MoP4hufo&t=88s).

Redes colaborativas e inovação na preservação do patrimônio cultural

MARCIA DE MATHIAS RIZZO

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

LUIZ SOUZA

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

WILLI DE BARROS GONÇALVES

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

KARLA BALZUWEIT

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

MARIA LUIZA ROCCO

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

GUILHERME AMOGLIA PRIORI

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
Instituto de Química (IQ)

INTRODUÇÃO

A preservação do patrimônio cultural é uma tarefa complexa e multifacetada que requer o envolvimento de uma variedade de profissionais, de diversas áreas, incluindo conservadores; restauradores; pesquisadores de ciências exatas, naturais e humanas e engenharias; comunidades locais e instituições governamentais. Neste capítulo, exploraremos o papel das redes colaborativas na promoção da inovação na preservação do patrimônio cultural, destacando como a colaboração entre diferentes partes interessadas pode impulsionar abordagens mais eficazes e sustentáveis para proteger e valorizar nosso legado cultural comum.

SOBRE A CAPACIDADE INATA DO SER HUMANO PARA TRABALHAR EM COOPERAÇÃO

Desde os primórdios, a sobrevivência da humanidade depende da colaboração mútua entre seus indivíduos ou grupos. Na pré-história, nossos ancestrais enfrentaram os desafios da natureza, garantindo alimentos, proteção e desenvolvimento, graças à capacidade de cooperação. Atualmente não é diferente, a propensão à colaboração, enraizada em nossa evolução, continua igualmente importante, encontrando similaridade no conceito de redes colaborativas interco-

nectadas que definem o mundo contemporâneo. Para superar desafios que seriam intransponíveis individualmente e garantir sua sobrevivência, os primeiros *Homo sapiens* dependiam da cooperação em atividades como caça, coleta e defesa contra predadores. Por meio da comunicação e partilha de conhecimentos conseguiram superar desafios, que seriam intransponíveis individualmente. Esse *modus operandi* possibilitou a transmissão de informação através das sucessivas gerações resultando no acúmulo de conhecimento e na evolução cultural.

Se nos afastarmos um pouco do dia a dia e olharmos para a história da evolução humana como um todo, podemos perceber, no contexto moderno, uma continuação da atitude colaborativa ancestral entre os seres humanos, com um aprimoramento sem precedentes, de forma extremamente sofisticada e elaborada devido à tecnologia disponível atualmente. A revolução digital, acelerada pela pandemia de Covid-19, possibilitou uma interconexão inédita, onde pessoas, grupos, instituições e até nações estão conectados globalmente. Portanto, da mesma forma que os grupos pré-históricos combinavam habilidades para prosperar, as redes modernas permitem que diversas competências se unam para inovar, resolver problemas e moldar o futuro. Na atualidade, temos a vantagem da comunicação, mesmo a grandes distâncias, acontecer instantaneamente.

Dessa forma, é possível afirmar que a colaboração é uma característica intrínseca do *Homo*

sapiens. As redes colaborativas atuais refletem nossa busca contínua por interconexão e cooperação, como seres sociais que somos.

CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO CULTURAL

O patrimônio cultural não apenas representa a identidade e a história de uma sociedade, mas também desempenha um papel crucial no fortalecimento da coesão social, na promoção do turismo cultural e diversas outras atividades com impacto direto na economia e na educação.

O patrimônio cultural da humanidade pode ser dividido em material e imaterial. No conjunto de bens materiais temos o que podemos chamar de matéria intencionalmente trabalhada pelo homem (Rizzo, 2015) com a finalidade de fruição, transmissão de sensações, sentimentos, conceitos e ideias, dentre outras. No conjunto de bens imateriais a finalidade é a mesma e o conteúdo pode ou não ser transmitido através de um objeto material, mas o mais importante nesse caso é o conceito e não o objeto. Nos dois casos, os bens podem também ser considerados como documentos históricos. Como exemplo de bens culturais materiais, temos pinturas, esculturas, edifícios, dentre outros e como exemplo de bens culturais imateriais, temos, músicas, poemas, danças, manifestações

FIGURA 1 | Linhas do tempo comparativas da evolução da história da restauração entre Europa, Estados Unidos e Brasil. Sendo 1 – XVIII – cientista alemão Friedrich Klaproth estuda moedas antigas; 2 – Início século XIX – cientista britânico Humphry Davy publica resultados de pesquisa em pigmentos de materiais de sítios arqueológicos romanos; 3 – Início século XIX – químico francês Jean-Antoine Chaptal publica estudos sobre os pigmentos de Pompéia; 4 – 1888 – *Königliche Museum* em Berlim na Alemanha com laboratório de química; 5 – 1920 – *British Museum's Research Laboratory*; 6 – 1931 – *Laboratoire de Recherche des Musées de France*; 7 – 1955 – *Research Laboratory of Archaeology and the History of Art* na Universidade de Oxford.

culturais, tradições etc. Muitas vezes o veículo de transmissão de um bem cultural imaterial pode ser também muito importante como bem material, carregando com ele outras informações relevantes sobre uma época, lugar, povo ou cultura. Os próprios modos de produção associados a determinadas manifestações de patrimônio cultural imaterial são, em sua grande maioria, muito dependentes ou intrinsecamente vinculados a questões materiais, como por exemplo a procedência específica de componentes utilizados na produção e manufatura de determinados produtos, exemplificado no caso dos diversos tipos de queijo encontrados em localidades específicas de Minas Gerais. Entretanto, o patrimônio cultural material enfrenta uma série de desafios, incluindo deterioração, degradação, conflitos e mudanças climáticas, que exigem abordagens inovadoras e colaborativas para sua preservação. Ele se deteriora, posto que é matéria, e está sujeito a degradações físicas, químicas e biológicas (Rizzo, 2015). Do ponto de vista físico-químico ocorrem inúmeras alterações entre suas camadas internas (como, por exemplo, entre as sucessivas camadas de uma pintura), e, entre sua superfície e o meio ambiente; do ponto de vista biológico, pode ser usado como substrato por macro e micro organismos (Rizzo, 2015). Está sujeito também a degradações devidas a fatores antrópicos (ações e omissões) e a catástrofes.

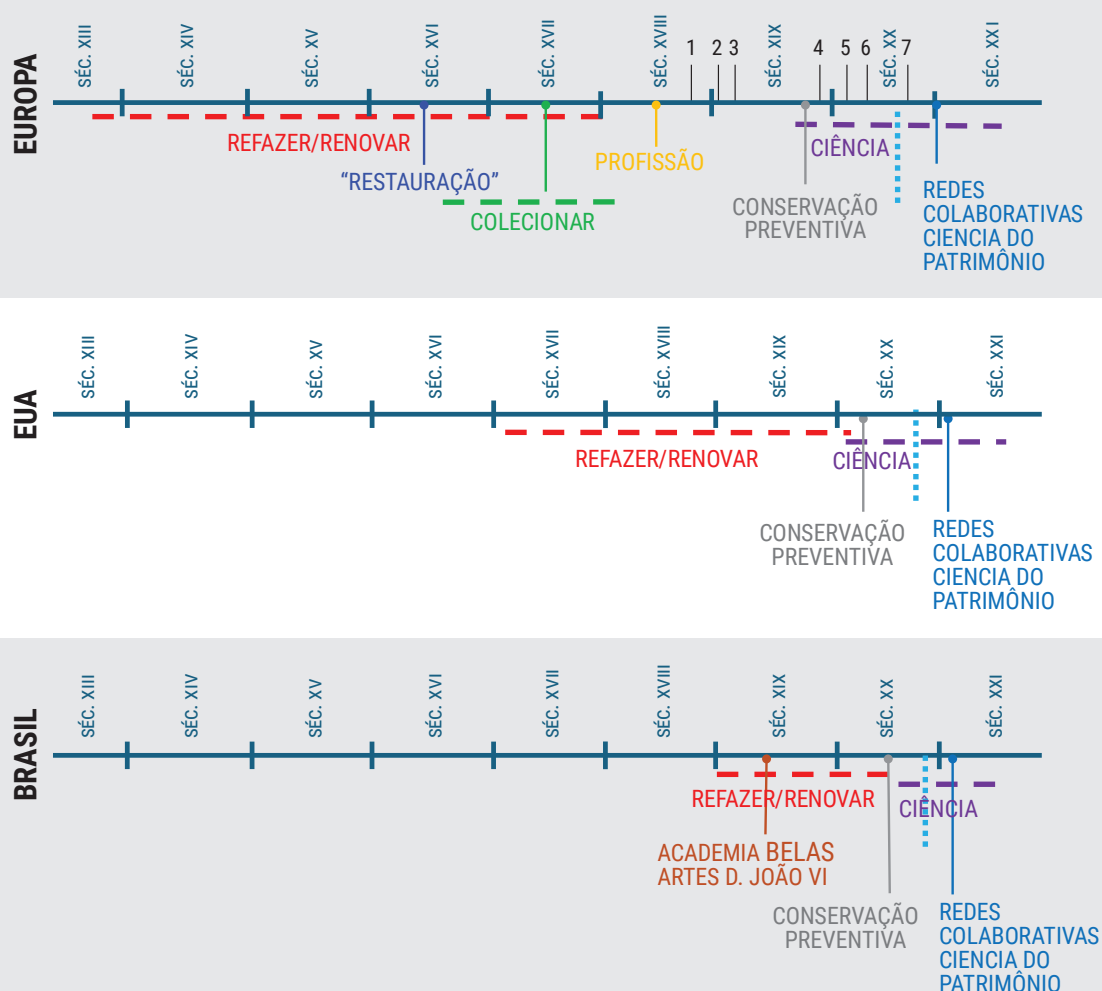
A seguir, destacamos alguns marcos da história da preservação do patrimônio cultural, desde o

final do século XIII até o século XXI. Inicialmente, no final da Idade Média e Renascimento, a restauração era mais voltada para a renovação prática das obras, como repintar e refazer, principalmente na Itália (Thomas, 1997). No século XVI, surge o termo “restauração”, ainda com o sentido de “refazer”, com o objetivo de deixar as obras bonitas e parecendo sempre novas (Thomas, 1997).

No século XVII, surge a prática de colecionar pinturas antigas, iniciando o conceito de museus. No século XVIII, a noção de arte se consolida, com o surgimento das academias de arte e a formalização da disciplina estética. A restauração se torna uma profissão separada na França, com restauradores, historiadores de arte e administradores de museus compartilhando a responsabilidade da conservação das coleções (Massing, 1997).

O século XIX traz o conceito de conservação preventiva, com a preocupação em manter as obras em boas condições, especialmente com o aumento do público visitante nos museus (Waterfield, 1997). Surgem os primeiros teóricos e manuais de restauração, com diferentes abordagens.

No final do século XIX e início do século XX, há uma interação crescente entre restauração e ciência, com o desenvolvimento de conhecimentos químicos aplicados à restauração. Aparecem os primeiros estudos científicos em obras de arte, assim como os primeiros laboratórios ligados a museus. São elaboradas as primeiras normas internacionais de preservação do patrimônio cultural.



A ciência passa a ser uma disciplina estabelecida na preservação de bens culturais na Europa a partir dos anos 60 do século XX e nos Estados Unidos da América (EUA) a partir dos anos 70. O termo “arqueometria”, decorrente das práticas usadas na investigação de bens culturais e também proveniente do nome da Revista “*Archaeometry*” fundada em 1958 pelo Laboratório de Pesquisa em Arqueologia e de História da Arte da Universidade de Oxford, surge significando o estudo científico

de bens culturais (Rizzuto, 2015). Na Figura 1, vê-se uma rápida comparação da história da restauração em linhas gerais entre Europa, EUA e América Latina, com alguns marcos importantes, como a criação dos primeiros laboratórios de pesquisa em museus e universidades, incluindo a década de 90, que destaca a contribuição do Brasil nesse campo.

E então, a partir do final do século XX e início do século XXI já fica difícil colocar na mesma linha do tempo todas as iniciativas na área do

patrimônio cultural em termos de teoria, metodologia, pesquisa científica, arqueometria, trabalhos cooperativos e redes de colaboração.

O crescimento das iniciativas e das interações é exponencial.

PANORAMA INTERNACIONAL – REDES COLABORATIVAS PARA PESQUISA E INOVAÇÃO EM CIÊNCIA DO PATRIMÔNIO

A Ciência do Patrimônio é uma área interdisciplinar de estudo científico do patrimônio cultural ou natural. Baseia-se em diversas disciplinas de humanidades, ciências e engenharia, com o objetivo de melhorar a compreensão (caracterização de materiais e processos construtivos; procedência; atribuição de autoria etc.), a preservação e a utilização sustentável do patrimônio cultural para que esse possa enriquecer a vida das pessoas, tanto hoje como no futuro.

As redes colaborativas de pesquisa são instalações que oferecem recursos e serviços às comunidades científicas para conduzir pesquisas e fomentar a inovação. Essas infraestruturas podem ser utilizadas além da pesquisa, como para educação ou serviços públicos, e podem ser locais, distribuídas ou virtuais. Elas incluem: equipamentos científicos fixos de grande porte

ou conjuntos de instrumentos móveis; coleções, arquivos ou dados científicos; sistemas de computação e redes de comunicação ou qualquer outra infraestrutura de pesquisa e inovação única que esteja disponível para usuários externos.

No final do século XX e começo do século XXI, surgem, na Europa, iniciativas voltadas para mapear e criar redes de colaboração em pesquisa. Projetos como os *The European Community's Industrial and Materials Technologies research programme* (BRITE-EuRAM) iniciados em 1985 (Brite-EuRAM, 1994), com o objetivo de promover uma maior integração entre redes de empresas, institutos de pesquisa e especialidades e competências acadêmicas, e auxiliar no financiamento de pesquisa básica que permite o desenvolvimento de novas tecnologias, até o *Horizon 2020* e *Horizon Europe* mostram uma grande preocupação na otimização de recursos, sejam humanos, financeiros ou tempo.

O *European Strategy Forum on Research Infrastructures* (ESFRI), estabelecido em 2002, serve como uma ferramenta estratégica para promover a integração científica na Europa e fortalecer sua presença no cenário internacional. O acesso aberto e competitivo a infraestruturas de pesquisa de alta qualidade apoia e avalia as atividades dos cientistas europeus, atraindo os melhores pesquisadores globalmente. O ESFRI está na linha de frente da política científica tanto

na Europa quanto no mundo, contribuindo para o seu desenvolvimento ao transformar metas políticas em diretrizes concretas para as infraestruturas de pesquisa europeias.

Em 2004, os cientistas europeus Dr. Bruno Brunetti e Dr. Antonio Sgamellotti propuseram a criação de uma rede colaborativa em ciência do patrimônio. A partir daí houve uma sucessão de projetos de colaboração, cada vez mais elaborados e abrangentes, destacando dentre outros: *Access Research and Technology for the Conservation of the European Cultural Heritage* (EU-ARTECH, 2004-2009), com 12 membros e 8 países; *Cultural Heritage Advanced Research Infrastructures: Synergy for a Multidisciplinary Approach to Conservation/Restoration* (Charisma, 2009-2014), com 21 membros e 12 países; *Integrating Platforms for the European Research Infrastructure ON Cultural Heritage* (IPERION CH, 2015-2019), 24 membros, 13 países; *Integrating Platforms for the European Research Infrastructure ON Heritage Science* (IPERION HS, 2020-2024), 68 membros, 23 países. O IPERION HS proporcionou o acesso transversal dos países europeus, com diferentes plataformas: ARCHLAB para acesso a arquivos específicos de coleções culturais, DIGILAB (ainda em fase de implementação) para compartilhamento e interoperabilidade de dados, FIXLAB para acesso a aceleradores de partículas e laboratórios avançados e MOLAB

para acesso a instrumentos portáteis para diagnósticos *in situ*; 58 provedores; 14 arquivos, 84 técnicas de laboratórios fixos; 48 técnicas de laboratórios móveis. Na primeira quinzena do século XXI, as redes utilizavam a tecnologia de digitalização 3D (I³) e RV, a partir de então passaram também a utilizar a IA. Nessa época, também nasce o *European Research Infrastructure on Heritage Science — Implementation Phase* (E-RIHS IP) e agora em 2024 o *European Research Infrastructure on Heritage Science/European Research Infrastructure Consortium* (E-RIHS ERIC, 2024), como uma sequência ao IPERION HS, contando ainda com maior número de membros e países. Vale a pena destacar que as duas últimas gestões dos projetos, a partir de 2014, ficaram à cargo do Dr. Luca Pezzati, culminando na fase de implementação do E-RIHS, que está em curso.

Um ERIC possui um arcabouço legal específico da Comunidade Europeia, que facilita a criação e a operação de infraestruturas de pesquisa transnacionais de interesse europeu. Um ERIC permite o estabelecimento e funcionamento de infraestruturas de pesquisa, sejam elas novas ou já existentes, com maior flexibilidade de adaptação às necessidades específicas de cada infraestrutura e como *status* legal reconhecido por todos os países da Comunidade Europeia. A Comissão Europeia fornece diretrizes práticas para ajudar os candidatos em potencial.

PANORAMA BRASILEIRO – REDES COLABORATIVAS PARA PESQUISA E INOVAÇÃO EM CIÊNCIA DO PATRIMÔNIO

O Brasil, além de ser um país mais novo do que aqueles que se situam no continente europeu, é também um país de dimensões continentais, então as iniciativas e a evolução da área de ciência do patrimônio ocorreram mais tarde e não de forma padronizada em toda sua extensão.

De acordo com Castro, houve várias iniciativas de ensino e incorporação da conservação e restauração de bens culturais em práticas diversas, e com diferentes níveis.

Uma das primeiras universidades a trabalhar com preservação e ciência do patrimônio foi a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), devido à existência do curso de especialização em Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis, criado em 1978, na Escola de Belas Artes (EBA), sob a coordenação da professora Beatriz Ramos de Vasconcelos Coelho.

Durante muitos anos (1988-1998) houve um curso livre, de 3 anos, de conservação e restauração de pinturas de cavalete, no Instituto Paulista de Restauo, criado e coordenado pelo argentino Prof. Domingos Isaac Tellechea. Esse curso já contava com a disciplina Química aplicada ao Restauo, ministrada pela Conservadora Prof.^a Marcia de Mathias Rizzo. O curso formou mais

de uma geração de restauradores que atua principalmente em São Paulo desde os anos 80 até hoje. No final da primeira década dos anos 2000, vieram os primeiros cursos de graduação nas Instituições de Educação Superior (IES), a saber: UFMG, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Universidade Federal de Pelotas (UFPel) viabilizados pelo Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), e na universidade particular Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Evidentemente, todos os cursos de graduação foram implantados com a ciência do patrimônio integrada em seus programas de ensino.

Entretanto, vale a pena ressaltar que a profissão ainda não é regulamentada no Brasil, e portanto, ainda encontramos cursos de diferentes níveis coexistindo no país.

O INÍCIO – REDES COLABORATIVAS NÃO FORMAIS PARA PESQUISA E INOVAÇÃO EM CIÊNCIA DO PATRIMÔNIO

Voltando a olhar para a história da restauração, só que dessa vez focando no início da ciência aplicada à conservação e restauração do patrimônio cultural, percebemos que no Brasil, os pesquisadores, sejam da academia ou até de iniciativas privadas, têm trabalhado em parcerias e em redes colaborativas não formais desde os anos 80. Algumas iniciativas de empresas particulares que foram bater na

porta da universidade desempenharam um papel importante no avanço da pesquisa em ciência do patrimônio. Conservadores-restauradores que buscavam solucionar problemas práticos do seu cotidiano ou até compreender melhor os mecanismos de ação ocorridos nos processos de degradação das obras sobre as quais trabalhavam; que buscavam caracterizar os materiais e processos construtivos de determinadas peças, para inferir sobre sua idade e/ou procedência; assim como para lhe atribuir uma autoria, instigaram e até desafiaram, no início, os cientistas a aplicar métodos de análise físico-química para desvendar os mistérios apresentados.

Como dissemos acima, o Brasil é um país de dimensões continentais e desenvolvimento heterogêneo na área da conservação e restauração de bens culturais. Inúmeras iniciativas de restauradores em busca de estudos científicos e seus resultados certamente aconteceram, e ainda não foram mapeadas. Vamos relatar aqui apenas uma delas para exemplificar o caminho percorrido na consolidação das redes colaborativas em São Paulo (SP).

A restauradora Marcia de Mathias Rizzo, hoje professora e pesquisadora do curso superior de conservação e restauração da EBA/UFRJ, com mais de 40 anos de experiência em conservação e restauração de bens culturais, foi fundadora da MRIZZO Laboratório de Conservação e Restauração de Bens Culturais, empresa ainda atuante, que dirigiu até ingressar na UFRJ. Formada

em Artes Plásticas, foi uma das primeiras pessoas a se preocupar com a deficiência dessa área em SP propondo-se a estudar a ciência aplicada à restauração. Atuando há muito tempo como pesquisadora em sua empresa particular com o objetivo de melhor resolver os problemas apresentados pelas obras nas quais trabalhava, apresenta os problemas ligados à preservação do patrimônio cultural aos pesquisadores do Instituto de Química (IQ) da Universidade de São Paulo (USP) e lhes mostra um novo universo de atuação. Sendo muito bem recebida, resolve ir mais à fundo e participar do programa de pós-graduação daquele instituto. Estuda todo o conteúdo da graduação em química de forma autodidata e passa no concurso de ingresso no mestrado, convencendo os professores a fazer a primeira pós-graduação interdisciplinar, em ciência aplicada à conservação e restauro, hoje em dia chamada de ciência do patrimônio, naquela unidade. Adquire o grau de mestre em físico-química e de doutora em química analítica, com ambas as pesquisas na área de ciência do patrimônio (Rizzo, 2009; Rizzo, 2015). No ano 2000, a partir de um seminário dado no IQ/USP, é convidada pelo Prof. Paulo Pascholatti a dar uma palestra, sobre sua experiência com ciência aplicada à restauração, na festa de final de ano para os 70 professores do Instituto de Física (IF) da Universidade de São Paulo (USP). A partir daí, surgiram várias parcerias e interações entre a conservadora e sua empresa, MRIZZO Laboratório de Conservação

e Restauração de Bens Culturais Ltda, e diversas universidades, como, por exemplo, com o IF e o IQ da USP, com o Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares (IPEN), com o Instituto de Química (IQ) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), com o Instituto de Física (IF) da Universidade de Londrina (UEL), dentre outros. Sendo a primeira delas com os professores do Laboratório de Análise de Materiais por Feixes Iônicos (LAMFI) do IF/USP, e, em especial, com a Prof.^a Marcia de Almeida Rizzutto, com a qual desenvolveu vários estudos e pesquisas. Foram feitas parcerias e/ou trabalhos conjuntos também com os professores: Carlos Roberto Appolloni e Paulo Sérgio Parreira, do Instituto de Física da Universidade de Londrina no Paraná (UEL); Prof. Gustavo Amadeu Mücke do Instituto de Química (IQ) da Universidade de Santa Catarina (UFSC); Prof. Augusto Câmara Neiva da Escola Politécnica (EP) da Universidade de São Paulo (USP); com o Prof. Ricardo Tadeu da COPPE UFRJ e sua equipe; com o químico Nestor Pinto Neto da Empresa Farma Service; dentre outros. Certamente outras iniciativas semelhantes ocorreram em outras partes do país, entretanto o fato de Marcia Rizzo ter ao mesmo tempo conhecimentos na área de conservação-restauração e na área de química facilitou a comunicação inédita entre os universos de artes e ciência. Naquele momento, no país, os museus não estavam ainda tão bem estruturados como hoje em dia, muitos não tinham conservadores e restauradores e tinham receio de

ceder suas obras para estudo. A MRIZZO foi uma facilitadora das pesquisas, pois, através dela, os químicos e físicos tinham material para pesquisa: as obras que estavam sendo restauradas com suas inerentes perguntas a serem respondidas. Além disso, devido às demandas dos cientistas, a restauradora construiu miméticos ou *mockups* para estudos, como por exemplo, uma pintura com várias camadas conhecidas de tinta e também com folhas de ouro e prata de diferentes tipos, sendo que todas as camadas estão mapeadas e numeradas em folhas de acetato. As partes superior e lateral esquerda da tela contém amostras de polímeros naturais e sintéticos usualmente encontrados em pinturas, seja na sua manufatura, seja em processos de restauração; a parte inferior contém amostras de pigmentos; abaixo da pintura foram feitas inscrições; entre a pintura e o chassi foram colocados diferentes tipos de metais com diferentes formatos, assim como foram utilizados diferentes tipos de tachinhas e pregos para prender a obra no chassi. Dessa forma, o mimético feito com materiais e métodos conhecidos pôde ser utilizado para diversos tipos de estudos, como imageamento multiespectral, radiografias, espectroscopias, etc. Ele foi utilizado no evento Caracterização e Datação de Materiais do Patrimônio Cultural (Cadapac) feito em parceria com instituições francesas, por diferentes pesquisadores de SP e MG e também em uma dezena de trabalhos, incluindo: iniciação científica, artigos, mestrado e doutorado.

Essas parcerias resultaram em inovação. A professora Marcia de Mathias Rizzo desenvolveu uma pesquisa em conjunto com professores do IQ e com o Prof. Paulo Rela, então diretor do Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares (Ipen), uma autarquia associada à USP, sobre aplicação de radiação ionizante para descontaminação de obras de arte atacadas por macro e micro organismos (Rizzo, 2002), introduzindo no Brasil o uso da radiação gama para essa finalidade. Hoje em dia, o então coordenador técnico administrativo do Centro de Tecnologia da Radiação (CTR), Prof. Dr. Pablo Antônio Vasquez Salvador, que é o pesquisador responsável pelo Irradiador Multipropósito de 60Co do Ipen, implantou uma linha de pesquisa no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Nuclear, chamado Cientistas da Conservação com a linha de pesquisa para preservação de acervos culturais utilizando radiação ionizante.

Ainda em termos de inovação, a professora Marcia de Mathias Rizzo desenvolveu um novo produto, o filme de adsorção de celulose/SBA-15 para limpeza de superfícies policromadas em obras de arte, obtendo com esse trabalho a Carta Patente nº BR 102015013561-O, depositada em 10/06/2015 e expedida em 25/10/2022 (Rizzo; Matos, 2023).

Esse é apenas um exemplo do início de uma colaboração interdisciplinar em ciência do patrimônio, assim como tantos outros, que precederam as redes colaborativas da atualidade.

Com o decorrer do tempo, a ciência aplicada à preservação do patrimônio cultural se tornou um campo autônomo com redes colaborativas formais.

REDES COLABORATIVAS FORMAIS PARA PESQUISA E INOVAÇÃO EM CIÊNCIA DO PATRIMÔNIO

Já há mais de duas décadas as agências financiadoras brasileiras como Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e outras financiam projetos multiusuários e redes de pesquisa como os Centros Tecnológicos (CTs), Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCTs) e Redes de Pesquisa, onde se espera que investimentos em equipamentos modernos possam ser melhor utilizados por um grupo maior de pesquisadores para seu objetivo fim.

Associação Nacional de Pesquisa em Tecnologia e Ciência do Patrimônio (Antecipa)

A Associação Nacional de Pesquisa em Tecnologia e Ciência do Patrimônio (Antecipa), cuja atual presidência e vice-presidência estão a cargo da

Prof. Marcia de Mathias Rizzo e do Prof. Willi de Barros Gonçalves, foi fundada em dezembro de 2015, na Universidade Federal de Minas Gerais, a partir de proposta do Laboratório de Ciências da Conservação (LACICOR), Laboratório de Ciências da Conservação, vinculado ao Centro de Conservação e Restauração de Bens Culturais (CECOR), da Escola de Belas Artes, como parte do evento Primeiro Encontro da Rede de Laboratórios Associados (IPERION-BR), com a participação dos principais laboratórios brasileiros dedicados à pesquisa na área de Ciência da Conservação e também de diversos laboratórios europeus membros da rede IPERION-CH. A criação da associação surgiu de debates e demandas de grupos brasileiros especializados em Patrimônio Cultural, adotando, desde o início, uma abordagem transdisciplinar. Seu principal objetivo é promover a preservação do patrimônio cultural por meio da cooperação com universidades, centros de pesquisa e outras entidades e instituições.

A Antecipa tem atuado como um agente importante na criação de redes colaborativas no âmbito da ciência do patrimônio, impulsionando o desenvolvimento e a consolidação desse campo no Brasil, por meio da troca de conhecimentos e experiências entre especialistas e instituições, da promoção de práticas eficientes e busca de soluções inovadoras (Gonçalves *et al.*, 2023). A Antecipa tem buscado

conectar diversos atores no contexto internacional, nacional e regional e promover a interação entre os campos da ciência, tecnologia, conservação e gestão do patrimônio cultural. Essa interconexão visa potencializar esforços de pesquisa, compartilhar recursos e infraestrutura, além de promover a internacionalização e visibilidade das pesquisas desenvolvidas no país, fortalecendo assim a colaboração com redes transnacionais, como por exemplo os projetos IPERION-CH e IPERION-HS, financiados pelo programa “Horizon 2020” da Comunidade Europeia (CE) e a E-RIHS.

A Antecipa tem estabelecido colaborações com entidades internacionais, engajando-se em projetos e iniciativas conjuntas. Essas parcerias visam ampliar o intercâmbio de saberes e aprimorar as práticas de preservação e estudo do patrimônio cultural, através de abordagens inovadoras e do acesso a tecnologias avançadas.

No âmbito nacional, é fundamental fortalecer o diálogo e colaboração entre as muitas partes envolvidas com a preservação do patrimônio. Isso inclui a necessidade de aprimoramento da legislação vigente para uma definição mais clara das atribuições profissionais exclusivas e/ou compartilhadas nesse campo. A Antecipa tem desempenhado um papel ativo nesse sentido, promovendo o diálogo e a colaboração de acordo com as suas finalidades estatutárias.

Colaboração com a Comissão Técnica de Patrimônio Cultural da Associação Brasileira de Ensaios Não Destrutivos e Inspeção (Abendi) e criação do Grupo de Trabalho em Normalização da Antecipa

Uma importante colaboração da Antecipa vem ocorrendo desde 2020 com a Comissão Técnica de Patrimônio Cultural (CTPC) da Associação Brasileira de Ensaios Não Destrutivos e Inspeção (Abendi), instituição de renome nacional no desenvolvimento de técnicas e metodologias de análise e inspeção de materiais e estruturas. A Antecipa e a CTPC da Abendi têm trabalhado em conjunto para enriquecer o debate sobre a preservação do patrimônio cultural, especialmente no que diz respeito à utilização de técnicas não destrutivas na avaliação e monitoramento de bens patrimoniais (Michelin; Gonçalves, 2020).

A cooperação entre as duas associações têm se manifestado em diversas frentes. Uma delas foi a participação ativa de membros da Antecipa em eventos promovidos pela Abendi, onde especialistas tiveram a oportunidade de compartilhar conhecimentos e experiências, além de discutir questões pertinentes à preservação do patrimônio cultural, com uma abordagem mais ampla e integrada no desenvolvimento e aplicação de metodologias e técnicas de inspeção e análise, voltadas à conservação.

A Antecipa e a CTPC da Abendi têm trabalhado para disseminar conhecimentos e habilidades necessárias para o uso adequado das técnicas não destrutivas em contextos patrimoniais. Além dos eventos, a colaboração entre a Antecipa e a CTPC da Abendi também vem se dando por meio de reuniões, *workshops* e outras atividades para discussão de boas práticas, desafios comuns e oportunidades de pesquisa e desenvolvimento conjunto, promovendo o aprimoramento e a capacitação técnica da comunidade da ciência do patrimônio no Brasil. A sinergia entre os participantes é fortemente marcada pela transdisciplinaridade e envolve profissionais de todas as áreas do conhecimento, destacadamente conservadores-restauradores, arquitetos, engenheiros, geólogos, historiadores, químicos, físicos, dentre outros.

Recentemente a CTPC da Abendi foi colocada em recesso e a Antecipa criou um Grupo de Trabalho em Normalização para dar continuidade às discussões e atividades. O GT é uma iniciativa destinada a desenvolver diretrizes, práticas recomendadas e normas técnicas para orientar as práticas de preservação do patrimônio cultural material em suas diversas escalas. Um dos objetivos é estabelecer padrões técnicos e metodológicos para a avaliação, monitoramento e conservação de bens patrimoniais, especialmente no que diz respeito ao uso de técnicas não destrutivas, abrangendo desde a avaliação do estado de conservação

de edifícios históricos até a análise de materiais e estruturas arqueológicas, por exemplo. Ao criar esse grupo de trabalho, a Antecipa demonstra seu compromisso em promover a colaboração entre instituições e profissionais de diferentes áreas, visando aprimorar as práticas de preservação do patrimônio cultural. A normalização nesse contexto desempenha um papel crucial, pois fornece um conjunto de diretrizes e procedimentos que garantem a eficácia e a qualidade das ações de conservação.

A iniciativa coincide com a criação, no âmbito da Organização Internacional da Normalização (ISO) do Comitê Técnico 349 — Conservação do Patrimônio Cultural, sediado em Pequim, China. O CT 349 tem como objetivo fundamental criar consensos globais normativos em relação à conservação do patrimônio cultural, aplicáveis à gestão desse patrimônio (ISO, 2024). Por outro lado, o GT de Normalização da Antecipa concentra-se na elaboração de diretrizes e normas nacionais específicas para a preservação do patrimônio cultural no contexto brasileiro. O contexto é favorável a uma harmonização mais eficaz das práticas de conservação do patrimônio cultural em âmbito nacional e internacional.

Instituto Nacional de Pesquisa em História Natural, Patrimônio Cultural, Artes, Sustentabilidade e Território (IN2PAST.BR)

Recentemente, foi aprovado no âmbito da chamada CNPq 58/2022 o Instituto Nacional de Pesquisa em História Natural, Patrimônio Cultural, Artes, Sustentabilidade e Território (IN2PAST.BR), coordenado pelo Prof. Fabrício Rodrigues dos Santos e o vice-coordenador é o Prof. Luiz Antônio Cruz Souza, membro fundador, ex-presidente da Antecipa, atual presidente do Conselho Fiscal da Associação. Com sede na UFMG, em Belo Horizonte, o IN2PAST.BR tem como objetivo principal conduzir pesquisas multidisciplinares em Ciência do Patrimônio. O projeto é dedicado à investigação histórica multidisciplinar e à proteção do patrimônio, enfocando pesquisas científicas direcionadas à análise, atribuição e identificação dos bens patrimoniais. Isso inclui abordagens legais e sistemas operacionais para coibir, fiscalizar e controlar o tráfico ilícito, a falsificação e a destruição desses bens.

Os grupos de pesquisa envolvidos na proposta possuem especializações diversas, abrangendo áreas como Ciência da Conservação, Biologia, Arqueologia, Geologia, Paleontologia. A proposta do IN2PAST.BR se baseia na concepção da Ciência do Patrimônio como um campo de conhecimento transdisciplinar e estratégico, capaz de

conduzir investigações científicas que promovam a gestão sustentável dos bens culturais e naturais no contexto brasileiro. Para isso, propõe-se a criação de uma rede acadêmica associada a órgãos públicos, como a Polícia Federal e o Ministério Público Federal. Além disso, pretende-se estabelecer uma infraestrutura científica compartilhada e gerar uma base de dados científicos sobre bens patrimoniais, com o objetivo de identificar e/ou recuperar materiais e peças roubadas, traficadas ou danificadas.

O IN2PAST.BR aborda quatro linhas temáticas principais. A primeira é o patrimônio antropológico/arqueológico, focalizando a Antropologia Física e a Arqueometria. Em seguida, destaca-se o patrimônio natural, com estudos de objetos paleontológicos e biológicos, com ênfase na biodiversidade. A terceira linha aborda tecnologias analíticas e informacionais aplicadas em objetos de museus e acervos, englobando questões da História da Arte Técnica, do Patrimônio Genético e da Ciência da Conservação. Por fim, há a gestão da informação, considerando a interoperabilidade dos dados científicos. Essas linhas temáticas abrangentes refletem a abordagem multidisciplinar e abrangente do instituto na pesquisa e preservação do patrimônio cultural e natural. A Antecipa formalizou junto ao IN2PAST o apoio à proposta por meio de anuência institucional para colaboração técnico-científica.

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM)

A arqueometria e a ciência da conservação se beneficiam fortemente do uso combinado de técnicas espectroscópicas de análise e de microscopia, especialmente técnicas com boa resolução espacial, que permitam uma descrição 2D e 3D de micro amostras do bem cultural estudado. Nesse contexto, técnicas de imagem baseadas na luz síncrotron se mostram como ferramentas valiosas no estudo de bens culturais, principalmente pela alta resolução espacial em escala micro e nano em técnicas como micro-FTIR, micro-XRF, micro-XAS, micro-XRD e nanoscopias de raio X. Existem diversos laboratórios de luz síncrotron no mundo, cada um com suas especificidades. Exemplos notáveis no estudo de bens culturais são o ESRF (do inglês, *European Synchrotron Radiation Facility*) (Cotte *et al.*, 2022), Elettra, na Itália (Amati *et al.*, 2022) e o SOLEIL, na França, que conta com a PUMA (do francês, *Photons Utilisés pour lês Matériaux Anciens*), uma linha de luz que privilegia projetos com bens culturais, e permite o estudo de alguns objetos de médio porte (Reguer *et al.*, 2022).

No Brasil, o Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM) é uma Organização Social supervisionada pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), responsável

por quatro grandes Laboratórios Nacionais: Laboratório Nacional de Biociências (LNBio), Laboratório Nacional de Biorrenováveis (LNBR), Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano) e Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS). Criado em 1984, o LNLS foi responsável pela construção e operação da primeira fonte de luz síncrotron do hemisfério sul, o UVX, um acelerador de segunda geração com um anel de armazenamento de 1,37 GeV com 93 metros de circunferência. O UVX passou por atualizações durante seu tempo de operação, operando por cerca de 20 anos, de 1997 a 2019, com 17 linhas de luz e cerca de 1500 usuários por ano (Liu, L. *et al.*, 2019). Atualmente, o LNLS opera o Sirius, considerada a mais complexa construção científica brasileira.

O LNLS-Sirius é um laboratório de luz síncrotron de quarta geração, possui um anel de armazenamento de 3 GeV e circunferência de 518 metros, com capacidade para 38 linhas de luz. Atualmente, conta com 14 linhas de luz, com algumas ainda em montagem e comissionamento e outras em pleno funcionamento, e 6 laboratórios de apoio. Assim como toda a infraestrutura do CNPEM, o LNLS-Sirius é uma infraestrutura aberta multiusuária gratuita, disponível para usuários brasileiros e estrangeiros, e que oferece a possibilidade de se utilizar o estado-da-arte de diversas técnicas espectroscópicas, de difração e espalhamento, em escala micro e nano, abrindo novas perspectivas de pesquisa nas mais diversas áreas, como

ciência dos materiais, energia, ciências ambientais, ciências biológicas, bens culturais, dentre outras. As professoras Marcia de Mathias Rizzo do curso de conservação e restauro da EBA e a Maria Luiza Rocco do curso de química do IQ, ambas da UFRJ, orientam o aluno Guilherme Amoglia Priori com pesquisa na área de ciência do patrimônio. As pesquisas de Guilherme fazem uso do laboratório de luz síncrotron LNLS-Sirius para análise de micro amostras de pinturas.

As perspectivas futuras de colaboração incluem acesso às plataformas de infraestrutura, desenvolvimento de projetos conjuntos de pesquisa, compartilhamento de bases de dados e coleções de amostras de patrimônio, intercâmbio de estudantes e profissionais, e troca de conhecimentos especializados.

CONCLUSÃO | DESAFIOS – VANTAGENS E DESVANTAGENS

A complexidade do trabalho de preservação do patrimônio cultural, incluindo, conservação preventiva, curativa e restauração, aumenta significativamente à medida que novos conceitos teóricos aparecem, novas metodologias práticas são criadas e novas técnicas de análise científica são desenvolvidas e passam a ser aplicadas no patrimônio. Muitas ideias novas também surgem dessa interação, estabelecendo o que chamamos hoje de

“co-criação”, onde não mais o cientista presta um serviço para o conservador-restaurador, mas ambos, juntamente com uma rede mais ampla de profissionais de diversas áreas, discutem e criam juntos novos processos, tipos de amostragem, análises, instrumentos e equipamentos. Quanto maior o número de pessoas interagindo, maior o número de ideias e possibilidades, conforme demonstrado pelas equações matemáticas da área de probabilidade.

As redes colaborativas desempenham um papel fundamental na promoção da inovação na preservação do patrimônio cultural, ao facilitar a colaboração entre diferentes partes interessadas e promover abordagens integradas e interdisciplinares. Essas redes permitem o compartilhamento de conhecimentos, recursos e experiências, maximizando a eficiência e eficácia das atividades de preservação. Elas visam também eliminar progressivamente a fragmentação, o isolamento ou a duplicação de esforços nessa área e desenvolver um novo paradigma da Ciência do Patrimônio, baseado na excelência, na investigação conjunta e no trabalho em rede.

Além disso, as redes colaborativas incentivam a participação comunitária e a inclusão social na preservação do patrimônio cultural. Ao envolver as comunidades locais nos processos de pesquisa, conservação e gestão do patrimônio, essas redes garantem que as intervenções sejam culturalmente sensíveis e socialmente sustentáveis. Isso

fortalece os vínculos entre a comunidade e seu patrimônio cultural, promovendo um senso de identidade e pertencimento.

O trabalho em conjunto possibilita a otimização de recursos de forma ampla e também possibilita o compartilhamento de experiências, informações e dados, entre outros. No entanto, também enfrentamos desafios em termos de cooperação, como o nacionalismo crescente, a desigualdade social e a falta de confiança nas instituições. Outro problema encontrado é que o compartilhamento de dados nem sempre é simples ou trivial.

Os pesquisadores que utilizam as estruturas das redes cooperativas recebem arquivos com as medidas realizadas em um determinado formato, contendo todas as informações relativas às suas medidas, que são os metadados e as próprias medidas.

Metadados são “dados sobre os dados”, inerentes à comunidade de arquivistas, mas com o avanço do mundo digital ganharam uma nova dimensão (Wool, G., 1998). Novas formas, formatos e padronizações se tornam necessários, e inúmeros formatos e normatizações têm sido criados, como por exemplo as normas ASTM (Westbrook, J. H.; Grattidge, W., 1993) e as normas ISO como a Dublin Core metadata Schema (ISO Standard 15836:2009), de caráter mais geral. Os metadados podem trazer informações sobre data e autores, mas também informações sobre o status do equipamento durante sua utilização, que muitas vezes são essenciais para a interpretação correta dos dados.

Teoricamente, seria então possível compartilhar informações e dados de forma relativamente fácil, entretanto esse não é o caso, especialmente para a comunidade de Patrimônio Cultural que possui uma abrangência global, multi e interdisciplinar e multicultural.

Um dos primeiros desafios é a própria linguagem e a definição de termos, pois os termos linguísticos refletem a cultura de uma comunidade ou população, que podem variar de acordo com a cultura local, métodos de construção, biomas e outros aspectos locais.

Passando para uma abordagem que envolve as diversas técnicas de caracterização, tem-se a expectativa de que as definições sejam mais rígidas. Entretanto, como muitos grupos científicos são altamente especializados e muito diversos, definições precisas e claras, e o conhecimento das limitações das técnicas e equipamentos, se tornam essenciais para a interpretação correta dos dados e seu compartilhamento entre as diversas comunidades.

Normalmente, dados medidos carecem de interpretação, que pode ser simples ou bastante sofisticada, e demandar conhecimento específico da área e do equipamento. Muitos equipamentos são produzidos por fabricantes diversos ou construídos pelos próprios pesquisadores. No caso dos fabricantes, é comum os dados obtidos serem salvos em arquivos proprietários que demandam o *software* do fabricante, para serem abertos ou

tratados. Dessa forma, um arquivo obtido em um equipamento de um determinado laboratório nem sempre pode ser aberto e tratado em outro laboratório. Um segundo aspecto é que nem sempre todos os metadados são salvos nos arquivos, especialmente em equipamentos mais antigos e analógicos ou então equipamentos construídos pelos próprios pesquisadores. E um terceiro aspecto é de técnicas mais recentes, onde os metadados necessários para a interpretação ainda não são unânimes nas comunidades ou então os parâmetros para a aquisição dos dados são difíceis de se controlar, como por exemplo, a iluminação em sistemas ópticos de luz visível.

O uso correto dos equipamentos, seus ajustes e calibrações, aspectos esses que compõem as “boas práticas” do laboratório, são essenciais, mas nem sempre conhecidos, especialmente em grupos mais jovens com pouca experiência e treinamento naquela técnica específica. Hoje em dia, a maioria dos equipamentos gera um resultado, mas analisar se o resultado faz sentido, ou identificar uma possível contaminação, ou preparo incorreto das amostras, é essencial.

Outro aspecto importante que também merece atenção é a questão dos bancos de dados compartilhados, em que aspectos de curadoria, tipos de acessos (abertos ou restritos), questões de ordem ética e/ou legal e grandes volumes de dados são alguns itens que precisam ser considerados e discutidos.

Os itens de adversidade apontados acima são obstáculos que teremos que enfrentar, pois a ciência, o conhecimento e a inovação de alta qualidade aceleram todos os aspectos das transformações digitais e industriais e nos aproximam da realização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

REFERÊNCIAS

- BRITE-EURAM: *Measurable Impact* — published by the European Commission, ECSC-EC-EAEC, Brussels, Luxembourg. 1994.
- CASTRO, A. A. N. *A formação de conservadores-restauradores de bens culturais móveis no Brasil: memórias e trajetória histórica*, Conservar Patrimônio, n° 24, 2016, pp.73-78.
- GONÇALVES, W. B. et al. *A atuação da ANTECIPA na construção de redes colaborativas no campo da ciência do patrimônio*. Ventilando acervos, v. especial, 2023, p. 161-177.
- INTERNATIONAL STANDARDIZATION ORGANIZATION — ISO. ISO/TC 349. *Cultural heritage conservation*. Disponível em: <https://www.iso.org/committee/10235551.html>. Acesso em: 22 mai. 2024.
- ISO. *Standard 15836:2009 of February 2009*. [ISO15836].
- MASSING, A. Restoration police in France in the eighteenth century. In: *Studies in the history of painting restoration*. Ed. The National Thrust. 1997.
- MICHELIN, G. A.; GONÇALVES, W. B. *A Comissão Técnica de Patrimônio Cultural — CTPC*. Revista ABENDI, São Paulo, 30 jul. 2020, p. 8-9.

- RIZZO, M. M.; MATOS, J. R. *Synthesis and use of cellulose/SBA-15 adsorbent sheet for cleaning polychrome surfaces on works of art*. Semina, Ciências Exatas e Tecnológicas, Ed. Especial Archeometry, 2023. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semexatas/article/view/47967>. Acessado em: 30 mai. 2024.
- RIZZO, M. M. et al. *Effects of gamma rays in a restored painting from the XVIIth century*. Radiation Physics and Chemistry, vol. 63, Avignon, France, 2002, p. 259-262.
- RIZZO, M. M. *Caracterização físico-química das personagens de cera do Museu Alpino*. Mestrado em Físico-Química. Programa de Pós-Graduação em Química. Universidade de São Paulo, 2009, p. 135.
- RIZZO. *Obtenção de filme adsorvente de celulose/SBA-15 para limpeza de superfícies policromadas*. Doutorado em Química Analítica. Programa de Pós-Graduação em Química. Universidade de São Paulo, 2015, p. 245.
- RIZZUTTO, M. A. *Métodos físicos e químicos para estudo de bens culturais*. Arqueometria para Bens Culturais, v. 28, n. 43, 2015.
- REVISTA on-line: <http://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/rcc>.
- THOMAS, A. *Restoration or renovation: remuneration and expectation in Renaissance "acconciatura"* In Studies in the history of painting restoration. Ed. The National Thrust. 1997.
- WATERFIELD, G. *Conservation at Dulwich Picture Gallery in the nineteenth century*. In Studies in the history of painting restoration. Ed. The National Thrust. 1997.
- WESTBROOK, J. H.; GRATTIDGE, W. *Symp on standardizing terminology for better communication: practice, applied theory, and results*. 1166, 1993, p. 158-170.
- WOOL, G. *A Meditation on Metadata*. The Serials Librarian, 33(1-2), 1998. p. 167-178.

A Rede de Laboratórios de Conservação e Restauração da Fiocruz — gênese e desafios

MARCOS JOSÉ DE ARAÚJO PINHEIRO

Casa de Oswaldo Cruz (Fiocruz)

**ANA MARIA OSÓRIO DE BARROS BARBEDO
MARQUES**

Casa de Oswaldo Cruz (Fiocruz)

MÔNICA GARCIA

Instituto de Comunicação e Informação Científica e
Tecnológica em Saúde (Fiocruz)

INTRODUÇÃO

O patrimônio cultural é relevante como senso comum nas sociedades contemporâneas ocidentais e mesmo entre os especialistas da área como expressão de identidade, de coesão sociocultural e de memória para uma comunidade ou país. Entretanto, por resultar de uma construção social, está sempre sujeito a transformações, e por se constituir como um campo de teoria e prática, é objeto de reflexões críticas e debates constantes apoiados em argumentos e elementos teóricos que culminam em consensos, mas também em dissensos. Algumas das conformidades de pensamento é o de se afirmar cada vez mais como uma área interdisciplinar, que abrange um vasto leque do conhecimento humano perpassando desde as ciências sociais e as humanidades às ciências exatas e engenharias. Outra concordância é a de que uma vez identificado e reconhecido um bem cultural por meio dos valores que lhe são atribuídos por um grupo social, há de se estabelecer conjuntamente um compromisso com esse mesmo grupo e com as gerações futuras a fim de lhes garantir a fruição e a preservação do bem em questão.

A preservação do patrimônio cultural em sua compreensão *Lato Sensu* abarca ações de identificação, tratamento, conservação e restauração (Fundação Oswaldo Cruz, 2020). Ela tem sido objeto de reflexões, proposições e debates teóricos, a partir da compreensão de que uma ação sistemática

e preventiva de conservação é condição determinante para uma ação exitosa e menos prejudicial ao bem cultural ao longo do tempo. Conceituação que desde o século XVIII foi reconhecida a partir de proposições como as de John Ruskin e William Morris (Staniforth, 2013 *apud* Coelho, 2017, p. 32), ganhando contornos contemporâneos expressos na proposta da conservação preventiva por Gaël de Guichen (1999, 2013), entendida como prática, ferramenta metodológica e argumento teórico para evitar ou minimizar deteriorações ou perdas futuras de valor dos bens culturais. À conservação preventiva podemos juntar o conceito de conservação integrada, expresso tanto na Declaração de Amsterdã (1975) como no Manifesto de Amsterdã (1975) voltado ao patrimônio arquitetônico e urbano, contudo sua proposição pode ser estendida aos demais patrimônios. A conservação integrada recomenda a intervenção nos bens culturais a partir da ação conjugada de técnicas de conservação e restauração; de ciência e tecnologias; da informação; de recursos jurídicos, administrativos, técnicos e financeiros, e da participação ativa da sociedade, conformando uma contribuição cidadã entre outros atributos.

Outra importante contribuição se deve à gestão de riscos ao patrimônio cultural (Pederzoli In: Coelho *et al.*, 2023; Fundação Oswaldo Cruz, 2020; Pederzoli *et al.*, 2017) como abordagem metodológica para tomada de decisões sob condições de incerteza e priorização de ação e previsão

de recursos para a mitigação de riscos de diferentes tipos. Por último e não menos importante, a proposta da ciência do patrimônio como pesquisa inter e transdisciplinar voltada à produção e aplicação de conhecimento científico e tecnológico que abrange aspectos diversos ao amplo campo do patrimônio cultural, compreendendo desde sua identificação, caracterização, documentação, conservação e restauração à sua disponibilização e acesso. A ciência do patrimônio ganha contornos relevantes ao se estruturar principalmente pela ação colaborativa através de redes, cooperações multilaterais ou bilaterais, conectando pesquisadores, professores e profissionais de diferentes disciplinas “por meio da troca de conhecimento, dados, informação e acesso à infraestrutura laboratorial, auxiliando na pesquisa e conservação do patrimônio cultural” (Souza *et al.*, 2021, p. 142).

Esse conjunto de proposições, sejam elas entendidas como metodologias, estratégias, práticas ou ciência possuem interseções, sobreposições, mas sobressaem as complementaridades e a característica comum de requererem cada vez mais uma diversidade de disciplinas. Em comum, distinguem-se por: a) serem intersetoriais, inter e transdisciplinares; b) deixarem de considerar os bens culturais isoladamente, passando a entendê-los de maneira integrada; c) não atuarem apenas no bem cultural em questão, contemplando o ambiente onde estão situados e as diversas camadas de invólucro; d) melhor se organizarem a partir do

compartilhamento solidário e cooperativo de conhecimento, práticas e estruturas; e) empregarem e requererem mais ciência, tecnologia e inovação; f) precisarem associar o uso de C&T aos saberes tradicionais que se constituíram nos ofícios necessários à conservação e restauração de bens culturais. Para além disso, comungam da compreensão de que a ação sistemática e preventiva de conservação é condição determinante para uma ação exitosa ao longo do tempo.

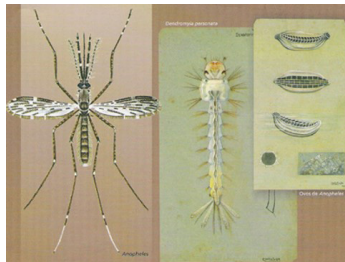
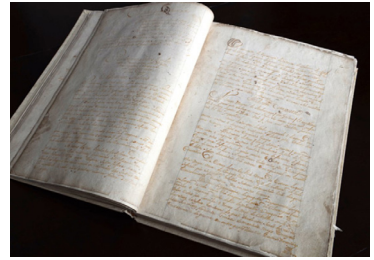
Na Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), a trajetória da construção da noção de patrimônio cultural e sobre a melhor forma de intervenção não foi muito diferente. A Fiocruz, vinculada ao Ministério da Saúde do Brasil e reconhecida como uma das mais relevantes instituições de ciência, tecnologia e inovação em saúde na América Latina e Caribe, produziu e mantém acervos valiosos em seus *campi* e em seus sistemas de informação. Esse conjunto inclui acervos que estão sob a guarda de diferentes institutos que compõem a Fiocruz, o que se por um lado era benéfico ao se considerar as suas especialidades e especificidades, por outro, gerava fragmentação e dispersão de ações, e pouca ou nenhuma cooperação e sinergia. Essa realidade não difere muito da encontrada na maioria dos institutos nacionais e internacionais de pesquisa, das universidades ou mesmo das instituições clássicas de memória, como museus, arquivos e bibliotecas. A solução proposta e realizada foi a de elaboração participativa de uma política de preservação do

patrimônio cultural e da constituição de uma plataforma intitulada, ao longo do tempo, como “Preservo — Complexo de Acervos da Fiocruz”. Há uma bibliografia¹ sobre o assunto, o que nos permite avançar ao objeto central deste artigo e que se trata de apresentar a experiência em curso de constituição da Rede de Laboratórios de Conservação e Restauração da Fiocruz, no âmbito do Preservo, e contextualizá-la frente aos desafios e oportunidades, ao modelo de redes de laboratórios desta natureza, e quanto à crescente necessidade de incorporação de ciência e tecnologia e de novas disciplinas frente aos desafios antigos e inusitados, como aqueles que advêm por compromissos e objetivos como bem expressos na Agenda 2030 ou por cenários de incerteza, que se apresentam devido às mudanças climáticas e à possibilidade de novas pandemias.

Entretanto, cabe destacar que a política de preservação do patrimônio cultural da Fiocruz aprovada por seu Conselho Deliberativo em 2018 (Fiocruz, 2020), teve como motivação principal a necessidade de estabelecer na instituição uma gestão integrada de seus acervos científicos e culturais, tendo como seu objetivo central definir princípios gerais e diretrizes para orientar as atividades de constituição, preservação, gestão integrada e acesso a todo o patrimônio cultural sob a guarda da instituição, aplicando-se a todas as tipologias de acervos, ou seja, aos acervos arquitetônico e urbanístico, arqueológico, arquivístico, bibliográfico, museológico e às coleções biológicas (Figura 1).



FIGURA 1 | Imagem apresentando as diferentes categorias de acervos da Fiocruz.
FONTE: REDE DE LABORATÓRIOS DE CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO DA FIOCRUZ.



Sua aprovação implicou também na institucionalização do Preservo como uma rede que envolve a cúpula estratégica da instituição e os seus institutos responsáveis pela custódia de acervos científicos e/ou culturais, atuando por meio de seu Comitê Gestor como instância formuladora, orientadora e articuladora para a implementação da referida política.

O Preservo prevê como seus objetivos: a) estabelecer um novo nível de organização e maior integração das ações entre os diferentes agentes da instituição; b) estabelecer infraestrutura para a preservação do patrimônio científico e cultural; c) desenvolver metodologias, tecnologias e políticas para a preservação dos acervos; d) aumentar o acesso ao conhecimento produzido na Fiocruz sobre e a partir dos acervos. Esses objetivos, em especial os itens “b” e “c”, reforçam a estratégia institucional em investir na formação e educação de seus quadros e na constituição de um programa de pós-graduação *Stricto Sensu* na área do

patrimônio cultural e de grupos de pesquisa certificados pelo Diretório de Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (DGP/CNPq); na modernização dos laboratórios de conservação e restauração existentes e criação de novos; na dedicação de grupos de profissionais na conservação preventiva, gestão de riscos e ciência do patrimônio.

Mas antes, ou concomitantemente a essas iniciativas, ocorreram outras ações que devem ser destacadas por estudarem, desenvolverem ou proporem metodologias, tecnologias e pesquisas aplicadas. Uma das primeiras iniciativas ocorreu no âmbito do Departamento de Patrimônio Histórico (DPH), vinculado estruturalmente à Casa de Oswaldo Cruz (COC), um dos institutos que compõem a Fiocruz, e que se dedica à história, à memória e à preservação do patrimônio cultural da Fiocruz, desenvolvendo atividades de pesquisa, educação, informação e divulgação científica no campo das

ciências e da saúde. Em 2001, o DPH/COC teve aprovado um projeto submetido a um dos editais do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que estimulavam a constituição de redes colaborativas desde o início dos anos 2000.

O projeto proposto tinha como título “Reintegração das Argamassas Históricas”, e foi desenvolvido como parte integrante da rede coordenada pelo prof. Mário Mendonça da Universidade Federal da Bahia que versava sobre materiais e estruturas. Esse projeto coordenado pelo DPH foi concluído financeiramente em 2004, mas as pesquisas continuaram e um novo projeto intitulado “Preservação de Argamassas Cromáticas Históricas. Estudo de caso: Fachadas do Pavilhão Mourisco” foi submetido ao CNPq e contemplado, tendo sido executado entre 2007 e 2009, resultando em subsídios e conhecimentos que foram aplicados nas intervenções realizadas no Pavilhão Mourisco². Os dois projetos possuíam como características comuns em sua composição a de comportarem profissionais de diferentes formações e disciplinas e de envolverem a cooperação de instituições distintas, acabando por conformar modelos às pesquisas e atividades subsequentes. Essas pesquisas derivaram de uma ação estratégica e integrada identificada a partir do ano 2000 no DPH como necessária a ser desenvolvida com vista às maiores eficácia, eficiência e efetividade na preservação do patrimônio arquitetônico e urbano sob sua responsabilidade. A partir de então,

juntavam-se ao recém-criado programa de conservação e manutenção permanente outras iniciativas como pesquisas em história da arquitetura e urbanismo em saúde pública; de produção de conhecimentos e metodologias na área de preservação de bens históricos e culturais; e de educação patrimonial para o aprendizado de antigos ofícios e técnicas e valorização do patrimônio cultural.

Uma decorrência dessa estratégia foi a retomada de um projeto de pesquisa iniciado a partir de um edital interno de pesquisa na COC que havia resultado numa proposta de metodologia para conservação e restauração de bens culturais. Posteriormente, foram envolvidos outros profissionais do departamento para realizar uma revisão do trabalho, resultando no lançamento em 2010 do livro “Metodologia e tecnologia na área de manutenção e conservação de bens edificados: o caso do Núcleo Arquitetônico Histórico de Manguinhos” com financiamento pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (Faperj), e veio a ser o vencedor na categoria “Produção Teórica” da 49ª Premiação Anual do Instituto de Arquitetos do Brasil no Rio de Janeiro.

Outra iniciativa foi a criação, na COC, de um grupo de trabalho composto por representantes de seus diferentes departamentos no sentido de organizar e formular ações com vista à implantação de planos de conservação preventiva, o que resultou na proposição e posterior seleção ao edital do Programa de Apoio à Pesquisa e ao

Desenvolvimento Tecnológico 2009-2010 da COC, do projeto de pesquisa “Conservação preventiva dos acervos preservados pela Casa de Oswaldo Cruz” (Coelho, 2017). Este projeto que contou com a consultoria da professora e conservadora Ingrid Beck, contribuiu com construção de uma cultura de conservação preventiva no instituto e identificou a necessidade de elaboração de uma política de preservação dos acervos sob a custódia da COC, que foi aprovada e publicada em 2013 sob o título de “Política de preservação e gestão de acervos culturais das ciências e da saúde”, inspirando a Fiocruz a elaborar a política para o patrimônio cultural de toda a instituição³, conforme já mencionado.

Uma pesquisa a ser destacada ao propósito deste artigo no sentido de dar visibilidade aos investimentos ocorridos no desenvolvimento de metodologias e de pesquisas científica e tecnológicas relativas ao patrimônio cultural, foi a realizada com o apoio da Fundação Getty como parte de sua iniciativa *Keeping It Modern* e que resultou na publicação, em 2017, do livro “Arquitetura Moderna e sua Preservação Estudos para o Plano de Conservação Preventiva do Pavilhão Arthur Neiva”⁴.

Paralelamente a essas iniciativas, as ações de conservação de bens móveis ocorriam cotidianamente nos locais de guarda e nos laboratórios de conservação existentes na Fiocruz. Inicialmente, estavam estruturados como laboratórios especializados para a conservação de bens culturais, o Laboratório de Conservação Preventiva

de Documentos Bibliográficos, vinculado ao Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT), outro instituto da Fiocruz, e o que havia no Departamento de Arquivo e Documentação (DAD) vinculado à COC. Ações de conservação de bens móveis também eram executadas no Serviço de Museologia do Museu da Vida, vinculado à COC, mas não estruturado como um laboratório especializado. Esses laboratórios acabaram sendo beneficiados pelo Preservo com a modernização de suas infraestruturas e a aquisição de equipamentos, principalmente a partir do financiamento junto ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES, obtido por sua seleção no edital de 2010 do Programa de Preservação de Acervos do BNDES. Essa ação respondia ao capítulo dedicado à Preservação e Acesso Físico da Política de Preservação dos Acervos Científicos e Culturais da Fiocruz; aos objetivos do Preservo; e se alinhava ao Programa de Pós-graduação em Preservação e Gestão do Patrimônio Cultural das Ciências e da Saúde da Casa de Oswaldo Cruz (PPGPAT)⁵ iniciado em 2016, em especial à sua linha de pesquisa “Patrimônio cultural: preservação e gestão”. A coordenação do Preservo⁶ entendeu a necessidade de fortalecer os laboratórios de conservação existentes e criar outros como estratégias de pesquisa integrada entre as diferentes áreas responsáveis pela custódia das diversas tipologias de acervos. A demanda pelos serviços que esses laboratórios

poderiam prestar se intensificou também por sua contribuição como etapas anteriores às atividades de digitalização dos acervos para subsequente disponibilização nos sistemas e bases de dados, uma solicitação em constante crescimento.

Dúvidas pairavam à época por não se saber ainda qual o modelo a ser adotado e como integrar laboratórios com personalidades próprias e trajetórias tão díspares com outros em fase de criação, na lógica proposta de plataformas multiusuários e redes colaborativas. Para além desses laboratórios especializados havia ainda a possibilidade de serem agregados os da área biológica responsáveis pelas coleções e da área da química da Fiocruz. Eis que o acaso favoreceu o encontro de uma solução. Ao final de 2017 a Fundação Casa de Rui Barbosa organizou o IV Encontro Luso-brasileiro de Conservação e Restauro, evento que contava com diversos palestrantes e convidados de relevância ao tema. Dentre eles estava o prof. António Candeias, à época coordenador do Laboratório HERCULES⁷ da Universidade de Évora, em Portugal. O Prof. António Candeias aproveitou a sua estadia no Rio de Janeiro e realizou uma visita à Fiocruz e uma reunião na Casa de Oswaldo Cruz, com o seu então vice-diretor de Patrimônio Cultural e Divulgação Científica, Marcos José Pinheiro, também coordenador do Preservo. Nessa reunião, ao conhecer o Preservo e a implantação de laboratórios de conservação e restauração, o Prof. Candeias apresentou a rede estruturada

de laboratórios de conservação e restauro que havia em Portugal, intitulada como Plataforma Portuguesa da Infraestrutura Europeia em Ciências do Património (ERIHS.pt), um consórcio conformado pelo Laboratório HERCULES na cidade de Évora; pelo Laboratório José de Figueiredo (LJF) em Lisboa, à época com coordenação científica do próprio prof. António Candeias e vinculado à Direção-Geral do Património Cultural (DGPC)⁸, e pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC). Segundo Candeias (2021, p. 95) o ERIHS.pt passou a integrar o Roteiro Nacional de Infraestruturas de Investigação de Interesse Estratégico (RNIIE) com recursos da Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), permitindo-o a se constituir como polo fundamental da *European Research Infrastructure for Science* (E-RIHS)⁹.

Interessado nos modelos português e europeu e aproveitando uma viagem à Portugal para participar do *Workshop* Arquitetura e Técnicas Museográficas, promovido pelo Comitê Internacional de Arquitetura e Técnicas de Museus (ICAMT) do Conselho Internacional de Museus (ICOM)¹⁰, e da cerimônia de assinatura do Memorando de Entendimento (MdE) entre a Universidade de Évora e a Fiocruz, em 05 de fevereiro de 2018, o então vice-diretor da COC e coordenador do Preservo realizou, de janeiro e início de fevereiro desse mesmo ano, visitas técnicas ao Laboratório HERCULES e ao LJF, resultando em Planos de Trabalho entre a Universidade de Évora e

a COC nas suas áreas de atuação, vinculado ao MdE recém assinado, sendo um deles específico com o Laboratório HERCULES. Esse Plano de Trabalho visava, entre outros objetivos, dar subsídios à constituição de uma rede de laboratórios de conservação e restauração na Fiocruz, que integrasse também os laboratórios de natureza biológica e química, e que no tempo cooperasse com outras redes nacionais e internacionais e instituições de pesquisa e ensino da área do patrimônio cultural. Esses MdE e Plano de Trabalho permitiram que professores do HERCULES realizassem em 2019, nas instalações da COC, o curso Ciência para as Artes — um novo olhar sobre o patrimônio, sobre a ciência aplicada ao estudo de bens patrimoniais abordando os diferentes materiais e as suas aplicações e patologias e apresentando as técnicas e metodologias analíticas utilizadas no estudo dos materiais e diagnóstico de bens patrimoniais. Com isso, eram dados os primeiros passos ao que viria a se realizar como Rede de Laboratórios de Conservação e Restauração da Fiocruz vinculada ao Preservo.

Ainda em 2019, por ocasião da 3ª Conferência Regional APOYOnline e Oficina de Preservação do Patrimônio realizada em comemoração aos 30 anos da APOYOnline¹¹, houve uma reunião informal entre as coordenações do Preservo, de Coleções Biológicas da Fiocruz, do Laboratório HERCULES, e da ANTECIPA¹², na qual foram expostos não só o apoio, mas a expectativa por uma rede de

laboratórios da Fiocruz que pudesse no tempo associar-se às redes nacionais como a ANTECIPA e também pudesse colaborar com redes internacionais como o ERIHS.pt. Mas, para isso havia a necessidade de articular a gestão e implementação desta rede na Fiocruz e o convencimento dos laboratórios institucionais existentes nas áreas biológica e química a se aliarem ao projeto. Para o seu prosseguimento entrou pela primeira vez como ponto de pauta na reunião de 29/11/2019 do Comitê Gestor do Preservo¹³ a necessidade de criação desta rede de laboratórios de conservação e restauração na Fiocruz e, para isso, houve o encaminhamento da constituição de um grupo de trabalho com os representantes do Comitê de cada tipo de acervos além de convidados de laboratórios de conservação da instituição para realizar o mapeamento de condições e o diagnóstico a começar no início de 2021.

Em 2019, foram obtidos recursos da Faperj no âmbito do Edital de Apoio a Grupos Emergentes de Pesquisa no Estado do Rio de Janeiro, para o desenvolvimento da pesquisa “Tecnologias aplicadas à conservação preventiva do Patrimônio das Ciências e da Saúde” do Grupo de Pesquisa “Saúde e Cidade: arquitetura, urbanismo e patrimônio cultural” com a colaboração da UFRJ. Os recursos estão sendo investidos em equipamentos para subsidiar as pesquisas científicas bem como a elaboração de publicações sobre conservação preventiva e gestão de riscos para bens culturais.

IMPLANTAÇÃO DA REDE DE LABORATÓRIOS

Em janeiro de 2021 é realizada a primeira reunião deste grupo de trabalho, com o objetivo de realizar diagnóstico através do levantamento de informações sobre os laboratórios existentes que atuam diretamente na área de conservação e aqueles que poderiam se associar à rede, identificando questões que passavam por: a) desenhar o modelo do projeto da rede de laboratórios a partir do levantamento prévio; b) definir o escopo de atuação de cada laboratório participante para atuarem de modo complementar, onde um laboratório presta serviço para outro ou coopera com algum ensaio, ou desenvolve trabalhos conjuntos; c) identificar quais as colaborações que os laboratórios das áreas biológica e química podem prestar na atuação dos laboratórios de conservação e vice-versa; d) identificar as necessidades de infraestrutura, capacitação e formação; e) prospectar potenciais parceiros para ajudar na formação, capacitação e realização de pesquisas.

Já na reunião de maio desse mesmo ano, o grupo tinha mapeado a lista de laboratórios internos da Fiocruz e a de potenciais redes e laboratórios externos para cooperação, além da lista preliminar das principais demandas de análises para as diversas tipologias de acervos, encaminhadas por cada departamento ou instituto e suas capacidades de prestar estes serviços. É bom

salientar que, desde o início, a Coordenação das Coleções Biológicas da Fiocruz participava das reuniões, fator determinante para a adesão que se seguiria de laboratórios das áreas biológica e química. Em novembro de 2021 é publicada pela Presidência da Fiocruz nova portaria¹⁴ de composição do Comitê Gestor do Preservo já considerando a Rede de Laboratórios de Conservação e Restauração representada por Ana Maria Osório de Barros Barbedo Marques e Mônica Garcia como suas coordenadoras.

O grupo de trabalho, agora constituído como Rede de Laboratórios de Conservação e Restauração, vem prosseguindo com sua implementação e desenvolvimento, e como parte das etapas desse processo elaborou documentos para fundamentar sua constituição, com base na ideia de que trabalhar em rede sugere integração, minimiza custos de infraestrutura seja nas questões relacionadas a equipe e contratações seja na aquisição de equipamentos e insumos e, principalmente, proporciona compartilhamento de informações e saberes entre os membros da rede.

E é com esse conceito que estabelecemos a identidade e o propósito da Rede através da formulação da Missão — Contribuir para a pesquisa no campo da Ciência do Patrimônio e a preservação dos acervos da Fiocruz de forma integrada, promovendo seu acesso para as gerações atuais e futuras; da Visão — Ser uma rede de conhecimento,

relacionamento e apoio laboratorial reconhecida pela sua contribuição para a preservação do patrimônio cultural da Fiocruz e externos, e dos Valores ou Princípios (Fundação Oswaldo Cruz, 2021):

- Valorização do Patrimônio: promover a salvaguarda do patrimônio científico e cultural;
- Cooperação: interagir e articular com os membros da rede e responsáveis pelos acervos, com o propósito de alcançar sinergias, promovendo a transdisciplinaridade com vistas à preservação de acervos culturais;
- Excelência Técnica: agir proativamente, antecipando-se aos desafios de conservação pautados em conhecimento técnico, eficácia e efetividade, fortalecendo a pesquisa no campo da Ciência do Patrimônio na instituição;
- Transparência: promover a comunicação entre os membros da rede com clareza e objetividade;
- Inovação: modernizar as práticas e conhecimentos técnicos com agilidade e qualidade tanto a partir do compartilhamento de técnicas e equipamentos como pela capacitação e intercâmbio de pesquisadores;
- Otimização: gerir a aplicação de recursos financeiros, humanos, materiais e tecnológicos de maneira sustentável.

Também estabelecemos como objetivo geral a articulação das diferentes equipes e infraestruturas que possam contribuir para as ações de conservação e restauração dos acervos culturais e científicos; e os objetivos específicos dos quais podemos destacar: a) caracterizar a materialidade dos acervos; b) identificar e monitorar os agentes de deterioração que impactam os acervos; c) contribuir para a elaboração de diagnósticos de conservação; d) subsidiar intervenções de conservação e restauração; e) capacitar os especialistas dos laboratórios das unidades afins; f) fomentar o intercâmbio institucional e interinstitucional.

APRESENTAÇÃO DOS LABORATÓRIOS

Atualmente, fazem parte da Rede sete laboratórios pertencentes a quatro institutos da Fiocruz como descritos a seguir.

O Laboratório de Conservação do Acervo Museológico — é integrado ao Serviço de Museologia do Departamento do Museu da Vida/COC, que tem sob sua responsabilidade o trabalho de preservação e gestão de seu acervo. O escopo do acervo museológico são itens principalmente relacionados à ciência e à tecnologia no campo da saúde, nomeadamente vinculados à história da Fiocruz, além da medicina e de suas especialidades, abarcando o período compreendido entre o último quartel do século 19 e a atualidade.

O Laboratório de Conservação Preventiva (LACOP) — vinculado ao Serviço de Conservação e Restauração do Departamento de Patrimônio Histórico (DPH/COC), foi idealizado enquanto um espaço para desenvolvimento de estudos e investigações científicas para apoio às ações do departamento. Tem como objetivo abrigar as atividades provenientes das pesquisas tecnológicas aplicadas à conservação preventiva, à restauração, à manutenção e ao monitoramento, com ênfase no acervo constituído pelas edificações do núcleo original e as modernistas, e seus bens integrados, assim como arqueológico e urbanístico, tombados e de interesse para preservação, que estão sob sua atribuição (Figura 2).

O Serviço de Conservação e Restauração de Documentos (SCRD) — setor do Departamento de Arquivo e Documentação (DAD/COC), é responsável pelas ações de conservação preventiva dos acervos sob seus cuidados, composto por mais de 100 fundos e coleções formados por documentos institucionais e pessoais dos gêneros textual, iconográfico, cartográfico, sonoro e filmográficos. Destacam-se ainda os negativos de vidro do Fundo do Instituto Oswaldo Cruz (IOC), os fundos Oswaldo Cruz e Carlos Chagas e o Arquivo Fotográfico da Fundação Rockefeller no Brasil (1930-1940) inscritos no Programa Memória do Mundo da Unesco¹⁵.

O Laboratório de Conservação Preventiva de Documentos Bibliográficos (Lacopd) pertence ao Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT), e é a instância

validada pela Política de Preservação dos Acervos Científicos e Culturais da Fiocruz (2018) como responsável pela preservação dos acervos bibliográficos da rede de bibliotecas da Fiocruz, incluindo o Setor de Obras Raras da Biblioteca de Manguinhos e o manuscrito Formulário Médico, reconhecido pelo Programa Memória do Mundo da Unesco¹⁶. Com a missão de implementar recursos locais quanto às técnicas e materiais para preservar e conservar a identidade física e garantir o acesso ao acervo bibliográfico das bibliotecas, tem o compromisso de oferecer apoio técnico informacional na área de conservação preventiva e elaborar documentos importantes para garantir a preservação da memória científica e cultural dos acervos.

A Coleção de Bactérias do Ambiente e Saúde (CBAS) — esta coleção faz parte do Instituto Oswaldo Cruz (IOC), apresenta um acervo que abriga a diversidade de bactérias cultiváveis de diferentes nichos ambientais, além de bactérias com impacto na saúde. Trata-se de uma Coleção de serviço e pesquisa. A CBAS é filiada à *World Federation for Culture Collections* (WFCC), sob o registro WDCM 958.

A Coleção de Culturas de Fungos Filamentosos — pertence também ao IOC, seu acervo é composto por cepas de fungos filamentosos de diferentes grupos taxonômicos, isolados de diversos substratos, incluindo cepas tipo. O acervo é continuamente expandido através do depósito de cepas, em sua maioria provenientes de projetos de pesquisa e atividades biotecnológicas, com



FIGURA 2 | Imagens do Pavilhão Mourisco.

AUTOR: BENONI DA GAMA OLIVEIRA/DPH/COC.



intercâmbio ativo de material entre instituições de pesquisa e outras coleções de microrganismos situadas no Brasil e no exterior.

Resíduos de Agrotóxicos/Laboratório de Alimentos — faz parte do Departamento de Química do Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde (INCQS). Foi recentemente agregado à Rede de Laboratórios de Conservação e Restauração e por esse motivo ainda está no período de aprofundamento do trabalho da rede. De qualquer forma, a sua contribuição na área da química será significativa e avalia-se a possível atuação de outros laboratórios do INCQS.

OPORTUNIDADES E DESAFIOS

O trabalho em cooperação pode trazer relevantes oportunidades como o compartilhamento de saberes e práticas, união de esforços, maior sinergia entre os entes institucionais, representatividade e fortalecimento, assim como agregar valores. Embora seja também portador de desafios por contemplar visões, trajetórias e competências distintas, tem se apresentado por seus resultados como modelo a ser perseguido principalmente por instituições públicas de pesquisa e ensino.

Valem ser destacadas duas experiências recentes numa história ainda incipiente que expressam o valor e o potencial da ação cooperativa ou solidária, a partir da Rede de Laboratórios.

A primeira se trata de uma ação externa à Fiocruz e ocorre a partir da visita técnica realizada a convite do Instituto Municipal de Cultura (IMC) da cidade de Petrópolis por integrantes da Rede de Laboratórios ao Centro de Cultura Raul de Leoni, vinculado ao Instituto Municipal de Cultura de Petrópolis, em 13 de abril de 2022. A motivação da visita foi a de avaliar e colaborar com o processo de recuperação de parte do acervo da Biblioteca Gabriela Mistral que se encontrava no pavimento térreo da edificação atingida pela forte chuva e pela lama carreada pelas enchentes que assolaram em 15 de fevereiro daquele ano a cidade de Petrópolis, e que resultaram em perdas humanas e materiais. A água na biblioteca chegou a aproximadamente 1,5 metro de altura acarretando perdas ao acervo. A partir da análise *in loco* e do relato dos funcionários e voluntários do Centro de Cultura, a equipe da Fiocruz definiu recomendações para resgate, tratamento e a elaboração de um plano de gestão de riscos, para o qual se predispôs a cooperar. O reconhecimento público desta ação e das que se seguiram em apoio ao Centro de Cultura se deu posteriormente na reabertura da Biblioteca com a concessão do Certificado Cidadão Solidário pela Prefeitura de Petrópolis ao Laboratório de Conservação Preventiva de Documentos (Lacopd/Icict) e ao Laboratório de Coleção de Culturas de Fungos Filamentosos, do Instituto Oswaldo Cruz (IOC)¹⁷, ambos integrantes da Rede de Laboratórios.

A outra experiência ocorreu por conta do incêndio que destruiu parte do Pavilhão Lauro Travassos¹⁸, na madrugada do dia 30 de abril de 2023, situado no *Campus* Manguinhos da Fiocruz. A edificação abriga laboratórios do Instituto Oswaldo Cruz, e em especial o Museu da Patologia. Esse museu reúne a Coleção da Seção de Anatomia Patológica (Coleção original do Museu); a Coleção de Febre Amarela; e a Coleção do Departamento de Patologia do IOC. As coleções não foram danificadas diretamente pelo fogo, à exceção de um mobiliário de madeira de valor histórico, por estarem abrigadas em grande parte em armários compactadores deslizantes de aço e devido ao incêndio ter sido controlado antes de atingir diretamente às áreas de guarda. Entretanto, segundo relatos da curadoria do Museu da Patologia, parte do acervo que estava conservado em meio líquido foi colocado em risco, porque o formol sofreu uma degradação rápida, possivelmente pelo calor do incêndio.

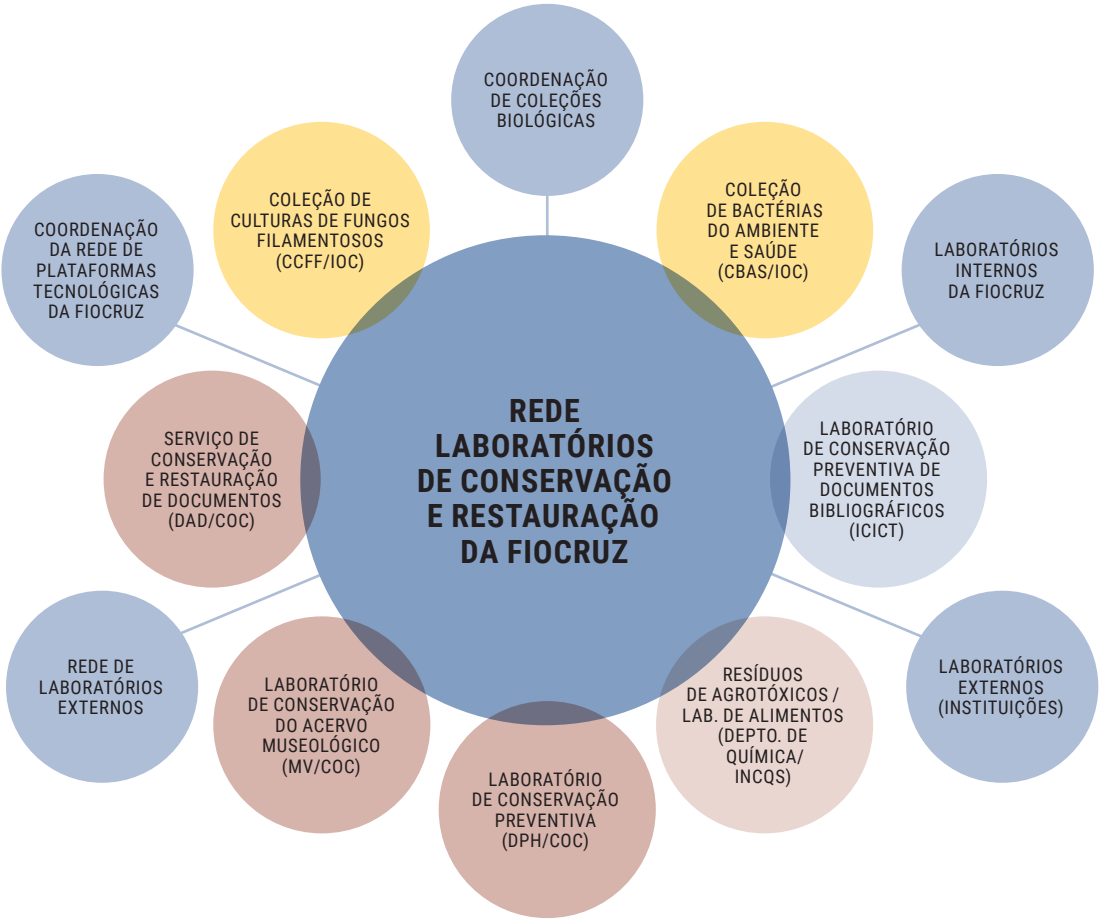
Além disso, a alta umidade no ambiente decorrente da água utilizada tanto pela brigada local como pelo Corpo de Bombeiros, associada à impossibilidade de retirada imediata das amostras histopatológicas conservadas em lâminas de vidro devido aos dias de isolamento da edificação impostos até que fossem avaliados os riscos de desabamento e tomadas as medidas de contenção, ocasionaram uma alta incidência de carga fúngica no local e no acervo. O crescimento descontrolado desses microrganismos

mobilizou a Rede de Laboratórios por meio do envolvimento de diversos profissionais e laboratórios integrantes para o seu enfrentamento, e da realização de consultas a especialistas de outras instituições. Uma força tarefa foi mobilizada à época e sua atuação perdura atualmente no salvamento e acondicionamento deste relevante acervo em outros locais de guarda, sendo que sua formulação e ação contou desde o primeiro momento com a orientação e participação da Rede de Laboratórios. Trata-se de um caso a ser apresentado futuramente pela curadoria do Museu da Patologia e pela Rede de Laboratórios como contribuição a outras instituições e profissionais pela singularidade das ações de resgate, do controle e tratamento de patologias, da gestão de riscos como também do valor da ação cooperativa e solidária.

Destaca-se a participação da Coordenação de Coleções Biológicas da Vice-Presidência de Pesquisa e Coleções Biológicas (VPPCB) da Fiocruz junto à Rede, o que possibilita ampliar as pesquisas relacionadas às análises de material biológico. Essa Coordenação ao receber demandas que extrapolem o escopo das coleções atualmente integrantes da Rede, se configura como o ator qualificado para tratar com os curadores de outras Coleções que melhor possam atender a essas solicitações.

A arquitetura concebida para a Rede prevê a inserção de novos atores através da participação e compartilhamento com laboratórios e

FIGURA 3 | Diagrama representativo do conjunto de participantes da Rede de Laboratórios e colaboradores.
FONTE: DESENHADO PELOS AUTORES, BASEADO EM DOCUMENTOS DA REDE DE LABORATÓRIOS.



redes nacionais e internacionais, incluindo outros laboratórios da Fiocruz (Figura 3). No âmbito da Fiocruz, um dos focos é a Rede de Plataformas Tecnológicas da Fiocruz (RPT)¹⁹, que atua como suporte tecnológica nas áreas de atuação da instituição, com o intuito de otimizar os recursos de infraestrutura, de manutenção e de operação de equipamentos de maior complexidade na instituição. A RPT visa a prestação de serviços e a oferta de infraestrutura, e está acessível para pesquisadores de outras instituições, públicas e privadas

e para empresas. Um dos desafios para a Rede de Laboratórios é o de definir claramente um portfólio de serviços a estarem disponíveis na RPT.

Soma-se a esse desafio o de colaborar com outras redes voltadas à ciência do patrimônio cultural como a já citada anteriormente a ANTECIPA, a qual estamos em processo de afiliação e às redes internacionais como o ERIHS.pt.

Ponto importante a ser salientado como oportunidade, desafio ou perspectiva, é o envolvimento das equipes e infraestruturas dos laboratórios da

Rede, com as áreas de ensino como o Programa de Pós-graduação em Preservação e Gestão do Patrimônio Cultural das Ciências e da Saúde (PPGPAT) atuando nas disciplinas e no desenvolvimento das pesquisas dos docentes e discentes através de seus conhecimentos específicos e como plataforma para a realização de experiências nos laboratórios.

CONCLUSÃO

De alguma forma, já existia comunicação entre as equipes dos diversos laboratórios, em função de solicitações de serviços relacionados à conservação dos acervos. Porém, esses contatos eram realizados informalmente. Desafios existem de toda a ordem, como já destacamos, e esse de organizar e implantar rotinas formais referentes às demandas é um deles. Cada laboratório foi criado com características e propósitos distintos, alguns existentes por décadas outros iniciando sua atuação, e toda a adaptação acarreta esforços para os quais podemos associar algumas necessidades já identificadas, como: a) criação de protocolos; b) constituição de equipes capacitadas; c) infraestrutura física adequada; d) garantia de recursos para manutenção das atividades, entre outras. As perspectivas de atender a essas necessidades estão diretamente correlacionadas aos propósitos do trabalho em rede, como é evidente. Cada uma

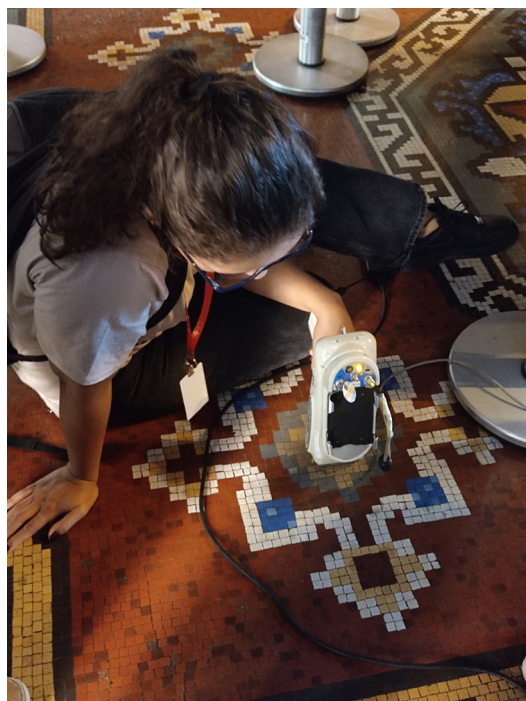
dessas necessidades vem sendo tratada a partir das oportunidades que surgem e por meio de um planejamento tanto global no âmbito do Preservo como específico para cada laboratório dentro dos institutos aos quais pertencem. Uma estratégia identificada é a de dar visibilidade ao trabalho já realizado e ao potencial que encerra esta rede tanto para a instituição como ao campo do patrimônio cultural. Essa comunicação se faz importante na adesão de atores técnicos e políticos para a consolidação da Rede, assim como tem sido central a cooperação de uma forma ampla, principalmente entre os entes institucionais na Fiocruz e a já destacada com a Universidade de Évora (Figura 4). O pouco tempo de existência da Rede tem revelado algum êxito no caminho seguido, apesar dos enormes desafios já listados e de outros ainda nem identificados, e a certeza de estarmos apenas a iniciar um longo e complexo processo.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer aos integrantes e colaboradores da Rede de Laboratórios de Conservação e Restauração da Fiocruz: Ana Roberta Tartaglia, Barbara Dias, Carla Coelho, Elisabete Edelvita Chaves, Juliana Albuquerque, Marcelo de Lima da Silva, Maria Helena Wohlers Morelli Cardoso e Nathália Vieira Serrano.

FIGURA 4 | Imagens das oficinas ministradas pelo Hercules/ UÉvora na Fiocruz em novembro de 2023.

AUTORIA: LUANA NUNES DA SILVA, JEFERSON MENDONÇA E CARLA COELHO.



REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Barbara Cortizo de; CARCERERI, Maria Luisa Gambôa. (org.). *Arquitetura Moderna e sua preservação*. Estudos para o Plano de Conservação Preventiva do Pavilhão Arthur Neiva. 1ed. Rio de Janeiro: In-Fólio, 2017, p. 32-41. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/20561>. Acesso em: 06 jun. 2024.
- CANDEIAS, A. Sobre a importância da criação de redes interinstitucionais e da cooperação internacional do patrimônio: a experiência do Laboratório HERCULES (Portugal). In: PINHEIRO, Marcos José de Araújo; CARVALHO, Claudia S. Rodrigues; TEIXEIRA, Carla Maria Teixeira. (org.). *Abordagens e experiências na preservação do patrimônio cultural nas Américas e Península Ibérica*. Rio de Janeiro: Mórula, 2021, p. 91-108. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/46043>. Acesso em: 06 jun. 2024.
- COELHO, C. et al. *A gestão de riscos como estratégia para a preservação do patrimônio cultural das ciências e da saúde*. Rio de Janeiro: Mórula, 2023. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/57348>. Acesso em: 06 jun. 2024.
- COELHO, C. M. T.; PINHEIRO, M. J. A. Gestión de riesgos para el patrimonio cultural de la Casa de Oswaldo Cruz/ Fundación Oswaldo Cruz. In: COHEN, David. (org.). *La gestión de riesgos del patrimonio cultural: casos y experiencias para la conservación del patrimonio cultural de latinoamerica*. 1ed. Berlim: Editorial Academica Española, v. 1, 2017, p. 124-159.
- COELHO, C. M. T. Plano de Conservação Preventiva. In: AGUIAR, Barbara Cortizo de; CARCERERI, Maria Luisa Gambôa. (org.). *Arquitetura Moderna e sua preservação*. Estudos para o Plano de Conservação Preventiva do Pavilhão Arthur Neiva. 1ed. Rio de Janeiro: In-Fólio, 2017, p. 32-41. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/20561>. Acesso em: 06 jun. 2024.
- CONSELHO DA EUROPA. *Declaração de Amsterdã*. Congresso do Patrimônio Arquitetônico Europeu. out. 1975. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Declaracao%20de%20Amsterda%CC%83%201975.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2024.
- CONSELHO DA EUROPA. *Manifesto de Amsterdã — Carta Europeia do Patrimônio Arquitetônico*. Congresso do Patrimônio Arquitetônico Europeu. Out. 1975. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/uploads/>

ckfinder/arquivos/Manifesto%20Amsterda%CC%83%201975.pdf. Acesso em: 06 jun. 2024.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Preservo - Complexo de Acervos da Fiocruz: relatório de atividades. Rio de Janeiro: Fiocruz/COC/Presidência, 2021, p. 69. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/49569>. Acesso em: 06 jun. 2024.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ, CASA DE OSWALDO CRUZ. *Política de preservação e gestão de acervos culturais das ciências e da saúde*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2013. Disponível em <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/15276>. Acesso em: 06 jun. 2024.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ, CASA DE OSWALDO CRUZ. *Política de preservação dos acervos científicos e culturais da Fiocruz*: atualização: 18.09.2020. 2. ed. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/44749>. Acesso em: 06 jun. 2024.

GUICHEN, G. *La conservación preventiva: pimple moda pasajera o cambio trascendental*. Museum International (201), n.º 201 Vol. 51, n.º 1, 1999, p. 4-6. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000114934_spa. Acesso em: 06 jun. 2024.

GUICHEN, G. Conservación preventiva: ¿en qué punto nos encontramos en 2013? In: MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE. *Patrimonio Cultural de España n.º 7 — Conservación preventiva: revisión de una disciplina*. Madri. 2013. Disponível em: <https://www.cultura.gob.es/planes-nacionales/gl/dam/jcr:26a66336-4e0c-4adc-b4d8-f2a89dde4998/conservacion-preventiva-revision-de-una-disciplina.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2024.

PEDERSOLI JR, J. L.; AN TOMARCHI, C.; MICHALSKI, S. *Guia de Gestão de Riscos para o patrimônio museológico*. [S.l.]: Ibermuseus, ICCROM, 2017. Tradução de José Luiz Pedersoli Jr. Disponível em: https://www.iccrom.org/sites/default/files/2018-01/guia_de_gestao_de_riscos_pt.pdf. Acesso em: 06 jun. 2024.

PINHEIRO, Marcos José de Araújo; COELHO, Carla Maria Teixeira. Novas estratégias para gestão e preservação do patrimônio cultural da Fundação Oswaldo Cruz: uma abordagem preventiva e interdisciplinar. In: *III Seminário de gestão do patrimônio cultural de ciência e tecnologia*, Recife. Anais... v. 1, p. 276-300. Recife: Editora UFPE, 2015. Disponível em: <https://editora.ufpe.br/books/catalog/download/20/13/38?inline=1>. Acesso em: 26 jan. 2022.

PINHEIRO, Marcos José de Araújo *et al.* *Metodologia e tecnologia na área de manutenção e conservação de bens edificados: o caso do Núcleo Arquitetônico Histórico de Manguinhos*. Rio de Janeiro: Casa de Oswaldo Cruz, Faperj. 2009. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/20103>. Acesso em: 06 jun. 2024.

SOUZA, L. *et al.* Redes de ciência do patrimônio: contribuição à Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. In: PINHEIRO, Marcos José de Araújo; CARVALHO, Claudia S. Rodrigues; TEIXEIRA, Carla Maria Teixeira. (org.). *Abordagens e experiências na preservação do patrimônio cultural nas Américas e Península Ibérica*. Rio de Janeiro: Mórula, 2021, p. 142-175. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/46043>. Acesso em: 06 jun. 2024.

NOTAS

- 1 Sobre a Política de Preservação dos Acervos Científicos e Culturais da Fiocruz e sobre o Preservo, ver em Fundação Oswaldo Cruz, Casa de Oswaldo Cruz (2020); Fundação Oswaldo Cruz (2021); Coelho *et al.* (2023); Coelho e Pinheiro (2017); Pinheiro e Coelho (2015).
- 2 O Pavilhão Mourisco é uma das edificações que compõem o núcleo arquitetônico originário da instituição. Foi reconhecido em 1981 como patrimônio cultural nacional pelo Instituto do Patrimônio Histórico Nacional (Iphan) junto com outras duas edificações pertinentes ao mesmo conjunto, o Pavilhão do Relógio (ou da Peste) e a Cavalaria.

- 3 A “Política de preservação dos acervos científicos e culturais da Fiocruz” (2020) foi aprovada e publicada em 2018 e atualizada em 2020, e abarca como parte integrante a política específica aos acervos sob custódia da COC e outros documentos normativos relativos a todas as tipologias de acervos e ações diversas como programas de preservação digital, de conservação preventiva entre outros documentos, normas e orientações.
- 4 Ver em Aguiar *et al.* (2017).
- 5 Ver em: <https://www.coc.fiocruz.br/cursos/pos-graduacao-em-preservacao-e-gestao-do-patrimonio-cultural-das-ciencias-e-da-saude/>.
- 6 Embora o Preservo atuasse de modo coletivo e consultivo, com representações de todos os tipos de acervos da Fiocruz e mais de instâncias institucionais das áreas de infraestrutura, gestão e tecnologia da informação, ele de fato foi institucionalizado com a aprovação pelo CD Fiocruz em 2018 da Política de Preservação e Gestão dos Acervos Científicos e Culturais da Fiocruz, e a constituição do seu Comitê Gestor por meio das Portarias da Presidência da Fiocruz n.º 1014/2018 e n.º 1015/2018, respectivamente, disponíveis em: <https://portal.fiocruz.br/documento/portaria-1014/2018-pr> e <https://portal.fiocruz.br/documento/portaria-1015/2018-pr>. Logo depois estas portarias foram substituídas pela portarias n.º 6012/2019-PR e n.º 6013/2019-PR, respectivamente disponíveis em: <https://portal.fiocruz.br/documento/portaria-6012/2019-pr> e <https://portal.fiocruz.br/documento/portaria-6013/2019-pr>.
- 7 O nome HERCULES é o acrônimo de Herança Cultural, Estudos e Salvaguarda. O Laboratório HERCULES é uma “infraestrutura de investigação da Universidade de Évora, dedicada ao estudo e valorização do património cultural, com especial ênfase na integração de metodologias das ciências físicas e dos materiais em abordagens interdisciplinares” segundo o site da Universidade de Évora, disponível em: <https://www.uevora.pt/investigar/unidades-id/hercules>

- 8 Ver em: <https://www.museudoscoches.gov.pt/pt/patrimonio/conservacao-e-restauro-laboratorio-jose-de-figueiredo/conservacao-e-restauro-laboratorio-jose-de-figueiredo/>.
- 9 Sobre o ERIHS.pt e E-RIHS como plataformas tecnológicas respectivamente portuguesa e europeia, ver em: Candeias (2021); Souza (2021) e nos sites: <https://www.uevora.pt/investigar/Infraestruturas-de-Investigacao/Infraestruturas-do-Roteiro-Nacional-de-Infraestruturas-de-Interesse-Estrategico/E-RIHS.pt-European-Research-Infrastructure-for-Heritage-Science> e <https://www.e-rihs.eu/>
- 10 O *Workshop* Arquitetura e Técnicas Museográficas foi realizado de 29 a 31 de janeiro de 2018 na Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias em Lisboa e os trabalhos apresentados foram publicados posteriormente na Revista Cadernos de Sociomuseologia em <https://revistas.uluso-fona.pt/index.php/cadernosociomuseologia/issue/view/729>.
- 11 O evento foi coorganizado pela Casa de Oswaldo Cruz (COC/Fiocruz), Fundação Casa de Rui Barbosa e APOYOnline e contou com a colaboração da Universidade de Delaware (EUA). A APOYOnline é uma organização sem fins lucrativos para a promoção de comunicação, intercâmbio e desenvolvimento profissional no campo da preservação do patrimônio cultural na América Latina e Caribe e em países de língua espanhola e portugueses.
- 12 A ANTECIPA — Associação Nacional de Pesquisa em Tecnologia e Ciência do Patrimônio foi fundada em dezembro de 2015, durante o evento IPERION-BR (Primeiro Encontro da Rede de Laboratórios Associados) com a participação dos principais laboratórios brasileiros que realizam pesquisa na área de Ciência da Conservação. Maiores informações podem ser obtidas por meio do seu site, disponível em: <http://lacicor.eba.ufmg.br/antecipa/index.php/apresentacao/>.
- 13 Conforme consta na Ata de reunião de 29/11/2019 do Comitê Gestor do Preservo.
- 14 Portaria nº 586, de 09 de novembro de 2021, SEI 25067.000547/2021-02 / p. 1, disponível em: https://sei.fiocruz.br/sei/controlador.php?acao=procedimento_trabalhar&acao_origem=protocolo_pesquisa_rapida&id_protocolo=1265369&infra_sistema=100000100&infra_unidade_atual=110000969&infra_hash=9970e8da3bd0dc328b933a058a4e9ffd-49dcd9a2b81de6cca5e3bb54e2fb983d.
- 15 Mais informações podem ser obtidas no site da COC, disponível em: <https://www.coc.fiocruz.br/acervos-culturais/memoria-do-mundo-da-unesco/> e na Base Arch, o repositório de informações sobre o acervo arquivístico da Fundação Oswaldo Cruz, em <https://basearch.coc.fiocruz.br/index.php/#>.
- 16 Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/livro-formulario-medico-recebeu-o-titulo-de-memoria-do-mundo-pela-unesco>
- 17 Ver em: <https://www.icict.fiocruz.br/content/rede-de-laboratorios-de-conservacao-e-restauracao-presta-consultoria-biblioteca-de> e em <https://www.icict.fiocruz.br/content/preservacao-de-acervos-do-icict-e-homenageada-em-petropolis>.
- 18 Ver em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2023-05/incendio-atinge-pavilhao-onde-funcionam-laboratorios-da-fiocruz>.
- 19 Ver em: <https://plataformas.fiocruz.br/>.

FORMAÇÃO E EDUCAÇÃO PATRIMONIAL

A formação *on-line* em gestão de riscos para a preservação de coleções. A experiência com o *Museum of Christian Art* (MoCA), Goa, Índia

TERESA TEVES REIS

Universidade de Évora
Laboratório de Herança Cultural, Estudos
e Salvaguarda (HERCULES)

NATASHA FERNANDES

Museum of Christian Art

NOAH FERNANDES

Goa University

GLEN FERNANDES

Bico Contracting and Trading Company

O PROJETO SOLIDÁRIO DO ICOM

Este projeto internacional resultou de uma iniciativa conjunta entre cinco comités internacionais do ICOM: ICOM-CC (Conservação), ICTOP (Formação de Pessoal), DRMC (Gestão de Riscos de Desastres), INTERCOM (Gestão de Museus) e ICMS (Segurança de Museus) para dar uma resposta aos desafios impostos aos Museus durante a pandemia de Covid-19, propondo-se uma solução que pudesse integrar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 2030, com vista a uma maior autonomia e resiliência das instituições perante os diversos riscos que podem afetar as coleções. Este projeto foi coordenado por membros da direção do ICOM-CC, Kate Seymour e Stephanie de Roemer (Seymour; Roemer, 2022).

Em 2005, a autora realizou um estágio curricular na área da conservação preventiva no MoCA que, na altura, não tinha ainda uma equipa capacitada para intervir nessa área. A ideia de uma participação conjunta no projeto solidário do ICOM revelou-se uma boa oportunidade para retomar o plano de conservação preventiva e capacitar a atual equipa do Museu em Avaliação de Risco para a Conservação (ARC), fornecendo assim a esta instituição ferramentas adicionais, confiança e autonomia para cumprir a sua missão e poder também prestar apoio a outras instituições, nomeadamente

à Diocese e respetivas paróquias. Propôs-se então uma parceria com a Cátedra City University Macau em Património Sustentável do Laboratório HERCULES para participar neste projeto.

O MUSEUM OF CHRISTIAN ART E A PERTINÊNCIA NA FORMAÇÃO EM AVALIAÇÃO DE RISCO PARA A CONSERVAÇÃO (ARC)

O MoCA alberga uma coleção única de objetos de arte sacra que representam uma perfeita simbiose de duas manifestações culturais — indiana e europeia. Estas coleções híbridas são raras no contexto da diversidade cultural da Índia e das suas expressões multirreligiosas. A missão do Museu é preservar e proteger o património cultural de Goa, ao mesmo tempo que promove o Museu como um centro de educação, conservação e investigação.

O MoCA foi estabelecido pela primeira vez em 1994, em colaboração com a Fundação Calouste Gulbenkian e o *Indian National Trust for Art and Cultural Heritage* (INTACH). Em 2002, foi realocado da localização original, no seminário de Rachol para a sua localização atual dentro do corpo da Igreja do Convento de Santa Mónica, em Velha Goa, sítio classificado como Património da Humanidade. Entre 2017 e 2020, o museu passou

por uma extensa atualização, que se concentrou na renovação do edifício, na conservação da coleção e num novo *layout* museográfico, novamente com o apoio mecenático das mesmas instituições, bem como do Governo de Goa. A missão atual do comité de gestão do MoCA está concentrada na preservação da coleção, em projetos de conservação e restauro, na disponibilização de estágios e na colaboração com investigadores e instituições de pesquisa da Índia e do estrangeiro.

A recente renovação do edifício do Museu e a otimização do equipamento de exposição da coleção melhoraram significativamente os problemas de preservação que já haviam sido observados em 2005. Contudo, tratando-se de um edifício histórico setecentista, sazonalmente afetado pela monção e pela crescente poluição, a presença de riscos que podem afetar a preservação a longo prazo é constante, não podendo ser definitivamente eliminada.

Nesse sentido, a pertinência de uma formação em ARC, para capacitar e empoderar a atual equipa do MoCA a estar ciente desses riscos, as suas causas e consequências para a coleção, e quais as possíveis medidas de mitigação e controle. A equipa incluiu cinco membros, a curadora Natasha Fernandes, a associada de curadoria e um estagiário, juntamente com associados externos Noah Fernandes (arquiteto de conservação) e Glen Fernandes (conservador-restaurador).

A FORMAÇÃO *ON-LINE* EM GESTÃO DE RISCOS PARA A PRESERVAÇÃO DE COLEÇÕES.
A EXPERIÊNCIA COM O MUSEUM OF CHRISTIAN ART – MoCA, GOA, ÍNDIA



FIGURA 1 | Fachada lateral do edifício do MoCA inserido no corpo do Convento de Santa Mônica, Velha Goa, Goa, Índia, 2022.

CRÉDITOS: GLEN FERNANDES.



FIGURA 2 | Interior do Museu, piso superior, 2022.

CRÉDITOS: MUSEUM OF CHRISTIAN ART.

ADAPTAÇÃO DO MODELO DE GESTÃO DE RISCOS AO CONTEXTO DE FORMAÇÃO

A gestão de riscos é um conceito bem definido em vários campos, tais como as finanças, a saúde, os seguros etc. É um ciclo de seis etapas que pode ser adaptado a diferentes situações: 1 — Estabelecimento do contexto; 2 — Identificação dos riscos; 3 — Análise dos riscos; 4 — Avaliação dos riscos; 5 — Tratamento dos riscos, implementado num processo contínuo de comunicação, consulta, monitorização e de revisão (6.ª etapa) (Michalski, 2017).

As sessões de formação foram organizadas de acordo com o conteúdo proposto pelas linhas de orientação para Avaliação e Gestão de Riscos produzidas pelo ICCROM (Pedersoli, 2016), pela Agência do Património Cultural dos Países Baixos (Versloot, 2014; Saunders, 2017) e pelo Instituto Canadano de Conservação (Michalski, 2017), que têm vindo a adaptar com sucesso esse método a instituições de património cultural.

Considerando o tempo disponível para esta formação, a distância física entre Évora e Goa (que implicou a formação em modo *on-line* e síncrono), bem como a complexidade de algumas etapas — dado que era a primeira experiência de todos nós na aplicação deste método — optámos por nos focar mais na identificação dos riscos e nas medidas de mitigação e conduzir um método mais simples para a análise e avaliação dos riscos. Num segundo

ciclo de avaliação de riscos, a equipa poderá decidir quais os passos que necessitam de uma revisão mais detalhada e repetir o processo.

A estrutura de formação foi dividida em 8 sessões virtuais de uma hora cada e apoiada pelos recursos facilitados e disponibilizados pela plataforma de aprendizagem TEACH:ABLE do ICOM-CC e do *Stichting Restauratie Atelier Limburg*.

As sessões consistiram numa parte introdutória teórica, seguida do preenchimento de tabelas que ilustram os resultados da discussão dos tópicos abordados e da experiência da equipa do Museu acerca dos mesmos. Estas tabelas foram sendo preenchidas em folhas de cálculo do *Google Drive*, que os formandos poderiam observar em simultâneo, adicionar comentários e rever noutro momento futuro. Nesse mesmo *drive* foram colocadas as aulas, bem como outro material de apoio.

ETAPA 1 | ESTABELECENDO O CONTEXTO

O contexto de uma coleção influencia a sua avaliação de riscos, por isso foi importante saber um pouco mais sobre a instituição e o seu ambiente social, político e físico. No que diz respeito ao património, fez-se o levantamento da tipologia de objetos expostos na coleção, a sua proveniência e representatividade para a arte goesa. Dado que este Museu se encontra inserido num antigo Convento, foi tido em conta neste processo o

património integrado do edifício e os diferentes espaços que ocupa, bem como o enquadramento na colina do Monte Santo, sobranceiro ao núcleo do Património Mundial de Velha Goa.

Neste processo, foram também abordados fatores de risco externos, tais como: a) a pressão imobiliária e a construção de uma via rápida nos limites da zona de proteção, que causaram um fenómeno crescente de poluição, vibrações e alterações irreversíveis no território e b) os efeitos do clima tropical, com monções sazonais, onde os eventos de mudança climática estão cada vez mais frequentes e agressivos, expondo a coleção a uma diversidade de riscos de origem ambiental.

Relativamente a outros fatores de risco indiretos, foi pertinente perceber o contexto político e social desta coleção dentro de uma Índia multirreligiosa e culturalmente diversificada e a sua associação inevitável a um contexto colonial. Outros aspetos relevantes, como a missão do Museu e o seu público e a operabilidade administrativa, foram todos abordados para melhor avaliar a ocorrência de riscos e a resposta aos mesmos.

Anatomia da coleção

O próximo passo foi compreender a coleção, organizá-la em categorias e percentagens, sendo utilizadas as categorias já definidas pelo MoCA, cada uma formada por uma Unidade de Coleção (UC): pinturas, esculturas, têxteis, metais etc. Os objetos

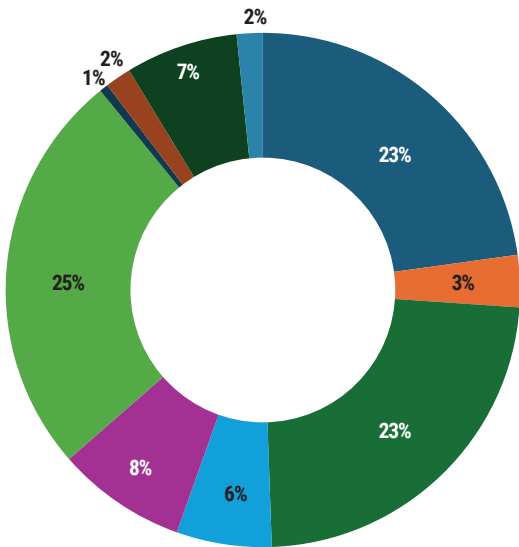
das UC que se encontravam em plintos foram separados para outro grupo, assim como os objetos integrados e móveis associados à igreja do convento (que integra o circuito expositivo do Museu), pois todos eles possuem diferentes níveis de exposição a riscos quando comparados com os objetos expostos em vitrines. Dado que o edifício histórico constitui em si, um bem cultural do Museu, os seus elementos também foram listados e organizados em UC.

No total, foram registados 268 objetos e as percentagens de UC em relação à coleção total. Utilizamos gráficos circulares para ilustrar estas percentagens (*vide* tabelas 1-3). No que diz respeito ao edifício do museu, os elementos são listados pela sua quantidade e não pelo cálculo de área, o que justifica a maior percentagem de janelas em relação ao piso ou ao telhado, por exemplo. Este tipo de gráfico é útil para ter uma perceção visual da diversidade, como por exemplo a coleção da igreja, que engloba principalmente o património integrado de diferentes materiais e os elementos arquitetónicos.

Nesta etapa, fez-se a avaliação do valor do ativo da coleção, uma vez que, na gestão de riscos, para o cálculo da magnitude do risco, é necessário saber qual a percentagem da coleção que pode ser afetada e a percentagem esperada de perda de valor para a coleção e para cada objeto. Os atributos e valores de toda a coleção foram classificados pela própria equipa, sem interferência da formadora que apenas conduziu o processo. Foram usados os critérios sugeridos nas diretrizes (Saunders,

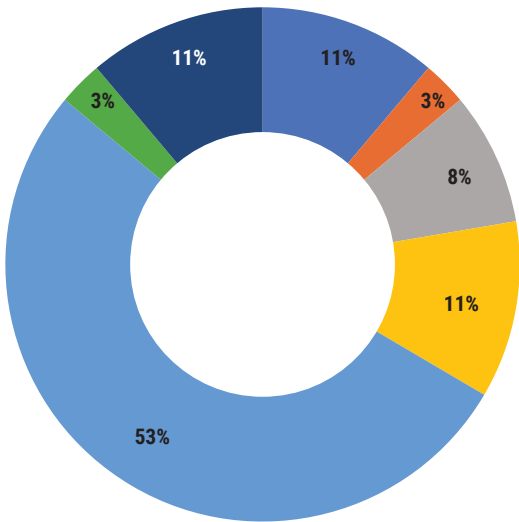
FIGURA 3 | Avaliação de valores

TABELA 1 | VALOR PATRIMONIAL DAS UNIDADES DE COLEÇÃO (40% DO TOTAL)



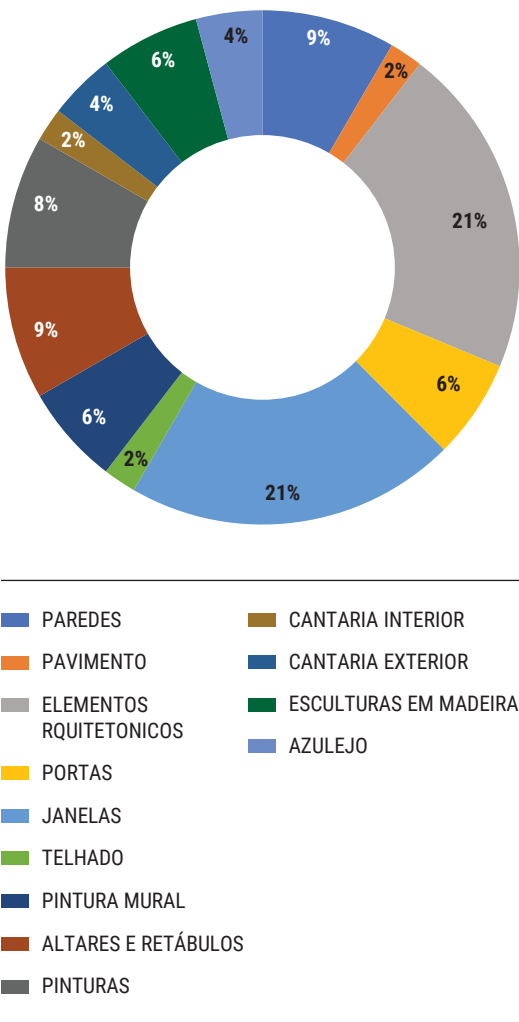
- ESCULTURAS EM MADEIRA DENTRO DE VITRINAS
- ESCULTURAS EM MADEIRA SOBRE PLINTOS
- IMAGENS EM MARFIM
- PINTURAS
- TÊXTEIS
- METAIS
- OBJETOS EM PEDRA
- LIVROS
- MOBILIÁRIO EM VITRINAS
- MOBILIÁRIO SOBRE PLINTOS

TABELA 2 | VALOR PATRIMONIAL DO EDIFÍCIO DO MUSEU (25% DO TOTAL)



- PAREDES
- PAVIMENTO
- ELEMENTOS ARQUITETONICOS
- PORTAS
- JANELAS
- TELHADO
- PINTURA MURAL

TABELA 3 | VALOR PATRIMONIAL DA IGREJA E SEUS BENS INTEGRADOS E MÓVEIS (35% DO TOTAL)



2017)¹, bem como um sistema de três pontuações (Bom-Médio-Mau, para atributos, e Alto-Médio-Baixo, para valores), marcados por códigos de cores vermelho, amarelo e verde, inspirado na ferramenta *QuiskScan* (Brokerhof; Bülow, 2016).

Esta foi uma etapa muito interessante, uma vez que não foi possível chegar a uma conclusão sobre quais objetos eram mais valiosos em termos de ativo. A singularidade desta coleção, o seu estado de preservação, a existência de documentação e a importância para uma comunidade devota tornam o valor do ativo elevado para todos os objetos, independentemente do seu valor de mercado, por exemplo. Também foi interessante observar como o edifício histórico foi valorizado da mesma forma que o património móvel ou integrado, dada a sua história, o carácter milagroso de uma das imagens da Igreja e a sua importância para o contexto da coleção. Esta situação foi relatada a um dos autores das diretrizes, José Luiz Pedersoli (ICCROM), que explicou o método a ser usado nestas situações, para o qual a equipa pode voltar para futuras referências e revisão do exercício.

Neste caso, pode-se atribuir um valor de ativo aos três principais grupos, por exemplo, 40%-25%-35%, e depois calcular uma percentagem do subgrupo/unidades de coleção e de cada objeto, todos eles com um valor igual dentro da sua unidade. Assim, ficou definido que as Unidades de Coleção em exposição constituem 40% do total do valor patrimonial do Museu; o Edifício do Museu

25% e o conjunto da Igreja 35%. Isso pode ser facilmente ilustrado em tabelas e gráficos circulares de valores, que são muito úteis ao caracterizar uma coleção (*vide* tabelas 1 a 3).

ETAPA 2 | IDENTIFICAÇÃO DA VULNERABILIDADE DAS UNIDADES DE COLEÇÃO AOS AGENTES DE DETERIORAÇÃO

Esta etapa foi dedicada à avaliação da vulnerabilidade da coleção aos agentes de deterioração (Forças Físicas, Ladrões e Vândalos, Pragas, Luz e UV, Fogo, Água, Humidade Relativa e Temperatura Incorretos, Poluentes, Dissociação). Com o objetivo de abranger o maior número possível de cenários, atribuíram-se três níveis de gravidade para cada agente. Foi um processo minucioso e inclusivo a todas as UC, com o objetivo de avaliar o maior número possível de riscos.

Este processo permitiu uma discussão muito interessante, troca de conhecimentos e experiências, e avaliação de riscos e necessidades que não tinham sido considerados até então pela equipa. Também criou uma maior consciência no grupo em relação aos riscos e aos fatores de degradação, e permitiu avaliar os pontos fortes e fracos do MoCA no que diz respeito aos eventuais riscos para a coleção.

Os resultados deste trabalho foram transferidos para uma tabela à qual a equipa pode voltar regularmente para revisão (*vide* Figura 3). Foi utilizada novamente uma escala de três pontuações (alto-médio-baixo), associada a códigos de cores, variando do vermelho (alto), amarelo (médio) ao verde (baixo). Situações em que foi identificada uma alta vulnerabilidade ao risco, mas atualmente numa situação de não exposição, foram identificadas como Não Exposto (NE). Esta era uma informação igualmente importante de ser registada, pois no caso de haver alguma alteração nas condições de exposição, poderá ser criada uma situação de vulnerabilidade nestas UC já identificadas.

Concluiu-se que, no geral, a coleção é altamente vulnerável aos agentes de deterioração, dado que a maioria dos materiais constituintes são sensíveis a flutuações de humidade e de temperatura, radiação UV, fogo, pragas e forças físicas. A recente atualização da exposição promoveu melhores condições de preservação, colocando a maioria das unidades de coleção numa condição de Não-Exposição ao risco (desde que as mesmas condições sejam mantidas). Ainda assim, durante a avaliação, foram identificados alguns problemas que podem necessitar de revisão.

FIGURA 4 | Aspetto geral da tabela de identificação de vulnerabilidades, com pormenor ilustrativo do exercício.

CRÉDITOS: AUTORES.

I. Collection Anatomy		II. Value	I. Physical forces		
Collection unit	Quantity (number of objects)	Relative Value (H/M/L)	Type 1	Type 2	Type 3
			Earthquake, building structure collapse, accident from storm episode	Damage from handling/transport	Distortion/deformation/ratrasion from type of support or fitting or vibration
Wooden Sculptures in display case	42	H	H	H	H - NE
Wooden sculptures on plinth	6	H	H	H	H
Ivory Sculptures	43	H	H	H	H - NE
Paintings	11	H	H	H	H
Textiles	15	H	M/L	H	H - NE
Metal Objects	47	H	MH	MH	M/L
Stone Objects	1	H	H	H	H - NE
Books	3	H	H	H	H - NE
Furniture	13	H	H	H	H - NE
Furniture on plinth	3	H	H	H	H

III. Physical forces		IV. Human factors		V. Environmental factors		VI. Management factors		VII. Other factors	
Force	Value	Force	Value	Force	Value	Force	Value	Force	Value
Earthquake	H	Human factors	H	Environmental factors	H	Management factors	H	Other factors	H
Building structure collapse	H	Human factors	H	Environmental factors	H	Management factors	H	Other factors	H
Accident from storm episode	H	Human factors	H	Environmental factors	H	Management factors	H	Other factors	H
Damage from handling/transport	H	Human factors	H	Environmental factors	H	Management factors	H	Other factors	H
Distortion/deformation/ratrasion from type of support or fitting or vibration	H	Human factors	H	Environmental factors	H	Management factors	H	Other factors	H
...

evento raro, evento comum ou processo cumulativo. Esta foi uma etapa importante para compreender e exemplificar como comunicar as situações de risco identificadas aos decisores.

TABELA 4 | ORGANIZAÇÃO DOS RISCOS IDENTIFICADOS POR AGENTE DE DETERIOÇÃO E TIPO DE EVENTO.

	EVENTOS RAROS	EVENTOS COMUNS	PROCESSOS CUMULATIVOS
FORÇAS FÍSICAS	B, C, D	A, F	E
CRIMINOSOS	FF, G, H		
FOGO	I, J	J	
ÁGUA		K, M, N	L
PESTES	O	R, S	P, Q
CONTAMINANTES			T, U
LUZ E UV			V, W, X
CLIMA INTERIOR INCORRETO	CC	Y, Z, AA	BB
DISSOCIAÇÃO	DD		EE

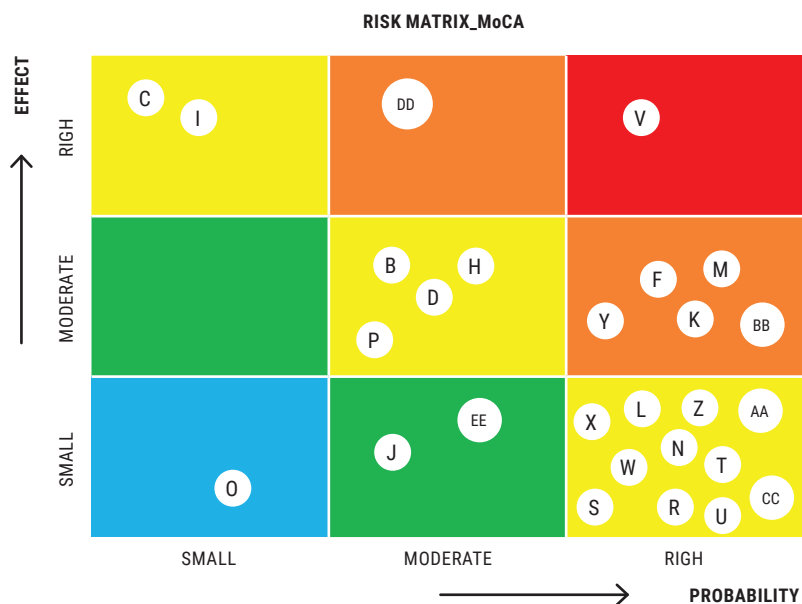
FONTE: Autores.

ETAPA 3 | ESTABELECIMENTO DE UM PROCESSO DE CENÁRIO DE RISCO: CAUSA E CONSEQUÊNCIA

A tabela produzida na etapa anterior pode servir de base para futuros processos de ARC e monitorização de resultados pois ficou bastante completa em termos de cenários de riscos e sua gravidade para a coleção. Contudo, sentiu-se a necessidade de criar ferramentas de comunicação destes resultados para o conselho administrativo ou outros utilizadores no futuro.

Os dados da tabela foram transformados em frases claras, que indicassem a origem dos cenários de risco e a(s) consequência(s) esperada(s). Por exemplo: “As árvores e a vegetação em redor do edifício podem cair e danificar elementos estruturais”. No total, foram identificadas 32 expectativas de riscos, aos quais se atribui uma letra, organizados depois pelos diferentes agentes de deterioração e agrupados pelo tipo de cenário de risco:

FIGURA 6 | Matriz de risco das Unidades de Coleção em exposição com o resultado do cálculo da magnitude de risco. Cada letra corresponde a um risco identificado pela equipa.



ETAPA 4 | CÁLCULO DA MAGNITUDE DE RISCO

A magnitude do risco pode ser calculada de diferentes maneiras. O sistema mais fiável é o método ABC (Michalski, 2017), onde a classificação “A” expressa o período em que se espera uma perda de valor devido a uma mudança (“quando?”); o valor “B” expressa que mudança material um objeto suscetível poderá sofrer quando exposto a este risco e quanto valor perderá como resultado dessa mudança?; o valor “C” expressa quantos objetos perderão valor e quanto valor representam dentro de toda a coleção? A Magnitude do Risco (MR) para um risco específico é a soma das três classificações: $MR = A+B+C$, numa escala algorítmica de 0 a 5, sendo que a classificação máxima é de 15, significando que existe um risco de perda do valor total da coleção dentro de um ano.

No contexto desta formação, decidimos adotar um modelo mais simples, uma vez que para o método ABC era necessário realizar uma

avaliação mais detalhada do valor da coleção, o que não conseguiríamos realizar no tempo que dispúnhamos, em especial num processo de formação à distância. Adotámos, então, outro método mais simples, calculando a Magnitude do Risco através da multiplicação da ocorrência esperada (probabilidade) pela perda esperada (consequência), calculando esses dados com uma classificação de três valores para cada risco: reduzido (1), moderado (2) e elevado (3).

De acordo com os resultados, os cenários de risco foram priorizados usando códigos de cores, ilustrados numa matriz de risco. O objetivo foi construir uma ferramenta simples de comunicação de risco com uma perceção visual imediata dos riscos mais urgentes a serem tratados. No final, apesar de adotarmos uma análise menos rigorosa do que com o sistema ABC, os principais objetivos da avaliação de risco foram alcançados e o método básico e as ferramentas foram adquiridos pelo grupo.

ETAPA 5 | TRATAMENTO DE RISCOS

Após uma sessão introdutória dedicada a medidas para mitigar, bloquear, parar e recuperar de cenários de risco, o próximo passo foi elaborar um plano para implementar na instituição (a curto, médio e longo prazo), para lidar com os riscos identificados e de acordo com os meios disponíveis.

Por exemplo, no âmbito das medidas a implementar num curto espaço de tempo foi sugerida a “Restrição de transporte de certos objetos pessoais pelos visitantes para prevenir o contacto com objetos que se encontram expostos fora das vitrinas” e “Colocar redes nas zonas de entrada de roedores e pássaros”. No âmbito das medidas a implementar a médio prazo, foi sugerido a “Solicitação de auditorias e fiscalizações anuais de risco de incêndio no edifício e arredores”. Finalmente, no âmbito das medidas a implementar a longo prazo foi sugerido o “Registo das memórias/informações dos membros da Comissão mais idosos, bem como de outros stakeholders, para prevenir perda de informação acerca da coleção ou do Museu”.

Esta foi a primeira experiência da equipa em gestão de riscos e planeamento de prevenção. A sua experiência em diferentes áreas enriqueceu a discussão e as soluções encontradas. Em conjunto, concluíram quais eram as necessidades da instituição e os próximos passos a tomar.

RESULTADOS PRINCIPAIS

As técnicas de facilitação permitiram a introdução e implementação de um ciclo da gestão de riscos através de sessões dinâmicas, onde todos os membros da equipa partilharam as suas opiniões, dúvidas e reflexões, explorando as situações em grupo. O resultado das discussões e da visão global da equipa estão patentes nas informações incluídas nas tabelas que se encontram disponíveis *online* numa plataforma partilhada e podem ser revistas e atualizadas a qualquer momento.

Pela primeira vez, uma equipa local em Goa está capacitada para lidar com a Avaliação de Riscos de Conservação de Coleções de Arte Cristã, e todos estão cientes de como podem contribuir no seu campo de especialidade. Os conceitos de risco, vulnerabilidade da coleção e preparação para o risco agora estão integrados nas rotinas diárias do MoCA. A partir do *feedback* transmitido pela equipa após este processo, percebemos que foi criada uma nova consciência em relação aos riscos e à preservação. A equipe do MoCA será capaz de elaborar planos adequados, ser defensores da ARC dentro da comunidade e fornecer apoio a outras instituições. Transcrevemos alguns dos comentários dos formandos retirados de um inquérito anónimo realizado no final da formação.

- *The CRA training program is an out of the box concept which would be of great use to disseminate the knowledge especially to the persons who have little or (unfortunately) no knowledge of the value of the heritage we are custodians of.*
- *It helped me in understanding better the different types of risks to the museum collection and the Heritage building in which it is housed, as well as the need for timely intervention in mitigating these risks.*
- *The training makes us better equipped to discuss matters on conservation and various risks scenarios as well as actions that need to be taken.*
- *I learnt that we as individuals can immensely contribute towards guarding the artworks we have around us.*
- *It was a wonderful learning experience! I hope I'm able to disseminate the knowledge I've gained through this training in the community.*

Os resultados deste trabalho foram apresentados em conjunto com a curadora do MoCA, Natasha Fernandes, na 26.^a Assembleia Geral do *International Council of Museums* (ICOM), em Praga, com a comunicação *Play it forward — training the trainers in conservation risk management in Museum of Christian Art*, que decorreu na sessão conjunta do INTERCOM, ICOM-CC, DRMC, ICMS e ICTOP — *Training the Trainers: Facilitation Skills Workshops for leaders in Conservation Risk Assessment — Part 1* (Reis, 2022).

Em 2023, foi possível realizar um *workshop* presencial com os formandos e membros da comunidade, com o título “*Topics on preservation and risk assessment of cultural heritage*”, para o qual foram convidados peritos nas áreas da museologia, conservação e restauro e ciências da conservação para falar de temas relacionados com a conservação preventiva de coleções. Aproveitando esse encontro, foram entregues os certificados de formação e o póster do *CCI Framework for Preserving Heritage Collections: Strategies for Avoiding or Reducing Damage* (CCI, 2014) para consulta regular.

Mais recentemente, o trabalho foi aceite e apresentado em formato póster no 20º Encontro Triannual do ICOM-CC, em Valência, Espanha (Reis *et al.*, 2023).

CONSIDERAÇÕES ACERCA DESTA EXPERIÊNCIA

Dado que era a primeira experiência de todo o grupo a implementar um ciclo de gestão de riscos, havia alguma incerteza relativamente ao que esperar de todo o processo. Apesar dos desafios, os objetivos foram cumpridos. Consideramos pertinente um parágrafo dedicado a este tema para inspirar projetos futuros. Com efeito, com base nesta experiência, podemos apontar algumas questões pertinentes para a organização de formações neste tema:

- A formação em modo virtual permitiu, por um lado, que os formandos conseguissem escolher um horário no qual pudessem participar e estarem confortáveis, mas por outro, a pouca qualidade da rede pode ser um desafio. Foi necessário, por várias vezes, desligar as câmaras ou interromper a sessão, o que pode perturbar a dinâmica de grupo.
- As nossas capacidades sensoriais não podem ser utilizadas em plano no modo virtual. Mesmo com conhecimento prévio das coleções e dos espaços, nem sempre temos a capacidade de avaliar as situações que nos são apresentadas como gostaríamos.
- A experiência é muito importante na gestão de riscos. É útil contar com a colaboração de colegas mais experientes que possam contribuir na discussão de questões complexas e na ilustração de outros casos de estudo quando se transmite conteúdo para formandos pela primeira vez.
- Saber corresponder às expectativas e necessidades do grupo. Neste caso, observou-se que a equipa demonstrou mais interesse em participar e discutir nos processos de identificação dos riscos, optando-se então por simplificar outras componentes da formação, como o método de análise de risco (ABC), dando prioridade aos interesses formativos da equipa.
- A capacidade de adaptação ao meio é muito importante. Dado que as diretrizes gerais para mitigação de riscos foram elaboradas para os climas da Europa e América do Norte, foi necessário ajustar os conteúdos para o clima tropical.
- A utilização de tecnologias e ferramentas digitais é essencial para garantir o acesso, a comunicação e a execução de tarefas. Foram utilizadas ferramentas como o *WhatsApp* para a comunicação, o *Google Drive* ou o *Padlet* para permitir a realização de atividades em conjunto, independentemente do horário de cada um, bem como para a partilha de recursos. Apesar dos desafios, os formandos estão equipados com todas as ferramentas necessárias para prosseguir com outro ciclo e rever os passos conforme necessário.

CONCLUSÃO

No clima tropical de Goa, os bens culturais são expostos e afetados por vários fatores de degradação, exigindo manutenção e cuidados periódicos nos edifícios históricos e suas coleções. Uma atenção especial é necessária durante os períodos de monção, cada vez mais severos a cada ano que passa, bem como a exposição à radiação UV. Situações drásticas, como a pandemia da Covid-19, podem também ser danosas, causando interrupções nas rotinas de monitorização.

No início da formação, a equipa partilhou que sem um plano abrangente de conservação preventiva, nem a experiência e a formação necessárias em Gestão de Risco, estão constantemente a enfrentar desafios nestes campos, o que leva a intervenções dispendiosas em diferentes áreas do Museu. Dada a ausência de formação adequada neste campo em Goa, esta candidatura conjunta acabou por ser uma oportunidade única para superar este desafio e apoiar a equipa do MoCA na elaboração, implementação e manutenção de um plano de Avaliação de Riscos para a Conservação e uma estratégia de longo prazo.

Após esta experiência, o MoCA, como instituição de referência na Arte Cristã Goesa, estará capacitado para começar a transmitir as melhores práticas a outras instituições, dentro e fora do estado, que promovam este património único através das suas coleções.

AGRADECIMENTOS

À Comissão gestora do MoCA por permitir a concretização do projeto; às coordenadoras do Projeto Solidário do ICOM — Kate Seymour e Stephanie de Roemer, bem como aos colegas de turma pela partilha de experiências; ICOM-CC e ICOM Portugal por permitirem a participação na Assembleia Geral do ICOM; ao Alastair Calhaghan, do *Kihharve Institute*, pela formação em técnicas de facilitação; aos formadores, em especial ao José Luiz Pedersoli pela disponibilidade em esclarecer dúvidas; ao Projeto *Old Goa Revelations* (DOI: 10.54499/2022.10305.PTDC) pelo apoio na organização do *workshop* final e aos formadores Fernando António Baptista Pereira, António Candeias, Ana Teresa Caldeira e David Teves Reis. Este trabalho foi financiado por fundos nacionais através da Fundação para a Ciência e Tecnologia, através do projeto UIDB/04449/2020-2023.

REFERÊNCIAS

- BROKERHOF, A. W.; BÜLOW, A. E. *The QuiskScan — a quick risk scan to identify value and hazards in a collection*. Journal of the Institute of Conservation, 39(1), 2016, pp.18-28. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/19455224.2016.1152280>. Acesso em: 12 ago. 2024.
- CANADIAN CONSERVATION INSTITUTE *Framework for Preserving Heritage Collections: Strategies for Avoiding or Reducing Damage*. Disponível em: <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/preventive-conservation/framework-preserving-heritage-collections.html>. Acesso em: 13 ago. 2024.
- MICHALKSKI, S.; PEDERSOLI, J. *The ABC Method: a risk Management approach to the preservation of Cultural Heritage*. Rome: ICCROM, Ottawa: Canadian Conservation Institute, 2017.
- PEDERSOLI, J.; AN TOMARCHI, C.; MICHALKSKI, S. *A guide to Risk Management of Cultural Heritage*. Rome: ICCROM, Ottawa: Canadian Conservation Institute, 2016.
- REIS, T. *Training the Trainers — Facilitation Skills Workshops*. On Board, newsletter from the ICOM-CC Directory Board, Paris: ICOM-CC, 23, nov. 2022, pp.12-13. Disponível em: <https://www.icom-cc.org/en/newsletters/icom-cc-newsletter-on-board-volume-24-november-2022>. Acesso em: 13 ago. 2024.
- REIS, T. *et al.* ICOM's solidarity project "Training the trainers" in the Museum of Christian Art, Goa. Preeprints ICOM-CC 20th Triennial Conference. Working towards a sustainable past. Valencia: Spain, sep. 2023, p. 18-22.
- SAUNDERS, D. (ed.). *Risk Management for Collections*. Amsterdam: Netherlands Cultural Heritage Agency, 2017.
- SEYMOUR, K.; ROEMER, S. *Training the Trainers — Facilitated workshops to train leaders in Conservation Risk Assessments (CRA)*. On Board, newsletter from the ICOM-CC Directory Board, Paris: ICOM-CC, 23, abr. 2022. pp.9-10. Disponível em: <https://www.icom-cc.org/en/newsletters/icom-cc-newsletter-on-board-volume-23-february-2022>. Acesso em: 13 ago. 2024.
- VERSLOOT, A. (ed.). *Assessing Museum Collections*. Amsterdam: Netherlands Cultural Heritage Agency, 2014.

NOTA

- 1 Relativamente aos atributos, foram avaliados os seguintes critérios: estado de conservação; se o conjunto se mantém fiel ao original; informação sobre a proveniência; raridade e representatividade. Relativamente aos valores, foram avaliados os seguintes critérios: histórico-cultural (histórico, artístico, informativo); social-societal (sociedade e experiência do visitante); uso-utilidade (contexto museológico e contexto económico e financeiro).

Uma década de conservação preventiva na Escola das Artes (2014-2024). Uma abordagem inovadora às questões da conservação de património cultural

EDUARDA VIEIRA

Universidade Católica Portuguesa (UCP)

PATRICIA MOREIRA

Universidade Católica Portuguesa (UCP)

CONTEXTUALIZAÇÃO

Em Portugal está ainda por escrever a história da disciplina da Conservação Preventiva, pese embora os esforços de Dália Paulo e Catarina Alarcão, que em 2007 coordenaram um volume da revista *Museal* dedicada ao tema Conservação Preventiva (*Museal*, 2007). Prevenir para preservar o património museológico. Tal não significa que antes não houvesse formação na área ou que não se praticasse conservação preventiva nos museus portugueses. Assim, destacamos as várias décadas de dedicação a esta área, pelo que é considerado o fundador científico da disciplina, Luis Elias Casanovas (1926-2014) que durante décadas não só formou muitos profissionais de museus nos seus cursos, como trabalhou para os diversos institutos públicos de gestão do património, com destaque para o trabalho realizado no âmbito da rede de museus nacionais. O seu livro *Conservação preventiva e a preservação de obras de arte*, publicado em 2008 como corolário da sua tese de doutoramento, constitui até o presente uma referência para Portugal e países de língua portuguesa.

A formação na área esteve durante muito tempo confinada e direcionada para museólogos e outros profissionais de museu, facto que reflete o desenvolvimento da disciplina no estrito contexto museológico, como sucedeu noutros países europeus. Apesar de se ter registado uma evolução positiva dos currículos dos cursos de conservação e

restauro desde finais da década de 90 do século XX, com a transformação destes em formação superior, fruto da abertura do país às diretrizes europeias (ECCO e ENCoRE) e documentos normativos do setor (Carta de Vantaa, 2000), a disciplina não entraria nos currículos das licenciaturas com facilidade de forma explícita. Tal são os casos do 1.º ciclo de estudos das três licenciaturas reconhecidas pela ENCoRE (EA/UCP; IPT e FCT-UNL), em que os conteúdos da disciplina eram ministrados no contexto de outras disciplinas, a destacar as de Técnicas de Preservação e Conservação I a V (EA/UCP), ou na Biologia em Conservação (FCT-UNL), ou na Introdução à Conservação e Restauro (IPT).

Na Escola das Artes optou-se por considerar esta área da conservação uma especialização de 2.º ciclo, tendo funcionado um mestrado entre 2007 e 2012. Registam-se, em paralelo, ações de formação pontuais relevantes sendo de realçar o *workshop* dado por Stefan Michalsky em 2008 intitulado “Avaliar riscos do ambiente para as coleções”. Os objetos aclimatam-se? Não constituindo a primeira vinda desse especialista a Portugal em contexto formativo, já que em 2003, no âmbito da Coimbra Capital Europeia da Cultura, a tutela promovera um *workshop* sobre Avaliação e Gestão de Risco, onde participou ainda Jonathan Ashley Smith do Victoria & Albert Museum do Reino Unido (27 e 28 de junho, Coimbra).

No plano de estudos do Doutoramento em Arte Sacra alguns conteúdos eram abordados no módulo de Conservação e Restauro, existindo

como um módulo autónomo no de Estudos de Património (em fase de descontinuidade). Apesar da Escola das Artes da UCP ter acreditado um doutoramento em Conservação de Pintura entre 2006 e 2010, a disciplina só integraria os planos de estudo do 3.º ciclo a partir da primeira reestruturação do mesmo, que ocorreu em 2008 e início de funcionamento em 2010, tendo-se mantido na de 2015. A diminuição da carga letiva destes ciclos exigida pela A3ES levou à sua integração como um seminário na atual estrutura acreditada em 2024.

EVOLUÇÃO DA DISCIPLINA NO CONTEXTO DO ENSINO DA CONSERVAÇÃO E RESTAURO

A realização de eventos científicos internacionais como o associado à Assembleia Geral do ICOM CC em 2011, organizado pela FCT-UNL com a presença de Robert Waller (*Canadian Museum of Nature*) e Bart Ankersmith (*Cultural Heritage. Agency of the Netherlands*) intitulado *International Symposium and Workshop on Cultural Property Risk Analysis*, ou mesmo e ainda do mesmo ano o 1.º seminário sobre Controlo Integrado de Infestações, realizado no museu de Serralves e no qual participou uma das signatárias deste artigo (Oliveira, 2012), em muito contribuíram para afirmar a Conservação Preventiva como uma área autónoma e cuja abordagem científica se tornava urgente.

Áreas de especialidade como a da Avaliação e Gestão de Risco, o Controlo Integrado de Pestes ou a da Monitorização Ambiental, em concreto a da inércia higroscópica (Ferreira, 2015), foram lentamente interessando investigadores e profissionais. A avaliação de risco penetrou o mundo dos arquivos desde 2012 com a implementação de um plano de gestão de risco em coleções do Arquivo Nacional da Torre do Tombo (Pereira, 2014).

Percebe-se do exposto, que também no contexto do ensino, a disciplina teve um percurso lento e nem sempre linear. Também em Portugal ocorreu o que aconteceu noutros países europeus, e pode afirmar-se que tendo a disciplina nascido no seio dos museus, até à emancipação da formação em conservação e restauro como formação académica superior, esta ficou confinada quase exclusivamente aos profissionais de museus. O desenvolvimento da disciplina viria a acompanhar o progresso dos currículos da conservação e restauro nas universidades.

Hoje já é possível observar que se tornou uma área autónoma nos currículos, sem prejuízo de continuarem a existir formações esporádicas direcionadas para tipologias patrimoniais específicas, como foram as promovidas pela extinta DGPC atual Museus e Monumentos E.P ou as ainda realizadas pelo Secretariado Nacional dos Bens da Igreja.

Convirá realçar que a tutela fez um esforço para publicar literatura sobre o assunto sendo de destacar o lançamento em 2007 do Plano de

conservação preventiva: bases orientadoras, normas e procedimentos (Camacho *et al.*, 2007) que continua a ser um documento crucial para as instituições culturais nacionais.

Em 2013 a realização das XI Jornadas de Arte e Ciência/V Jornadas ARP dedicadas ao tema da Prática da Conservação Preventiva e que homenagearam Luis Casanovas pelo seu contributo para a disciplina, coorganizadas com a associação dos Conservadores-restauradores de Portugal (ARP) constituíram uma viragem porque não apenas juntaram num evento científico grande parte dos profissionais da área, como representou um reconhecimento oficial da relevância da disciplina. Poder-se-á dizer que constituíram um verdadeiro “estado da arte” posicionando a EA/UCP no domínio científico (Vieira, 2015). Assim, a disciplina viria também a ser incluída nos currículos do 1º e 2º ciclos da Escola das Artes na reestruturação ocorrida em 2015, com a inclusão de duas unidades curriculares na licenciatura (C. Preventiva I e II) e de outra de Avaliação e Gestão de Risco no mestrado.

DO ENSINO À INVESTIGAÇÃO

A necessidade de repensar novas abordagens para a conservação, integrando a interpretação dos problemas da biodegradação material dos bens culturais numa perspetiva holística foi ganhando terreno, o que se veio a traduzir na aprovação de

dois projetos financiados pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) respetivamente BIONANOSCULP e BIO4MURAL.

Em 2018 no âmbito da preparação do plano Estratégico do CITAR — 2018-2023¹ procedeu-se à criação de uma nova área foco de investigação denominada Património & Conservação e Restauro, que veio agregar os investigadores anteriormente integrados na linha de Estudo e Conservação do Património, tendo-se traçado como áreas a desenvolver a Preservação de Arte Digital e a da Conservação Sustentável, esta última englobando a Conservação Verde, a transição digital na cultura, as problemáticas dos consumos culturais com especial foco no Turismo e a as Alterações climáticas.

Considerando que os doutoramentos são campos preferenciais de implementação de investigação de ponta, foram sendo promovidos no doutoramento de Conservação e Restauro de Bens Culturais, alguns projetos que visaram uma nova abordagem a problemas da conservação e restauro ainda por solucionar. Destacamos os projetos de investigação de Alexandra Marco Pereira focado no tema de estudo do processo de biodeterioração associado ao aparecimento de manchas negras na pintura mural dos séculos XV e XVI², e de Karen Barbosa³ direcionado para o estudo da ação dos poluentes e da qualidade do ar interior na degradação de pintura contemporânea sobre tela em contexto museológico e no qual se abordou a utilidade de se exporem as pinturas com vitrinas microclimáticas ou não.

Ambos os projetos representam um avanço na leitura de problemas clássicos da deterioração dos bens culturais, o primeiro visando a compreensão do problema das manchas negras de alto impacto estético na pintura a fresco antiga que afeta parcialmente algumas igrejas da região nordeste do país e o segundo focado na consciencialização da comunidade científica e profissional para a relevância da qualidade do ar interior em instituições culturais, com destaque para os museus. Na sequência deste último projeto foi criada a Rede Temática sobre a Qualidade do Ar Interior em Museus, Bibliotecas e Arquivos-QAI-MBA⁴ que realizou um ciclo de *webinars* durante os anos de 2021-2022 e que registou uma grande adesão da comunidade profissional com destaque para a brasileira.

Ainda no âmbito da conservação verde⁵ e de igual modo, também no mestrado se foram tentando colmatar lacunas em áreas com necessidades de novas soluções como é a das coleções científicas, com destaque para a questão dos revestimentos de proteção para armazenamento e exposição (Lemos, M.; Tissot, 2020). Assim, realçamos a dissertação de mestrado de Carolina Gonçalves (ainda em curso)⁶ no âmbito da qual foi desenvolvido um bio-lubrificante para aplicação em duas coleções que foram intervencionadas no Museu do ISEP.

Cita-se igualmente a dissertação de mestrado de Margarida Castro, focada no tema do vandalismo na arte urbana em Itália e Portugal⁷ que decorreu parcialmente em Itália com a colaboração

da YOCOCU⁸ e na qual se testaram soluções verdes na limpeza de murais urbanos italianos e portugueses (Macchia, *et al.*, 2021) intitulada “*Conservation of Urban Art-Coatings and Green Cleaning Methods for Vandalized Urban Art Murals in Italy and Portugal*”, já terminada.

INVESTIGAÇÃO

A preservação do património cultural é um desafio crucial face às alterações climáticas. A integração das ciências naturais e dos materiais para monitorizar e quantificar os processos de deterioração pode informar estratégias de gestão sustentável do património cultural (Gregory *et al.*, 2022). A conservação preventiva, um aspeto fundamental da preservação do património cultural, engloba ações que visam salvaguardar os bens tangíveis e assegurar a sua acessibilidade às gerações presentes e futuras (Manfriani *et al.*, 2021). O controlo das condições ambientais, como temperatura e humidade relativa, pode minimizar danos a artefactos, especialmente aqueles feitos de materiais higroscópicos como a madeira (Manfriani *et al.*, 2021) mas o âmbito da conservação preventiva não fica apenas por aí. As abordagens comunitárias de monitorização podem desempenhar um papel vital nos esforços de conservação preventiva (Gregory *et al.*, 2022). Ao envolver as partes interessadas locais, os investigadores podem compreender melhor

os impactos a longo prazo das alterações climáticas no património cultural e desenvolver estratégias de gestão.

Em última análise, a integração de tecnologias digitais, ciência dos materiais, estudo da biodegradação, biotecnologia, nanotecnologia e monitorização clássica ou orientada para a comunidade pode proporcionar uma compreensão abrangente do património, informando intervenções específicas para mitigar os efeitos das alterações climáticas e preservar estes recursos inestimáveis para as gerações futuras. A utilização de revestimentos verdes e antimicrobianos para a conservação preventiva do património exterior é uma área de investigação inovadora e promissora que tem sido explorada em projetos financiados no CITAR. Revestimentos com propriedades antimicrobianas são particularmente importantes para o património no exterior sem controlo de parâmetros ambientais e, portanto, muito suscetível à biodeterioração. Ao prevenir o crescimento de microrganismos, estes revestimentos atuam como uma medida preventiva, atrasando a deterioração e reduzindo a necessidade de tratamentos de restauro mais invasivos. Se a estes efeitos juntarmos compatibilidade com o material, reversibilidade e durabilidade a longo prazo em relação a fatores ambientais como radiação UV, flutuações de temperatura e humidade, presença de poluentes em especial em meio urbano e o uso de materiais e processos ecológicos na produção e aplicação desses revestimentos,

entramos no campo dos revestimentos sustentáveis com ação antimicrobiana que combinam a eficácia à sustentabilidade e que estão na base de dois projetos do CITAR, o BIONANOSCULP e o BIO4MURAL.

O desenvolvimento e a aplicação de revestimentos antimicrobianos verdes eficazes podem ter um impacto significativo na conservação preventiva do património no exterior, nomeadamente: diminuir a necessidade de limpezas e tratamentos frequentes e limitar ou atrasar os processos de deterioração contribuindo em última análise, para a longevidade e preservação do património cultural ao ar livre. A investigação e o desenvolvimento neste domínio estão ainda no começo e o CITAR e a UCP têm-se posicionado na liderança internacional no desenvolvimento, testes e avaliações minuciosos destes novos materiais para garantir sua segurança, eficácia, compatibilidade e impacto a longo prazo.

O PROJETO BIONANOSCULP

BIONANOSCULP: Development of BIONANOMaterials for anti-microbial coating of metal and stone-based outdoor SCULPtures foi um projeto financiado pela FCT (PTDC/EPH-PAT/6281/2014) no âmbito da conservação preventiva focado no estudo da biodeterioração em esculturas do exterior e na produção de revestimentos verdes para sua prevenção. Foi realizado um primeiro

levantamento das esculturas públicas catalogadas em pedra e metal ao ar livre na Área Metropolitana do Porto (Moreira *et al.*, 2018, 2020), tendo sido depois realizada a avaliação das esculturas para integrar o trabalho de pesquisa. A acessibilidade e as condições ambientais circundantes também foram avaliadas e consideradas para selecionar os objetos a serem analisados. Para além dos objetivos previamente definidos, a equipa conseguiu ainda, para cada escultura, obter a informação artística histórica, bem como a avaliação do estado de conservação através de um registo do estado de conservação especialmente concebido. Também foi realizada documentação com vídeo 3D e fotogrametria. Os procedimentos de amostragem foram determinados através da realização de uma série de testes preliminares para definir as metodologias não destrutivas mais adequadas. Alguns testes foram realizados para desenvolver hidrogéis para serem usados como um novo método para coletar amostras de esculturas de pedra e metal e outros objetos culturais. Foi desenvolvido um protocolo descrevendo as técnicas de amostragem de esculturas de pedra e metal, bem como as metodologias de processamento de amostras. A citometria de fluxo foi utilizada pela primeira vez juntamente com técnicas mais usuais como colorimetria e ATP. A combinação dos dados obtidos permitiu caracterizar as esculturas quanto à sua biocontaminação e estado de conservação (Silva *et al.*, 2022a). A presença de microrganismos autofluorescentes

também foi detetada. Vários géneros de bactérias e fungos foram identificados e quantificados por sequenciamento de próxima geração (Silva *et al.*, 2022b). Após seleção das melhores metodologias para preparar os revestimentos, foram realizados testes para potenciar as suas características. No que diz respeito à atividade antimicrobiana dos revestimentos, foram realizados vários ensaios para determinar a eficácia dos revestimentos selecionados na prevenção do crescimento de alguns dos principais grupos de microrganismos associados à biodeterioração destes materiais. Foram realizadas diversas metodologias para caracterização física, química e estrutural dos revestimentos e revestimentos em amostras de pedra, incluindo: solubilidade em água; a permeabilidade dos revestimentos ao vapor de água; espessura dos revestimentos de quitosano selecionados; grau de hidrofobicidade; rugosidade superficial; efeito da temperatura na degradação dos revestimentos utilizando ensaios de calorimetria; FTIR (espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier) com ATR (reflexão total atenuada) para determinar os principais grupos funcionais e ligações químicas envolvidas na formação dos revestimentos, entre outros. A microscopia eletrónica de varrimento foi utilizada para analisar a morfologia superficial e a homogeneidade dos revestimentos antes e após a aplicação do revestimento. A aplicação de revestimentos de quitosano na superfície de diferentes rochas (calcário, cimento, granito e

mármore) foi realizada em amostras de pedra. Foi possível explorar de forma limitada a interação do revestimento com materiais de escultura em amostras, sendo suficiente para a definição do processo de secagem e formação de filme em aplicações da vida real (Silva *et al.*, 2024). Além disso, foi realizada uma pequena aplicação de teste no exterior estudada em avaliação contínua (um ano no total).

É de realçar que no âmbito deste projeto foi selecionada uma comunicação oral que foi apresentada no Congresso Mundial de Conservação Preventiva, realizado em Turim em 2018, *Preventive Conservation. The state of the Art*, e já publicada na conceituada revista *Studies in Conservation* (Silva *et al.*, 2018), o que contribuiu para a projeção internacional da investigação em curso e da equipa.

O PROJETO BIO4MURAL

O projeto BIO4MURAL: *Innovative BIObiotechnology solutions FOR black stains removal and preventive conservation of historical and culturally important MURAL paintings* foi um projeto financiado pela FCT (PTDC/HAR-ARQ/29157/2017) focado no estudo de um processo de deterioração associado a pintura mural dos séculos XV e XVI e na procura de soluções sustentáveis, envolvendo conceitos de conservação preventiva. Pinturas murais, especialmente as de igrejas, juntamente com achados arqueológicos ao ar livre estão entre

os objetos culturais mais vulneráveis. Sujeitos a variações atmosféricas extremas, a conservação de tais bens culturais é, na maioria das vezes, problemática. Além disso, um problema de pigmentação detetado num grande número de pinturas murais inseridas em igrejas do norte de Portugal nunca foi totalmente compreendido (Campos *et al.*, 2021a).

O projeto centrou-se no estudo das manchas negras e no desenvolvimento de soluções antimicrobianas à base de géis e com misturas de componentes de limpeza específicos, focando-se no desenvolvimento de um novo revestimento para a proteção das superfícies contra a biodegradação com agentes antimicrobianos produzidos a partir de resíduos industriais através do conceito de economia circular. Foram também investigados novos métodos inovadores de remoção ou descoloração que foram testados incorporados numa das soluções de gel desenvolvidas. Estes foram testados quanto à sua eficácia, mas também quanto aos diferentes requisitos de aplicação nesta área, incluindo a interação com os suportes do ponto de vista físico, químico e estético, reversibilidade, durabilidade, aplicabilidade a diferentes tipos de materiais (Campos *et al.*, 2021b)º.

O projeto BIO4MURAL resultou no: esclarecimento do fenómeno associado a este tipo de manchas negras; a identificação de materiais (por exemplo, granito e pigmentos) nas pinturas murais selecionadas; análises do microbioma e microbiológicas clássicas para identificação do microbiota presente;

desenvolvimento de géis antimicrobianos e géis de remoção de manchas visando manchas negras ricas em ferro/manganês e avaliação da eficácia dessas soluções; testes de géis desenvolvidos em protótipos e materiais reais e a concepção de uma estratégia inovadora para a conservação preventiva de pinturas murais em igrejas do Norte de Portugal.

O PROJETO HAC4CG

O projeto “HAC4CG — Património, arte, criação para as mudanças climáticas — viver a cidade: catalisar espaços de aprendizagem, criação e ação no quadro das mudanças climáticas”, representou uma forte aposta na investigação interdisciplinar no polo regional do Porto da UCP, tendo conjugado vários centros de investigação (CBQF, CEGE, CIIS e CEDH) sendo coordenado pelo CITAR da Escola das Artes. O projeto decorreu entre junho de 2021 e junho de 2023. Constituindo um projeto do Horizonte 2020 da tipologia de Projetos Estruturados, alinhou com a missão de Adaptação à Mudança climática do Horizonte Europa.

O projeto estruturou-se em 3 linhas de investigação com os respetivos pacotes de trabalho (WP), e centrou-se na cidade do Porto como um estudo de caso local para um problema global¹⁰. Na linha 1 de investigação dedicada ao tema “Envolver os Cidadãos através da conservação do património, na monitorização, desenvolvimento de soluções,

observatório e envolvimento dos cidadãos para o património exposto ao clima” assumiu-se o património cultural (tangível e intangível) como referencial identitário para os cidadãos. Dado que as alterações climáticas afetam a vida quotidiana e influenciam o bem-estar e a saúde das comunidades, considerou-se o património da cidade, em especial o exposto ao ar livre, como a arte pública e o edificado. Estes patrimónios estão intimamente ancorados física e emocionalmente na vida dos cidadãos, pelo que se pretendeu através do projeto, envolver os cidadãos na sua proteção, criando oportunidades de aprendizagem e sensibilização para a sua degradação.

Assim, no WP1, utilizando a monitorização do património como ponto de partida, pretendeu-se combinar o estudo da biodeterioração na arte pública e no património construído, a influência dos parâmetros ambientais e ecológicos locais através de metodologias de monitorização, incluindo a participação dos cidadãos na recolha de dados permitindo assim a avaliação do potencial da ciência cidadã para o envolvimento direto dos cidadãos e dos turistas. Para além da biodeterioração e sua relação com as alterações climáticas, o projeto procurou alertar para o impacto massivo do turismo não controlado, bem como a prática de vandalismo. O WP2 dedicado ao desenvolvimento de um dispositivo para monitorização de obras de arte previamente selecionadas, baseado no conhecimento das variáveis das condições

ambientais locais, representou uma ideia pioneira de alto potencial de prevenção na deterioração e que visou para além do envolvimento dos cidadãos, o desenvolvimento de dispositivos de baixo custo com recurso a inteligência artificial e *machine learning*. Por seu lado, o WP3 dedicado à criação de um Observatório de Património, direcionou-se ao estudo das transformações ocorridas na malha urbana e no edificado devido ao crescimento do turismo desde 2015. O aumento da procura do Porto como destino turístico motivou uma onda de reabilitação e de transformações das anteriores funções dos espaços, em especial hotéis, hostels, restaurantes e lojas de oportunidade. O HAC4CG procurou analisar não só o desaparecimento das tradicionais tascas, mas também perceber de que modo é que os comerciantes locais, desde vendedores de mercados tradicionais como o Bolhão aos restaurantes, se adaptaram à nova realidade, considerando o papel da agricultura sustentável e das dietas tradicionais. Em paralelo, tentou-se perceber se os diversos agentes envolvidos na cadeia de reabilitação estariam cientes ou já vocacionados para práticas de redução de resíduos e/ou de criação de valor direcionadas à economia circular. Tópicos como o da gentrificação, estilo de vida portuense ou de aculturação e mudanças constituíram questões relevantes.

Na linha de investigação 2, focada no Envolvimento do Cidadão na criação Artística, considerou-se (WP1) que historicamente, os

discursos oficiais pelos quais as cidades são mapeadas, representadas e difundidas baseiam-se sobretudo na história canónica, nos marcos históricos, no património classificado (material e imaterial) e noutras abordagens *top-down* que, apesar da sua relevância e aceitação geral, tendem a perpetuar formas de discriminação e alienação de partes significativas da população e desconsideram temas e objetos simbólicos de crescente preocupação. Assim, ponderaram-se várias abordagens que possibilitassem o envolvimento da população no reconhecimento da sua herança cultural através da participação no processo de várias comunidades selecionadas, entre elas as estudantis, com vista quer a perceber que discursos e preocupações o cidadão comum manifesta relativamente ao património da cidade, em especial o menos promovido e de maior ligação comunitária. As indústrias Criativas (WP2) constituem um ramo do setor cultural com forte implantação no Norte, consequentemente tentou-se determinar se os agentes a elas ligados, conseguiriam contribuir para a promoção da resiliência face às Alterações Climáticas através do de interfaces criativos promotores de inovação direcionada ao reforço da mobilização das artes da cidade, no sentido da mitigação do problema.

Por último, a linha de investigação 3, centrada no Papel da governança, instituições e comunidades na Mitigação à adaptação à Mudança Climática, incluiu um só WP que incidiu quer no levantamento das práticas de medidas, regulação ou políticas a nível internacional e nacional relacionadas com a mitigação e adaptação às Alterações Climáticas, as questões éticas e políticas inerentes e o desenvolvimento de processos de empoderamento das comunidades. Como resultado, pretendeu-se a obtenção de um conjunto de recomendações dirigidas à promoção da governança local das instituições na gestão do problema.

CONCLUSÕES

Do exposto, conclui-se que a aposta na mudança de paradigma no tocante à abordagem de conservação dos bens culturais, assente na elaboração de uma nova moldura de atuação para a deterioração dos bens culturais, aplicada em especial ao domínio da investigação, revela-se muito promissora e com forte potencial de implementação futura.

A conjugação do ensino e investigação possibilita a formação de uma nova mentalidade nas novas gerações de conservadores-restauradores que

serão os agentes da mudança no terreno. Assim, a área de Património, Conservação e Restauro da Escola das Artes da UCP afirma-se, tanto no panorama nacional como internacional como pioneira contribuindo em grande medida para consolidar a disciplina de Conservação Preventiva e afirmá-la como área científica no contexto da ciência do património, estando lançadas as bases para novas abordagens interdisciplinares para problemas já clássicos, alguns ainda sem solução ou mal compreendidos, ou mesmo para a emergência de novas áreas de estudo quer no contexto museológico ou de ar livre.

REFERÊNCIAS

- CAMACHO, C. *et al.* *Temas de Museologia: Plano de conservação preventiva: bases orientadoras, normas e procedimentos*. IMC, 2007. Disponível em: <https://www.patrimoniocultural.gov.pt/publicacao/plano-de-conservacao-preventiva-bases-orientadoras-normas-e-procedimentos/>.
- CAMPOS, B. *et al.* *Rare Biogeochemical Phenomenon Associated to Manganese Patinas on Mural Painting and Granite Ashlars*. *Coatings*, v. 11, n. 8, 2021, p. 917. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/coatings11080917>.
- CAMPOS, B. *et al.* *Green chitosan: thiourea dioxide cleaning gel for manganese stains on granite and glass substrates*. *Heritage Science*, v. 9, n. 1, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40494-021-00632-y>.
- FERREIRA, C. Miranda. *Inércia higroscópica: Inércia Higroscópica em museus instalados em edifícios históricos. Utilização de técnicas passivas no controlo da humidade relativa interior*. 2015. Tese (Doutoramento) — Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/79162>.

- GREGORY, D. *et al.* *Of time and tide: the complex impacts of climate change on coastal and underwater cultural heritage*. *Antiquity*, v. 96, n. 390, 2022, p. 1396-1411. Disponível em: <https://doi.org/10.15184/aqy.2022.115>.
- LEMONS, M.; TISSOT, I. *Reflexões sobre os desafios da conservação de objectos científicos e tecnológicos*. *Conservar Património*, v. 33, 2012, p. 24-31. Disponível em: <https://doi.org/10.14568/cp2018044>.
- MACCHIA, A. *et al.* *Methods and Products for the Conservation of Vandalized Urban Art Murals*. *Coatings*, v. 11, n. 1304, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/coatings11111304>.
- MANFRIANI, C. *et al.* *The Contribution of IoT to the Implementation of Preventive Conservation According to European Standards: The Case Study of the “Cannone” Violin and Its Historical Copy*. *Sustainability*, v. 13, n. 1900, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su13041900>.
- MOREIRA, P. *et al.* *BIONANOSculp, an ongoing project in biotechnology applications for preventive conservation of outdoor sculptures*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, v. 364, n. 012075, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/364/1/012075>.
- MOREIRA, P.; VIEIRA, E.; ABREU, J. *Insights for the endorsement of a holistic approach for public sculpture research*. *CAP — Public Art Journal*, v. 2, n. 2, 2020, p. 75-86. Disponível em: <https://doi.org/10.48619/cap.v2i2.299>.
- OLIVEIRA, Daniela (Coord.). *Conservação de Arte Contemporânea: 1º seminário*. Museu de Serralves, 2012.
- PAULO, D.; ALARCÃO, C. (Coord.). *Conservação preventiva: Prevenir para preservar o património Museológico*. *Museal, Revista do Museu Municipal de Faro*, n. 2, jun. 2007.
- PEREIRA, Luís. *Conservação de fundos documentais: implementação de um modelo de gestão de risco em arquivos, partindo do estudo de caso no Arquivo Nacional Torre do Tombo, Portugal*. *Conservar Património*, v. 19, 2014, p. 35-52. Disponível em: <https://doi.org/10.14568/cp2014006>.
- SILVA, N. C.; PINTADO, M.; MOREIRA, P. R. *Sampling methods for outdoor sculptures: Comparison of swabs and cryogels by flow cytometry as novel alternatives for assessment and quantification of microbial contamination*. *Journal of Cultural Heritage*, v. 54, 2014, p. 94-102. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.culher.2022.01.006>.

SILVA, N. C. *et al.* Biocontamination and diversity of epilithic bacteria and fungi colonising outdoor stone and mortar sculptures. *Applied Microbiology and Biotechnology*, v. 106, n. 9-10, 2022, p. 3811-3828. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00253-022-11957-4>.

SILVA, N. *et al.* *Biotechnology for Preventive conservation: development of bionanomaterials for antimicrobial Coating of Outdoor Sculptures.* *Studies in Conservation*, v. 51, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/0039330/2018.1475037>.

SILVA, N. C. *et al.* Antimicrobial chitosan/TPP-based coating for the prevention of biodeterioration of outdoor stone sculptures. *Progress in Organic Coatings*, v. 189, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2024.108246>.

VIEIRA, E. (Coord.). *IX Jornadas da Arte e Ciência UCP: V Jornadas da ARP: homenagem a Luís Elias Casanovas. A prática da conservação preventiva.* UCP Porto, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.14/39345>.

LISTA DE TERMOS REMISSIVOS

Escola das Artes/UCP; Conservação Preventiva; Sustentabilidade; Bionanosculp; Bio4Mural; HAC4CG; Nanomateriais; Ciencia Cidadã.

NOTAS

- 1 Disponível em: <https://artes.porto.ucp.pt/pt-pt/citar/plano-estrategico>.
- 2 Innovative biotechnology solutions for black stain removal and preventive conservation of historical and culturally important mural paintings, financiado pela bolsa da FCT SFRH/BD/125596/2016.
- 3 Vitrinas microclimáticas na pintura moderna e contemporânea: o trínómio conservação, público e sustentabilidade.
- 4 Disponível em: <https://m.porto.ucp.pt/pt/qai.mba>.
- 5 Realçamos a realização da 3rd International Conference of Green Conservation em 2019, em parceria com a Yococu (Youth in Conservation), que marcou uma linha de compromisso das signatárias com a promoção de abordagens mais ecológicas e sustentáveis e ainda o apoio à vinda para Portugal da organização YOCOCU.
- 6 Conservação de duas coleções científico-didáticas do Museu do ISEP: Schröder e Reuleaux. Desenvolvimento de um bio-lubrificante.
- 7 Conservation of Urban Art-Coatings and Green Cleaning Methods for Vandalized Urban Art Murals in Italy and Portugal, 2020.
- 8 Disponível em: <https://www.yococu.com/en/>.
- 9 A este propósito, cite-se a dissertação de mestrado de Guilhermina Cadeco, intitulada A coleção científica do Museu do ISEP. Abordagem à conservação e restauro a partir de dois casos de estudo: as pilhas de Grenet e Leclanché. No âmbito do trabalho prático de limpeza de uma das pilhas foi usado com grande êxito o gel à base de tiureia.
- 10 Os resultados deste projeto serão incluídos num livro financiado pelo projeto a ser publicado até ao final de 2024.

La sensibilización social como estrategia de conservación preventiva. Acciones de divulgación en el Área de Fondo de Arte y Patrimonio de la Universitat Politècnica de València

ANTONI COLOMINA SUBIELA

Universitat Politècnica de València

BEATRIZ DOMÉNECH GARCÍA

Universitat Politècnica de València

INTRODUCCIÓN | EL PATRIMONIO CULTURAL NO EXISTE

El hecho de proclamar que el patrimonio cultural es inexistente puede parecer una enunciación demolidora y negacionista, pero en realidad, sirve como punto de partida para una reflexión profunda sobre la naturaleza del patrimonio cultural y su relación con la sociedad, de manera que es importante exponer el contexto y la intención que se esconde detrás de este alegato. La afirmación no niega la existencia física de los bienes culturales, sino que cuestiona su valor y significado fuera del contexto de la conciencia y apreciación social. La expresión sugiere que el patrimonio, en sí mismo, no tiene existencia o valor inherente, sino que se deriva de la irrupción en la conciencia del individuo (Brandi, 1995, 29) y la apreciación que de él establezcan las personas y la sociedad en general. En otras palabras, un objeto o costumbre —en general, cualquier tipo de bien, tanto tangible como inmaterial, reflejo de la historia, las tradiciones y los valores de un pueblo— solo se convierte en patrimonio cultural cuando es reconocido y protegido por una comunidad, de modo que, si no se produce esta conexión valorativa, el patrimonio en sí mismo no existe.

Esta proposición, en lugar de concurrir como una simple negación, se configura como un imperativo categórico o una advertencia que subraya la responsabilidad colectiva en la identificación y valorización de nuestro patrimonio cultural —como

herencia recibida o, también, como patrimonio creado en el presente, igualmente susceptible de transmisión intergeneracional—. Sin una participación proactiva —más que activa— y consciente de la comunidad, este legado puede experimentar una disminución en su relevancia y, en última instancia, una desaparición (no obligatoriamente física).

De este modo se corrobora que la construcción del patrimonio cultural es un proceso dinámico que implica una interacción constante entre la sociedad y el uso que esta hace de su entorno (Smith, 2007). Y por este motivo, precisamente por no ser un concepto estático, se construye —incluso se destruye, no necesariamente su consistencia material— y se redefine constantemente a través de esta interacción. La sociedad selecciona ciertos elementos de su órbita vital y los valora como parte fundamental de su definición como colectivo social, a la vez que los registra como elementos que determinan su identidad y fortalecen su sentido de pertenencia.

Puesto que los bienes culturales —por este carácter inestable en su consideración como tales, que evoluciona con el tiempo— pueden adquirir, perder o cambiar su estatus patrimonial en función de cómo los percibe y valora la sociedad, resulta esencial implementar procesos de concienciación que favorezcan que el patrimonio cultural “exista” en la medida en que es valorado y protegido.

LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL

En este punto, surge la cuestión de precisar qué realidades merecen someterse a este proceso de patrimonialización y qué agentes sociales están legitimados para determinar aquellos elementos que son potencialmente susceptibles de convertirse en patrimonio cultural. Afortunadamente, con la introducción del concepto de “bien cultural” —que empezó a fraguarse a mediados del siglo XX a partir de los trabajos de nuevos actores que, como la *Commissione Franceschini* (Ragusa 2013), incidirían en el valor inmaterial de las cosas— se superaron las consideraciones restrictivas que se centraban exclusivamente en la “obra de arte” y el “monumento” —surgidos de la mano de los genios— como únicas etiquetas posibles, aduciendo criterios temporales o valorativos relacionados con su antigüedad, su historicidad o su artisticidad. De este modo, bajo esta estimación del patrimonio como “tesoro”, muy en la línea de la idea dieciochesca de cultura (Fernández, 2006), quedaban excluidos otros objetos o representaciones más modestas, vulgares o inferiores —pertenecientes al ámbito de la subcultura y quizá no tan antiguas, ni tan históricas, ni tan artísticas— pero con un valor basado en su significado especial para las comunidades.

Del mismo modo, esta transformación que ha consignado un concepto de carácter más global (González-Varas 1999, 43-49), con una clasificación más horizontal y menos jerarquizada de lo que consideramos como patrimonio cultural, ha favorecido que la legitimación para determinar qué realidades tangibles o intangibles son aptas para entrar a formar parte de este grupo bienaventurado no recaiga exclusivamente en los expertos o entendidos en el pasado, sino también sobre otros agentes que relacionan el uso de estos bienes con las necesidades contemporáneas de las mayorías y que pueden vincularse a proyectos conectados con la dinamización social, el turismo, el desarrollo urbano o la comunicación masiva, entre otras voluntades (García, 1999).

Este enfoque más democrático e inclusivo permite una mayor participación social en la identificación, valoración y gobernanza del patrimonio cultural, de modo que la ciencia ciudadana desempeña un papel importante en estos procesos de construcción patrimonial. Efectivamente, la ciudadanía puede contribuir en esta causa y, además, debería tomar parte igualmente —en cooperación con los agentes profesionales encargados oficialmente de la custodia y conservación de los bienes culturales— en la difusión de la cultura y en la sensibilización y educación sobre la importancia de este bien común.

Este compromiso diligente por parte de la sociedad hace válida la premisa de que no existe lo que no se conoce y, en consecuencia, no puede conservarse

lo que no existe. Con esto quiere incidirse en la idea de que el reconocimiento y la concienciación son fundamentales para la existencia del patrimonio que, como un hecho social, se construye cognitivamente (Pearce, 2000, 59). Esto significa en definitiva que, si los bienes culturales no son conocidos y valorados por los pueblos, no acaban de someterse a ese acto fundamental de patrimonialización —acompañado muchas veces de su musealización— y, por lo tanto, no ha lugar a someterse a un proceso crítico de preservación.

LA CONSERVACIÓN PREVENTIVA

De acuerdo con la terminología acotada por el Comité Internacional para la Conservación del Consejo Internacional de Museos, en su XV Conferencia Trienal (ICOM-CC, 2008), la conservación de bienes culturales —específicamente los de naturaleza tangible— se asienta en tres grandes grupos de procesos y estrategias. Las dos primeras categorías —la conservación curativa y la restauración— incluyen todas aquellas acciones llevadas a cabo directamente sobre las obras y objetos que tienen como finalidad frenar la actividad de los agentes de deterioro, reforzar las estructuras materiales y recuperar su legibilidad o comprensión. En tercer lugar, la conservación preventiva agrupa todas aquellas medidas indirectas —esto es, que no implican una acción explícita que interfiere sobre la obra,

FIGURA 1 | Transporte y almacenaje de obras de arte en cajas contenedoras de máxima protección para su montaje expositivo.

FOTO: ANTONI COLOMINA.



sino sobre su entorno o contexto— que tienen como finalidad evitar o minimizar cualquier tipo de daño o pérdida.

Son acciones y estrategias de conservación preventiva (García, 2013), por ejemplo, los procedimientos para el asentamiento legal de los bienes y su registro; las operaciones para su inventario o catalogación; las medidas adoptadas para su manipulación, almacenamiento, embalaje, transporte y montaje expositivo (figura 1); las diligencias implementadas para la verificación y el control de las condiciones ambientales de conservación, como la luz, la humedad relativa, la iluminación, la contaminación atmosférica y los agentes de biodeterioro; o el establecimiento de medidas de vigilancia o seguridad frente a incidentes o emergencias.

Además, en consonancia con lo estipulado en el documento del ICOM-CC, se reconoce que el papel del público en la protección del patrimonio cultural compartido se ha vuelto cada vez más prominente y crucial. De manera que, en este sentido, la conservación preventiva debe enfocarse igualmente en aspectos como la formación del personal y la sensibilización del público.

Indudablemente, es esencial que aquellos agentes que están directamente comprometidos con la preservación del patrimonio cultural posean las competencias y el conocimiento requerido para desempeñar su labor de manera efectiva. Esto puede abarcar la capacitación en métodos de conservación, la comprensión de cómo los materiales que componen las obras y objetos reaccionan

ante los factores de deterioro y la determinación de los procesos de degradación, así como la habilidad para identificar y gestionar los riesgos que amenazan a los bienes culturales.

Y en este mismo sentido, de igual manera, la sensibilización del público —que implica la educación en valores sólidos de cultura ciudadana— es igualmente importante. Esta concienciación social no sólo aumenta la apreciación y el respeto por el patrimonio cultural, sino que también fomenta una mayor participación de la ciudadanía en su preservación, no sólo como beneficiaria, sino también como custodia de este patrimonio y responsable de su puesta en valor.

En resumen, tomando en cuenta todo el marco teórico presentado hasta ahora, se puede inferir que una de las estrategias más relevantes asociadas con la conservación preventiva está relacionada con la sensibilización social. Esto puede materializarse por medio de actividades de divulgación y educación, exposiciones y programas para visitantes, así como con acciones populares que dejen constancia de la importancia de la participación ciudadana en la definición, construcción y valorización del patrimonio cultural.

LOS MUSEOS Y COLECCIONES DE LA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA Y LA CONCIENCIA PÚBLICA

La Universitat Politècnica de València (UPV) cuenta con una significativa riqueza patrimonial que se refleja en sus museos y colecciones, que desempeñan un papel fundamental en los procesos formativos y de investigación en el ámbito universitario. Sus museos reconocidos oficialmente —como el Museo Campus Escultórico (MUCAES) (figura 2), el Museo de Informática y el Museo de Historia de la Telecomunicación “Vicente Miralles Segarra”—, proporcionan recursos invaluables tanto para la comunidad universitaria como para el público en general y se han posicionado como museos de referencia en nuestro país en cada una de las tipologías de bienes culturales que albergan. Otras colecciones que buscan su reconocimiento oficial son el Museo del Juguete y el Museo de Patrimonio Industrial e Histórico del Campus de Alcoi (MUPIH) que, en los últimos años, están desarrollando estrategias importantes de exposición, conservación y difusión.

Otros acervos destacables los constituyen las colecciones de estatuaría clásica, dibujos y estampas, libros de artista, mapas, patrimonio industrial e ingenieril y arte urbano, además de la colección Fondo de Arte, con cerca de 4.000 obras de pintura, escultura, fotografía y obra gráfica de artistas de

FIGURA 2 | "Integración" (1991), de Marcel Martí Badenes. Museo Campus Escultórico.

FOTO: JOAN PRATS CLIMENT.



reconocido prestigio como el Equipo Crónica, Isabel Oliver, Josep Renau, José María Yturralde, Bathsheba Grossman, Eusebio Sempere, Monique Bastiaans, Antoni Tàpies, Cristina Ghetti, Miguel Ángel Campano, Eduardo Chillida o Cristina de Middel, entre muchos otros.

El Área de Fondo de Arte y Patrimonio de la UPV, junto con los responsables y directores de sus museos y colecciones, es la estructura encargada de implementar acciones conjuntas con el objetivo claro de conservar su patrimonio cultural para la apreciación, estudio e investigación. En particular, el taller de conservación de esta área tiene la tarea de atender a las necesidades de curación y restauración de los artefactos culturales que merecen atención

en lo referente a su estabilidad estructural y a su apreciación o uso. En este sentido —por poner algún ejemplo de procesos directos de intervención— aborda las necesidades de desinsectación de objetos de madera o papel que están atacados por insectos xilófagos o bibliófagos; atiende el levantamiento o falta de cohesión de estructuras pictóricas, consolidándolas o fijándolas nuevamente a su soporte artístico; contempla la remoción de estratos espurios de suciedad superficial, barnices envejecidos y repintes invasivos que se distribuyen sobre pinturas y esculturas; y procura la aplicación de recubrimientos protectores para ralentizar el efecto dañino de los factores generales de deterioro.

FIGURA 3 | Trabajos de conservación curativa y restauración en el taller del Área de Fondo de Arte y Patrimonio de la UPV.

FOTO: BEATRIZ DOMÉNECH.



Más allá de estos procesos y tratamientos de conservación curativa y restauración (figura 3), el taller —junto con su despacho de gestión y administración— también cumple con los requerimientos que exige la conservación preventiva, en la medida en que controla las causas de deterioro de las obras antes de que se produzca cualquier daño o alteración (Herráez y Rodríguez, 1999).

Pero yendo más allá, de acuerdo con lo expuesto hasta ahora, sigue una línea de acción que en los últimos años está apostando de manera muy contundente por reforzar la conciencia pública, a la vez

que busca fomentar una mayor participación ciudadana en la preservación del patrimonio universitario. La conservación preventiva, en este sentido, se encamina a la realización de actividades que —lejos de concebir los acervos como depósitos de objetos— dinamizan las colecciones para convertirlas en espacios vivos de aprendizaje y descubrimiento, involucrando activamente al público en la exploración y apreciación del patrimonio cultural que, a su vez, de manera recíproca, actúa como catalizador para la reflexión y el debate, lo que inspira a los usuarios a tomar un papel activo en su conservación.



FIGURA 4 | Sesión práctica del taller de “Fotografía y patrimonio escultórico de la UPV” en el Museo Campus Escultórico.
FOTO: NACHO YUSIM.

INICIATIVAS DE DIFUSIÓN Y SENSIBILIZACIÓN COMUNITARIA

Como caso ejemplificador de acción divulgativa para la concienciación social—con un carácter interno, ya que está destinado básicamente a la comunidad universitaria— el Área de Fondo de Arte y Patrimonio viene apostando por la realización de un curso-taller que se desarrolla bajo el título “Fotografía y patrimonio escultórico de la UPV”. Esta actividad ofrece una combinación equilibrada de aprendizaje teórico y práctico, en la que los participantes adquieren conocimientos fundamentales sobre composición, iluminación, técnicas de captura y edición con softwares especializados en el ámbito de la fotografía; a la vez que, en las sesiones de praxis (figura 4), tienen

la oportunidad de explorar y capturar imágenes de las esculturas al aire libre que componen el Museo Campus Escultórico. Esta experiencia no solo permite al alumnado mejorar sus habilidades fotográficas, sino que trasciende los límites de una simple instrucción técnica y sirve, igualmente, para aproximarse de una manera innovadora y única a la colección, permitiendo reinterpretar las obras de artistas reconocidos tanto a nivel nacional como internacional, como Jorge Oteiza, Manolo Valdés, Nassio Bayarri, Susanne Bayer, Nati Navalón, entre muchos otros. Esta modalidad facilita la generación de nuevas lecturas y perspectivas sobre las obras, que desarrollan tanto la comprensión artística como la crítica contemporánea, factores que ayudan a estrechar importantes vínculos afectivos entre las obras y los individuos.

De igual modo, es destacable la oportunidad que brinda este taller fotográfico a los participantes de exhibir sus obras en una exposición itinerante como ejercicio final del curso. Esta circunstancia, además de servir como plataforma para mostrar su talento y creatividad —fomentando una sensación de logro y realización personal—, les ofrece la oportunidad de participar en el proceso de producción de una exposición artística. En este sentido, al involucrar a la comunidad en el diseño y gestión de las propias actividades que ofrece el área, se fomenta un importante sentido de pertenencia y responsabilidad compartida.

Además de este taller principal, se ofertan dos workshops adicionales que se llevan a cabo en los Campus UPV de las ciudades de Gandia y de Alcoi, en colaboración con otras instituciones culturales de carácter local, permitiendo así fortalecer las relaciones interinstitucionales. Estos talleres complementarios, desarrollados en un intensivo de una tarde, permiten a los asistentes profundizar en aspectos específicos de la fotografía y aplicarlos de forma práctica en las esculturas del MUCAES ubicadas en los campus de estas ciudades. En este caso, la participación está abierta tanto a la comunidad universitaria como al público en general. Con esta iniciativa, se persigue fomentar el desarrollo de habilidades artísticas y técnicas de los participantes, además de consolidar los lazos entre los diferentes campus, dar a conocer el patrimonio UPV y promover una mayor apreciación del arte y la cultura en general.

Por otro lado y también con un carácter más abierto a la sociedad, el diseño de exposiciones de condición temporal e itinerante se erige como piedra angular en la realización de actividades de sensibilización llevadas a cabo por el Área de Fondo de Arte y Patrimonio. El propósito fundamental de estas exposiciones es realzar el valor de las colecciones UPV, permitiendo que la sociedad en general tenga acceso y pueda beneficiarse del aprendizaje que ofrecen las obras de arte —y, en general, los bienes culturales de carácter científico, tecnológico y etnológico—, ofreciendo lecturas poliédricas que invitan a la reflexión y al debate. Con este enfoque, la museología contemporánea destaca la importancia de la accesibilidad y la difusión del patrimonio cultural como medios para promover la educación y el enriquecimiento cultural, en un entorno de aprendizaje experimental y auto-dirigido (Hooper-Greenhill, 1992).

La integración de las colecciones en exposiciones accesibles al público, además de propiciar el disfrute estético, contribuye a la comprensión del contexto histórico, social y tecnológico en que se desarrollaron las obras y artefactos, muy en la línea de las teorías de aprendizaje significativo o constructivista en museos (Falk and Dierking, 2013).

En los últimos años destacan principalmente dos exposiciones temporales e itinerantes promovidas por el Área de Fondo de Arte y Patrimonio, con el objetivo claro, igualmente, de establecer vínculos de colaboración con instituciones públicas y privadas para crear redes cooperativas para la cultura.

FIGURA 5 | Exposición “Juguetes y juegos” en la sala Marquesa de la Casa de Cultura de la ciudad de Gandia.

FOTO: JOSÉ JOAQUÍN LORENTE.



Por una parte, la muestra “Juguetes y juegos” (figura 5) recogía una importante representación de objetos del Museo del Juguete con la intención de presentar su evolución histórica y su finalidad lúdica. Las itinerancias se celebraron en enclaves estratégicos como son los centros históricos de las ciudades de Gandia y Alcoi—localidades que igualmente acogen campus universitarios de la UPV— durante el período navideño.

La exposición abordaba la evolución humana a través del juguete, reflejando las características y el progreso tecnológico de estas creaciones etnológicas,

en relación con las peculiaridades de las sociedades y pueblos y la singularidad de cada época histórica. El relato expositivo se estructuraba mediante la clasificación de los juguetes según el Sistema ESAR (*Exercice, Symbolique, Assemblage, Règles*) (Garon, 1985), que agrupa los juegos en cuatro categorías—juegos de ejercicio, simbólicos, de ensamblaje y de reglas—, atendiendo a sus características psicológicas y físicas. Para actualizar y completar esta clasificación, se incorporaron capítulos sobre los juguetes STREAM y las experiencias de la era de los juegos electrónicos.

FIGURA 6 | Exposición “Cultura y cambio tecnológico: Patrimonio UPV” en la sala Marquesa de la Casa de Cultura de la ciudad de Gandia. FOTO: IRENE LAFUENTE.



Dentro de cada sección, los objetos se presentaron de acuerdo con un orden histórico o cronológico, desarrollando discursos paralelos sobre las técnicas y los materiales utilizados en su fabricación, así como su uso desde la perspectiva de género. Además, se promovió la interacción recíproca con los visitantes mediante puntos de interacción, diseñados para incitar la búsqueda, la respuesta o la solución de enigmas relacionados con el hilo conductor.

Por otra parte, la exposición “Cultura y cambio tecnológico: Patrimonio UPV” (figura 6) fue organizada inicialmente en el marco de la celebración de

la 20ª edición del congreso internacional ICOM-CC, celebrado en la ciudad de Valencia en septiembre de 2023 y que tuvo su réplica itinerante en la ciudad de Gandia durante la primavera de 2024. Presentaba una selección del patrimonio UPV con un enfoque no convencional en la disposición de las piezas, que evitaba la segregación por museos o colecciones. En su lugar, se desarrolló un discurso expositivo donde las obras dialogaban con el objetivo de estimular el pensamiento crítico y reflexivo acerca de la interrelación entre el arte, la ciencia y la sociedad, así como la evolución acelerada del humanismo tecnológico (Carbonell, 2022). Especialmente incidía

acerca de los conflictos generados por el avance científico y la tecnología en relación con el individuo social y el fenómeno de globalización, una situación que demanda una desaceleración sostenible y un serio ejercicio de retrospección para evitar el colapso de la especie.

Es importante mencionar que, durante la preparación de estas exposiciones, se llevan a cabo labores de conservación curativa y restauración de las obras seleccionadas que lo precisan. Estas tareas, centradas especialmente en su estabilización estructural y limpieza, preservan su integridad y aspecto, garantizando que los visitantes puedan apreciarlas plenamente. De este modo, se destaca la importancia de los trabajos de conservación desempeñados por el Área, que permiten la preservación y el mantenimiento continuo de las colecciones a largo plazo.

Asimismo, el Área de Fondo de Arte y Patrimonio no se limita simplemente a organizar las exposiciones y permitir que los visitantes las recorran de manera autónoma. De manera alternativa, se esfuerza en enriquecer la experiencia del público a través de una serie de actividades complementarias, entre las que destacan las visitas guiadas —o mejor, comentadas— por el comisariado de la exposición. Esta mediación facilita la transferencia de conocimiento especializado y proporciona a los asistentes una comprensión más profunda y contextualizada de las obras exhibidas, que sirve para resaltar detalles técnicos, artísticos y significados

que podrían pasar desapercibidos en una observación superficial.

Además, en algunos casos, se organizan conferencias especializadas que se centran esencialmente en algún aspecto de la conservación o restauración de las piezas expuestas. Estos coloquios proporcionan a los participantes una comprensión más profunda y una mayor apreciación sobre los esfuerzos realizados por el Área de Fondo de Arte y Patrimonio en la preservación de las colecciones y los problemas éticos a los que hay que atender (Caple, 2000). Las actividades de este tipo facilitan el intercambio de ideas y el debate entre el público y los ponentes, enriqueciendo la experiencia cultural y promoviendo un diálogo activo y constructivo en relación con las estrategias sostenibles en la gestión del patrimonio cultural y su salvaguarda.

Cabe mencionar que, junto con los talleres y exposiciones mencionadas anteriormente, las actividades culturales desarrolladas por el Área se enriquecen con una variedad de eventos diseñados para difundir y promover los museos y colecciones de la UPV, tanto a la comunidad universitaria como a la sociedad en general. Entre estas iniciativas se encuentran también las visitas acompañadas que se organizan desde los diversos museos a los grupos de escolares y los estudiantes de la Universidad Sénior, que ofrecen la oportunidad de conocer las colecciones mediante recorridos que destacan aspectos históricos, estilísticos, contextuales y curiosidades de las piezas exhibidas, fomentando

FIGURA 7 | Visita guiada con escolares al Museo Campus Escultórico.

FOTO: FONDO DE ARTE.



así su comprensión, apreciación y vínculo afectivo (figura 7). Estas acciones contribuyen a la democratización del conocimiento, pues hacen accesible la educación cultural y patrimonial a diversos segmentos de la sociedad —incluyendo estudiantes y personas mayores (Black, 2005)—, en aras de un aprendizaje intergeneracional y comunitario que es esencial para la cohesión social y la transmisión de conocimientos entre diferentes grupos de edad.

Igualmente, reseñable para el Área de Fondo de Arte y Patrimonio es la celebración del Día Internacional del Profesional de la Conservación,

que se conmemora el 27 de enero. En esta fecha, se ofrecen visitas guiadas exclusivas al taller de conservación, donde se lleva a cabo un trabajo meticuloso para intervenir las obras dañadas de los museos y colecciones de la UPV. Esta jornada de puertas abiertas permite a los participantes conocer de primera mano los procesos y técnicas empleados por expertos en conservación, brindando una perspectiva única sobre el cuidado y mantenimiento del patrimonio cultural y para entender la complejidad y el rigor científico que subyacen en estas prácticas.

Estas actividades también sirven para sensibilizar al público sobre los desafíos y las responsabilidades asociadas con la conservación del patrimonio, promoviendo una mayor conciencia y participación en su protección. Con esto se dignifica la experiencia educativa de la comunidad, al mismo tiempo que se fortalece su papel como custodio del patrimonio cultural universitario.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las actividades y exposiciones desarrolladas por el Área de Fondo de Arte y Patrimonio están sujetas a un seguimiento continuo con el propósito de evaluar los resultados obtenidos. Esta práctica facilita el cálculo del cumplimiento de los objetivos establecidos, así como la identificación de aspectos a mejorar para futuras ediciones. A continuación, se presentan los resultados obtenidos tanto del taller de fotografía, como de las exposiciones previamente mencionadas.

El taller de “Fotografía y patrimonio escultórico de la UPV”, organizado de forma anual y concebido como una iniciativa educativa y creativa, ha alcanzado una extraordinaria popularidad entre los miembros de la comunidad universitaria. Desde su lanzamiento, cuenta ya con siete ediciones y las 25 plazas ofertadas son reservadas en un lapso mínimo de tiempo, a menudo agotándose en tan solo unos pocos días tras la apertura

de inscripciones. Este fenómeno se ve reflejado en la notable cifra promedio de 50 personas en lista de espera para participar en el taller en cada edición, lo que evidencia tanto un interés generalizado en adquirir habilidades fotográficas como en una clara apreciación por la propuesta artística y de aproximación a la colección del MUCAES que se ofrece en esta actividad.

Debido a ello, se puede afirmar que este taller anual de fotografía no solo satisface una demanda evidente de formación técnica en fotografía, sino que también enriquece la experiencia educativa de los participantes al ofrecerles una oportunidad única para explorar y expresar su creatividad a través de la lente, mientras contribuye a la difusión y apreciación del patrimonio cultural representado en el MUCAES.

En referencia a las exposiciones realizadas —“Juguetes y juegos” y “Cultura y cambio tecnológico: Patrimonio UPV”—, ambas han demostrado una notable participación del público, con un promedio de 5000 visitantes. Esta alta afluencia de asistentes no solo se limita a la presencia física en las salas de exposición, sino que se refleja también en la activa participación durante las visitas comentadas y las conferencias impartidas durante las exhibiciones.

En el caso específico de la exposición “Juguetes y juegos”, tanto la selección de la localización como de las fechas no han sido circunstancias elegidas al azar, sino que, con el objetivo de crear un proyecto expositivo atractivo y accesible para todos los

públicos y promover oportunidades de aprendizaje para todos, se han escogido lugares céntricos y popularmente concurridos, con entrada libre y gratuita. Además, que el transcurso de esta exposición itinerante coincidiera con el período de las Navidades y, por tanto, también de las vacaciones escolares, ha favorecido una mayor afluencia de visitantes de todas las edades, incluidos los más pequeños. Y es que las festividades de la Navidad están estrechamente relacionadas con la historia de los juguetes y el auge de su fabricación.

Igualmente, cabe destacar que la repercusión de estas exposiciones no se limita al ámbito de la UPV o de las instituciones colaboradoras, sino que los medios de comunicación, tanto prensa local como televisión autonómica, han hecho eco de estos eventos. Las noticias y reportajes emitidos han contribuido a ampliar la visibilidad de las exposiciones, atrayendo la atención de un público más amplio y consolidando la posición de las exhibiciones como referentes culturales en la región.

Por último, estas exposiciones han fortalecido los vínculos con las instituciones colaboradoras, generando relaciones sólidas y duraderas. La cooperación continua y renovada con estas instituciones es prueba del éxito y la efectividad de la colaboración interinstitucional en la promoción y difusión del patrimonio cultural de la UPV.

CONCLUSIÓN

La conservación del patrimonio cultural es un proceso dinámico y multifacético que va más allá de la mera preservación física de los objetos y, en este sentido, la sensibilización social emerge como una estrategia crucial para la conservación preventiva, al subrayar la importancia de involucrar a la comunidad en la valoración y protección de la herencia cultural que le es propia.

Con esta idea en mente, el Área de Fondo de Arte y Patrimonio de la Universitat Politècnica de València, a través de las diversas iniciativas culturales implementadas, que tienen como foco las colecciones y museos universitarios, ha venido fomentando un diálogo activo entre expertos y la comunidad, promoviendo una comprensión y apreciación más profundas del patrimonio cultural.

En conclusión, esta contribución destaca que la existencia y relevancia del patrimonio cultural queda sometida al reconocimiento y la apreciación por parte de la sociedad. De este modo, la participación ciudadana se convierte en un pilar fundamental en la construcción y conservación del patrimonio cultural que, gracias a su definición—o, mejor aún, su redefinición como realidad más inclusiva y democrática que supera las limitaciones de enfoques más tradicionales y jerárquicos—, permite una mayor participación social en los procesos de construcción patrimonial y salvaguarda.

REFERENCIAS

- BLACK, G. (2005). *The Engaging Museum: Developing Museums for Visitor Involvement*. London: Routledge.
- BRANDI, C. (1995). *Teoría de la restauración*. Madrid: Alianza Forma.
- CAPLE, C. (2000). *Conservation skills: judgement, method and decision making*. London: Routledge.
- CARBONELL, E. (2022). *El porvenir de la humanidad: decálogo para la supervivencia de nuestra especie*. Barcelona: RBA Libros.
- ICOM-CC (2008). Terminología para definir la conservación del patrimonio cultural tangible. In *XV Conferencia Triannual ICOM*. Nueva Delhi, 22—26 de septiembre.
- FALK, J. H. and DIERKING, L. D. (2016). *The Museum Experience Revisited*. New York: Routledge.
- Fernández de Paz, E. (2006). De tesoro ilustrado a recurso turístico: el cambiante significado del patrimonio cultural, *Pasos, Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 4, pp. 1-12.
- GARCÍA CANCLINI, N. (1999). Los usos sociales del patrimonio cultural, *Cuadernos*, pp. 16-33.
- GARCÍA FERNÁNDEZ, I. (2013). *La conservación preventiva de bienes culturales*. Madrid: Alianza Editorial.
- GARON, D. (1985). *La classification des jeux et des jouets: le système ESAR*. Documentor.
- GONZÁLEZ-VARAS, I. (1999). *Conservación de bienes culturales: teoría, historia, principios y normas*. Madrid: Cátedra.
- HERRÁEZ, J. A. y RODRÍGUEZ, M. A. (1999). La conservación preventiva de las obras de arte, *Arbor*, 164(645), pp. 141-156.
- HOOPER-GREENHILL, E. (1992). *Museums and the Shaping of Knowledge*. London and New York: Routledge.
- PEARCE, S. M. (2000). The Making of Cultural Heritage, In Erica Avrami, Randall Mason and Marta de la Torre (coords.), *Values and Heritage Conservation: Research Report*. Los Angeles, CA: Getty Conservation Institute.
- RAGUSA, A. (2013). Per la salvezza dei beni culturali in italia. La Commissione Franceschini e la codificazione di un nuovo concetto di tutela (1964-1966), *Studia Universitatis Babe Bolyai-Historia Artium*, 58, pp. 161-203.
- SMITH, L. (2006). *Uses of Heritage*. USA and Canada: Routledge.

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E PATRIMÔNIO CULTURAL

As alterações climáticas e as suas consequências no património cultural

FABIO SITZIA

Universidade de Évora
Laboratório de Herança Cultural, Estudos
e Salvaguarda (HERCULES)

INTRODUÇÃO

As alterações climáticas correspondem às variações do clima numa escala variável, de regional a global, cujos parâmetros estatísticos, relacionados a uma ou mais características climáticas no presente, diferem do passado. Este fenómeno refere-se a uma ou mais variáveis atmosféricas que se alteram, como por exemplo, temperatura, humidade relativa, quantidade de precipitação, nebulosidade, etc. A alteração climática também pode ter escalas temporais diferentes, desde algumas décadas até milhões de anos. Na climatologia Europeia, geralmente, os dados estatísticos meteorológicos são calculados com base em trinta anos de referência.

A alteração climática contemporânea, frequentemente discutida, é apenas uma das muitas alterações que afetaram o nosso planeta. Por este motivo, é também designada como “mudança climática recente” ou, em alguns casos, contemporânea. É um processo que começou no final do século XIX e início do século XX, caracterizado geralmente pelo aumento da temperatura média global (aquecimento global) e pelos fenómenos atmosféricos a ele associados. Nem sempre uma mudança climática está associada a um aumento de temperatura, de facto, geologicamente temos constatado muitas alterações relacionadas com o fenómeno oposto. Provavelmente, a atividade humana é a principal causa do recente

aquecimento global, sendo responsável pelas emissões atmosféricas de crescentes quantidades de gases de efeito estufa.

AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NO PASSADO E NO PRESENTE

Ao longo da história da Terra, foram registradas várias variações climáticas que levaram o planeta a atravessar diversas eras glaciais, alternadas com períodos mais quentes chamados interglaciais. Essas variações são atribuídas principalmente a mudanças periódicas na configuração orbital do nosso planeta (ciclos de Milanković), com ciclicidade na ordem de dezenas e centenas de milhares de anos. A atividade solar e as erupções vulcânicas poderão ter inclusivamente contribuído nestas alterações. A existência de mudanças climáticas passadas é testemunhada através de dados geológicos. Alguns aquecimentos globais ocorridos em períodos geológicos foram caracterizados por uma temperatura média da terra mais elevada do que a atual e até mais elevada do que a estimada nos piores cenários climáticos previstos para os próximos dois séculos. Rochas e gelo documentam o clima do passado, permitindo reconstruir de maneira confiável paleoclimas até cerca de 540 milhões de anos atrás. Alguns exemplos de climas quentes datam cerca de 65 milhões de anos atrás,

quando a temperatura média global era cerca de 6-8 °C mais alta do que a atual.

Nos últimos dois milhões de anos, fases alternadas de períodos quentes e períodos frios seguiram a ciclicidade de Milanković. Essas variações são particularmente claras nos últimos 800.000 anos, onde oito ciclos se repetiram, alternando oito períodos glaciais e oito interglaciais. O último período glacial entre esses oito mencionados, ocorreu há cerca de 20.000 anos, com uma anomalia de temperatura pouco inferior a -3 °C. A partir desse momento, as temperaturas começaram a subir até atingir um valor constante com anomalia térmica entre 0 e 0,5 °C, iniciado há cerca de 9.000 anos. Esse período relativamente quente permitiu o desenvolvimento da civilização humana e é referido como *optimum* climático do Holoceno. Excluindo a recente mudança climática, durante o *optimum* do Holoceno, houve variações climáticas relativamente moderadas, mas sempre dentro de um período interglacial. Entre estas variações, encontram-se fases quentes comuns, como o *optimum* climático Romano e o *optimum* climático Medieval, embora diferentes correntes científicas discriminem estes dois fenômenos a nível regional e a nível global.

Analisando a concentração de dióxido de carbono capturada nas bolhas de voláteis¹¹ presas nos glaciares polares, constatou-se que, no período mencionado de 800.000 anos, foram

registradas concentrações atmosféricas mínimas de cerca de 190 ppm e máximas de cerca de 300 ppm, em comparação com os 410-420 ppm do ano 2020. A variação mínima-máxima de 190-300 ppm de dióxido de carbono atmosférico durante os oito ciclos glaciais-interglaciais do período de referência de 800.000 anos ocorria ao longo de algumas dezenas de milhares de anos. No último século, de 1900 a 2000, passou-se de uma concentração de 290-300 ppm para os atuais cerca de 420 ppm. Percebe-se, portanto, que as mudanças climáticas do passado tiveram escalas temporais significativamente maiores do que as de hoje, ou seja, dezenas-centenas de milhares de anos em comparação a dezenas de anos ou, no máximo, séculos. Tais variações não seriam, portanto, associáveis a eventos naturais, globais ou regionais. Por este motivo, o aumento das temperaturas referentes ao atual aquecimento global seria então associado à atividade humana e, em particular, ao aumento das emissões de gases de efeito estufa. Entre esses gases, o dióxido de carbono é o que está a aumentar mais rapidamente e o que causa maiores preocupações, embora outros gases, como metano, vapor de água, óxido nitroso e ozono, sejam constantemente monitorados.

O recente aquecimento global está hoje a causar repercussões sociais, econômicas e culturais em todo o mundo.

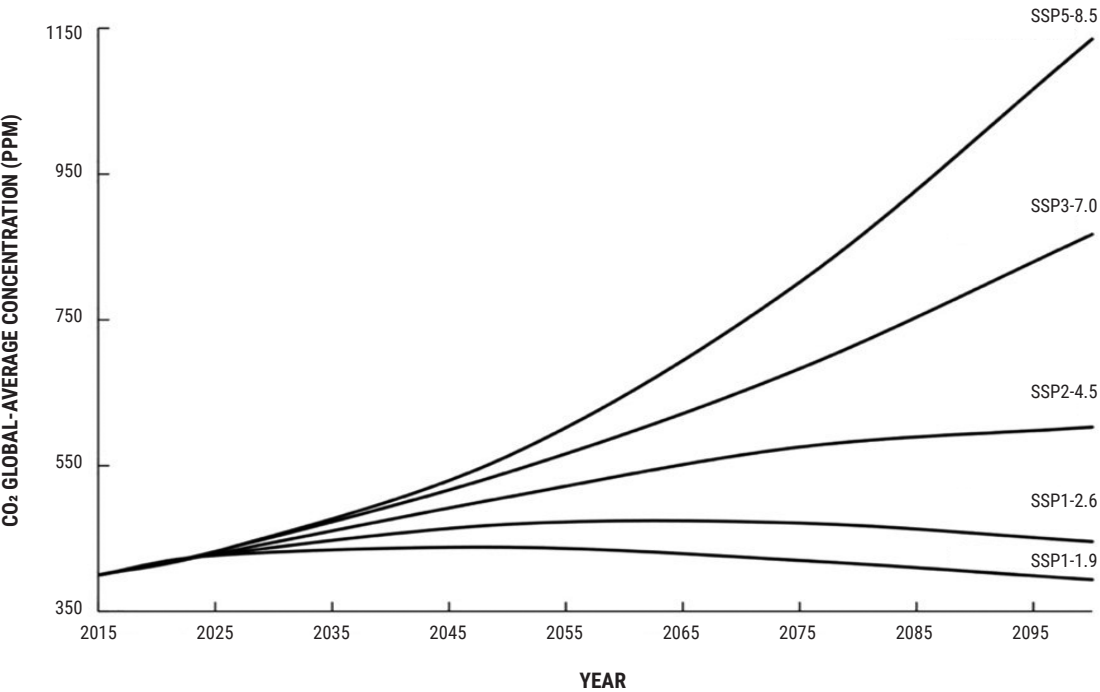
MODELOS PREVISIONAIS DE ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

Para analisar de maneira precisa as variações do clima, as Nações Unidas constituíram em 1988 uma Comissão Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC, *Intergovernmental Panel on Climate Change*), que reúne representantes dos países membros das Nações Unidas. O IPCC é responsável por avaliar as informações disponíveis nos âmbitos técnico, científico e socioeconômico, relacionadas com as mudanças climáticas, o possível impacto e as opções de adaptação e mitigação. Os relatórios do IPCC são publicados periodicamente desde 1990 e servem como ponte entre a comunidade científica e os tomadores de decisão política através do chamado *Summary for Policymakers*.

Desde 1990 até a atualidade, foram publicados seis relatórios, em que o último (2021) é composto por diferentes grupos de trabalho: bases físico-científicas, impactos, adaptação e vulnerabilidade, mitigação da mudança climática. O primeiro estudo do último relatório foi publicado em 2021, e os outros dois em 2022. O relatório de síntese foi publicado em 20 de março de 2023.

De acordo com o relatado pela comissão, a temperatura superficial global do planeta teria aumentado 0.74 ± 0.18 °C durante os últimos 100 anos, até 2005 (Masson-Delmotte *et al.*, 2021). É mais uma vez importante referir que as mudanças

FIGURA 1 | Concentrações atmosféricas de CO₂ previstas para diferentes SSP projetadas pelo modelo climático MAGICC7.



climáticas atuais não envolvem apenas o “aquecimento global”, mas também uma grande intensificação do ciclo hidrológico, como é típico dos períodos interglaciais. Supõe-se que a intensificação da chuva será registrada nas latitudes elevadas, enquanto nas zonas subtropicais haverá uma diminuição das precipitações.

O último relatório do IPCC consiste em cinco cenários (*Shared Socio-economic Pathways*) previstos até ao ano 2100. O SSP1 representa um cenário positivo, enquanto o SSP5 representa um cenário pessimista. Os dois extremos são normalmente considerados pouco prováveis, contudo, muitos estudos focam-se no SSP5, cuja análise ajuda os investigadores a compreender as

potenciais consequências de um futuro em que tanto a população como o consumo de energia serão demasiado elevados. Este conhecimento é fundamental para avaliar os limites superiores dos impactos das mudanças climáticas e a resiliência dos sistemas socioecológicos. De um modo geral, todos os cenários, exceto o SSP1 e o SSP5, são considerados os mais prováveis, designadamente:

- SSP1: *Sustainability*
- SSP2: *Middle of the Road*
- SSP3: *Regional Rivalry*
- SSP4: *Inequality*
- SSP5: *Fossil-fueled Development*

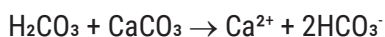
Como indicado na Figura 1, os cenários preveem diferentes tendências de concentração atmosférica de CO₂ até o ano 2100. Com base na progressão numérica do cenário está prevista uma concentração de CO₂ cada vez maior. No entanto, esses cenários também consideram a evolução de outros compostos voláteis atmosféricos responsáveis pelo efeito estufa.

AS CONSEQUÊNCIAS SOBRE O PATRIMÔNIO CULTURAL TANGÍVEL: EFEITOS ATMOSFÉRICOS

Grande parte do património cultural tangível, como os edifícios históricos, é composta por materiais como pedras naturais e artificiais, que se deterioram devido à combinação de fatores químicos, físicos e biológicos relacionados com o clima local (Lisci; Sitzia, 2021). As rochas, sejam elas naturais (pedra) ou artificiais (cimentos, argamassas, cerâmicas), são primariamente degradadas pelos processos termo-higrométricos, ou seja, temperatura e humidade. Já nas primeiras pesquisas sobre o tema, os parâmetros ambientais, como temperatura média anual e quantidade média anual de chuva, comparados, poderiam definir diferentes modos de degradação da pedra (Peltier, 1950). Por exemplo, climas equatoriais com alta temperatura média anual e altas

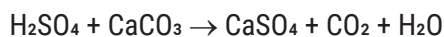
precipitações médias anuais causam uma forte degradação química na pedra. Climas subpolares, por outro lado, causam uma forte degradação mecânica. Em geral, a comunidade científica geológica concorda que chuvas muito escassas, com médias anuais inferiores a 250 mm numa faixa de temperatura média anual entre 0 e 27 °C, são condições de menor degradação e, portanto, de melhor preservação dos materiais líticos. Como mencionado anteriormente, alguns gases atmosféricos responsáveis pelas alterações climáticas, além de contribuírem para o aquecimento global, são prejudiciais para o Património edificado. Entre eles, um dos mais influentes e menos estudados é o dióxido de carbono (CO₂), que pode induzir degradação em rochas carbonatadas. Estas são compostas principalmente por carbonato de cálcio CaCO₃, dolomita CaMg(CO₃)₂ e calcita magnesiana CaMg(CO₃). O material calcário é, de facto, uma pedra muito comum nas construções devido à sua trabalhabilidade, capacidade de polimento e características estéticas. Mesmo quando as paredes dos edifícios são feitas de pedra silicatada, na verdade muito mais resistente ao dióxido de carbono, materiais calcários representados por argamassas estão também presentes.

Quando o dióxido de carbono reage com a humidade atmosférica, forma ácido carbónico que pode degradar o calcário de acordo com as seguintes reações:



Esse processo de dissolução pode levar à alteração, embora em longos períodos, da aparência e da estrutura superficial da rocha, em detrimento de sua estética (Sitzia *et al.*, 2022). Nas rochas silicatadas, o ácido carbônico pode participar nas reações químicas de alteração dos minerais. O processo envolve a dissolução dos minerais silicatados e a liberação de cátions como cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}) e potássio (K^+), bem como aniões silicato em solução para formar minerais secundários como argilas, óxidos e carbonatos.

Os efeitos prejudiciais do dióxido de enxofre (SO_2), outro gás responsável pelo efeito estufa responsável pelo aquecimento global, são bem conhecidos e estudados. O ácido sulfúrico formado pela reação entre SO_2 , oxigênio e água de chuva ou umidade ambiental pode degradar os materiais carbonatados. A reação entre ácido sulfúrico e calcita leva à formação de sulfato de cálcio hidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ou anidrita (CaSO_4), e dióxido de carbono gasoso, que pode contribuir ainda mais para a dissolução da rocha. A reação é a seguinte:



Os produtos de reação mencionados, como o gesso e a anidrita, podem precipitar nos poros dos revestimentos de pedra e argamassa, levando ao desgaste do material devido aos processos de dissolução-cristalização.

O ácido sulfúrico é capaz de alterar também as rochas silicatadas, embora de maneira mais lenta, agindo em minerais como feldspato e quartzo, através de reações de hidrólise ácida. Isso leva à quebra da estrutura da rocha e à liberação de íons solúveis como o silício, o alumínio e o potássio.

Essas substâncias ácidas podem ser transportadas por longas distâncias e depositadas na superfície dos materiais através de mecanismos de deposição seca (gravidade, termoforesia, movimento browniano e fluxo hidrodinâmico de Stephan) e deposição húmida (Figura 2).

Os óxidos de nitrogênio (NO_x) são outra tipologia de gases de efeito estufa que causam degradação. A sigla NO_x identifica de forma genérica os óxidos de nitrogênio que são produzidos como subprodutos durante a combustão que ocorre usando oxigênio.

A quantidade de NO_x depende da substância queimada e das condições em que a queima ocorre. O dióxido de nitrogênio (NO_2) e o monóxido de nitrogênio (NO) podem ter efeitos prejudiciais significativos em rochas carbonáticas, como calcário e mármore, através de um processo conhecido como deposição ácida ou chuva ácida. Quando os gases NO_x são libertados na atmosfera por fontes como emissões de veículos, processos industriais

FIGURA 2 | Deposição de partículas atmosféricas e poluentes por deposição seca em pedra calcária, resultando na formação de crostas negras (principalmente sulfáticas) nas áreas protegidas do escoamento difuso da água da chuva.



e queima de combustíveis fósseis, podem sofrer reações químicas com p.e. a água e o oxigênio para formar ácido nítrico (HNO_3) e ácido nitroso (HNO_2).

O N_2O , segundo a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, tem um potencial de aquecimento climático igual a 310. Isso significa que, em cem anos, é 310 vezes mais impactante do que o dióxido de carbono por unidade de massa e representa atualmente quase 7% das emissões totais de gases de efeito estufa. Depois do CO_2 e do CH_4 , é o terceiro gás mais responsável pelas mudanças climáticas.

O ácido nítrico reage quimicamente com o carbonato de cálcio (CaCO_3) presente no calcário e no mármore. A reação pode ser representada da seguinte forma:



Esta reação leva à dissolução do carbonato de cálcio, principal constituinte mineral do calcário e do mármore, resultando na formação de nitrato de cálcio solúvel em água $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O). Com o tempo, este processo de alteração química leva a pedra a perder a sua integridade estrutural.

Embora pouco investigado, o ozono (O_3), como observado nos últimos anos, também pode contribuir para a degradação da pedra de construção e os materiais pétreos em geral, especialmente em combinação com outros fatores ambientais,

como os raios UV e a humidade (Screpanti; De Marco, 2009).

Tal como anteriormente referido, uma mudança climática em termos de parâmetros termo-higrométricos pode alterar as dinâmicas de degradação da pedra de construção.

Em particular, a diminuição da chuva e o aumento das temperaturas são cruciais neste processo de preservação. A diminuição de alguns gases como o SO_2 também contribui para o processo de preservação. Em sentido oposto, o aumento do CO_2 é um fator negativo que conduz à gradual acidificação das chuvas. Se, como estimado, houver uma diminuição da chuva nas latitudes médias e baixas, também é verdade que o seu potencial de degradar os materiais calcários aumentará. Neste sentido, um balanço total que promova uma diminuição ou um aumento da degradação é complexo. A intensificação ou diminuição da frequência e velocidade do vento é um outro parâmetro importante, na medida em que causa a acumulação de materiais que contribuem para a degradação da pedra. Uma intensificação em termos de velocidade e frequência dos ventos provenientes do mar, por exemplo, levaria a um aumento da humidade aérea e, sobretudo, a um aumento do spray marinho atmosférico, que é um dos maiores agentes de degradação da pedra e, em geral, de muitos materiais de construção. Frequentemente, a complexidade dos processos age de maneira oposta e alguns investigadores

estão a tentar reproduzir com precisão o fenómeno das alterações climáticas e as suas consequências nos materiais pétreos em câmaras climáticas. Alguns estudos já consideraram o balanço com base em cenários climáticos previstos em relatórios anteriores do IPCC. A pedra que normalmente é mais estudada é o calcário devido à sua mineralogia relativamente simples. No calcário, três fatores contribuem para a degradação. Como já indicado anteriormente, o primeiro deve-se ao dióxido de carbono, responsável pela acidificação da água da chuva (efeito Karst). A acidificação adicional da água da chuva é causada pelos ácidos sulfúrico (H_2SO_4) e nítrico (HNO_3) atmosféricos. O terceiro fator é representado pela deposição seca dos poluentes SO_2 e NO_x . Todos os três contributos são calculados na equação de Lipfert, que fornece um valor da taxa de recessão superficial da pedra calcária, expresso em $\mu\text{m}/\text{m}$, calculado para uma concentração atmosférica de CO_2 de 330 ppm a 20°C (Lipfert, 1989). As equações de Lipfert para o período de referência 1961-1999 indicaram uma regressão da superfície na Europa entre ~ 25 e $\sim 5 \mu\text{m}/\text{ano}$. O valor mais elevado foi registado na Europa setentrional e central, onde o valor médio das precipitações anuais é mais elevado em comparação com o sul da Europa. Mais recentemente, foi realizada uma correção da equação de Lipfert, modificando o parâmetro concentração de CO_2 a 800 ppm, com uma temperatura de 25°C . Estas correções são sugeridas pelos cenários de

emissão A2 (Relatório Especial do IPCC, ano 2000) para o futuro distante (2070-2099). Esta concentração é semelhante à prevista para o cenário mais moderno SSP3-7.0 para 2100.

Os dados corrigidos indicam um aumento da regressão superficial na Europa até 30 $\mu\text{m}/\text{ano}$. Segundo as estatísticas, o maior aumento ocorrerá na Europa setentrional (Bonazza *et al.*, 2009).

AS CONSEQUÊNCIAS PARA O PATRIMÔNIO CULTURAL TANGÍVEL: OUTROS PROCESSOS RELACIONADOS

Uma das consequências mais graves do aquecimento global é o aumento do nível dos oceanos. As suas consequências são notáveis e de vários tipos, desde uma erosão costeira mais comum até danos reais às habitações e ao património cultural. Basta pensar na quantidade de cidades que estão atualmente construídas nas linhas costeiras. As construções à beira-mar sempre foram uma prerrogativa humana para garantir, principalmente, saídas comerciais. Atualmente, algumas cidades à beira-mar e edificadas em territórios planos encontram-se ameaçadas pela subida do nível do mar. A cidade de Miami (EUA) constitui um exemplo dos efeitos físicos e socioeconómicos da subida do nível do mar. Um estudo recente indica que

nas próximas décadas, quatro de cada cinco residentes na área urbana poderão ser afetados pelas consequências da subida do mar, independentemente de viverem em áreas que serão submersas ou não (Seeteram *et al.*, 2023).

Um exemplo clássico de antigas cidades construídas à beira-mar, dos quais hoje se encontram numerosos vestígios, são fenício-púnicos e romanas. As colónias fenícias situavam-se sobretudo na parte ocidental do Mediterrâneo (África do Norte, Sicília, Sardenha, Espanha), onde se encontravam zonas ricas em matérias-primas ainda semibárbaras no início do ano 1000 a.C. No que diz respeito aos romanos, o primeiro porto de Roma foi Ostia, um porto fluvial (“Ostia” de *ostium* = foz do rio), na foz do Tibre, com os cais de atracação construídos na margem do rio. As grandes naves onerárias provenientes de todos os países do Mediterrâneo descarregavam ao largo os pesados carregamentos de grandes ânforas.

Estas cidades antigas estão atualmente a sofrer com a subida do mar, que ameaça submergir as suas ruínas hoje preservadas pelas superintendências locais e classificadas como zonas arqueológicas de importância nacional. Como referido anteriormente, a combinação entre períodos glaciais e interglaciais e subperíodos quentes-frios de menor duração certamente influenciou também o nível do mar. Várias subidas e descidas do nível do mar sucederam-se em períodos geológicos.

Durante a fase glacial Würm, o nível do mar baixou mais de 120 metros. No final da glaciação, seguiu-se um período tardiglacial, no qual a temperatura e as precipitações alcançaram gradualmente os valores atuais (início do Holoceno, há 11.000 anos). As cidades costeiras acima mencionadas estão, portanto, em perigo, devido ao aumento atual do nível do mar. Este subiu mais de 20 cm desde 1880. A cada ano, o nível do mar aumenta cerca de 3.2 mm e prevê-se que atinja 30 cm até 2050.

Acredita-se que, durante o período romano, em algumas cidades costeiras, o nível do mar pudesse ser inferior ao atual em cerca de 1.5 metros (Bonetto *et al.*, 2012). Entre as causas da subida do nível do mar, estão principalmente a expansão térmica dos oceanos e a fusão do gelo localizado na superfície terrestre.

As projeções sobre a subida do mar em vários locais costeiros estão disponíveis com base nos diferentes cenários SSP para o ano máximo de 2150. Cada cenário, mais uma vez, define progressivamente um aumento do nível do mar mais catastrófico. Por exemplo, na cidade de Valletta (Malta), para o ano de referência 2100, prevê-se um aumento do nível do mar de 0.34 metros para SSP1-1.9, 0.40 m para SSP1-2.6, 0.52 m para SSP2-4.5, 0.63 m para SSP3-7.0 e 0.73 m para SSP5-8.5.

Avaliando um único cenário, por exemplo, o SSP3-7.0, estima-se uma subida total de 0.63 m. No entanto, este valor é a soma de diferentes contribuições, incluindo o nível do mar estereodinâmico

(0.30 m), 0.14 m devido aos glaciares genéricos, 0.08 m ao contributo da Gronelândia, 0.12 m ao da Antártica, 0.02 m à entrada no mar de águas armazenadas na superfície terrestre e -0.05 m de movimentos verticais da terra. Estes últimos podem fazer a diferença, pois “mitigam” a subida do mar, como neste caso. Os movimentos verticais da terra são a soma dos contributos dados pela glácio-hidro-isostasia e tectónica. Frequentemente, outros fatores como a compactação do solo não são considerados, pois o seu contributo é muito reduzido. Para clarificar a grande diferença que estes movimentos verticais do solo podem fazer, podemos comparar a situação em duas cidades costeiras nos Estados Unidos. Em Galveston (Texas), onde a terra está a afundar, pode ocorrer um aumento do nível do mar de quase 60 cm até 2050. Em Anchorage (Alasca), pode, pelo contrário, registar-se uma diminuição do nível do mar de cerca de 20 cm, devido ao facto que a superfície terrestre da região está a subir após o desaparecimento dos glaciares. Fica claro, neste ponto, como a subida do mar, mesmo que de algumas dezenas de centímetros, pode alterar completamente a linha costeira de um determinado local, especialmente se este for topograficamente plano. As cidades portuárias antigas são, portanto, as mais sujeitas a estas variações. Este é o motivo pelo qual vários estudos já se concentraram neste tema em diversas localidades do Mar Mediterrâneo e em África (Vousdoukas *et al.*, 2022).

Uma pesquisa conduzida em 2021 na área arqueológica de Nora (Itália) revelou alguns dos cenários de subida do mar previstos para 2100 (Sitzia, 2022). Construída nas proximidades de um sítio nurágico pré-existente, Nora é um dos sítios arqueológicos mais importantes de Itália. Os cenários de subida do mar considerados para Nora são os habituais SSP, que indicam uma subida total do mar de 0.38 m para o cenário SSP1-1.9 até 0.77 m para o cenário SSP5-8.5.

Com base nestes cenários e através da projeção da nova linha costeira obtida através de programas *Geographic Information System* (GIS), foi estimado que a extensão atual da área arqueológica seria reduzida dos 7.61 hectares atuais para 7.34 e 6.95 hectares, correspondendo aos cenários SSP1-1.9 e SSP5-8.5, respetivamente.

A linha costeira seria deslocada para o interior pela ingressão marinha de 23.7 e 28.5 metros, novamente correspondendo aos cenários SSP1-1.9 e SSP5-8.5, respetivamente. No cenário SSP3-7.0, onde está indicada uma altura do nível do mar de 0.68 m, verifica-se um alagamento parcial das grandes termas. No cenário mais pessimista, a subida de 0.77 m causaria alagamentos nos pequenos estabelecimentos termais e no complexo das lojas.

Assim como o aumento do nível do mar, as mudanças climáticas podem provocar danos ao património cultural através da instabilidade hidrogeológica. Os deslizamentos de terra, por exemplo,

são fortemente controlados e influenciados pelas variações climáticas.

Nos últimos anos, a frequência e a intensidade dos fenómenos meteorológicos extremos aumentaram, embora em alguns lugares as precipitações médias anuais não mostrem mudanças significativas.

Tal como acontece com o aumento do nível do mar, o caudal dos rios também sofreu alterações, com episódios de cheia mais intensos e frequentes.

Mais uma vez, o património cultural está envolvido, em particular edifícios históricos ou áreas arqueológicas situadas em áreas de risco de inundação ou, pior ainda, dentro de áreas ribeirinhas. Neste contexto, um caso de estudo interessante é reportado na região da Sardenha (Itália), na área arqueológica de *Fordongianus-Traiani*. Este sítio, também chamado *de Aquae Ypsitanae*, é uma aldeia do final da República, construída pelo imperador Trajano como um centro de mercado entre as comunidades do interior e as cidades romanas situadas na costa oeste da ilha.

O sítio está localizado junto ao rio Tirso, que tem um caudal médio de 16 m³/s. Dentro do sítio arqueológico, existem antigas termas onde ainda hoje está presente uma fonte de águas termais cloretadas sódicas a uma temperatura de 54 °C.

As inundações do rio Tirso estão bem documentadas, especialmente nos meses de outubro-novembro e abril-maio, quando, em combinação

FIGURA 3 | Infestação por *Ageratina Adenophora* na muralha histórica de Évora (Portugal)



com ventos fortes do sul, o risco de chuvas intensas é elevado. Nestas ocasiões, o rio atinge caudais excepcionais, transbordando e afetando a área arqueológica.

As inundações do Tirso foram documentadas ainda na época romana. Pelo menos quatro obras de reestruturação antigas ocorreram e envolveram o reboco das paredes. Estas foram descobertas por meio de sondagem em parede e também foram documentadas em inscrições históricas.

Embora não esteja documentado o período em que as quatro obras de restauro ocorreram, presume-se que foram tentativas de reconstrução do sítio após eventos de cheia que o danificaram. Certamente, em comparação com a época romana, a frequência de eventos extremos aumentou, e hoje, na área de *Traiani*, embora também possam ser parcialmente atribuídos à presença de uma barragem localizada mais a montante, ocorre pelo menos uma inundação a cada três anos.

Além dos fatores ambientais mencionados, outros problemas de degradação do património cultural são de natureza biológica. Algumas plantas superiores, assim como microorganismos, podem contribuir para a degradação da pedra. No primeiro caso, a ação das raízes, dependendo da espécie, pode produzir danos mecânicos significativos. Entre as espécies mais comumente encontradas nos monumentos na área mediterrânea e altamente prejudiciais estão: *Capparis orientalis*, *Ficus carica*, *Hedera helix*, *Parthenocissus tricuspidata* e *Acanthus mollis*.

Algumas espécies de plantas superiores, como *Ageratina adenophora*, encontradas na muralha medieval (Cerca-Nova) de Évora (Figura 3), são classificadas como invasoras, cuja capacidade de reprodução é realmente significativa. As alterações climáticas interferem na capacidade de crescimento e, conseqüentemente, na biodegradação. Trabalhos recentes indicam que a referida espécie

Ageratina adenophora pode retardar o seu crescimento no contexto das futuras alterações climáticas (Changjun *et al.*, 2021).

Compreender a dinâmica da biodegradação, particularmente sob condições climáticas futuras diferentes das atuais, é um tema não suficientemente abordado na literatura. Em relação às mudanças esperadas nas concentrações atmosféricas de CO₂, algumas pesquisas mostraram que a exposição a níveis de CO₂ superiores aos ambientais pode melhorar a fotossíntese com um efeito fertilizante em alguns organismos biodeteriogênicos da pedra, como algas, cianobactérias e plantas superiores (Schimel, 1995).

No entanto, nem todos os microrganismos e plantas biodeteriogênicos respondem da mesma forma a um aumento no CO₂ atmosférico.

Quanto às plantas superiores, um aumento global no CO₂ disponível, conduz ao aumento do crescimento de algumas espécies herbáceas (Korner, 2000). Outras observações sinalizaram um limiar acima do qual as plantas ficam saturadas com CO₂ e consequentemente não se verificam aumentos na

produtividade. Em outros microrganismos como *Rhodotorula*, verificou-se como os níveis de CO₂ previstos para um cenário SSP5-8.5 para o ano 2100, podem inibir o crescimento (Sitzia *et al.*, 2023).

A variação de outros anidridos atmosféricos, como o SO₂, e seus efeitos nos organismos biodeteriogênicos das pedras ainda não são totalmente compreendidos. Alguns investigadores sublinham que, para alguns microrganismos, uma quantidade de SO₂ superior aos valores de referência (normalmente $20 < \text{SO}_2 < 125 \mu\text{g}/\text{m}^3$) pode ter um efeito benéfico (Nuhoglu *et al.*, 2006). Além disso, a microflora heterotrófica poderia ser a primeira colonizadora de materiais pétreos expostos a uma atmosfera com elevado teor em SO₂. Quando a concentração de SO₂ é muito superior aos valores de referência, alguns microrganismos biológicos, como os líquenes (exceto algumas espécies), podem ser afetados negativamente (Del Monte, 2007). Em qualquer um dos casos, está prevista a diminuição das emissões de SO₂ graças a políticas destinadas a reduzir a poluição, especialmente nas áreas urbanas.

REFERÊNCIAS

- BONAZZA, A. *et al.* *Mapping the impact of climate change on surface recession of carbonate buildings in Europe*. Science of the Total Environment. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2008.10.067, 2009.
- BONETTO, J. *et al.* Nora e il mare. Il progetto Noramar. Attività 2011. In: *Quaderni norensi*, 2012, p. 327-338.
- CHANGJUN, G. *et al.* *Predicting the potential global distribution of Ageratina adenophora under current and future climate change scenarios*. Ecology and Evolution. DOI: 10.1002/ece3.7974, 2021.
- DEL MONTE, M. *Il biodegrado dei monumenti in pietra: i licheni e i “segni el tempo”*. Il Geologo, 2007, p. 1-55.
- KORNER, C. *Biosphere responses to CO2 enrichment*. Ecological Applications. doi: 10.1890/1051-0761(2000)010[1590:brtce]2.0.co;2, 2000
- LIPFERT, F. W. *Atmospheric damage to calcareous stones: Comparison and reconciliation of recent experimental findings*. Atmospheric Environment, 1967. DOI: 10.1016/0004-6981(89)90587-8, (1989).
- LISCI, C.; SITZIA, F. *Degrado, danni e difetti delle pietre naturali e dei laterizi*. Meccanismi di alterazione, patologie, tecniche diagnostiche e scehde pratiche (Maggioli), Rimini, 2021.
- MASSON-DELMOTTE, V.P. *et al.* *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In Cambridge University Press, 2021.
- NUHOGLU, Y. *et al.* *The accelerating effects of the microorganisms on biodeterioration of stone monuments under air pollution and continental-cold climatic conditions in Erzurum, Turkey*. Science of the Total Environment. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2005.06.034, 2006.
- PELTIER, L. C. *The geographic cycle in periglacial regions as it is related to climatic geomorphology*. Annals of the Association of American Geographer, 1950, 40, p. 214-236.
- SCHIMEL, D. S. *Terrestrial ecosystems and the carbon cycle*. Global Change Biology. DOI: 10.1111/j.1365-2486.1995.tb00008.x, 1995.
- SCREPANTI, A.; DE MARCO, A. *Corrosion on cultural heritage buildings in Italy: A role for ozone?* Environmental Pollution. DOI: 10.1016/j.envpol.2008.09.046, 2009.

NOTA

SEETERAM, N. A. *et al.* *Modes of climate mobility under sea-level rise*. Environmental Research Letters. DOI: 10.1088/1748-9326/acfe22, 2023.

SITZIA, F.; LISCI, C.; MIRÃO, J. *The interaction between rainwater and polished building stones for flooring and cladding - Implications in architecture*. Journal of Building Engineering. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.104495>, 2022.

SITZIA, F. *Climate Change and Cultural Heritage: From Small- to Large-Scale Effects—The Case Study of Nora (Sardinia, Italy)*. Heritage, 5(4), 2022, p. 3495-3514. DOI: 10.3390/heritage5040181, 2022.

SITZIA, F. *et al.* *Predicted Dynamic of Biodeterioration in Cultural Heritage Stones Due to Climate Changes in Humid Tropical Regions - A Case Study on the Rhodotorula sp. Yeast*. Heritage, 6, 2023, p. 7727-7741. DOI: <https://doi.org/10.3390/heritage6120406>, 2023.

VOUSDOKAS, M. I. *et al.* *African heritage sites threatened as sea-level rise accelerates*. Nature Climate Change. 2022. DOI: 10.1038/s41558-022-01280-, 2022.

- 1 Esses compostos podem se dispersar rapidamente no ar e são frequentemente encontrados como líquidos e gases. Exemplos comuns de compostos voláteis incluem gases naturais como o metano.

Emergências climáticas: contribuições do campo do patrimônio para a construção de novas realidades

LUANA CRISTINA DA SILVA CAMPOS

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

ALINE VIEIRA DE CARVALHO

Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

JOÃO PAULO SOARES SILVA

Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

INTRODUÇÃO

Os efeitos das mudanças climáticas têm se tornado cada vez mais frequentes no Brasil e no mundo. Em cada estado Nação, seus habitantes conseguem citar exemplos de chuvas ou secas atípicas, queimadas de longa duração, aparecimento de novos problemas relacionados à saúde pública, desaparecimento de espécies, mudanças nos ciclos da natureza, entre tantos outros fatores observáveis em seus cotidianos. Todavia, temas que são apontados por relatórios internacionais como vinculados às questões climáticas passam a ser notoriamente atribuídos à vontade de alguma divindade, à exceção que nunca mais voltará a acontecer, entre tantas outras atenuantes que dificultam uma ação efetiva no campo das mudanças ou das emergências climáticas. O que aparentemente sugere ignorância ou falta de informações pode ser lido como uma imensa lacuna que temos entre os conhecimentos produzidos pelas ciências, os saberes observados pelas populações tradicionais e a vida cotidiana capitalista ocidental.

A partir da premissa dessas lacunas, entendemos que há muito o que se compreender no campo das mudanças climáticas. Os trabalhos desenvolvidos até o presente momento, com destaque às ciências ambientais, ignoram há tempos o tema da cultura e do patrimônio. Para atuarmos em um campo do sensível que ultrapassa a barreira dos números, das equações e dos

modelos frios, é fundamental compreendermos o potencial da cultura e do patrimônio como bases para os novos despertares. Neste capítulo, temos como objetivo mapear a trajetória de pesquisa no campo do patrimônio e das mudanças climáticas. Em um gesto ensaístico, visamos apresentar princípios teóricos e metodológicos que temos levado à campo, defendendo, em especial, o potencial do componente sensível, da memória e do patrimônio como fundante de outras posições sobre o presente e o futuro; mais plurais, inclusivas e dialogadas.

Desde 1992, a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (CQNUMC/UNFCCC), produzida na Cúpula da Terra, no Rio de Janeiro, alertava para as consequências das alterações na composição global da atmosfera terrestre e na variação do clima sobre as atividades humanas (Nações Unidas, 1992). Ainda distante das previsões sobre o ponto de virada das atuações antrópicas e predatórias sobre o Planeta Terra, destacadas pelo último relatório do Painel Intergovernamental para a Mudança de Clima (IPCC, 2023), a Convenção-Quadro estabeleceu uma definição para termos como mudança do clima, emissões, gases de efeito estufa, organização regional de integração econômica, reservatório, sumidouro e fonte. Já apontando para a necessidade de uma cooperação global para o enfrentamento das mudanças climáticas, o documento ignora termos e temas como cultura, manifestações culturais, patrimônio, memória, populações

tradicionais, saberes, entre outros produzidos no seio das ciências humanas. Esses temas não compõem o arcabouço teórico e metodológico estabelecido ou alcançado pela convenção. Reconhecendo a importância e o contexto de produção da Convenção de Quadro, é inverossímil que os temas das “humanidades” estivessem ali. Os campos disciplinares ainda estavam muito entrincheirados para interlocuções (Satolo *et al.*, 2019).

Todavia, o que nos surge como dado impactante é o fato de que apenas em dezembro de 2023, instituições referenciais na temática, que balizam ações políticas no campo climático, como a CQNUMC/UNFCCC, tenham cedido às pressões sociais e de outras instituições para considerar tais conceitos como parte das ações climáticas¹. O movimento para a mudança nos enquadramentos sobre as mudanças climáticas, buscando a construção de práticas mais inclusivas e democráticas para a mitigação e a adaptação das mudanças climáticas, foi liderado em especial por grupos de pesquisadores, redes internacionais de pesquisa no campo da arte e da cultura e, claro, pela própria UNESCO. Desde o final do século XX, a UNESCO tem dado destaque a trabalhos produzidos no interior dos países membros que posicionam a cultura como objetivo autônomo na agenda de desenvolvimento do pós-2030. Esse reenquadramento já foi expresso na Declaração dos Líderes de Nova Delhi do G20, em 2023, e na Declaração Ministerial da Conferência Mondiacult da UNESCO, de setembro de 2022².

Podemos concluir acerca desta longa duração entre os anos noventa e o tempo presente, a imensa dificuldade para consolidar pesquisas no campo do patrimônio e das mudanças climáticas. Como o tema da cultura e do patrimônio não eram reconhecidos como importantes áreas de estudos para a implementação de ações climáticas efetivas, encontrávamos: poucos editais de agências de fomento públicas que poderiam fomentar pesquisas na temática, não reconhecimento do campo por parte de órgãos regulatórios da vida acadêmica como a CAPES e o CNPQ, ausência de políticas públicas que permitissem o entrelaçamento das questões culturais e patrimoniais com o tema do clima, entre outros desestímulos que atuavam como imensos obstáculos aos que podemos chamar de pioneiros dos estudos do patrimônio e das mudanças climáticas (Carvalho; Campos; Silva, 2020). Nesse sentido, a institucionalização dos debates tornou-se crucial para que o tema se tornasse objeto das agências formuladoras de políticas públicas.

NOVOS CAMINHOS ABERTOS PELA INSTITUCIONALIDADE

No final de 2019, o Icomos Brasil, até então presidido pelo Prof. Silvio Zanchetti, tornou-se uma instituição pioneira ao criar o Comitê de Mudanças Climáticas e Patrimônio (Carvalho; Campos, 2020).

No ato da criação reconhecia-se o potencial do patrimônio como base para a construção de elos comunitários e fonte de questionamentos sobre os efeitos das mudanças climáticas sobre a vida cotidiana das pessoas: a questão poderia ir além do excesso/escassez de chuva.

O Comitê foi pautado pela premissa de que a partir da reflexão sobre quais mudanças eram percebidas pelas comunidades no “clima”, dentro de um recorte histórico, a reflexão sobre os impactos das mudanças climáticas em determinado território poderia ser ocasionada. Acreditava-se que a partir do diálogo atento entre diferentes atores, era possível construir outras explicações e perspectivas sobre a temática. Se antes as justificativas restringiam-se a argumentações religiosas, como aquelas que orbitam ao redor do “desejo de Deus”, imaginava-se possível estruturar, junto à diferentes atores, conceitos como emergência climática, eventos extremos, vulnerabilidade, resiliência (e resistência) e, por fim, o próprio conceito de patrimônio.

O patrimônio cultural representa a visão ocidental de civilização, ou seja, branca, elitista, monumental, material. A compreensão disseminada no mundo moderno foi a de que ser civilizado era ser distante da natureza. Esta se tornou o depósito de recursos que devem ser explorados pelos homens em seu caminho para a civilização (Zanirato, 1999). Hoje, diante de uma nova ordem ambiental, precisamos repensar o que preservar, como preservar e para que preservar.

No atual contexto de emergência climática, muitas camadas de vida e memória são ameaçadas. Há um consenso entre os membros do Comitê de Mudanças Climáticas e Patrimônio de que existências humanas são colocadas em encruzilhadas de vida e morte, passando pelos direitos básicos de alimentação, moradia, saúde, entre outros, até o direito à memória. Ainda que todas as formas de vida se tornem absolutamente frágeis frente ao novo normal, são as populações mais periféricas as primeiras impactadas pelos efeitos desse novo mundo (e de forma mais intensa) permeando outros conceitos como o de justiça climática e racismo ambiental. O tamanho do impacto de um evento extremo, gerado pelas mudanças climáticas, infelizmente tem cor, gênero e faixa etária. Como viver com a consciência da vulnerabilidade? Como mitigar os danos? Como utilizar conhecimentos, saberes e técnicas tradicionais na construção de resistências e resiliências? Todas essas questões tornam-se urgentes em nossas agendas.

Ao mesmo tempo, o impacto direto sobre os patrimônios e o quanto eles estão mais (ou menos) suscetíveis aos efeitos das mudanças climáticas, no sentido de sua preservação e manejo, também se tornou urgente para o Comitê e, agora, para os formuladores de políticas públicas. O pioneirismo do Icomos Brasil encontrou eco nas academias e instituições de pesquisa, bem como na sociedade de forma mais ampla e nos gestores públicos. É inegável

a urgência do tema e a necessidade de ações efetivas para o enfrentamento das mudanças climáticas.

A partir de duas pesquisas desenvolvidas no tema, a primeira financiada pela FAPESP³ e a segunda pelo ICCROM⁴, podemos apresentar alguns avanços teóricos e metodológicos na temática. É importante destacar que as pesquisas foram realizadas entre os anos de 2020 e 2023, em diálogo com as discussões produzidas no âmbito da UNESCO, que resultaram na publicação “Políticas Sobre Ação Climática para o Patrimônio Mundial” (2023). Buscamos por formas de integrar mecanismos de gestão dos riscos climáticos, incluindo a avaliação e monitorização dos perigos climáticos e dos fatores que os causam ou exacerbam, nos processos existentes do Patrimônio Mundial (UNESCO, 2023).

É destacável que o “Documento Político Sobre Ação Climática para o Patrimônio Mundial”, publicado pela UNESCO em novembro de 2023, aponta para alguns caminhos no âmbito internacional, com vista à proteção do patrimônio de valor mundial excepcional. A questão da excepcionalidade mantém-se como um eixo norteador das ações da UNESCO e um ponto de desagrado em especial dos pesquisadores e comunidades do eixo sul-sul, já que a excepcionalidade está pautada na existência de grandeza, genialidade, valor, entre outros atributos sempre filtrados pela ótica colonial. De qualquer forma, partindo de uma tradução

livre, o documento aborda a partilha de experiências sobre métodos e resultados para avaliar perigos, vulnerabilidades e riscos climáticos em bens do Patrimônio Mundial. Nele, são incentivadas ações entre instituições, como a promoção do desenvolvimento de ferramentas de avaliação de riscos climáticos para diferentes regiões, ecossistemas ou tipologias de patrimônio. As regiões transfronteiriças e transnacionais também apresentam um caso importante onde respostas compartilhadas aos riscos climáticos comuns devem ser incentivadas (UNESCO, 2023).

As considerações no referido documento representam os princípios teóricos que fundamentam o patrimônio e as mudanças climáticas como um campo específico; o que gera um efeito simbólico importante ao discutirmos o tema na arena das políticas públicas. Todavia, como e o porquê devemos trabalhar também com aqueles patrimônios que não são excepcionais dentro da ótica UNESCO?

PRINCÍPIOS TEÓRICOS

Ao considerar as mudanças climáticas e o patrimônio cultural como um campo específico de conhecimento constituído de práticas multidisciplinares, entendemos que seja necessário o desenvolvimento de um corpo teórico-metodológico próprio. Destarte, o que trataremos a seguir é um conjunto de proposições para a construção desses

instrumentos, visando ao estabelecimento de critérios básicos para atuar em âmbitos investigativos ou executivos. Assim sendo, dividimos os princípios básicos em 05 pontos que consideramos importante para pensar as mudanças climáticas e o patrimônio cultural:

SOBRE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

A existência de uma mudança climática em curso e em escala mundial é inegável, especialmente no que tange a temperatura global e a química dos oceanos, associadas ao aumento das concentrações de gases com efeito de estufa que estão a forçar mudanças generalizadas nos sistemas biológicos (Harley *et al.*, 2012). Contudo, ainda pouco sabemos sobre as projeções futuras, seja pela dinâmica caótica do sistema climático da terra, seja porque na história geológica recente do nosso planeta, os registros apontam para poucos eventos tão rápidos e abruptos como o atual, mas sabemos que eles impactam drasticamente os sistemas biológicos (Botta *et al.*, 2019).

Como foi apontado entre os desafios, é preciso considerar que há uma diferença singular entre os eventos extremos e a totalidade dos efeitos das mudanças climáticas, sendo o primeiro a expressão mais enérgica da alteração na atmosfera. Como um efeito em cadeia, as transformações afetam de formas distintas a criosfera, a atmosfera, a biosfera, a hidrosfera e até a litosfera, devendo ser

considerados os efeitos de acordo com as especificidades do patrimônio em questão, tais como fogo, inundações, entre outras.

Se tomarmos apenas os eventos extremos como princípio para pensar as mudanças climáticas entramos no campo dos desastres e deixamos de considerar a conjuntura sistêmica que define o clima global, correndo o risco de desconsiderarmos a potência das ações preventivas.

Outro importante fator em relação ao clima é a sua característica dinâmica e constante de transformação das condições atmosféricas. Por vezes é mais fácil focar nos eventos extremos que ocorrem de forma [quase] cíclica que trabalharmos com a morosidade das alterações nos sistemas. Essa característica nos obriga a estar em constante atualização, uma vez que as incertezas sobre as projeções futuras ainda são muitas.

DA TEMPORALIDADE

No âmbito da história da Terra, o aquecimento atual é considerado abrupto e rápido, causando forte pressão sobre a sobrevivência humana (Brovkin *et al.*, 2021). Mas do ponto de vista do ciclo ou tempo geracional, as transformações são lentas, contínuas e constantes, exigindo uma percepção temporal diacrônica.

Na relação entre as mudanças climáticas e seu impacto sobre o patrimônio cultural, estamos trabalhando com ao menos dois tempos: o tempo

geológico de longuíssima duração e o tempo histórico de longa e média duração. Mas é preciso somar a esse contexto os efeitos sobre a vida humana, que no cenário apresentado está na curta duração (Ribeiro, 2015).

Diante das diferentes características temporais envolvendo a questão, a abordagem metodológica também precisa ser diferente, com um olhar obrigatoriamente em três dimensões temporais: curto, médio e longo prazo. As medidas relacionadas aos eventos extremos são essencialmente de curto prazo, com características reativas e com exigência de ações imediatas em situações pontuais. Já as temperaturas mais altas, tempestades mais severas, secas mais longas, aquecimento dos oceanos, perda de espécies (Nações Unidas, s/d), assim como as alterações nas estações do ano, tendem a impactar os patrimônios no médio e longo prazo.

Por fim, pensar a temporalidade que define as relações entre o patrimônio cultural e as mudanças climáticas exige uma abordagem meticulosa e sistêmica, lançando mão de instrumentos de gestão estratégica com foco nas projeções futuras. Nesse ambiente, os sistemas de simulação têm colaborado, mesmo que ainda com muitas incertezas.

Também é preciso compreender a herança do passado e sua forma de diálogo com o tema, seja pelo patrimônio que está presente como produto social histórico, seja pelas recorrências históricas de eventos sobre uma determinada região.

DAS ESCALAS DE AÇÃO

Os efeitos das mudanças climáticas se manifestam de forma distinta de um bioma para outro (Boonman *et al.*, 2022), por isso, deve-se considerar como base para análise a localização geográfica do patrimônio cultural. Isso porque bens diversos sofrerão de maneiras distintas os variados efeitos das mudanças climáticas.

As áreas de fronteiras entre biomas são as mais frágeis, pois a proximidade com outros ecossistemas pode alterar completamente a dinâmica de preservação do bem com o avanço ou retrocesso das espécies locais, causando danos irreversíveis.

No campo analítico, além de considerar a localização do patrimônio, é preciso filtrar a materialidade inerente ao bem de forma a identificar os elementos que o compõem e, a partir daí, identificar as escalas de impacto do patrimônio. Isso porque a materialidade de um bem raramente restringe-se a um tipo.

A escala de atuação também é crucial, uma vez que os eventos climáticos ocorrem localmente como consequência de alterações globais, o que demanda uma abordagem vertical. Suas consequências exigem a coordenação de diferentes níveis de governança, já que os bens afetados são regidos em diversas esferas de gestão (Figueiredo *et al.*, 2022).

A descentralização é outra característica essencial para pensar as relações entre o patrimônio e as mudanças climáticas. Não é possível pensar o

patrimônio frente aos efeitos das mudanças climáticas de forma isolada, sem considerar a cadeia de ações que são acionadas nesses casos. Portanto, da mesma forma como a tomada de decisão monocrática e unilateral tem se demonstrado ineficaz na preservação do patrimônio cultural em geral, a elaboração de estratégias de ação no contexto das mudanças climáticas deve ser partilhada e dialógica, o que demanda articulações em diferentes escalas.

DOS OBJETOS

Antes de partirmos para a definição do objeto é preciso elucidar que nenhuma das proposições aqui apresentadas fazem sentido sem considerarmos o valor maior: a vida. Portanto, seja ao olhar para as mudanças climáticas, seja para o patrimônio, precisamos ter clareza que o objeto a ser protegido é a identidade, a memória, a história das pessoas, culturas, gerações, povos e grupos (Flores, 2012) que estão de alguma forma envolvidos com os bens a serem preservados.

Dito isso, o tema que desenvolvemos na presente pesquisa é composto pela justaposição de dois temas disciplinares: o Patrimônio Cultural e as Mudanças Climáticas. Dois campos que se ligam a áreas específicas de estudos quando tomados isoladamente, mas a proposição que trazemos está na intersecção desses termos, ou seja, onde o patrimônio e as mudanças climáticas se conectam. Não é uma

tarefa fácil estabelecer esse limite, pois esse recorte de ação pode ser por vezes frustrante diante dos riscos aos quais o patrimônio cultural está exposto.

O patrimônio cultural deve ser encarado em sua totalidade material e imaterial, não apenas como uma alegoria, mas como um meio de vida para seus detentores, comunidades tradicionais associadas e usuários. Contudo, é na materialidade que os efeitos das mudanças climáticas são observados primeiro, sendo necessário identificar cada elemento de um bem e avaliar qual a sua porção mais vulnerável aos efeitos mais recorrentes que ocorrem no território onde o bem se localiza. Lembrando que a recorrência histórica de eventos climáticos devem ser consideradas como prioridade.

A imaterialidade do patrimônio tende a se transformar a longo prazo após os impactos terem transformado o ambiente em que se encontra, sendo a expressão de adaptações realizadas pelos detentores para a sobrevivência da sua cultura. Essas transformações devem ser consideradas como potencialidades no cenário das mudanças, podendo ser instrumentalizadas e potencializadas através da sua conjugação com novas tecnologias.

DA ABORDAGEM

A abordagem da relação entre o patrimônio cultural e as mudanças climáticas só pode ser concebida em rede e repetindo as premissas anteriores de

horizontalidade e diacronia. Entretanto, é preciso garantir o respeito às comunidades envolvidas no processo, incluindo-as nas diferentes esferas de governança sobre o bem cultural. Segundo Lotta (2019), atualmente, a ideia de governança, de instrumentos de ação pública, da relação entre atores estatais e não estatais, dos novos arranjos institucionais, dos processos multiníveis, dos sistemas de coordenação, das capacidades estatais na implementação, dentre outros, são algumas das temáticas que ganham espaço nessa nova agenda das políticas públicas.

Assim, seja no campo político ou científico, é fundamental que as tomadas de decisão e implementação sejam feitas por meio de articulações dialógicas e conjuntas entre gestores, detentores, pesquisadores, povos tradicionais e outros grupos que desenvolvam atividades relacionadas ao bem e ao bioma em questão. Mesmo que essa estratégia perca em agilidade, ela tende a ganhar em efetividade e continuidade.

Da abordagem científica, ter no processo pessoas que já estejam envolvidas com o patrimônio ou com a região em questão facilita o entendimento das transformações a médio prazo sem a necessidade obrigatória de recursos externos à comunidade ou experimentais. Além disso, contribui para o reconhecimento da história e das relações locais para identificação e gestão de eventuais conflitos.

O envolvimento de pesquisadores garante uma ação em via dupla ao possibilitar o aprofundamento da história oficial da região e, gradualmente, complementar com as memórias locais, assim como estabelecer uma colaboração entre a fala local e os discursos autorizados.

ASPECTOS METODOLÓGICOS EM DESENVOLVIMENTO

A metodologia proposta para abordar a relação entre o patrimônio cultural e as mudanças climáticas será estabelecida em função da sua aplicação, ou seja, visa relacionar as teorias anteriormente apresentadas com a prática de intervenção, com especial atenção à gestão dos bens culturais através das políticas públicas.

A pretensão aqui é estabelecer uma cadeia operatória de aplicação das políticas públicas, mas também poderia/deveria ser utilizada para elaboração de pesquisas nesse campo específico, visto que a produção de conhecimento é um dos produtos esperados.

As etapas da cadeia, apesar de não serem novas, demonstram sua eficácia como sequência operatória em outros campos por estar na base de muitas outras lógicas de análise social. Contudo, é preciso ter claro que na prática os modelos teóricos são adaptáveis, e assim deve ser, para que haja de fato uma aplicação em contextos reais.

A sequência se baseia em etapas sobre as perspectivas verbais do ver, avaliar, agir, rever e avançar, sequenciados cronologicamente para formação de ação cíclica. A perspectiva do “ver” é a etapa de identificação dos bens, atores, parceiros, do território e das relações históricas entre eles. Por vezes, essa identificação é realizada pelos gestores de forma intuitiva, mentalmente mapeando e acionando os principais parceiros e agentes envolvidos com o patrimônio de um determinado espaço. Contudo, é preciso criarmos prática de tradução desse sentimento para análises escritas, seja através de listas ou mapas mentais, estabelecendo as funções e relações entre os diferentes elementos. Essa ação é necessária, pois a relação entre as mudanças climáticas e o patrimônio envolve múltiplas variáveis.

O “avaliar” corresponde a compreensão dos riscos, perigos, vulnerabilidades e potencialidades inerentes ao patrimônio da região em função dos efeitos das mudanças climáticas. É preciso considerar os tipos de efeitos e cenários futuros para a região e definir quais bens seriam mais impactados. Por quais efeitos? Na sua totalidade ou em parcela dele? Como as práticas tradicionais têm lidado com essas relações historicamente? Entre outras questões que podem auxiliar na tomada de decisão. O uso de questionários e/ou entrevistas são ferramentas muito úteis nessa etapa, pois as soluções para os problemas são claras para as comunidades diretamente afetadas, cabendo ao responsável apenas uma adequação às condições do grupo que trabalha.

A etapa do “agir” envolve o desenvolvimento de projeto sobre as informações obtidas nas duas etapas anteriores. É necessário considerar metas a curto, médio e longo prazo, assim como formas de avaliação dos seus resultados e dos efeitos das atividades propostas no projeto, e a sua continuidade pelos principais interessados pela preservação do bem. A execução do projeto deve seguir as metodologias estabelecidas no projeto, levando em consideração as peculiaridades de cada local, envolvendo as pessoas, instituições, organizações e outros com interesses comuns.

O “rever” é almejar a continuidade da ação e sua possível ampliação. Negligenciada na gestão pública, essa etapa demanda maturidade administrativa para considerar que sempre há possibilidade de melhoria. As políticas aqui pretensas lidam com fator climático, extremamente dinâmico, ou seja, essa revisão das ações precisam incluir os novos cenários. Contudo, nos deparamos com condições de trocas de gestores, trocas de governos, trocas de ideologias políticas e, muitas vezes, os projetos não conseguem avançar.

“Avançar” é o objetivo de todo gestor comprometido. Trata-se de buscar outros desafios para a aplicação do projeto e verificar a real eficácia como política pública contempladora de múltiplos locais. É por vezes necessário recomeçar o ciclo ou simplesmente adaptá-lo de acordo com cada realidade.

APRESENTAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

Parte da metodologia foi compilada das experiências com o “*Net Zero: Heritage for Climate Action*”, programa idealizado pelo *International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property* (ICCROM), sendo desenvolvida na Comunidade Quilombola do Camburi (Ubatuba/SP), entre os anos de 2022 e 2024. Por ocasião do projeto, foram desenvolvidas atividades com a equipe brasileira, formada por pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), *campus* Pantanal.

Inicialmente, foi realizado extenso levantamento das características históricas, edafoclimáticas, biológicas e culturais da comunidade. Em seguida, a ação consistiu no estabelecimento dos principais riscos e perigos para o patrimônio cultural da comunidade em função das mudanças climáticas, identificando as potencialidades de enfrentamento a partir do próprio conhecimento tradicional. O mapeamento dos patrimônios culturais, realizado por meio de cartografia social, demonstra uma visão difusa sobre o que é valorizado localmente, sendo o saber tradicional e a relação dos indivíduos com o território os bens mais ressaltados pela comunidade.

Com base nesses dados e juntamente com a comunidade, foi possível estabelecer um plano de ação, visando atuar sobre os principais perigos identificados: as enchentes e os deslizamentos de terras provocadas pelas chuvas torrenciais, bem como a perda exponencial da capacidade de produção de alimentos mediante as alterações do clima.

Diante dos elementos apresentados e trabalhados com a comunidade, foram desenvolvidas duas ações estratégicas, a saber:

- Bancos de sementes descentralizados: apesar da prática de troca de sementes tradicionais já existir na comunidade, o plantio e a diversidade de espécies do território tornaram-se limitados ao longo do tempo, devido às proibições das práticas tradicionais locais frente a instalação de uma Unidade de Conservação em sobreposição ao Camburi. Diante dessa lacuna e como parte de uma ação voltada para segurança alimentar, residentes da comunidade participaram de feiras de trocas de sementes na região e adquiriram novas sementes, recuperando parte da diversidade genética pré-existente nas áreas agricultáveis. Posteriormente, foram elaborados e distribuídos kits individuais contendo arroz, feijão e milho, armazenados em garrafas plásticas e misturados com cinzas para manutenção da viabilidade das sementes por longos períodos.

A escolha pela descentralização dos bancos de sementes, em oposição a um modelo único e comunitário, deu-se pelo fato de que o modo de plantio atual e predominante no quilombo se dá por meio dos quintais agroecológicos. Ao longo do tempo e por uma série de transformações culturais locais, a prática agrícola foi tornando-se mais individual e restrita aos espaços residenciais, contrapondo-se às grandes roças de coivara tradicionais;

- Identificação dos pontos de encontro seguros: no mapeamento elaborado pela comunidade, foram destacados os patrimônios e as áreas mais vulneráveis aos efeitos das mudanças climáticas. Após e com base neste levantamento, a Defesa Civil da cidade de Ubatuba foi contatada para realização de reconhecimento do território e aplicação de conhecimentos técnicos em complemento aos tradicionais. Constatou-se, por ambas as partes envolvidas, que durante um evento climático extremo, como as enchentes, não há rotas de fuga viáveis dentro da comunidade, que distribui-se pelo território de forma difusa e isolada internamente. Assim, foram identificados pontos seguros nas diferentes glebas, levando em consideração o conhecimento territorial dos moradores e a experiência profissional dos agentes da Defesa Civil. A partir de conversas coletivas nas áreas

residenciais do Camburi, foi instaurado o Núcleo de Proteção e Defesa Civil (NUPDEC), importante órgão de promoção de consciência coletiva e de mudança nos hábitos, a fim de evitar e/ou reduzir ocorrências de desastres durante eventos climáticos extremos. Esse núcleo representa uma iniciativa de extrema importância para a comunidade, não só pelo treinamento e instrumentalização dos moradores nos momentos de isolamento temporário, até que os órgãos municipais possam prestar assistência, mas também por ser o primeiro NUPDEC de Ubatuba.

Na perspectiva da pesquisa financiada pela FAPESP, foi criado um índice de vulnerabilidade climática para os patrimônios arqueológicos da cidade de Ubatuba/SP. A proposta era que esse índice pudesse ser construído pelos arqueólogos que estão em campo, durante seus trabalhos e a partir de suas sensibilidades. Com um aplicativo de uso intuitivo e construído sobre questões bastante objetivas (aspectos físico e territorial do patrimônio analisado), que alimentavam um modelo de vulnerabilidade socioambiental e climático, os patrimônios avaliados recebiam um índice que demonstrava sua vulnerabilidade. Esse índice é entendido por nós como um sinalizador para a

urgência de políticas públicas sobre determinados territórios e patrimônio. Na imensidão de urgências que temos enfrentado neste novo normal, o que privilegiar? O aplicativo foi acolhido pelos gestores e formuladores de políticas públicas no Brasil e passa por um processo de ampliação, tanto de seu escopo quanto de sua abrangência. A importância dessa acolhida nos indica não só a urgência da temática, como sua centralidade nos debates públicos, em diferentes escalas, no século XXI.

CONCLUSÕES

A influência inegável dos efeitos das mudanças climáticas nas condições sociais tem levado grupos especializados a considerarem o impacto desses efeitos em aspectos cada vez mais específicos da sociedade. Um desses aspectos é o patrimônio cultural, uma parte significativa da memória e identidade dos grupos humanos, que representa uma seleção tangível/intangível da história e tem sido afetado por diversos efeitos. Todavia, o patrimônio cultural também carrega marcas da resiliência humana e da capacidade adaptativa.

Apesar de todas as questões ainda em aberto, é importante entender em quais esferas podemos atuar. Particularmente, o enfoque na esfera pública

parece ser o mais abrangente e eficaz, pois permite a integração de diversos conhecimentos. No entanto, a questão dos conceitos e das metodologias empregadas em campo precisam ser amplamente discutidas e pensadas, afinal, a temática é jovem quando pensamos no escopo da História das Ciências e do tema do Patrimônio.

Pensando nas potencialidades e lacunas da temática, o presente texto indicou o debate no campo dos patrimônios a partir de indicações internacionais, trouxe a Criação do Comitê de Mudanças Climáticas e Patrimônios (Icomos Brasil) para o mesmo cenário, e indicou duas ações de pesquisas, com debates teóricos e metodológicos, para a reflexão. Temos ciência de que o debate é inicial, mas ao mesmo tempo, acreditamos na importância e no potencial das discussões para mobilizar outras realidades e cotidianos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos financiamentos da FAPESP, CNPq, FAPEC e ICCROM, que viabilizaram a realização das pesquisas aqui apresentadas. Ao Icomos Brasil, nossos agradecimentos pela acolhida e pelo apoio incondicional às lutas em prol do patrimônio e pela construção de novos caminhos para o enfrentamento efetivo das mudanças climáticas. Às universidades públicas Unicamp e UFMS, nosso reconhecimento por manterem o compromisso social com a democracia e a garantia de uma instituição plural e aberta ao pensamento crítico. Às equipes dos laboratórios de arqueologia LAP (NEPAM/Unicamp) e LAPan (UFMS), nossa gratidão por sua dedicação imensurável à pesquisa e à extensão. Aos organizadores deste volume, agradecemos pelo espaço concedido ao debate.

REFERÊNCIAS

- BOONMAN, C. C. F. *et al.* *Trait-based projections of climate change effects on global biome distributions*. *Diversity and Distributions*, v. 28, n. 1, 2022, p. 25-37.
- BOTTA, F. *et al.* *Abrupt change in climate and biotic systems*. *Current Biology*, v. 29, n. 19, p. R1045-R1054, 2019.
- BROVKIN, V. *et al.* *Past abrupt changes, tipping points and cascading impacts in the Earth system*. *Nature Geoscience*, v. 14, n. 8, 2021, p. 550-558.
- CARVALHO, A.V.; CAMPOS, L. C.; SILVA, L. Mudanças climáticas, patrimônios e a crise da humanidade. In: CASTRIOTA, L. B. (Org.). *Patrimônio Y crisis: Patrimônio E Crise*. 1. ed. Belo Horizonte: IEDS; ICOMOS, 2020, v. 1, p. 1-339.
- FIGUEIREDO, V. G. B. *et al.* (Org.). *Manual de orientações às políticas municipais de patrimônio cultural [livro eletrônico]: comissão de patrimônio cultural: CPC-CAU/SP*. 1. ed. São Paulo: Conselho Arquitetura e Urbanismo de São Paulo - CAU/SP, 2022.
- FLORES, P. A. *O Patrimônio Cultural: função social e relações interdisciplinares*. *Mouseion*, n. 13, 2012, p. 76-96.
- HARLEY, C. D. G. *et al.* *Effects of climate change on global seaweed communities*. *Journal of Phycology*, v. 48, n. 5, 2012, p. 1064-1078.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 2023, pp. 1-34.
- LOTTA, G. *A política pública como ela é: contribuições dos estudos sobre implementação para a análise de políticas públicas. Teoria e análises sobre implementação de políticas públicas no Brasil*. Brasília: Enap, 2019, p. 11-38.
- NAÇÕES UNIDAS. *Causas e Efeitos das Mudanças Climáticas*. S/D. Disponível em: <https://www.un.org/pt/climatechange/science/causes-effects-climate-change>. Acesso em: 04 abr. 2024.
- NAÇÕES UNIDAS. *Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima*. 1992. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2652.html. Acesso em: 22 mai. 2024. <https://antigo.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas.html>.

NOTAS

RIBEIRO, G. *A arte de conjugar tempo e espaço: Fernand Braudel, a geo-história e a longa duração*. História, Ciências, Saúde-Manguinhos, v. 22, 2015, p. 605-611.

SATOLO, V. P. X. *et al.* *Um panorama histórico-conceitual da pesquisa interdisciplinar: uma análise a partir da pós-graduação da área interdisciplinar*. Educação em Revista, 35, e185294, 2019.

UNESCO. *Policy document on climate action for world heritage: as adopted by the General Assembly of States Parties at its 24th session* (UNESCO, 2023) (Resolution 24 GA 8). 2023.

ZANIRATO, S. H. *Desafios para a conservação do patrimônio da humanidade diante das mudanças climáticas*. Colóquio Internacional De Geocrítica: Diezaños de cambios en el mundo, en la geografía y en las ciencias sociales, v. 2008, n. 10, 1999.

- 1 Ministério da Cultura. Cultura é incorporada como eixo fundamental no enfrentamento às mudanças climáticas na COP 28. Governo Federal, 08 dez. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/cultura/pt-br/assuntos/noticias/cultura-e-incorporada-como-eixo-fundamental-no-enfrentamento-a-mudancas-climaticas-na-cop-28>. Acesso em: 22 mai. 2024.
- 2 UNESCO, áreas financiadas. Disponível em: <https://core.unesco.org/en/home>. Acesso em: 22 mai. 2024.
- 3 Aline Vieira de Carvalho e Luana Cristina da Silva Campos (Projeto FAPESP 2019/06579-7).
- 4 Aline Vieira de Carvalho, Luana Cristina da Silva Campos e João Paulo Soares Silva (ICCROM - "Net Zero: Heritage for Climate Action").

Experiencias de conservación preventiva y sustentabilidad en el Museo de Arte Contemporáneo Beato Angélico UCALP

MAURO GARCÍA SANTA

Universidad Católica de La Plata

JIMENA GARCÍA SANTA

Universidad Católica de La Plata

WALTER PATRICIO DI SANTO

Universidad Católica de La Plata

GUILLERMO RUBÉN GARCÍA

Universidad Católica de La Plata

INTRODUCCIÓN

El Museo de Arte Contemporáneo Beato Angélico de la Universidad Católica de La Plata, fue fundado el 23 de mayo de 1980. Su antecedente es la Pinacoteca UCALP, creada en 1977 por iniciativa de su Rector, con la autorización del Consejo Superior de la Universidad Católica de La Plata. La propuesta es realizada por la artista Mabel Matto (Gladys Sacardo), quien había organizado muestras plásticas que dieron origen a las primeras donaciones recibidas por la Universidad (la obra 1 del inventario es de Carlos Manso). Las muestras de la Pinacoteca se llevaban a cabo en el Rectorado, ubicado en avenida 13 entre las calles 57 y 58, al ir acrecentándose esta colección, surge la idea de fundar un museo. El Arzobispado cedió para ese fin el edificio que perteneció a “La Divina Providencia”, localizado en la esquina de Diag. 73, calle 47 y calle 16. Se realizó una obra de refuncionalización, con el proyecto del Arq. Carlos Ruótolo, que conservó su fachada exterior del año 1902 y fue remodelado interiormente por la Facultad de Arquitectura de la UCALP. El nombre del museo responde al pintor del primer renacimiento, Guido di Pietro, conocido en su época como Fra Angelico o Fray Angélico, O. P. Este pintor de la escuela Toscana, fue un fraile dominico que introdujo el uso de la perspectiva en su tiempo. Su Santidad Juan Pablo II lo beatificó y nombró protector de los artistas en 1982.

Las variadas actividades que se realizan hacen de este un museo vivo. Mensualmente se inauguran muestras temporarias de plástica, con obras de artistas invitados (más de 60 muestras individuales por año). El museo también lleva a cabo conferencias, presentaciones de libros, concursos (Salón Distinción Beato Angélico), proyecciones de cine, exposiciones en otras instituciones, etc. El acercarse a diversos públicos permite una interacción importante entre los asistentes y esto genera una sinergia única mostrando como en la contemporaneidad están vigentes todas las propuestas fundamentadas, con trabajo, investigación y, sin duda, talento, conviviendo en un espacio expositivo, diagramado y pensado para la interrelación tendiendo puentes.

El espacio cuenta con una circulación que permite la comunicación entre las exhibiciones mensuales que coexisten, permitiendo que los públicos se retroalimenten y presencien las propuestas de los diferentes artistas. Tradicionalmente, el primer viernes de cada mes entre febrero y noviembre se inauguran las muestras transitorias individuales, durante el mes de diciembre se exhibe sólo patrimonio, incluyendo las donaciones sumadas al acervo del museo en el año en curso.

La espacialidad arquitectónica permite desarrollar actividades en las dos plantas, sumando seis salas y un espacio abalconado donde se exhibe patrimonio todo el año. Las obras expuestas de

forma permanente también conviven con las exposiciones transitorias, en algunos ángulos de la circulación, dando prestigio al recorrido y exhibiendo siempre parte de su acervo. El Museo posee un acervo permanente integrado por más de 850 obras, donadas por artistas o coleccionistas particulares, y seleccionadas por sus autoridades para mantener la coherencia del nivel de obras plásticas que lo integran. La actualidad está dada en la convivencia de las diferentes propuestas estéticas que dialogan entre sí y generan adecuados contextos a las obras plásticas exhibibles, permitiendo el desarrollo de un diálogo, la posibilidad de análisis, investigación y visibilización de las nuevas propuestas estéticas, que de esta forma pueden ser coetáneas entre sí en un mismo espacio.

El Museo organiza numerosas muestras internacionales, con embajadas y universidades, con las que se han realizado intercambios, actividades académicas y de extensión, incentivando la presencia de artistas actuales argentinos exponiendo en Europa y América, conviviendo con las nuevas tendencias y posibilidades artísticas. Solo por mencionar algunos ejemplos, se realizaron exhibiciones con la Universidad Católica de Milán, la Casa Argentina en Roma, la casa Le Corbusier en París, la Universidad de Granada, etc.; produciendo muestras de los distintos espacios académicos, estrechando vínculos y articulando planes de cooperación y acuerdos interuniversitarios.

Estas manifestaciones artísticas han logrado el reconocimiento del Museo Beato Angélico en su ciudad, La Plata, y en el mundo. El mismo está incluido en el Pontificium Consilium de Cultura — Citta del Vaticano, la Red Iberoamericana del Patrimonio Cultural, con el Patrocinio del Ministerio de Educación de España, Latin American Art — Organización de los Estados Americanos, Red Universia, Artea Mundo, Consejo Internacional de Museos (ICOM), Instituto Latinoamericano de Museos (ILAM), Red de Museos Universitarios, Red de Museos y Cambio Climático, Red Provincial de Museos, etc. Sus directivos son miembros de la Comisión Directiva de la Asociación de Directores de Museos de la República Argentina (ADiMRA).

CONTEXTO GLOBAL Y PERSPECTIVAS DE ACCIÓN CLIMÁTICA

Desde la segunda mitad del siglo XX se han observado cambios en la atmósfera y el océano debido al aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI). Para mitigar el cambio climático es necesario entonces reducir las emisiones de GEI (IPCC, 2014). Es posible afirmar que existe consenso científico sobre el origen antropogénico del calentamiento global (Cook et al., 2013). Debido a los cambios en el sistema climático es posible que en América Latina la subida del nivel del mar aumente los riesgos de inundación en zonas bajas. Además, se prevé que los cambios en las pautas de las precipitaciones y la desaparición de los glaciares afecten significativamente la disponibilidad de agua. Sin embargo, la implementación de estrategias de adaptación y de mitigación puede disminuir el impacto de los riesgos asociados al cambio climático (IPCC, 2021).

El patrimonio cultural, con sus valores tangibles e intangibles, interactúa con el Acuerdo de París. El documento “El futuro de nuestros pasados” propone una serie de estrategias de adaptación y de mitigación del patrimonio a los efectos del cambio climático (ICOMOS, 2019). La “Declaración de Emergencia Climática y Ecológica” reconoce que el mundo no está cumpliendo los objetivos de París y que ya se están sintiendo los impactos adversos sobre el patrimonio cultural. También reconoce el

PROF. DR. WALTER PATRICIO DI SANTO
Director Museo UCALP

inmenso potencial del patrimonio para permitir una acción climática inclusiva, transformadora y justa (ICOMOS, 2020).

En el año 2022, la Asamblea General del Consejo Internacional de Museos (ICOM), aprueba una nueva definición de Museo, que incorpora los conceptos de accesibilidad, inclusión y sostenibilidad: “Un museo es una institución sin ánimo de lucro, permanente y al servicio de la sociedad (...) abierto al público, accesible e inclusivo, los museos fomentan la diversidad y la sostenibilidad” (ICOM, 2022).

A comienzos de abril de 2023, se publica la Agenda Mundial de Investigación y Acción sobre Cultura, Patrimonio y Cambio Climático, que es el resultado de la Reunión Internacional Copatrocinada sobre Cultura, Patrimonio y Cambio Climático (ICSM-CHC), realizada en diciembre de 2021. En esa reunión más de cien participantes de todo el mundo exploraron las sinergias entre la cultura, el patrimonio y el cambio climático. La reunión estuvo organizada por el Consejo Internacional de Monumentos y Sitios, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura junto con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (UNESCO, ICOMOS, IPCC, 2023).

Considerando estos escenarios, se destaca la importancia de la implementación de estrategias de adaptación y mitigación, basadas en la protección del patrimonio, que permitan reducir los riesgos asociados al cambio climático (García Santa Cruz et al, 2020, 2021, 2023). En este contexto, cobran

especial relevancia las actividades de docencia, investigación y extensión que desde el año 2018 se realizan en la asignatura Arquitectura, Paisaje y Patrimonio. Estas actividades tienen como caso de estudio el Museo de Arte Contemporáneo Beato Angélico UCALP y proponen desarrollar lineamientos de intervención sustentables para los distintos espacios de exhibición del museo.

CARACTERIZACIÓN DEL CLIMA DE LA PLATA

La ciudad de La Plata es la capital de la provincia de Buenos Aires, está localizada a una altura de 23 m sobre el nivel del mar, en la latitud 34°55´ S y longitud 57°57´ O. Según la clasificación de Köppen-Geiger, actualizada por Peel et al. (2007), su clima es Cfa (C por warm temperate, f por fully humid, a por hot summer). Si se consideran las zonas bioambientales de Argentina (Norma IRAM 11603:2012), la localidad de La Plata se encuentra ubicada en la Zona III Subzona B: zona templada cálida, con amplitudes térmicas menores que 14 °C. Esta región se caracteriza por veranos relativamente calurosos con temperaturas medias comprendidas entre 20°C — 26°C y máximas mayores que 30°C, inviernos no muy fríos con temperaturas medias entre 8°C — 12°C y mínimas que excepcionalmente son inferiores a 0°C. Sus amplitudes térmicas son menores a 14°C a lo largo de todo el año (Bre et al., 2017).

La Norma IRAM 11603:2012 proporciona información geográfica y climática de la localidad de La Plata, Prov. de Buenos Aires. En las tablas se sintetizan los siguientes datos climáticos característicos de invierno y verano: Temperatura Media (TMED), Temperatura Máxima (TMÁX), Temperatura Mínima (TMÍN), Temperatura de Diseño Mínima (TDMN), Temperatura Mínima Absoluta (TMNA), Temperatura de Diseño Máxima (TDMX), Temperatura Máxima Absoluta (TMXA), Precipitaciones (PREC), Humedad Relativa (HR), Velocidad del Viento (VM), Grados días de calefacción en función de diversas temperaturas base de confort (GDnn).

INVIERNO		VERANO	
TMED	11,08	TMED	21,89
TMÁX	15,70	TMÁX	27,40
TMÍN	6,50	TMÍN	16,40
TDMN	-2,50	TDMX	35,50
TMNA	-4,30	TMXA	39,90
PREC	264	PREC	446,2
HR	83	HR	76,20
VM	13,0	VM	15,10
GD16: 823		GD18: 1210	
GD20: 1678		GD22: 2228	

DATOS CLIMÁTICOS DE INVIERNO Y VERANO DE LA PLATA

FUENTE: IRAM 11603:2012

Por lo tanto, es importante considerar los recursos necesarios para el mejoramiento de la inercia térmica de las construcciones, la protección solar eficiente durante el verano y la utilización de colores claros exteriores. Si se considera la latitud y la radiación solar, la orientación favorable es la NO-N-NE-E. Sin embargo, durante el verano se recomienda el uso de sistemas de protección solar, como parasoles horizontales o verticales según la orientación (Norma IRAM 11603:2012).

ESTUDIOS SOBRE
LA SALA SOLDI

Por su forma arquitectónica, la Sala Soldi tiene la acústica adecuada y presenta un diseño inspirado en los anfiteatros clásicos, con un escalonamiento que genera así un espacio apropiado en el que se realizan conciertos de música de cámara, interpretados por prestigiosos músicos, cantantes y jóvenes talentos. Esta sala tiene su nombre en homenaje al maestro Raúl Soldi, quien entre 1979 y 1980 realizó el mural cerámico ubicado en el centro de esa sala, hermanándolo con la obra el “Milagro de la Virgen de Luján” pintado una década antes en Nazareth, Tierra Santa.

Este espacio de exhibición fue analizado por distintos estudiantes en el marco de las actividades prácticas de la asignatura Arquitectura, Paisaje y Patrimonio, que es dictada en la Facultad de

Exhibición de obras de Raúl Soldi en el Museo UCALP.

FOTOGRAFÍA: MAURO GARCÍA SANTA CRUZ (2024).



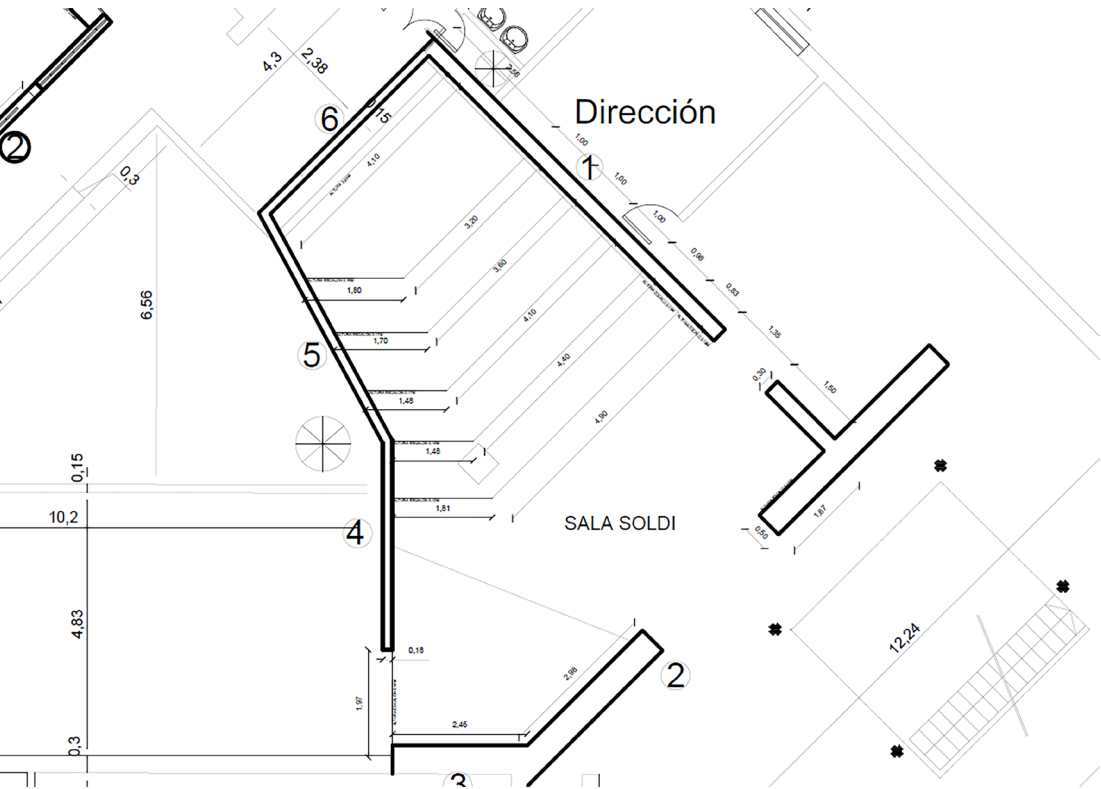
Arquitectura y Diseño (FAD UCALP). El objetivo de esos trabajos es realizar un relevamiento del espacio de exhibición, de la colección del Museo y proponer una intervención que permita optimizar las condiciones de la sala.

Actualmente también se realiza el proyecto de investigación “Conservación preventiva y sustentabilidad en museos” que tiene como estudio de caso la Sala Soldi del Museo UCALP. Participan de este proyecto investigadores y estudiantes de la FAD UCALP. El objetivo de este proyecto es desarrollar los lineamientos para una propuesta de intervención, considerando recomendaciones de conservación preventiva y sustentabilidad, para

la Sala Soldi del Museo de Arte Contemporáneo Beato Angélico.

Para esto se realiza el relevamiento y análisis morfológico, funcional, tecnológico y sustentable de la sala, a partir del relevamiento métrico y fotográfico del espacio. También se realiza el relevamiento de los sistemas de iluminación, ventilación y calefacción. También se estudian las características de la materialidad de los componentes de la envolvente de la sala para el posterior análisis de eficiencia energética y sustentabilidad. Al mismo tiempo, se realiza un análisis de la forma y ubicación en el edificio, la conexión con otras salas de exposición y las actividades culturales que se realizan en este espacio.

Plano de planta de la Sala Soldi incorporando información de relevamientos.
FUENTE: GARCÍA SANTA CRUZ, MAYORGA, MELGAR, FERNÁNDEZ GINZERY (2024).



Durante las tareas de campo se relevan las características de los diferentes componentes de la envolvente de la sala: muros, revestimientos, solados, cubierta, carpinterías. Se analizan las tecnologías y sistemas constructivos identificando los componentes originales del edificio de principios del siglo XX, los correspondientes a su refuncionalización como museo en la década de 1980, así como la intervención en el solado realizada en 2013.

También se verifican las medidas de cada muro, sus espesores y vanos con cinta métrica, se utiliza medidor láser para las mediciones generales de la sala y para relevar las diferentes alturas. Además de las tareas de campo realizadas en el Museo UCALP,

se realizan tareas de gabinete en el Instituto de Investigación en Arquitectura y Territorio (INISAT FAD UCALP) en las que se revisan los avances realizados en el dibujo digital de las plantas, cortes y vistas de la Sala Soldi.

Para el estudio de conservación preventiva del acervo exhibido en la Sala Soldi, se realiza el reconocimiento de las obras de arte que se exhiben de forma permanente y aquellas que se exponen de forma transitoria en ese espacio del Museo Beato Angélico. Se confeccionan fichas de las obras del acervo que se exponen de forma permanente en este espacio. En la Sala Soldi se exponen de forma permanente dos obras del acervo del museo. Una

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E PATRIMÔNIO CULTURAL

Fotografía del mural "El milagro de la Virgen de Luján".

FOTO: MAURO GARCÍA SANTA CRUZ, 2024.



OBRA: El milagro de la Virgen de Luján

AUTOR: Raúl Soldi

FECHA: 23/5/1980

TÉCNICA: Mural cerámico

DIMENSIONES: 554 cm x 224 cm

Fotografía de la sala soldi y de la obra "al trabajo"

FOTO: MAURO GARCÍA SANTA CRUZ, 2024.



OBRA: Al Trabajo

AUTOR: Antonuccio Pietro

FECHA: 1976

TÉCNICA: Óleo sobre tela

DIMENSIONES: 180 cm x 220 cm

de estas obras es el mural llamado “El milagro de la Virgen de Luján”, un mural cerámico realizado en 1980 por Raúl Soldi con la colaboración de la ceramista María del Carmen Bruni. La otra obra que se expone de forma permanente en esta sala es un óleo sobre tela de 1976, llamado “Al trabajo”, obra del artista Antonuccio Pietro.

Con la participación de los investigadores y estudiantes que integran el proyecto de investigación, se realizaron mediciones del nivel de radiación visible y del nivel de radiación ultravioleta, tanto en el interior de la Sala Soldi como también en el Patio de Esculturas. En la sala de exhibición se realizaron dos series de mediciones, una para analizar la iluminación natural y otra para analizar la iluminación artificial. La iluminación natural oscila entre 25 y 60 lux, mientras que la iluminación artificial se registra entre 62 y 137 lux. En ambos escenarios no se registra radiación ultravioleta en el interior de la Sala Soldi. Los valores se comparan con los registros de radiación solar directa realizados en el patio de esculturas, en ese espacio los valores medidos son 4320 lux y 1957 UV.

Desde la primavera del año 2019 se realizan mediciones continuas con *datalogger* marca HOBO de las variables de temperatura (T) y humedad relativa (HR) en las distintas salas de exhibición del Museo. Los datos registrados se organizan en distintas tablas y gráficos para realizar el análisis de las condiciones higrotérmicas. Las tablas permiten organizar los datos medidos y también realizar una

serie de operaciones estadísticas para determinar valores mínimos, medios y máximos, así como también calcular las variaciones diarias.

Las mediciones se realizan con una frecuencia horaria durante las cuatro estaciones del año. Se realiza un estudio preliminar de las variables T y HR registradas durante febrero de 2023 y se comparan con los valores registrados durante febrero de 2020, 2021 y 2022. A partir de los valores registrados en la Sala Soldi, se realizan una serie de gráficos que facilitan el análisis de estas variables: histograma de T y HR, gráfico de promedio diario y gráfico de variación diaria.

El histograma grafica las curvas de evolución de las variables T y HR durante los períodos analizados. La región naranja delimita los valores de T recomendados de conservación, T entre 15°C y 25°C (IIC e ICOM-CC, 2014) y los valores de T determinados por el Rango Objetivo (RO), entre 15°C y 30°C (UNI EN 15757:2010). La región celeste indica los valores de HR recomendados, HR entre 40% y 60% (IIC e ICOM-CC, 2014) y los valores de HR determinados por el RO, entre 40% y 70% (UNI EN 15757:2010). Las curvas del sector inferior corresponden a los valores de temperatura, mientras que las curvas del sector superior corresponden a los valores de humedad relativa. La mayoría de los valores medidos se encuentran dentro de los rangos recomendados, sólo durante el verano de 2023 se registran valores fuera de esos rangos y coinciden con los días donde se registró una ola de calor.

Histograma de Temperatura y Humedad Relativa, febrero 2020 a 2023, Verano.
FUENTE: MAURO GARCÍA SANTA CRUZ, 2024.

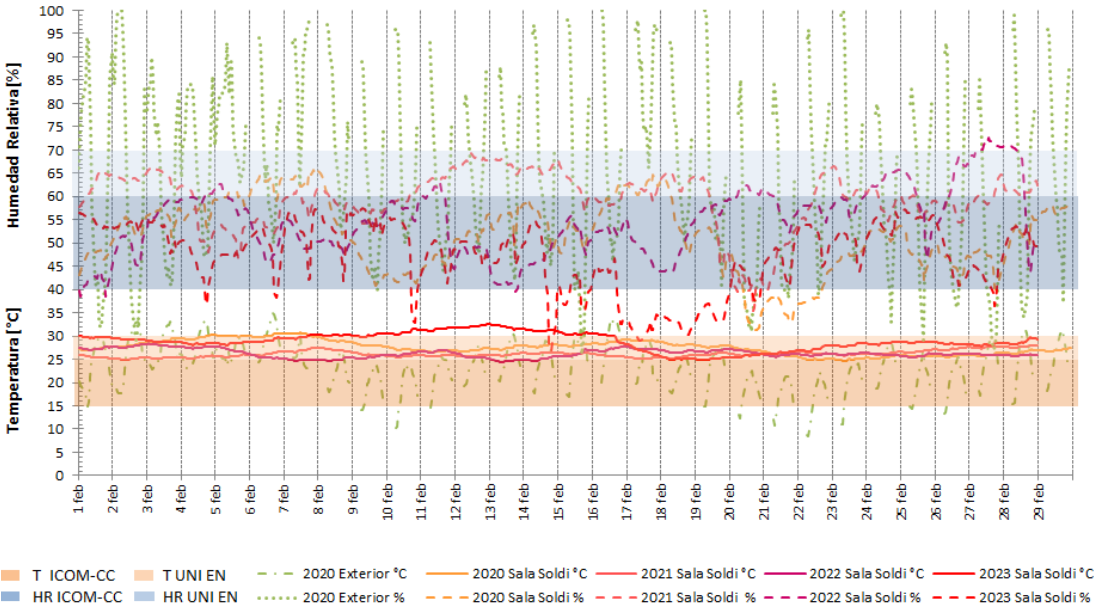


Gráfico de Promedio Diario de T y HR, febrero 2020 a 2023, Verano
FUENTE: MAURO GARCÍA SANTA CRUZ, 2024.

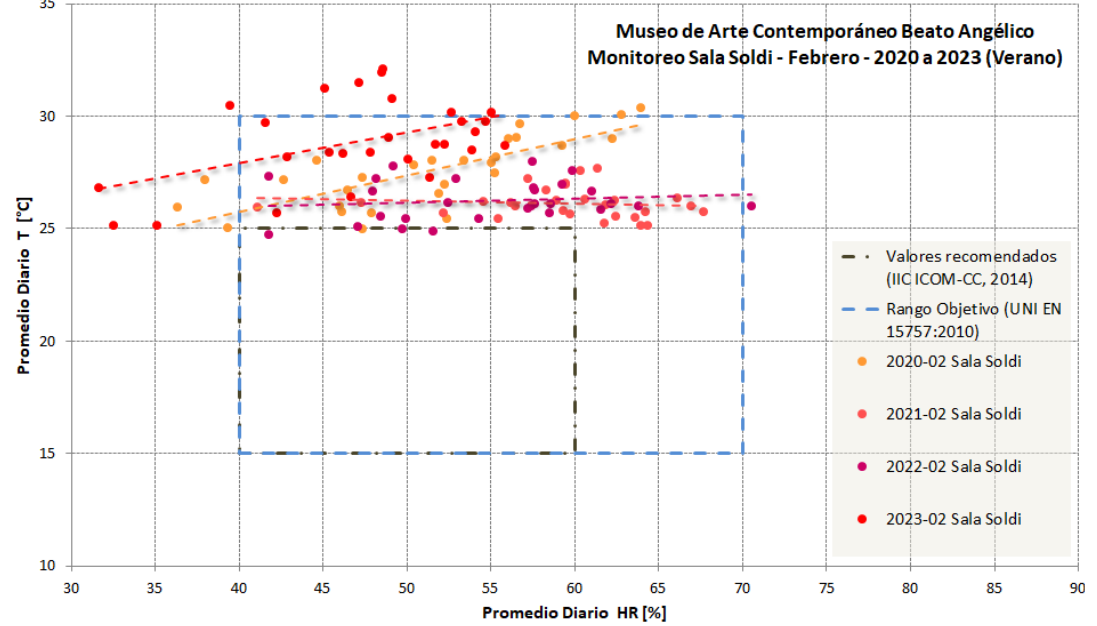
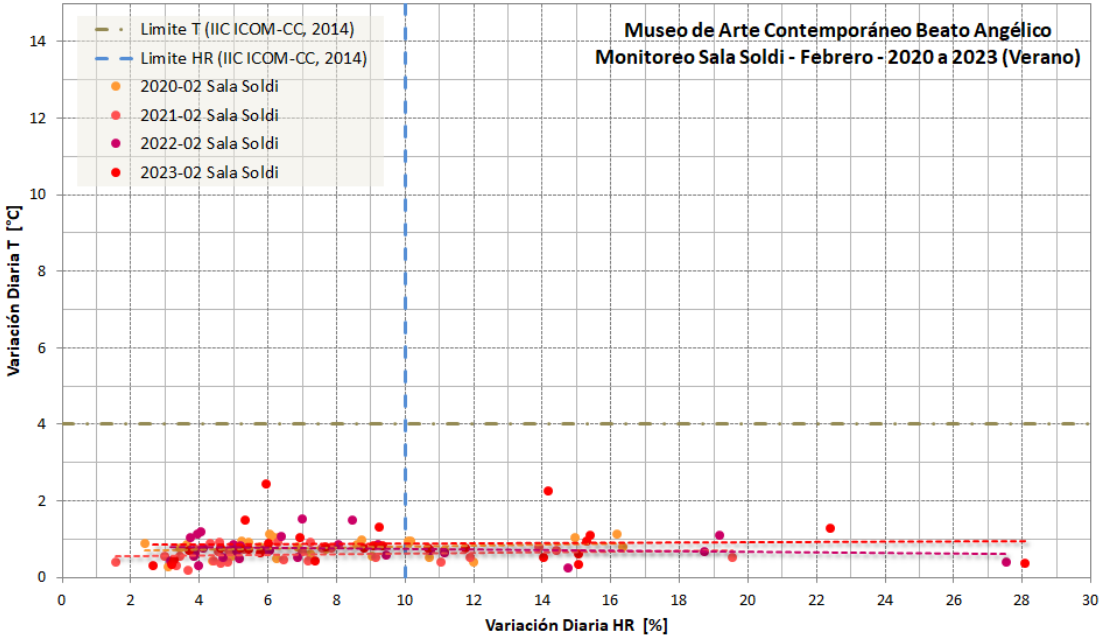


Gráfico de Variación Diaria de T y HR, febrero 2020 a 2023, Verano
FUENTE: MAURO GARCÍA SANTA CRUZ, 2024.



Considerando los datos de T y HR registrados en la Sala Soldi, se realiza también un gráfico con los Promedios Diarios de ambas variables durante ese periodo. El rectángulo de color gris delimita el rango de T y HR recomendado de conservación, T entre 15°C - 25°C y HR entre 40% - 60% (IIC e ICOM-CC, 2014). Mientras que el rectángulo de color celeste delimita el Rango Objetivo de fluctuaciones, T entre 15°C y 30°C y HR entre 40% y 70% (UNI EN 15757:2010).

También se realiza un gráfico con la Variación Diaria de ambas variables durante ese periodo. La línea de trazo color gris indica el límite de Variación Diaria de T = 4°C, mientras que la línea de trazo color celeste indica el límite de Variación Diaria de HR = 10% (ICC ICOM-CC, 2014).

ESTUDIOS SOBRE SALA SANTA TERESA

La Sala Santa Teresa es un espacio de exposición de patrimonio pictórico y escultórico de forma permanente. Esta sala, que es el espacio desacralizado de la antigua capilla conventual, es también utilizada como aula magna. En este espacio se exhiben obras trascendentes, como un óleo atribuido a Antiveduto Grammatica (el maestro de Caravaggio), que convive con obras contemporáneas de gran nivel. En total se exhiben en esa sala veinticuatro obras entre esculturas, pinturas y dibujos.

Actualmente, se realiza un proyecto de investigación que tiene como estudio de caso este espacio de exhibición y se denomina “Estudios previos para el desarrollo de la propuesta de intervención integral para la Sala Santa Teresa del Museo de Arte



N° OBRA: M.B.A. 676

AUTOR: Atribuido al taller de Antiveduto Grammatica

TÍTULO: "María Magdalena y Ángeles en el Sepulcro"

AÑO DE REALIZACIÓN: -

TÉCNICA Y SOPORTE: Óleo sobre tela

MEDIDAS: 124 x 176 cm (alto x ancho)

PROCEDENCIA: Donación del Presbítero Ludovico Tedeschi

FECHA DE INGRESO: Agosto 2016

Contemporáneo Beato Angélico UCALP". Participan de este proyecto investigadores y estudiantes del Colegio Mac Kay y del Instituto de Investigación en Arquitectura y Territorio de la Facultad de Arquitectura y Diseño (INISAT FAD UCALP).

En el marco del proyecto de investigación se realizó el fichaje del acervo exhibido en la Sala, con el objetivo de conocer con mayor detalle sus necesidades de conservación preventiva. A modo de ejemplo, se presenta la ficha de una obra de arte de la Sala Santa Teresa, la cual se destaca por estar exhibida al final de la circulación central, en el muro correspondiente al sector escenario como punto focal del espacio.

También se generó documentación gráfica del espacio en dos y tres dimensiones. Esta información complementa el estudio diagnóstico a nivel morfológico y funcional de la Sala Santa Teresa. Como resultado de las visitas realizadas al caso de estudio, fue posible analizar la factibilidad de nuevos sistemas de iluminación, ventilación y

calefacción de la sala. Los investigadores realizan una revisión de los archivos generados por estudiantes de la Facultad de Arquitectura y Diseño que integran este proyecto, a partir del relevamiento realizado en la Sala Santa Teresa del Museo UCALP.

Entre este material se destacan planimetrías y *renders*, que completan el análisis morfológico y funcional de la Sala. Se presenta un corte longitudinal representativo de las características constructivas de la envolvente del caso de estudio, además de un plano de planta con la referencia de las líneas a estas secciones. En los mismos es posible observar la calidad de la envolvente edilicia que aún conserva la volumetría y materialidad correspondientes a su uso original como Capilla a principios del siglo XX. En el corte se grafican las dimensiones generales del caso de estudio; la tipología, ubicación y dimensiones de las carpinterías de madera y metal; los espesores de muros exteriores y tabiques interiores de mampostería; el sistema constructivo de la cubierta —cielorraso

Ubicación de las obras de arte en la Sala Santa Teresa.

FUENTE: JIMENA GARCÍA SANTA CRUZ, 2023.



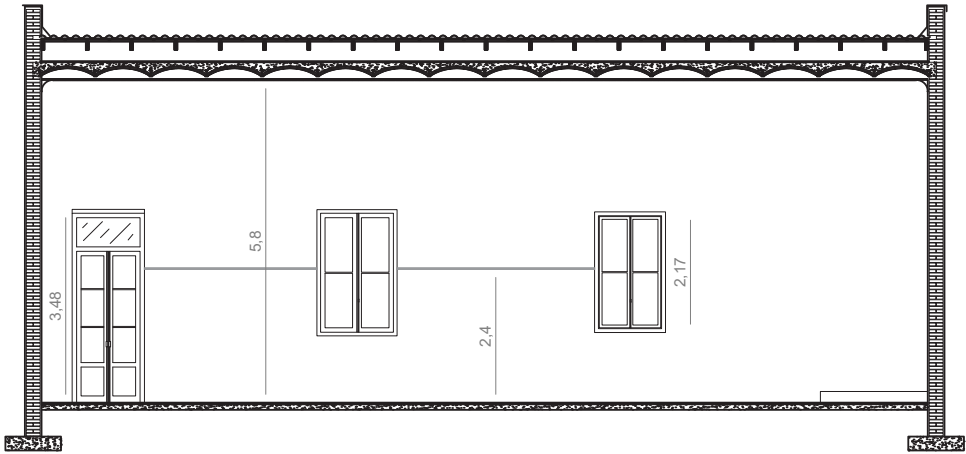
suspendido de chapa estampada, bovedilla de ladrillos, techo de chapa con pendiente hacia el patio interior del edificio—; el piso de mosaico calcáreo y contrapiso; la ubicación y dimensiones de tarima actual utilizada para eventos académicos y culturales; el soporte para las obras de arte exhibidas en los muros.

Se realiza también un modelo en 3D, que incluye la ubicación actual de las obras pictóricas exhibidas en esta sala. Se representan las características de la envolvente -respecto a materiales, texturas, colores-, de la iluminación artificial, así como las carpinterías e ingreso de iluminación natural desde el patio de esculturas del Museo y desde la fachada sobre la calle 16. También se realiza una escena que permite una percepción integral del espacio y las

obras desde el pasillo central o circulación principal, representando así el punto de vista habitual de los asistentes a la Sala Santa Teresa.

Se llevan a cabo también mediciones puntuales de la intensidad lumínica y radiación UV de la Sala Santa Teresa, utilizando instrumental específico: luxómetro y uvímetro. Para ello se determinaron una serie de puntos de mediciones en el pasillo central del espacio (C) y otros sobre los cuatro muros en los que se disponen las obras pictóricas (M). Luego de registrar los valores de Intensidad lumínica (lux), se midieron los niveles de radiación UV en los mismos puntos. Para finalizar, se registra la intensidad de luz de cada artefacto de iluminación de la Sala, se verifica si emiten o no radiación UV y se releva el tipo de lámpara que contienen (M-L).

Plano de corte de la Sala Santa Teresa, Museo UCALP
FUENTE: MATÍAS GODOY, 2023-2024.



Imágenes del modelo 3D de la Sala Santa Teresa, Museo UCALP.
FUENTE: MATÍAS GODOY, 2023-2024.



Esquema de puntos de medición de iluminación y ubicación de *dataloggers* en la Sala Santa Teresa.
FUENTE: JIMENA GARCÍA SANTA CRUZ, 2023.



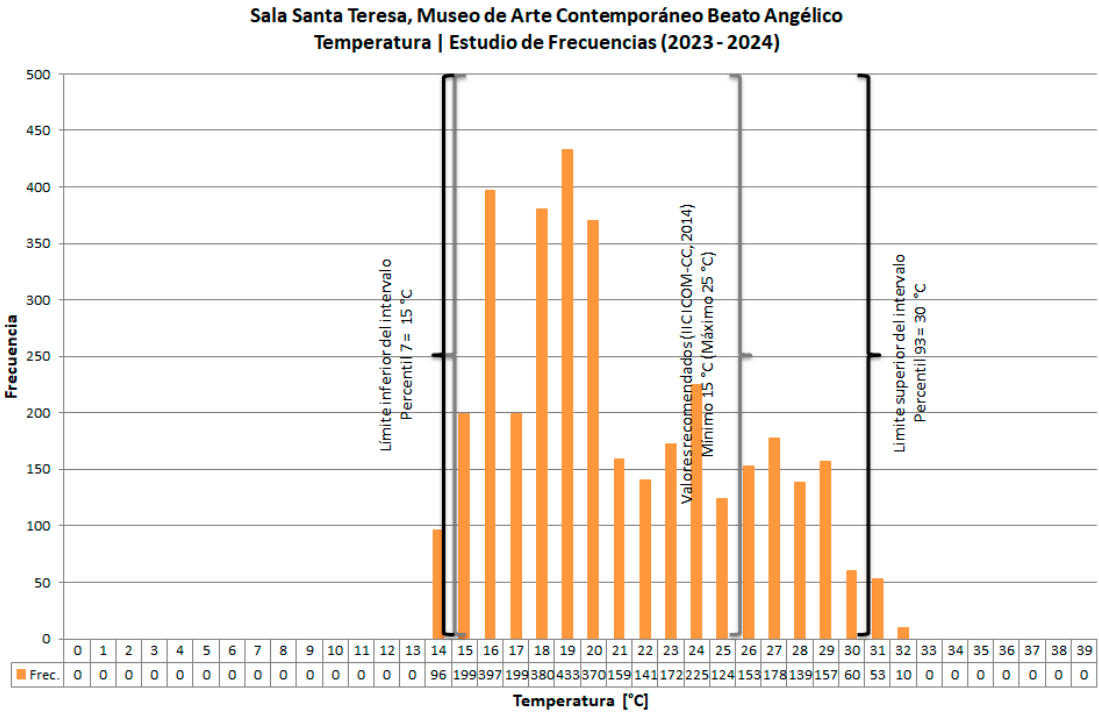
En total se realizaron mediciones de 12 puntos en el interior de la Sala Santa Teresa y en las 6 luminarias que conforman el sistema de iluminación actual. De esta manera, se verificó la iluminación artificial general de la Sala en sectores específicos, así como la radiación visible que incide sobre las obras de arte. Esta tarea se realiza con los objetivos de identificar las características de las luminarias, considerando su eficiencia energética, calidad y cantidad lumínica, y para determinar si los niveles de iluminación son los adecuados para los usuarios y para la conservación preventiva del acervo.

Se realiza también un estudio de conservación preventiva, a partir de las variables de temperatura y humedad relativa registradas durante el mes de noviembre de 2023 (primavera), en la Sala Santa Teresa, en el Depósito ubicado en planta baja y en la Reserva ubicada en planta alta. Estas mediciones se realizaron con una frecuencia de una hora, utilizando *dataloggers* marca HOBO ubicados en los distintos espacios en estudio. Para el análisis de las

condiciones ambientales se confeccionaron una serie de tablas y gráficos, a partir de los datos de temperatura y humedad relativa registrados, que permiten evaluar los valores medidos a lo largo del período considerando los rangos recomendados por normativas internacionales.

La Declaración sobre Directrices Ambientales (IIC e ICOM-CC, 2014) destaca que los museos deben tratar de reducir su huella de carbono y el impacto ambiental para mitigar el cambio climático, las pautas para las condiciones ambientales deben considerar el clima local. Las directrices ambientales para exposiciones de préstamos internacionales recomiendan una HR estable dentro del rango de 40% a 60% y una T estable en el rango de 15 °C a 25 °C, con fluctuaciones diarias máximas de $\pm 10\%$ de RH y $\pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ de T.

La norma europea EN 15757 es una guía que especifica la T y la HR para preservar los bienes culturales, al limitar el daño físico inducido por los ciclos de tensión en objetos que contienen materiales



higroscópicos orgánicos. Para la determinación del Rango Objetivo de T y HR se analizan los límites inferior y superior de las fluctuaciones de T y HR, considerando los percentiles 7 y 93 de las fluctuaciones registradas en el período de monitoreo como valores límite (UNI EN 15757:2010). Para su determinación se utilizaron los valores registrados en la Sala Santa Teresa durante los meses típicos de verano, otoño, invierno y primavera de 2023. De esta forma se determina que el Rango Objetivo de fluctuaciones de T se encuentra entre 15°C y 30°C.

A partir de los datos de T y HR registrados durante el noviembre de 2023, se realiza un histograma que grafica las curvas de evolución de ambas variables durante ese período. La región naranja delimita los valores de T recomendados de conservación, entre

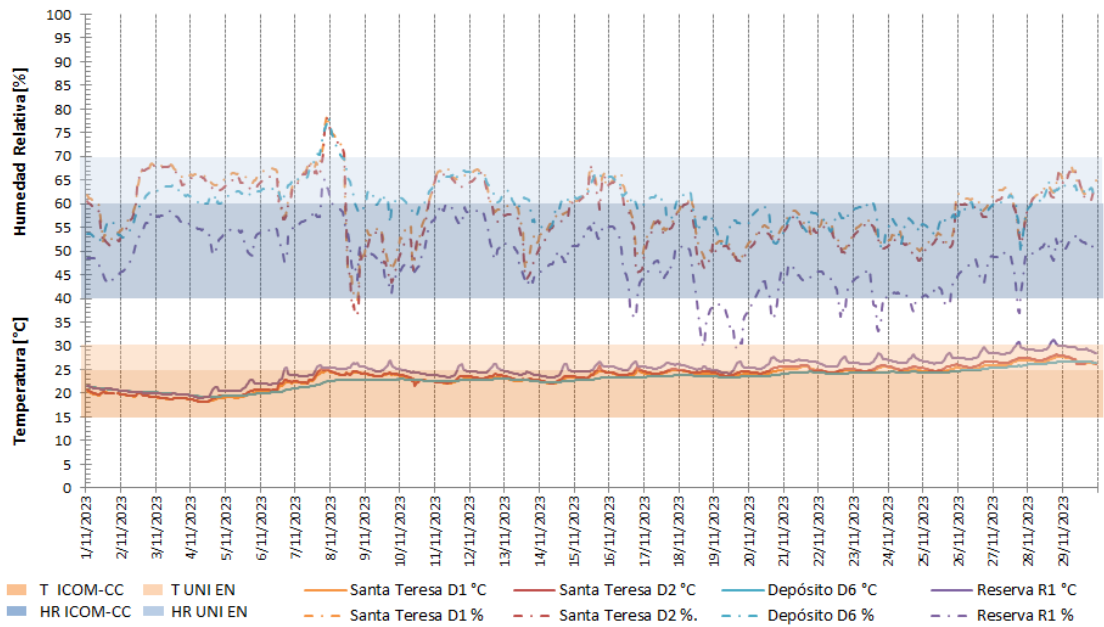
15°C y 25°C (IIC e ICOM-CC, 2014) y los valores de T determinados por el RO, entre 15°C y 30°C (UNI EN 15757:2010). La región celeste indica los valores de HR recomendados, entre 40% y 60% (IIC e ICOM-CC, 2014) y los valores de HR determinados por el RO, entre 40% y 70% (UNI EN 15757:2010). Las curvas de color naranja y rojo grafican los datos registrados en la Sala Santa Teresa, mientras que las curvas celestes grafican los datos del Depósito de planta baja y las curvas violetas grafican los datos registrados en la Reserva de planta alta.

Considerando los datos medidos durante noviembre de 2023 en la Sala Santa Teresa, se puede afirmar que el 100% de los registros de T se encuentran dentro del RO, mientras que el 97% de los registros de HR se encuentran dentro del RO.

Histograma de Temperatura y Humedad Relativa, noviembre de 2023, Primavera.

FUENTE: MAURO GARCÍA SANTA CRUZ, 2023.

Museo de Arte Contemporáneo Beato Angélico
Sala Santa Teresa y Reservas - Noviembre 2023 (Primavera)



El análisis de los datos medidos en el Depósito de planta baja indica que el 100% de los registros de T se encuentran dentro del RO, mientras que el 97% de los registros de HR se encuentran dentro del RO. Por otro lado, considerando los datos medidos en la Reserva de planta alta se puede afirmar que el 98% de los registros de T se encuentran dentro del RO, mientras que el 89% de los registros de HR se encuentran dentro del RO.

CONCLUSIONES

Consideramos que la protección del patrimonio cultural posibilita la implementación de estrategias de adaptación y de mitigación frente a los efectos del cambio climático, permitiendo una acción climática inclusiva, transformadora y justa. Sin embargo, durante los últimos años se evidencian impactos adversos sobre el patrimonio cultural en distintas regiones del mundo. Teniendo en cuenta esta situación, se destaca la

importancia de la implementación de estrategias de adaptación y mitigación, que permitan reducir los riesgos asociados al cambio climático.

Las experiencias de docencia e investigación presentadas, contribuyen con las metas propuestas por una serie de Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030. Estos proyectos permiten el desarrollo de capacidades, la formación de profesionales y la concienciación de la comunidad. También buscan diseñar e implementar medidas de adaptación frente al cambio climático que permitan garantizar la conservación del acervo del Museo y reducir los riesgos de deterioro de las colecciones. Al mismo tiempo, buscan aumentar la eficiencia energética del edificio de forma de reducir el consumo eléctrico y la generación de gases de efecto invernadero. Por estos motivos, consideramos que las actividades presentadas constituyen medidas de acción climática y colaboran con la implementación de estrategias de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático, a partir de la conservación del patrimonio cultural.

REFERENCIAS

- BRE, F.; GARCÍA SANTA CRUZ, M.G.; FACHINOTTI, V.D. Generación del año meteorológico típico para la ciudad de La Plata, Argentina. En Anais [do] XIV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e X Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído. Balneário Camboriú: Marketing Aumentado, 2017. Disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/73303> y en <http://infohab.org.br/encac/files/2017/topico8artigo09.pdf>.
- COOK, John et al. Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature. En *Environmental Research Letters* 8, 2013. Disponible en <http://iopscience.iop.org/1748-9326/8/2/024024>.
- GARCÍA SANTA CRUZ, M. G.; GARCÍA SANTA CRUZ, M. J.; GARCÍA, G. R. A conservação do patrimônio cultural e natural como estratégia de mitigação das mudanças climáticas. En *Revista Fórum Patrimônio: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável*, 11(1), 2020. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/forumpatrimo/article/view/34036>.
- GARCÍA SANTA CRUZ, M. G.; GARCÍA SANTA CRUZ, M. J.; GARCÍA, G. R. Paisagem cultural e ação climática: O caso do Museu de Arte Contemporânea Beato Angélico, da Universidade Católica de La Plata. En *Anais do 6º Colóquio Ibero-Americano: Paisagem Cultural, Patrimônio e Projeto*. Belo Horizonte: ICOMOS Brasil, 2023. Disponible en <https://www.even3.com.br/anais/paisagemcultural/664213-paisagem-cultural-e-accao-climatica--o-caso-do-museu-de-arte-contemporanea-beato-angelico-da-universidade-catoli/>.
- GARCÍA SANTA CRUZ, M. G.; GARCÍA SANTA CRUZ, M. J.; GARCÍA, G. R.; DI SANTO, W. P.; GUETE, H. O. Pesquisas em conservação preventiva e sustentabilidade no Museu de Arte Contemporânea Beato Angélico da Universidade Católica de La Plata. En 5º Simpósio Científico ICOMOS/BRASIL, 2º Simpósio Científico ICOMOS/LAC. Belo Horizonte: ICOMOS Brasil, 2022. Disponible en: <http://www.even3.com.br/Anais/5-icomos-2-icomos-lac/569705-pesquisas-em-conservacao-preventiva-e-sustentabilidade-no-museu-de-arte-contemporanea-beato-angelico-da-universid>.

- ICOM. Definición de museo. Aprobada en Asamblea General Extraordinaria del ICOM: Praga: ICOM, 2022. [en línea]. <https://icom.museum/es/recursos/normas-y-directrices/definicion-del-museo/>.
- ICOMOS. The Future of Our Pasts: Engaging Cultural Heritage in Climate Action. Paris: ICOMOS, 2019. <https://indd.adobe.com/view/a9a551e3-3b23-4127-99fd-a7a80d91a29e>.
- ICOMOS. Resolution 20GA/15 — Cultural Heritage and the Climate Emergency. Paris: ICOMOS, 2020. <https://www.icomos.org/en/focus/climate-change/85740-icomos-declares-a-climate-emergency>.
- IIC e ICOM-CC. Environmental Guidelines — IIC and ICOM-CC Declaration. International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works (IIC), ICOM Committee for Conservation (ICOM-CC), 2014. Disponible en <https://www.icom-cc.org/en/environmental-guidelines-icom-cc-and-iic-declaration>.
- IPCC. Cambio Climático 2013, Base de ciencia física: Afirmaciones principales del Resumen para responsables de políticas. Cambridge University Press, 2014.
- IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2021.
- NORMA IRAM 11603:2012. Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. Buenos Aires: Instituto Argentino de Normalización, 2012.
- PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. En *Hydrology and Earth System Sciences*, 11, p 1633–1644, 2007. doi:10.5194/hess1116332007.
- UNESCO, ICOMOS, IPCC. International Co-sponsored Meeting on Culture, Heritage and Climate Change (ICSM-CHC). Paris: ICOMOS, 2023. Disponible en: <https://www.cultureclimatemeeting.org/>.
- UNI EN 15757:2010. Conservation of Cultural Property - Specifications for temperature and relative humidity to limit climate - induced mechanical damage in organic hygroscopic materials. Milano, Italia: Ente Nazionale Italiano di Unificazione, 2010.

ÍNDICE REMISSIVO

- Acervos Digitais 227, 229
- Aerofotogrametria 199, 205, 210
- Argamassas 63, 71, 72, 317
- Atualização tecnológica 282
- Ciência do Patrimônio 8, 52, 55, 56, 57, 59, 70, 71, 99, 131, 198, 199, 213, 298, 303, 306, 309, 321, 322, 333
- Comunidades tradicionais 406
- Conservação Preventiva 9, 11, 12, 13, 14, 55, 99, 100, 109, 113, 114, 115, 119, 120, 131, 156, 158, 159, 182, 187, 190, 197, 200, 202, 204, 211, 212, 213, 248, 261, 276, 277, 278, 280, 281, 289, 290, 291, 296, 308, 314, 316, 317, 320, 323, 332, 336, 348, 350, 353, 355, 357, 358, 359, 360, 363, 365, 432
- Crise climática 8
- Diagnóstico de condições de conservação 111, 131, 212
- Digitalização 196, 225, 228, 234
- Emergência climática 401, 402
- Ensaios não destrutivos 99, 100, 104, 199, 270
- Espectroscopia 28, 29, 57, 75, 359
- Estuques 12, 56, 59, 60, 61, 62, 64, 70, 167
- Fiocruz 7, 10, 14, 52, 55, 56, 69, 70, 71, 73, 99, 110, 111, 177, 178, 180, 182, 184, 186, 192, 194, 195, 219, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 238, 239, 257, 258, 259, 261, 263, 264, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 279, 280, 281, 282, 284, 289, 290, 291, 292, 293, 313, 315, 316, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 325, 326, 327, 328, 329, 331, 332, 333
- Gerenciamento ambiental 113, 121, 131, 213
- Gestão de Riscos 7, 9, 117, 120, 209, 211, 232, 234, 258, 259, 276, 277, 278, 279, 281, 282, 283, 284, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 314, 316, 320, 325, 326, 330, 336, 340, 341, 347, 349
- Infraestrutura 55, 57, 114, 115, 180, 182, 183, 185, 192, 197, 199, 224, 228, 229, 230, 231, 238, 244, 280, 298, 299, 304, 307, 308, 314, 316, 321, 327, 328, 332
- Inspeção termográfica 104
- Inteligência Artificial 201
- Interdisciplinaridade 11
- Memória e identidade 410
- Método ABC de gestão de riscos 7, 277, 281, 292
- Microscopia 28, 29, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 49, 57, 58, 59, 69, 75, 84, 86, 87, 230, 307, 359

Modelagem HBIM 181, 186, 199

Mudanças climáticas 9, 131, 212, 412

Patrimônio Arquitetônico 206, 330

Patrimônio Cultural 7, 8, 9, 15, 18, 55, 97, 101, 109, 111, 113, 117, 120, 121, 131, 132, 155, 174, 178, 179, 182, 184, 186, 189, 191, 192, 194, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 206, 208, 209, 211, 212, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 232, 233, 234, 236, 237, 242, 247, 259, 276, 277, 279, 280, 281, 283, 287, 289, 290, 291, 293, 294, 295, 296, 298, 300, 301, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 320, 322, 327, 328, 330, 331, 332, 333, 383, 388, 401, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 410, 412

Patrimônio Cultural Digital 217, 218, 232

Patrimônio Digital 216, 217, 218, 219, 229, 232

Políticas Públicas 7, 9, 131, 197, 212, 233, 401, 402, 403, 406, 407, 410, 412

Preservação de Acervos 55, 224, 226, 227, 318

Preservação Digital 221, 225, 228, 229, 231, 232, 332

Projetos Colaborativos 7, 8, 15, 170, 241, 242, 243, 246, 247, 261, 290

Realidade Aumentada 199

Realidade Virtual 199, 208, 209, 213

Registradores 113, 117, 118, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 198

Representantes Digitais 216, 217, 218, 221, 226, 227, 229, 231, 232

Técnicas Analíticas 38, 40, 60, 69, 70, 84, 90, 137

Termografia 12, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 109, 111, 204, 205, 210, 211

Tijolos 12, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 167

Varredura a laser 201, 210

Ventilação natural 202, 213

SOBRE AS AUTORAS E OS AUTORES

ALINE VIEIRA DE CARVALHO

Trabalha com o tema do patrimônio e da arqueologia desde sua graduação (1999-2003), no IFCH da Unicamp. No mestrado (2003-2005), no mesmo instituto, passou a trabalhar com o tema das políticas públicas, patrimônio e memória. No doutorado (2005-2009), realizado na pós-graduação em Ambiente e Sociedade (Unicamp) e partindo de uma experiência interdisciplinar, dedicou-se aos debates sobre os perigos das “vocações” atribuídas pelas políticas públicas para os territórios. Após o pós-doutorado e da experiência de concursos públicos, passou a integrar o quadro de pesquisadores do NEPAM na mesma universidade. Lá coordena o Laboratório de Arqueologia Pública “Paulo Duarte” (LAP) e atua como docente da pós-graduação em História, em Ensino de e em Ambiente e Sociedade. Integra redes internacionais de pesquisa no campo do patrimônio e participa de instituições como a SAB, ICOMOS e Anpuh. Apaixonada pelo tema das mudanças climáticas e do patrimônio, tem se dedicado à luta pela construção de outras realidades, mais democráticas, plurais e justas. Coordena o comitê de mudanças climáticas e patrimônio do Icomos-Br, tem projetos de pesquisa na área, além de atuar em temas socialmente relevantes, como as escavações arqueológicas no espaço do DOI-CODI, em SP.

ANA MARIA OSÓRIO DE BARROS BARBEDO MARQUES

Arquiteta e Urbanista (UFRJ/1986), Mestre em Ciências de Arquitetura – Área de Conforto Ambiental (UFRJ/1999), Especialista em Gestão de Restauro pelo Centro de Estudos Avançados da Conservação Integrada (CECI/UFPE/2012) e em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP/FIOCRUZ/2009). Servidora Tecnologista do Departamento de Patrimônio Histórico (DPH/COC/UFRJ). Professora nos cursos de Pós-Graduação Lato Sensu no Programa de Arquitetura e Urbanismo (Universidade Gama Filho/RJ/2004-2010) e nas disciplinas — Planejamento e Gestão de Projetos e Obras de Restauração e Gestão de Bens Imóveis Edificados no curso de Gestão e Preservação do Patrimônio Cultural das Ciências e da Saúde (COC/FIOCRUZ/2010-2015). Atua nas seguintes áreas: gestão e planejamento de edificações históricas, projetos de arquitetura, fiscalização de obras de restauro e participação no desenvolvimento do Laboratório de Conservação Preventiva – LaCop do DPH. Membro do Grupo de Trabalho de Gestão de Riscos e Conservação Preventiva (COC). Exercendo atualmente a coordenação da Rede de Laboratórios de Conservação de Acervos da Fiocruz. Fundação Oswaldo Cruz/Casa de Oswaldo Cruz/Serviço de Conservação e Restauração do Departamento de Patrimônio Histórico. Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

E-MAIL: ana-maria.marques@fiocruz.br

ANA TERESA CALDEIRA

Laboratório HERCULES; Laboratório Associado para a Investigação e Inovação em Património, Arte, Sustentabilidade e Território IN2PAST; Cátedra CityUMacau em Património Sustentável; Departamento de Química e Bioquímica, Universidade de Évora; Professora Associada; Évora, Portugal.

E-MAIL: atc@uevora.pt

ANTONI COLOMINA SUBIELA

Director del Área de Fondo de Arte y Patrimonio, Universitat Politècnica de València, Valencia (España). Profesor del Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales; investigador del Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio; y director del Área de Fondo de Arte y Patrimonio de la Universitat Politècnica de València. Sus líneas de acción e investigación se centran en los procesos de limpieza de superficies pictóricas; las industrias creativas al servicio de la fiesta y sus valores específicos como patrimonio inmaterial; y la intervención curativa y restauración de la escultura en soporte orgánico y el arte contemporáneo.

E-MAIL: ancosu@upv.es

ANTÓNIO CANDEIAS

Licenciado em Química Tecnológica e pós-graduado em Química Aplicada ao Património Cultural pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Doutorado e Agregado em Química pela Universidade de Évora. Professor Catedrático do Departamento de Química e Bioquímica da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora, foi Vice Reitor para a Investigação e Desenvolvimento (maio 2018 – jan 2022) e Diretor do Instituto de Investigação e Formação Avançada (set 2018–maio 2022). Especialista em Química de Superfícies e Ciências do Património, fundou o Laboratório HERCULES e foi seu diretor desde a sua criação em janeiro de 2009 até fevereiro de 2019. Atualmente, é investigador do Laboratório HERCULES, coordenador da Cátedra City University of Macau em Património Sustentável, coordenador Científico do Laboratório José de Figueiredo da Direção Geral de Património Cultural, diretor da Plataforma Portuguesa da Infraestrutura Europeia de Investigação em Ciência do Património (infraestrutura ERIHS.pt) do Roteiro Nacional de Infraestruturas de Investigação de Interesse Estratégico e diretor do Laboratório Associado para a Investigação e Inovação em Património, Artes, Sustentabilidade e Território (IN2PAST).

E-MAIL: candeias@uevora.pt

BEATRIZ DOMÉNECH GARCÍA

Técnica de conservación del Área de Fondo de Arte y Patrimonio, Universitat Politècnica de València, Valencia (España); Doctora en Conservación y Restauración de Bienes Culturales por la Universitat Politècnica de València (UPV), actualmente ejerce como conservadora en el Área de Fondo de Arte y Patrimonio de la misma universidad (UPV). En los últimos años ha participado activamente en un gran número de proyectos de conservación y restauración en colaboración con el Instituto de Restauración del Patrimonio (IRP) de la UPV, así como en congresos y seminarios de ámbito nacional e internacional. Sus investigaciones se centran en la reintegración cromática en pintura de caballete y en la conservación y divulgación del patrimonio científico-técnico.

E-MAIL: beadomga@upv.es

BEATRIZ MUGAYAR KÜHL

Professora Titular, desde 2017, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e de Design da Universidade de São Paulo (FAUUSP), Departamento de História da Arquitetura e Estética do Projeto (AUH), onde é professora desde 1998. Tem graduação em Arquitetura e Urbanismo pela FAUUSP (1987), mestrado em Science in Architecture Conservation – Katholieke Universiteit Leuven (1992), doutorado em Arquitetura e Urbanismo

pela Universidade de São Paulo (1996) e pós-doutorado em preservação na Sapienza Università di Roma (realizada em quatro estágios não consecutivos entre 2001 e 2005). Atua tanto na graduação quanto na pós-graduação, com ênfase em questões de conservação e restauração de bens culturais. As pesquisas abordam questões teóricas e metodológicas da restauração, com especial interesse pelo patrimônio industrial. É bolsista de produtividade CNPq (nível II) desde 2010. Coordenou um dos eixos de investigação do projeto Plano de Conservação Preventiva para o Edifício Vilanova Artigas (FAUUSP) Keeping It Modern – Getty Foundation (07.2015-03.2018). Foi chefe de Departamento (AUH-FAUUSP) de novembro de 2015 a novembro de 2019. Integrou grupos de trabalho da USP – inicialmente Grupo de Trabalho Museu Paulista 2022, posteriormente Comitê Gestor do Museu do Ipiranga 2022 – com vistas à reabertura do Museu do Ipiranga (2016-2022).

BRUNO TEIXEIRA DE SÁ

Arquiteto e Urbanista do Departamento de Patrimônio Histórico da Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz, no qual atua principalmente no desenvolvimento de planos e projetos para edificações históricas e sítio histórico da Fundação Oswaldo Cruz, bem como no acompanhamento de obras e intervenções nessas áreas. Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da

Universidade Federal Fluminense (2011) e graduado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal Fluminense (2004). Integra o Grupo de Trabalho de gestão de riscos e conservação preventiva da Casa de Oswaldo Cruz e foi orientador das pesquisas desenvolvidas para a implementação HBIM no DPH/COC.

E-MAIL: bruno.sa@fiocruz.br

CARLA MARIA TEIXEIRA COELHO

Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal Fluminense (UFF) (2018). Graduada em Arquitetura e Urbanismo (2003) e mestre em Arquitetura pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) (2006). Atuou como arquiteta do Serviço de Conservação e Restauração e pesquisadora do Núcleo de Estudos de Urbanismo e Arquitetura em Saúde do Departamento de Patrimônio Histórico da Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz. Atualmente é assistente técnica da Vice-diretoria de Patrimônio Cultural e Divulgação Científica da Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz e docente do Mestrado profissional em Preservação e Gestão do Patrimônio Cultural das Ciências e da Saúde (PPGPAT/COC/Fiocruz). Coordena o Grupo de Trabalho de gestão de riscos e conservação preventiva da unidade. Integrante do Grupo de pesquisa “Saúde, Cidade: e Patrimônio Cultural”. Tem experiência na área de Preservação do patrimônio cultural, com ênfase em conservação

preventiva e gestão de riscos. Membro do Conselho Internacional de Monumentos e Sítios (ICOMOS) (Comitê do Patrimônio do Século XX e Comitê de Mudanças climáticas), do Conselho Internacional de Museus (ICOM) (Comitê de conservação) e do International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works (IIC).

E-MAIL: carla.coelho@fiocruz.br

CARLO GALLIANO LALLI

Biólogo Perito científico. Ex-coordenador do Laboratori Scientifico dell’ Opificio delle Pietre Dure di Firenze. Professor na Scuola de Alta Formazione dell’ Opificio delle Pietre Dure, em Florença, professor Catedrático da Universidade Politecnica de Valência. Professor no Istituto per l’Arte e il Restauro Palazzo Spinelli.

E-MAIL: lallicarlo@hotmail.com

CATARINA MIGUEL

Licenciada em Engenharia Química pelo Instituto Superior Técnico e doutorada em Ciências da Conservação pela Universidade Nova de Lisboa. É investigadora integrada do Laboratório HERCULES-Universidade de Évora, membro da Cátedra de Património Sustentável CityU Macau e do Laboratório Associado In2Past. Trabalha na área das Ciências do Património com ênfase em Química

Analítica-Espectroscopia vibracional. Ao longo do seu percurso científico, tem-se dedicado ao estudo da produção de manuscritos iluminados, sendo atualmente responsável pelo projeto ROADMAP que estuda a trajetória técnico-artística do iluminador renascentista António de Holanda.

CRISTIANE LOPES CANUTO

Arquiteta e Urbanista com experiência profissional em implementação Building Information Modelling (BIM), gestão e coordenação de projetos complementares e projeto executivo de arquitetura utilizando ferramentas BIM. Doutora e membro do grupo de pesquisa Gestão de Projetos em Arquitetura (GEPARQ) no PROARQ/FAU/UFRJ. Mestre com a dissertação destaque no quadriênio do Programa de Mestrado Profissional em Projeto e Patrimônio do PROARQ/FAU/UFRJ (2017) e graduação em Arquitetura e Urbanismo pelo DAU/UFV (2008). Professora convidada no curso de Formação Executiva BIM da FGV. Departamento de Patrimônio Histórico/Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz – Bolsista Programa de Incentivo ao Desenvolvimento Institucional.

E-MAIL: cristiane.canuto@fau.ufrj.br

EDUARDA VIEIRA

Doutora em Conservação e Restauro do Patrimônio Histórico-Artístico pela Universidade Politécnica de

Valência (Espanha). É professora associada da Escola das Artes da Universidade Católica Portuguesa – Polo regional do Porto. Foi diretora do Centro de Investigação em Ciência e Tecnologia das Artes (CITAR) entre 2019 e 2022, sendo atualmente seu membro integrado. A sua área de investigação principal incide na Conservação Sustentável de bens culturais móveis e imóveis com destaque para os Planos de Conservação Preventiva e Gestão de Risco. Tem ainda como outras áreas de interesse científico: a Conservação do Património Integrado a Conservação de Arte Pública e Arte Contemporânea, bem como as áreas de intersecção entre Ciência, Tecnologia e Arte (conservação digital, aplicação de 3D à documentação de bens culturais etc.). Coordena doutoramento de Conservação e Restauro da E.A/U.C.P. É autora de diversos trabalhos apresentados em congressos, conferências e seminários com arbitragem científica. Foi investigadora associada dos projetos Bionanosculp e Bio4Mural. Foi investigadora principal do projeto HAC4CG e é co-investigadora principal do projeto Holy Bodies (em curso). Tem integrado a Comissão Científica de diversos congressos e conferência na área da Conservação e de Estudos de Património. É orientadora de várias teses de doutoramento, mestrado tendo supervisionado dois pós-doutoramentos.

<https://ciencia.ucp.pt/pt/persons/eduarda-vieira>

<https://www.cienciavita.pt/portal/8519-EBF3-DB52>

ORCID: <http://www.orcid.org.0000-0002-0620-080X>

ELISABETE EDELVITA CHAVES DA SILVA

Tecnologista em Saúde Pública. Conservadora-Restauradora do Departamento de Patrimônio Histórico da Casa de Oswaldo Cruz – Fundação Oswaldo Cruz. Doutora em Museologia e Patrimônio pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – Museu de Astronomia. Possui graduação em Gravura pela Escola de Belas Artes da UFRJ (1992); especialização em Gestão do Patrimônio Cultural pela UFPE/CECI (2004); especialização em Museologia pela UFAM (2008); mestrado em Museologia e Patrimônio pela Unirio/Mast (2013) e doutorado em Museologia e Patrimônio Unirio/Mast (2024). Atuou na implantação e gerenciamento do Ateliê de conservação e restauro de obras de arte do estado do Amazonas. Foi docente do Curso de Arquitetura e Urbanismo na Universidade Nilton Lins, em Manaus. Foi Coordenadora de Projetos Especiais na Prefeitura de Manaus. Desde 2012 trabalha na Fundação Oswaldo Cruz, na conservação do Conjunto Arquitetônico e Histórico de Manguinhos e Conjunto Eclético. É membro da Associação Nacional de Pesquisa em Tecnologia e Ciência do Patrimônio (ANTECIPA), dos Grupos de pesquisa Valorização do Patrimônio Científico e Tecnológico Brasileiro, “Princípios e métodos de preservação aplicados aos bens integrados do patrimônio arquitetônico da Fiocruz” e “Conservação preventiva de edifícios e sítios históricos”. Tem experiência na área de Museologia e

Arquitetura, com ênfase em conservação de bens móveis e integrados e gestão da conservação do patrimônio cultural, atuando principalmente nos seguintes temas: conservação, restauração, patrimônio cultural da ciência e tecnologia e patrimônio cultural das ciências e da saúde.

E-MAIL: elisabete.silva@fiocruz.br

FABIO SITZIA

Após se formar em Geologia na Universidade de Cagliari (Itália), Fabio Sitzia obteve seu Mestrado em Ciências e Tecnologias Geológicas em 2013 na mesma Universidade. Após o mestrado, iniciou sua carreira como bolseiro na Universidade de Cagliari (Itália) de 2013 a 2015, com foco em geo-recursos minerais e aplicações mineralógicas-petrográficas para o meio ambiente e o Patrimônio Cultural. Em 2016, Fabio Sitzia venceu um concurso público anunciado pelo Ministério Italiano do Patrimônio Cultural, para atuar como geólogo nos sítios da UNESCO em Pompeia. Lá, ele contribuiu para a atualização dos planos de risco vulcânico, sísmico e de terremotos da área arqueológica. Em 2016, ele foi registrado na lista de técnicos aptos para a concessão de atribuições profissionais no Laboratório Internacional de Venaria Reale (Itália). No mesmo ano, retornou a Cagliari após ganhar uma bolsa de doutorado. Passou 15 meses no exterior em universidades estrangeiras (Valência e Évora). Em 2020, após a conclusão

do doutorado, trabalhou como pós-doutorado na Universidade de Évora (Portugal) no projeto colaborativo e transdisciplinar INOVSTONE 4.0, ligado a tecnologias avançadas e software para pedra natural. A experiência de pós-doutorado terminou em 2021, quando ele ganhou uma posição de investigador na Universidade de Évora. Carga: Investigador, Afiliação: HERCULES Laboratory and IN2PAST, Associate Laboratory for Research and Innovation in Heritage, Arts, Sustainability and Territory (University of Évora, Portugal).

E-MAIL: fsitzia@uevora.pt

GLEN FERNANDES

Reside em Goa, Índia, e é licenciado em Belas Artes pela Universidade de Goa. Participou em diversas formações especializantes na área da conservação e restauro de pintura de cavalete e tratamento de suportes de madeira em diferentes partes da Índia, coordenados por instituições e peritos prestigiados. Realizou também diversas formações em Portugal (IPT-Tomar e firmas privadas) através de uma bolsa de estudos da Fundação Oriente. É gerente da empresa Bico Contracting & Trading Co., que vai na quarta geração de uma família que se tem dedicado à conservação e restauração de arte sacra em Goa, tendo trabalhado com conservadores-restauradores portugueses. Ele é muito motivado e ávido por aprender novas técnicas e tecnologias, dotado com precisão e exatidão no

trabalho prático. Seu principal objetivo é preservar o rico legado para as futuras gerações.

E-MAIL: gjf2887@gmail.com

GUILHERME AMOGLIA PRIORI

Possui graduação em Química – Atribuições Tecnológicas (2018) pelo Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IQ/UFRJ) com período de intercâmbio na University of Glasgow, Escócia (2014) como bolsista CNPq do programa Ciências sem Fronteiras (CsF). Mestre em Química (2021) pelo Programa de Pós-Graduação em Química (PGQu) do IQ/UFRJ (bolsista CAPES). Atualmente é bolsista CNPq de Doutorado em Química pelo Programa de Pós-Graduação em Química (PGQu) do IQ/UFRJ, onde desenvolve trabalhos nas áreas de Química e Arqueometria, atuando principalmente na caracterização de materiais em pinturas, com ênfase em técnicas espectroscópicas de emissão, absorção e fotomissão na região de raios X e microscopia eletrônica de varredura.

GUILLERMO RUBÉN GARCÍA

Arquitecto (FAU UNLP). Secretario de Investigación, Universidad Católica de La Plata (UCALP). Director Ejecutivo del Instituto de Desarrollo Urbano y Territorial Sostenible, Fundación Ciudad de La Plata (IDUTS FCLP). Ex Vice-presidente de ICOMOS

Argentina. Ex Vicetesorero de la Federación Internacional de Centros CICOP. Miembro del Comité de Gestión de Investigación, UCALP. Profesor Titular en Historia de la Arquitectura, FAD UCALP. Miembro del Consejo Académico, FAD UCALP. Profesor maestría CICOP. Profesor Proyectual CBC UBA. Docente del Curso Superior de Posgrado sobre Patrimonio Edificado. Proyecto, Rescate y Rehabilitación (CICOP – FAD UCALP). Miembro comité editorial de UCALP, Miembro comité editorial Congreso de la Nación. Asesor Patrimonio Cultural Congreso de la Nación. Asesor Técnico “Comisión Administradora Edificio del Molino”. Asesor técnico “Centro Cultural Bicentenario” y “Museo del Bicentenario Aduana Taylor”. Proyecto y dirección técnica “Ctibor Museo del Ladrillo”. Coordinó equipo de proyecto y dirección de obra completamiento Catedral de La Plata. Premio FIABCI. 1er Premio Iberoamericano 2003, 2010 y 2018 Mejor intervención en el patrimonio CICOP SCA. Premio por destacada labor en pos de la cultura 2019 Alianza Francesa. Diploma de Honor por contribución y trayectoria en el desarrollo y conservación de la cultura 2018, ADIMRA.

HUGO MARLON DA SILVA NASCIMENTO

Pesquisador Bolsista (PIDI) Departamento de Patrimônio Histórico da Casa de Oswaldo Cruz – Fundação Oswaldo Cruz. Doutorando pelo Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais e pesquisador do

Laboratório Interdisciplinar de Materiais Avançados – Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Doutorando em Materiais para Engenharia pela Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), Mestre em Construção Civil pelo Departamento de Engenharia de Materiais e Construção da Escola de Engenharia da UFMG (2019), Especialista em Gestão e Avaliação das Construções pelo Departamento de Engenharia de Materiais e Construção da Escola de Engenharia da UFMG (2015), Graduado em Arquitetura e Urbanismo pelo Centro Universitário do Leste de Minas Gerais (2010). Pesquisador PIDI – DPH/COC/Fiocruz, Professor do Curso de Arquitetura e Urbanismo pela Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira (Unifuncesi) e pelo Centro Universitário UNA, Itabira. Foi Diretor do Departamento de Habitação da Prefeitura Municipal de Coronel Fabriciano. Possui experiência em consultoria e no desenvolvimento de projetos arquitetônicos, gestão e execução de obras. Desenvolve pesquisas relacionadas à Ciência do Patrimônio, Patrimônio Construído, Materiais e Técnicas Construtivas.

E-MAIL: hugomarlondasilva@gmail.com

J. SANTIAGO POZO-ANTONIO

Ingeniero de Minas (2009) y Doctor en Tecnología Medioambiental (2013) por la Universidade de Vigo. Su línea de investigación se centra en la caracterización de materiales encontrados en el Patrimonio

Cultural tangible, su deterioro y tratamientos de conservación. Su tesis recibió el premio de doctorado de la UVigo en el ámbito de la ingeniería. Tras la realización de la tesis en la limpieza de rocas graníticas con láser, ha ido incorporando otros materiales como pinturas tanto tradicionales (temple, fresco) como modernas (orgánicas) y morteros. Es coautor de 101 artículos en revistas de prestigio internacional (70% Q1), 101 contribuciones en congresos nacionales e internacionales y 22 capítulos de libros. Realizó estancias postdoctorales en centros internacionales como Getty Conservation Institute en USA, Instituto Superior Técnico en Lisboa, Foundation for Research and Technology en Grecia, Universidad de Nottingham Trent en Reino Unido, etc. Desde enero de 2022 es investigador Ramón y Cajal en el Departamento de Ingeniería de los Recursos Naturales y Medio Ambiente de la Universidade de Vigo. Ha participado en 14 proyectos de I+D+i. Fue coordinador de dos proyectos europeos de movilidad de estudiantes y personal a través del programa Erasmus+. Actualmente, es Investigador Principal de 3 proyectos de I+D+i: 1) Limpieza sostenible del Patrimonio Pictórico: Optimización de los procesos de ablación láser I y 2) Salvaguardando el muralismo urbano: limpieza y protección financiado por el gobierno de España y 3) Limpieza sostenible del patrimonio pictórico: optimización de la ablación láser II financiado por Xunta de Galicia. Desde 2012, ha co-supervisado 14 trabajos final de grado, 11 trabajos final de máster y 4 tesis doctorales.

JOÃO PAULO SOARES SILVA

Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista (UNESP/IBILCE) e mestre em Biociências pela mesma instituição, atualmente é pesquisador de doutorado na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), vinculado ao Laboratório de Arqueologia Pública (LAP/NEPAM). Seus estudos concentram-se na interseção entre Ciências Ambientais e Arqueologia, com ênfase em biodiversidade, patrimônio e mudanças climáticas. Colaborou ativamente com o projeto “Flora e Funga do Brasil”, catalogando e elaborando dados sobre a biodiversidade de plantas brasileiras. Participa de investigações de vulnerabilidade socioambiental do patrimônio arqueológico do litoral norte de São Paulo e colabora com redes de pesquisa internacional, como ICOMOS (Preserving Legacies) e ICCROM (Net Zero), para desenvolver estratégias de adaptação e resiliência climática, visando proteger o patrimônio cultural e natural de comunidades locais.

JOSÉ LUIZ PEDERZOLI JÚNIOR

Mestre em química de polímeros, com ênfase em materiais celulósicos e aplicações na área da conservação patrimonial, pela Universidade de Helsinki, Finlândia (1994). Bacharel em química pela Universidade Federal de Minas Gerais (1991). Experiência profissional nas áreas do gerenciamento de riscos para o patrimônio cultural e da

ciência dos materiais aplicada à preservação de bens culturais, mais especificamente à conservação de acervos de papel e materiais relacionados, com vários trabalhos científicos publicados em revistas especializadas. Trabalhou como cientista da conservação no Instituto Holandês do Patrimônio Cultural, em Amsterdã, entre 1997 e 2003, e no Centro Internacional para o Estudo da Preservação e Restauração do Patrimônio Cultural (ICCROM) entre 2005 e 2008. Atuou como consultor no Brasil e no exterior na área da conservação do patrimônio cultural, com ênfase no gerenciamento de riscos e na ciência da conservação. Sua experiência profissional inclui também o desenvolvimento, coordenação e ensino em cursos nacionais e internacionais voltados à capacitação profissional no setor patrimonial. Atualmente é gerente da Unidade de Planejamento Estratégico no ICCROM.

KARLA BALZUWEIT

Possui graduação e mestrado em Física pela UFMG, doutorado em Ciências Naturais pela Katholieke Universiteit Nijmegen (1993) em Nijmegen, Holanda. Pós-doutorado em microscopia eletrônica no Centro Nacional de Microscopia Eletrônica (NCEM) do Laboratório Nacional Lawrence Berkeley em Berkeley USA (2001). Professora Associada da UFMG, onde leciona disciplinas do curso de graduação em Física e no Programa de Pós-Graduação em Física; desenvolve pesquisa em Física do Estado Sólido, com ênfase em Microscopia Eletrônica. Colabora com pesquisadores de outras

áreas como Belas Artes, Biologia, Engenharia, Geologia, Química e Ciências Forenses. Foi vice-diretora do Centro de Microscopia da UFMG (2006-2010). Presidente da Sociedade Brasileira de Microscopia e Micronálise (2008-2009), vice-presidente na área de materiais (2014-2015), e integra seu Conselho Consultivo. Tesoureira da Associação Nacional de Pesquisa em Tecnologia e Ciência do Patrimônio (2018-2022). Membro da Rede Mineira de Ciências Forenses desde 2015. Membro da camara de cristalografia de elétrons da IUCr (2014-2022). Participou da equipe de Implantação do Centro de Microscopia da UFMG desde 2002, e foi/é responsável pelo treinamento do corpo técnico do CM-UFMG na operação dos microscópios eletrônicos de varredura e de transmissão, difração de elétrons, e diversas técnicas de preparação de amostras na área de materiais.

LARISSA CAMILO DE SOUZA LIMA E SILVA

Possui graduação em Conservação e Restauro pelo Instituto Federal Minas Gerais (2010) e graduação em Arquitetura e Urbanismo pelo Centro Universitário UNA (2020). É Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Ouro Preto (2013) e Doutora em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável pela Universidade Federal de Minas Gerais (2019). Atualmente realiza estágio pós doutoral no Programa de Pós-Graduação em Preservação e Gestão do Patrimônio Cultural das Ciências e da Saúde (PPGPAT) da Casa de Oswaldo Cruz (COC/Fiocruz) com ênfase em ensaios não

destrutivos, diagnóstico e conservação preventiva do patrimônio cultural arquitetônico da saúde. Atua na área da tecnologia do ambiente construído com ênfase no patrimônio cultural, conservação preventiva, monitoramento e gestão de bens culturais. É docente nos cursos de graduação e pós-graduação nas áreas da Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil, com ênfase nas disciplinas de patrimônio cultural, conforto ambiental, materiais de construção, sistemas construtivos, estruturas metálicas e de madeira. Possui experiência na gestão pública do patrimônio cultural onde atuou como Gerente e Diretora de Patrimônio na Prefeitura Municipal de Belo Horizonte em Minas Gerais. Instituição de filiação: Centro Universitário UMA, Cargo ocupado: Professor Adjunto III, Cidade: Belo Horizonte, Estado: Minas Gerais, País: Brasil.

E-MAIL: larissa.lima@animaeducacao.com.br

LUANA CRISTINA DA SILVA CAMPOS

Doutora pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro no programa “Quaternário, Materiais e Culturas” com apoio financeiro do programa de doutorado Pleno do Exterior CAPES, reconhecido no Brasil pelo Departamento de Arqueologia da Universidade de Pernambuco (UFPE). Mestra pelo programa Erasmus mundus “Quaternário e Pré-história” através do mestrado em Arqueologia Pré-histórica e Arte Rupestre da Universidade de Trás-Os-Montes e Alto Douro. Pós-Graduada em Antropologia Forense pela Universidade de

Coimbra/INML. Especialista em SIG pelo Instituto Técnico de Tomar. Graduada em História pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Associada ao Centro de Geociências da Universidade de Coimbra e Secretária do Comité Científico (CGeo). Pós-doutora em Ambiente e Sociedade pelo Laboratório de Arqueologia “Paulo Duarte” – Unicamp. Professora no Mestrado Profissional em Preservação do Patrimônio Cultural do IPHAN. Professora Adjunta do Curso de História no campus Pantanal da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Coordenadora do Laboratório de Arqueologia do Pantanal e sua área de exposição.

LUCIANA HEYMANN

Graduada em História pela UFRJ, mestre em Antropologia Social pelo Museu Nacional da UFRJ e doutora em Sociologia pelo IUPERJ. Pesquisadora do Departamento de Arquivo e Documentação da Casa de Oswaldo Cruz (COC/Fiocruz), docente permanente e coordenadora (2021-2025) do Programa de Pós-Graduação em Preservação e Gestão do Patrimônio Cultural das Ciências e da Saúde, vinculado à Casa de Oswaldo Cruz (COC/Fiocruz).

LUIZ ANTONIO CRUZ SOUZA

Possui graduação em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (1986), mestrado em Química-Ciências e Conservação de Bens Culturais pela Universidade Federal de Minas

Gerais (1991), com trabalho experimental realizado no Institut Royal du Patrimoine Artistique (IRPA) – Bruxelas, Bélgica –, e doutorado em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (1996), com trabalho experimental realizado junto ao Getty Conservation Institute, em Los Angeles, USA. Ex-bolsista CAPES Sênior – Estágio Pós-Doutoral, na Universidade de Perugia, junto ao Centro Scientific Methodologies applied to Art and Archaeology (SMAArt), sob a coordenação do Prof. Antonio Sgamellotti (2014). É Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação em Artes (PPGArtes) (M, D; Escola de Belas Artes – UFMG), e do Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável (PACPS) – CAPES Interdisciplinar (M, D; Escola de Arquitetura, UFMG). Atualmente, é vice-diretor do Centro de Conservação e Restauração de Bens Culturais (CECOR), da Escola de Belas Artes da UFMG, coordenador do Laboratório de Ciência da Conservação (LACICOR), vinculado ao CECOR, e ao curso de Graduação em Conservação-Restauração de Bens Culturais Móveis, na Escola de Belas Artes da UFMG, onde é Professor Titular. Foi Coordenador do Curso de Especialização em Conservação de Bens Culturais Móveis e do Programa de Pós-Graduação em Artes, da Escola de Belas Artes da UFMG. Foi Vice-Diretor (2005-2009), e Diretor (2009-2013) da Escola de Belas Artes da UFMG. Foi membro do Conselho do ICCROM (<http://www.iccrom.org>), como representante do Brasil, por dois mandatos (2007-2011, reeleito para

2011-2015). Foi membro da Diretoria do Comitê de Conservação do Conselho Internacional de Museus (ICOM-CC) (4 mandatos: 1993 — 1996; 1999-2002; 2002-2005; 2014-2017). Foi membro do Conselho Curador da Fundação de Arte de Ouro Preto (FAOP), como representante da Associação Brasileira de Conservadores e Restauradores de Bens Culturais (Abracor) (2003-2019). Tem experiência na área de Artes e Ciência da Conservação, com ênfase em Ciência e Tecnologia para a Conservação-Restauração de Bens Culturais, atuando principalmente nos seguintes temas: gerenciamento e análise de riscos para a conservação de acervos, conservação preventiva, conservação-restauração, peritagem e análise científica de obras de arte, Gestão de Preservação de Patrimônio Cultural. Fundador, Vice-Presidente (2016-2018), Presidente (2018-2020; reeleito para 2020-2022) e atualmente membro do Conselho Fiscal da Associação Nacional de Pesquisa em Ciência e Tecnologia do Patrimônio – Ciência, Tecnologia e Inovação (ANTECIPA) para o estudo e preservação do Patrimônio Cultural, entidade da sociedade civil (<http://lacicor.eba.ufmg.br/antecipa/>) que representa diversas instituições e profissionais da área de ciência e tecnologia aplicados ao estudo e conservação do patrimônio cultural, congregando conservadores-restauradores, historiadores da arte, engenheiros, arquitetos, químicos, físicos, biólogos, geólogos, etc, vinculados a diversos laboratórios de universidades e instituições de pesquisa que atuam na área em todo o país. A ANTECIPA é

o nó de representação internacional, na América do Sul e no Brasil, da Rede Européia European Research Infrastructure for Heritage Science (e-RIHS). Membro permanente do Working Group on Sustainability (WGS) e do International Council of Museums (ICOM Internacional).

MARCIA DE MATHIAS RIZZO

Possui graduação em Licenciatura em Educação Artística pela FAAP (1982), pós-graduação em História da Arte pelo CENAP-FAAP (1990), mestrado em Físico-Química pelo IQ-USP (2008) e doutorado em Química Analítica também no IQ-USP. Iniciou o uso da radiação gama para extirpação de micro e macro organismos no Brasil junto ao IPEN em 2002. É consultora técnica e perita judicial para assuntos relacionados à conservação e restauração de bens culturais. Trabalhou na iniciativa privada como proprietária e diretora da MRIZZO Laboratório de Conservação e Restauração de Bens Culturais Ltda. durante 20 anos. Já coordenou e/ou trabalhou em mais de 4.000 projetos de restauro. Implantou o primeiro curso superior de conservação e restauro em São Paulo na PUC/SP. Desenvolveu um filme de adsorção com celulose/SBA-15 para limpeza de superfícies policromadas em obras de arte durante o doutorado, o qual recebeu a patente nº BR 10 2015 013561-O. Passou em 1º lugar no concurso público para professora adjunta A, no curso de bacharelado em Conservação e Restauração da UFRJ. Fundou

e é coordenadora do LECAD-M/Laboratório de Estudos, Caracterização e Desenvolvimento de Materiais ligados ao Patrimônio Cultural. Atualmente é docente do curso de graduação em Conservação e Restauro da UFRJ e sócia da MRIZZO Restaurações Ltda.

LATTES: <https://lattes.cnpq.br/3292326647543220>

MARCOS JOSÉ DE ARAÚJO PINHEIRO

Doutor e mestre em Ciências em Engenharia de Produção (COPPE/UFRJ) (2009 e 2002), com especialização em Administração Industrial e Engenharia Econômica (UFRJ/1993). Diretor da Casa de Oswaldo Cruz (COC/Fiocruz) desde 2021, foi vice-diretor de 2006 a 2021. Coordena o Preservo/Complexo de Acervos da Fiocruz. Docente do Mestrado Profissional em Preservação e Gestão do Patrimônio Cultural das Ciências e da Saúde (PPGPAT/COC). Colíder do Grupo de Pesquisa no CNPq “Saúde, Cidade: e Patrimônio Cultural”. Atua nas áreas do patrimônio cultural e da gestão pública com ênfase em: conservação preventiva e integrada, gestão de riscos, políticas culturais e memória.

LATTES: <http://lattes.cnpq.br/7762182748800639>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0721-9828>

E-MAIL: marcos.pinheiro@fiocruz.br

MARCUS VINÍCIUS PEREIRA-SILVA

Doutor em Ciência da Informação pela Universidade Federal Fluminense (UFF), mestre em ciências na área de Informação e Comunicação em Saúde pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e bacharel em Biblioteconomia e Documentação pela UFF. É assessor em gestão e desenvolvimento institucional na Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz. Atua em projetos relacionados ao acesso e preservação digital de acervos culturais; digitalização de acervos bibliográficos; ciência aberta, em especial em acesso aberto ao conhecimento e gestão, compartilhamento e abertura de dados de pesquisa; e estudos métricos da informação. É coordenador adjunto do Fórum de Preservação Digital da Fiocruz, membro do Preservo – Complexo de Acervos da Fiocruz, membro da Câmara Técnica de Informação e Comunicação da Fiocruz e coordenador adjunto da Biblioteca Virtual em Saúde – História e Preservação do Patrimônio Cultural das Ciências e da Saúde. Foi coordenador executivo do Grupo de Trabalho para o desenvolvimento do Programa de Preservação Digital de Acervos da Fiocruz, publicado em 2020. Também é professor do curso de Biblioteconomia da Universidade Salgado de Oliveira. Ministra e orienta disciplinas na área de serviços de informação para ciência e tecnologia, serviços de referência e organização do conhecimento.

LATTES: <http://lattes.cnpq.br/5328150521482224>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4135-4011>

MARIA BEATRIZ MEDEIROS KOTHER

Arquiteta, Doutora em Arquitetura pela Universidade Politécnica da Catalunia, Coservadora/Restauradora. Pesquisadora do Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Técnica em Restauro del Beni Culturale com qualificação em Dipinti su Tela e Tavola e Técnica del Restauro Superficie Decorate dell'architetturae.

E-MAIL: beatrizkother@gmail.com

MARIA CLAUDIA SANTIAGO

Possui Especialização em Preservação e Gestão do Patrimônio Cultural das Ciências e da Saúde (Fiocruz, 2011), Graduação em História (UERJ, 2004) e Discente em Biblioteconomia (Universo, 2021-atual). Desde 2006 é Técnica em Biblioteca (Biblioteca de Manguinhos/Icict/Fiocruz). Possui experiência nas áreas de acervos raros, conservação e restauração de acervos em papel, gestão e tratamento técnico de acervos bibliográficos, perícia técnica de acervos bibliográficos, segurança de acervos, memória institucional, história oral, curadoria de biblioteca digital, digitalização e preservação digital. Publicações de artigos, livros e produção técnica em assuntos relacionados às temáticas de obras raras, coleções especiais, conservação preventiva de acervos em papel,

marcas de proveniência, paleografia, patrimônio cultural, tráfico ilícito de bens culturais e seleção de acervos para digitalização. Discente em cursos livres e aulas temáticas. Organização de eventos e exposições. Organização de publicação que recebeu o 1º lugar na Categoria Ciências da Vida do 6º Prêmio Associação Brasileira de Editoras Universitárias (ABEU, 2020).

MARÍA JIMENA GARCÍA SANTA CRUZ

Comunicadora Audiovisual FBA UNLP (2010). Licenciada en Diseño de Interiores FDyC UDE (2015). Diplomada en Gestión Cultural FAD UCALP (2015). Integra el Comité Directivo de Climate Heritage Network (CHN). Miembro del Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS), Grupo de Trabajo de Profesionales Emergentes (ICOMOS EPWG), Consejo Internacional de Museos (ICOM), Socia de Diseñadores de Interiores Argentinos Asociados (DARA). Jefa de Trabajos Prácticos de Arquitectura, Paisaje y Patrimonio en Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad Católica de La Plata (FAD UCALP). Investigadora en Instituto de Investigación en Arquitectura y Territorio (INISAT FAD UCALP). Diseñadora independiente en Estudio Variar. Obtiene la Beca Bicentenario a la Creación 2016, disciplina Diseño, y la Beca a la Formación 2021, Fondo Nacional de las Artes. Desde 2014 colabora en proyectos de investigación y desarrollo sobre arquitectura sustentable, diseño sustentable, conservación preventiva

y gestión del patrimonio cultural.

MARIA LUIZA ROCCO

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1983), Mestrado em Físico-Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1986) e Doutorado em Química pela Freie Universität Berlin, Alemanha (1990). Professora Titular do IQ-UFRJ e Cientista do Nosso Estado (CNE, FAPERJ), coordena o Laboratório de Química de Superfícies, que emprega técnicas espectroscópicas e de dessorção induzida por feixe de elétrons e fótons no estudo de materiais poliméricos e filmes moleculares para aplicação na área de Eletrônica Orgânica, principalmente células solares. Atua também na coordenação do Laboratório Multiusuário de Espectroscopia de Fotoelétrons na região de Raio X do IQ-UFRJ. Tem experiência na área de Físico-Química, com ênfase em Química e Espectroscopia de Superfícies, atuando principalmente nos seguintes temas: polímeros semicondutores, filmes moleculares, radiação síncrotron, dessorção, espectroscopia de fotoabsorção e espectroscopia de fotoemissão de alta resolução. Membro do Scientific Advisory Committee (SAC) e do Comitê de Avaliação Científica de Propostas (CACIP) do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS). Tesoureira (2020-2022) e Vice-Diretora (2022-2024) da Divisão de Química de Materiais

da Sociedade Brasileira de Química (SBQ). Eleita Diretora da Divisão de Química de Materiais da SBQ para o biênio 2024-2026. Mantém colaboração com as seguintes instituições: DF/UFPR, DQ/UFPR, PUC-RJ, IF/UFRJ, COPPE/UFRJ, IFRJ, Swansea University, País de Gales, UK, Karlstad University, Suécia, TU Dresden, Alemanha.

MAURO GABRIEL GARCÍA SANTA CRUZ

Arquiteto (FAU UNLP). Especialista en Planeamiento Paisajista y Medio Ambiente (FCyF UNLP). Director del Instituto de Investigación en Arquitectura y Territorio (INISAT FAD UCALP). Coordinador de Investigación de la Facultad de Arquitectura y Diseño (FAD UCALP). Coordinador de Gestión ambiental y ecosistemas sustentables en el Instituto de Desarrollo Urbano y Territorial Sostenible, Fundación Ciudad de La Plata (IDUTS FCLP). Profesor adjunto a cargo de la asignatura Arquitectura, Paisaje y Patrimonio (FAD UCALP). Secretario del Comité Argentino del Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS Argentina). Vicepresidente para América Latina y el Caribe de Climate Heritage Network (CHN). Coordinador del Foro Patrimonio Sustentable y de la Iniciativa Patrimonio y Cambio Climático (miembro de CHN). Miembro del Grupo de Trabajo sobre Patrimonio y Acción Climática (ICOMOS CAWG), Comité Científico Internacional sobre Energía, Sostenibilidad y Cambio Climático (ICOMOS ISCES + CC), Grupo de Trabajo de Profesionales

Emergentes (ICOMOS EPWG), Consejo Internacional de Museos (ICOM), Comité Internacional de Museos y Colecciones Universitarias (UMAC ICOM).

MÔNICA GARCIA

Doutoranda em Ciência da Informação pela Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Portugal. Mestrado em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Informação e Comunicação em Saúde do Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (Icict)/Fundação Oswaldo Cruz (2014). Possui graduação em Direito pela Universidade Estácio de Sá (2005) e graduação em Biblioteconomia e Documentação pela Universidade Santa Úrsula (1990). Tem especialização em Indexação da Informação e aprovação na prova da Ordem dos Advogados do Brasil (OAB). Foi Chefe da Biblioteca de Manguinhos/Icict/Fundação Oswaldo Cruz, no período de 2007 a 2010. Desde 2011 é responsável pela Gestão de Acervos Bibliográficos do Icict onde faz a gestão das assinaturas dos periódicos internacionais, bases de dados e e-books, além da preservação do acervo da Rede de Bibliotecas da Fiocruz. Atualmente participa da coordenação da Rede de Laboratórios de Conservação e Restauração da Fiocruz/Preservo. Fundação Oswaldo Cruz/ Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde/Gestão de Acervos Bibliográficos. Rio de Janeiro – RJ, Brasil.

E-MAIL: monica.garcia@fiocruz.br

NATASHA FERNANDES

De Goa e trabalha no Museu de Arte Cristã (MoCA) desde 2007 como curadora. Ela possui um mestrado em História pela Universidade de Goa. Recebeu uma bolsa da Fundação Calouste Gulbenkian, Portugal, e do Museu de Arte Cristã, Goa (2006-2007), para formação na área da museologia, passando por vários museus de Lisboa, Portugal. Coordenou vários projetos museológicos e organiza experiências curatoriais e caminhadas patrimoniais em Velha Goa.

E-MAIL: museumofchristianart@gmail.com

NEUVÂNIA CURTY GHETTI

Licenciada em Química, possui mestrado e doutorado em Arquitetura pela Universidade Federal do Rio de Janeiro com pesquisas desenvolvidas na área da preservação e conservação do patrimônio cultural. É especialista em Análise e Preservação de Obras de Arte pela Escola Paulista de Direito, SP e coordenou o Laboratório de Arqueologia para Conservação e Restauração (LACOR) no Centro de Filosofia e Ciências Humanas da UFPE. Atualmente, é professora do Curso de Conservação e Restauração da EBA/UFRJ e coordena o Laboratório de Conservação em Arqueologia (LaC-Arq) do Departamento Arte

e Preservação onde realiza estudos e pesquisas na área da Conservação de Materiais Arqueológicos, Educação Patrimonial e Conservação de Coleções Científicas. Atua também como colaboradora no Laboratório Central de Conservação e Restauração (LCCR) do Museu Nacional/UFRJ. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Belas Artes, Professora do Departamento de Arte e Preservação, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

E-MAIL: neuvaniacg@eba.ufrj.br

NOAH FERNANDES

Professor Assistente na Faculdade de Arquitetura de Goa. É licenciado em Arquitetura pela Faculdade de Arquitetura de Goa (2012) e possui um Mestrado em Conservação pela Escola de Planejamento e Arquitetura, Nova Deli (2017). Com mais de oito anos de experiência profissional, exerceu funções como Arquiteto Júnior e Estagiário em Conservação de Edifícios em empresas prestigiadas, como a Architecture R/T e Abha Narain Lambh Architects. Fernandes apresentou a sua investigação em vários congressos nacionais e internacionais, incluindo a Fundação Charles Correa e o IIA CIALP. Os seus interesses académicos centram-se na conservação e reabilitação arquitetónica, no património e no papel das paisagens culturais na preservação de Sítios do Património Mundial. Ele também é voluntário no Museu de Arte Cristã (MoCA), em Velha Goa.

E-MAIL: noahfernandes@gmail.com

PATRÍCIA MOREIRA

Doutorada em Biotecnologia pela Universidade Católica Portuguesa (UCP, Portugal). É Professora Auxiliar na Escola das Artes (UCP). A sua principal área de investigação é a inovação em Biotecnologia para o Património Cultural, com foco em soluções sustentáveis para biodeterioração, ciência cidadã, conservação sustentável, economia circular para património e práticas de bioarte. Desde 2020, que ocupa cargos de responsabilidade no CITAR como coordenadora da área-foco de Património & Conservação e Restauro e, mais recentemente, como vice-diretora do CITAR, com o objetivo de inspirar outros investigadores a explorar novas abordagens interdisciplinares e inovadoras. Coordenou os projectos BIONANOSCULP (PTDC/EPH-PAT/6281/2014) e BIO4MURAL (PTDC/HAR-ARQ/29157/2017) financiados pela FCT e co-coordenou o projeto HAC4CG (NORTE-01-0145-FEDER-000067), financiado pela CCDRN. Orientou várias teses de doutoramento e mestrado e é autora de inúmeros artigos em revistas de alto impacto.

<https://ciencia.ucp.pt/en/persons/patricia-r-costa>

<https://www.cienciavita.ee/en/3A17-0D5A-2Co>

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0004-851X>

RENATA CIMA CAMPIOTTO

Arquiteta e urbanista, cursou Doutorado Direto no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (área de História e Fundamentos da Arquitetura e do Urbanismo) na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e de Design da Universidade de São Paulo (FAUUSP), em convênio de Dupla-Titulação com a Università degli Studi di Ferrara (Unife), Itália, com bolsa da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (2018-2023). Desenvolve pesquisas sobre o uso de tecnologias digitais e eletrônicas para a documentação do património cultural, com vistas a sua preservação. É Professora Titular I do curso de Arquitetura e Urbanismo do Instituto IBMEC São Paulo, lecionando “Estudo e Representação do Relevô” e “Materiais de Construção” (2024). É Diretora eleita do Conselho da Association for Preservation Technology International (2022-2024), e foi Representante Oficial da região brasileira no Capítulo Latino-Americano e Caribenho (2020-2022), sendo atualmente copresidente do Comitê Permanente de Academics & Research. É membro do ICOMOS Brasil e faz parte do time de liderança do Comitê Científico CIPA Heritage Documentation – Emerging Professionals. Sócia-fundadora e diretora do escritório arco.doc – arquitetura, consultoria e documentação, onde desenvolve serviços especializados de pesquisa e de projetos voltados à preservação de bens culturais desde julho de 2023.

RODRIGO GOMES FERRARI CESAR

Doutor em Filosofia pela Universidade de Colônia, Alemanha. Nascido no Rio de Janeiro, é bacharel em Física pela Unicamp e mestre em Ciências pelo Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde da Fiocruz onde trabalha há mais de 20 anos. Ingressou na instituição por concurso público em 2006 onde administrou e desenvolveu sites e bibliotecas virtuais em saúde, coordenou a equipe que reformulou o Portal Fiocruz e atuou na coordenação executiva dos grupos de trabalho para desenvolvimento da documentação referente à digitalização e à preservação digital. Atualmente compõe a Coordenação de Informação e Comunicação da Vice-Presidência de Educação, Informação e Comunicação (VPEIC) coordenando o grupo de trabalho Informação e Saúde Digital e o Fórum de Preservação Digital da Fiocruz.

LATTES: <https://lattes.cnpq.br/6643400615699018>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8470-2728>

SARA VALADAS

Doutorada em Química pela Universidade de Évora, na área de química aplicada ao Património. Desde 2010 que integra a equipa do Laboratório HERCULES, actualmente como investigadora e membro integrado, membro da Cátedra de Património Sustentável CityU Macau e do Laboratório Associado In2Past. Participou em

diversos projectos nacionais e internacionais, como o estudo do Retábulo da Sé do Funchal, o Projecto Old Goa Revelations (estudo dos retratos dos Vice-Reis da Índia), o Projecto SCREAM para o estudo dos desenhos de Edvard Munch e o Projecto de infraestruturas E-RIHS.pt. Integrou ainda a equipa científica do Laboratório José de Figueiredo de 2007 a 2010, participando em diversos projetos na área de pintura do séc. XV-XVII.

E-MAIL: svaladas@uevora.pt

TAYLON ALMEIDA DA SILVA SOARES

Possui graduação em Química com atribuições tecnológicas, com ênfase em química do petróleo e biocombustíveis pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Atualmente mestrando em Ciência e Tecnologia de Polímeros, pelo Instituto de Macromoléculas na UFRJ. Participou dos projetos de iniciação científica para “Avaliação do corpo d’água da Bacia São João”, “Síntese e caracterização de compostos heterociclos de enxofre” e “Sistemas associativos como modificadores reológicos para fluidos de perfuração de base aquosa”. Participou como bolsista no “Programa de Desenvolvimento Institucional da Fiocruz/Departamento de Patrimônio Histórico”, onde conduziu a pesquisa para levantar e sistematizar informações sobre projetos, obras e atividades de conservação e restauro dos bens integrados do Pavilhão Mourisco. Pesquisador Bolsista (PIDI) Departamento de Patrimônio Histórico da Casa de

Oswaldo Cruz — Fundação Oswaldo Cruz. Mestrando pelo Programa em Ciência e Tecnologia de Polímeros – Instituto de Macromoléculas – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Atualmente, continua como bolsista no mesmo programa, desenvolvendo o projeto “Identificação e aplicação de metodologia de análise para os tijolos cerâmicos do Núcleo Histórico e Arquitetônico de Mangueiras (NAHM)”.

E-MAIL: taylon.soares@fiocruz.br

TERESA RIVAS

Es profesora titular de la Escuela de Ingeniería de Minas y Energía de la Universidad de Vigo, y centra su investigación en los procesos de deterioro que afectan a materiales del patrimonio cultural arqueológico y arquitectónico y en la optimización de tratamientos de conservación como limpieza, consolidación, protección y desalación. En los últimos 10 años ha liderado tres proyectos de investigación nacionales, en régimen de concurrencia competitiva centrados en la optimización de los métodos de desalación, limpieza y consolidación de rocas y morteros en el Patrimonio Cultural y coordinado en la Universidad de Vigo el proyecto Erasmus+ Knowledge Alliance KA2 Conservación de Arte en el Espacio Público-CAPuS, de 2018-2020. Ha dirigido también más de 50 contratos de I+D con empresas de los sectores de conservación, restauración y rehabilitación de edificios. Es coautora de 123 artículos científicos publicados en

revistas de impacto y tiene una calificación índice H de 27. En los últimos 10 años ha dirigido 5 tesis doctorales. Ha sido secretaria (2015-2018) y directora (2018 a 2021) del Departamento de Ingeniería de los recursos naturales y del medio ambiente de la Universidad de Vigo y Coordinadora del Programa de Doctorado en Protección del Patrimonio Cultural de la Universidad de Vigo desde 2015-2018. Tiene cinco periodos de Investigación reconocidos por la CNEA española y es coautora de tres patentes de invención, dos de ellas aplicadas a métodos electroquímicos de desalación de rocas.

TERESA TEVES REIS

Doutorada em Ciências da Arte e do Património pela Faculdade de Belas-Artes, Universidade de Lisboa, mestre em Conservação e Restauro de Bens Culturais e licenciada em Conservação e Restauro de Pintura de Cavalete. Exerceu atividade profissional como conservadora-restauradora entre 2005 e 2016, dedicando-se desde então à investigação do património cultural de origem portuguesa na Índia. Desde 2023 é investigadora na Universidade de Évora, na Cátedra City University of Macau em Património Sustentável do Laboratório HERCULES, e no Laboratório Associado IN2PAST, nas áreas da Conservação e Valorização do Património Cultural. Laboratório HERCULES, Laboratório Associado para a Investigação e Inovação em Património, Arte, Sustentabilidade e Território (IN2PAST); Cátedra CityUMacau em Património

Sustentável, Universidade de Évora; Investigadora; Évora, Portugal.

E-MAIL: teresa.reis@uevora.pt

TIAGO DE CASTRO HARDY

Doutorando no Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável. Mestre em Patrimônio Construído e Ambiente Sustentável (UFMG, 2022) na linha de Pesquisa em Patrimônio cultural. Membro do grupo de pesquisa Art, Conservation Heritage Science (Arche). Pesquisa com ênfase em técnicas de reconstrução tri dimensional, realidade virtual e prototipagem aplicadas à preservação do patrimônio cultural – mapa de danos e HBIM. Graduação em Arquitetura e Urbanismo (Faculdades Metodistas Integradas Isabela Hendrix, 2005). Foi Professor de Tecnologia das Construções e Desenho Auxiliado por Computador no Instituto Federal de Ouro Preto/MG – CEAD. Foi Professor/coordenador no curso Técnico em Edificações no CECON/MG, lecionou nos cursos de Técnico em Design de interiores UNA/MG, Técnico em Segurança do trabalho UNIBH/MG, Técnico em Edificações UNIBH/MG e Tutor a distância do IFTM no curso Técnico em Edificações.

WAGNER NASCIMENTO SILVA

Graduado em Tecnologia da Informação. Após concluir sua graduação, decidiu ingressar diretamente no Mestrado em Engenharia de Sistemas e Computação da COPPE/UFRJ, atuando na linha de pesquisa em Banco de Dados. Em 2022 concluiu seu Doutorado em Informática na UNIRIO, atuando na linha de pesquisa em Inteligência Artificial, principal área de interesse do autor. Ao longo dos anos, atuou em grandes projetos profissionais e acadêmicos. Estes projetos vão desde o desenvolvimento de software para grandes empresas nacionais como Petrobras, Embratel e até multinacionais como a “Groupe Bull” empresa de informática de propriedade francesa. Na área acadêmica, o autor possui vários artigos, revistas e capítulos de livros publicados em conferências e congressos nacionais e internacionais. Participou e continua participando de eventos na área de tecnologia, tanto como apresentador quanto como expectador, sempre buscando novos conhecimentos na área. Atualmente é servidor público na Fundação Oswaldo Cruz, coordenando a área de desenvolvimento de sistemas da Casa de Oswaldo Cruz, onde vem atuando em diversos projetos para a instituição e atuando como membro do Grupo de Trabalho de gestão de riscos e conservação preventiva da unidade.

WALTER PATRICIO DI SANTO

Licenciado em Artes, Professor em Artes Plásticas, Abogado y Escribano (UNLP). Director del Museo de Arte Contemporáneo Beato Angélico, Universidad Católica de La Plata (UCALP). Investigador en el Instituto de Investigación en Arquitectura y Territorio (INISAT FAD UCALP). Investigador Categoría III en Facultad de Artes (FDA UNLP). Profesor Titular de la Cátedra Estética III, FDA UNLP. Titular de Gestión y Legislación de Museos, Ciclo de Complementación en Museología (UNDAV). Miembro de Museos y Asociaciones (MUSAS), Consejo Internacional de Museos (ICOM), Asociación de Directores de Museos de la República Argentina (ADiMRA) y Pro Arte La Plata.

WILLI DE BARROS GONÇALVES

Professor Associado na UFMG/EBA; Dr. em Artes (ênfase em Conservação Preventiva – UFMG, 2013), Mestre em Eng. Mecânica (UFMG, 2000), Arquiteto e Urbanista (UFMG, 1994). Prof. Associado lecionando no Curso de Graduação em Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis, e nos Programas de Pós-graduação em Artes, Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da UFMG. Coordenador do Laboratório de Conservação Preventiva (LACONPRE), vinculado ao CECOR. Vice-presidente da Associação Nacional de Pesquisa em Tecnologia e Ciência do Patrimônio (ANTECIPA).

E-MAIL: willidebarros@ufmg.br

YACY-ARA FRONER

Professora Titular na UFMG/EBA. É conservadora-restauradora pelo CECOR-UFMG (1992), possui mestrado em história social (1994) e doutorado em história econômica (2001) pela Universidade de São Paulo, com ênfase em ciências patrimoniais. Atualmente, é professora titular da Escola de Belas Artes da Universidade Federal de Minas Gerais, atuando nos cursos de graduação em Conservação-Restauração e no Programa de Pós-Graduação em Artes. Atua também no Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável, da Faculdade de Arquitetura, tendo sido coordenadora entre 2018 e 2020. Em 2016, foi bolsista de pós-doutoramento sênior pela CAPES no ICCROM, com investigação sobre cooperação internacional em formação, sob orientação de Jukka Jokilehto; em 2022, foi bolsista de pós-doutoramento sênior pelo CNPq na FAU-USP, com pesquisa sobre a Conferência de Roma de 1930 sobre Ciência da Conservação, com orientação de Beatriz Mugayar Kuhl. Coordena o projeto “Mapeamento de Danos em Pedras através do HBIM” pelo CNPq.

E-MAIL: froner@ufmg.br



1ª edição	janeiro 2025
impressão	meta
papel miolo	pólen natural 80g/m ²
papel capa	cartão supremo 300g/m ²
tipografia	karmina e roboto

Nesta publicação, podemos ainda observar o quanto a conservação preventiva estimula a pesquisa científica em diversas áreas do conhecimento e se desenvolve a partir dos seus resultados. A elaboração e disponibilização da presente publicação é fundamental para a disseminação de práticas, tecnologias e métodos de conservação de bens culturais com foco nas ações preventivas e na sustentabilidade, que para além de fortalecer e ampliar as redes colaborativas, promove o interesse e a participação do público nos processos de preservação.

O papel da Casa de Oswaldo Cruz (Fiocruz) e do seu Programa de Pós-Graduação em Preservação e Gestão do Patrimônio Cultural das Ciências e da Saúde (PPGPAT) é de extrema relevância na formação de novos profissionais, e as suas atividades têm contribuído de forma significativa para a transmissão do patrimônio cultural das ciências e da saúde para as gerações futuras.

CLAUDIA S. RODRIGUES DE CARVALHO

ARQUITETA

ISBN 978658646430-6



9 786586 464306



mórula
EDITORIAL



FAPERJ