



CONSERVAR PATRIMÓNIO

ARP · Associação Profissional
de Conservadores-Restauradores
de Portugal
conservapatrimonio.pt

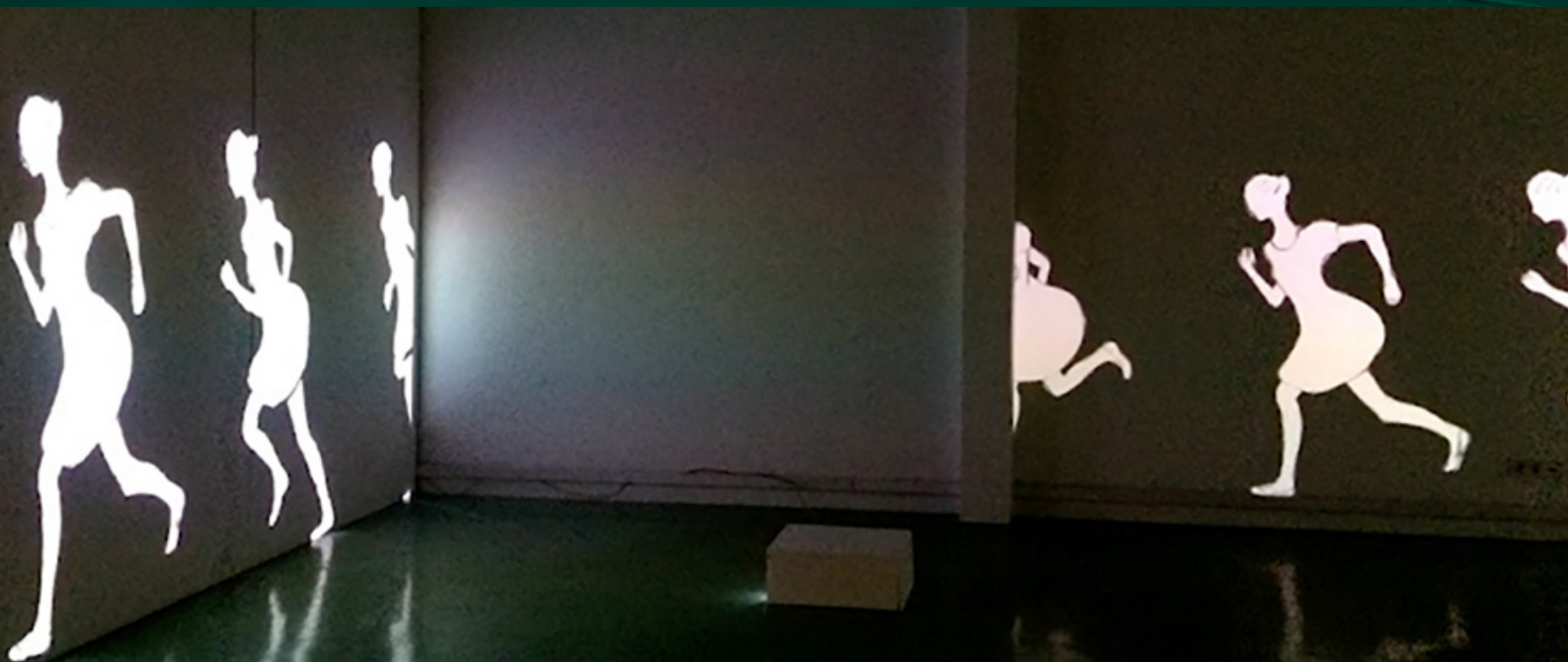
Rua Fialho de Almeida,
n.º 14 – 2.º Esq.
1070-129 Lisboa

Quadrimestral
Triannual
Reg. 127342

Setembro
September
2021

38

V Encontro Luso-Brasileiro de Conservação e Restauro
5th Portuguese-Brazilian Conference on Conservation and Restoration



Fotografia da capa Cover photograph

Trajectoria e apresentação de uma obra time-based media. “O desenho da menina a fugir do seu suporte” (2014), Ana Vieira (1940-2016), pp. 68-80.

As opiniões manifestadas na revista são da exclusiva responsabilidade dos seus autores e não traduzem necessariamente a opinião da ARP, da Direcção da revista ou do Conselho Editorial.

The opinions published in this journal are those of the authors alone and do not necessarily translate the views or opinions of ARP, the Editors of the journal or of its Editorial Board.



Licenciado sob uma Licença Creative Commons
Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.
Para ver uma cópia desta licença, visite
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.pt>

This work is licensed under the Creative Commons
Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.
To view a copy of this license, visit
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en>

ESTATUTO EDITORIAL

1. A Conservar Património é uma publicação de revista online quadrimestral sem fins lucrativos, com estatuto editorial constante no n.º1, artº 17.º da Lei 2/99 de 13 de Janeiro.
2. A Conservar Património é propriedade da ARP – Associação Profissional de Conservadores-restauradores de Portugal.
3. A Conservar Património é dirigida por um diretor com a colaboração de diretores-adjuntos, os quais, em conjunto, formam a direção da Revista.
4. A Conservar Património é independente do poder político, ideológico, económico ou religioso.
5. A Conservar Património pauta-se por critérios de isenção, imparcialidade, seriedade, rigor, honestidade intelectual e criatividade editorial, seguindo um compromisso de assegurar o respeito pelos princípios deontológicos e pela ética profissional.
6. A Conservar Património é uma revista de natureza técnico-científica sobre Conservação e Restauro de Bens Culturais, colaborando com outras áreas transversais das Artes, Humanidades e Ciências. Pretende proporcionar um espaço aos conservadores-restauradores para a divulgação regular dos seus estudos e atividades.
7. A Conservar Património visa:
 - Constituir um repertório de informação técnica e de conteúdos especializados, numa área em que a evolução tecnológica é constante;
 - Consagrar na imprensa um fórum potenciando a comunicação entre os vários intervenientes do meio empresarial, institucional e académico ligados à atividade;
 - Dar destaque a conteúdos pedagógicos, dirigidos ao público em geral, tendo em vista incrementar a sensibilização para os Bens Patrimoniais;
 - Promover as atividades do sector que esta representa, promover o desenvolvimento da Conservação e Restauro e da profissão de conservador-restaurador e, de uma forma geral, contribuir para a defesa e a valorização do Património Cultural.

Lisboa, 15 de Julho de 2019

CONSERVAR PATRIMÓNIO

38

ARP · Associação Profissional
de Conservadores Restauradores
de Portugal

Periodicidade Quadrimestral
Setembro 2021
conservarpatrimonio.pt

Apresentação Forward

- 8 **MARIA AGUIAR, GONÇALO VASCONCELOS E SOUSA, JOANA TEIXEIRA, MARIA LUÍSA SOARES**
V Encontro Luso-Brasileiro de Conservação e Restauro – uma nota introdutória
5th Portuguese-Brazilian Conference on Conservation and Restoration –
an introductory note

Artigos Articles

- 10 **EMANUEL STERP MOGA, ÓSCAR HERNÁNDEZ-MUÑOZ, ALICIA SÁNCHEZ-ORTIZ**
Aplicación de fuentes de iluminación en modelos fotogramétricos para la diagnosis y restauración virtual de objetos en cera policromados
Aplicação de fontes de luz em modelos fotogramétricos para o diagnóstico e restauro virtual de objectos em cera policromada
Application of light sources on photogrammetric models for the diagnosis and virtual restoration of objects in polychrome wax
- 22 **KAREN BARBOSA, TERESA FERREIRA, PATRÍCIA MOREIRA, EDUARDA VIEIRA**
Monitorização de gases poluentes em microclimas de museus: estratégia relevante para a conservação preventiva
Monitoring pollutant gases in museum microclimates: a relevant preventive conservation strategy

Notas Notes

- 35 **GUILHERMINA CADECO, PATRÍCIA COSTA, BRUNO B. CAMPOS, MANUEL ALGARRA, MARIA VALLE MARTÍNEZ DE YUSO, PATRÍCIA R. MOREIRA, PAULO SILVA, EDUARDA VIEIRA**
A coleção científica do Museu do ISEP: as Pilhas de Grenet e Leclanché
The scientific collection of ISEP Museum: Grenet and Leclanché cells
- 44 **FREDERICO HUDSON FERREIRA, FERNANDA FREITAS COSTA DE TORRES**
Oficina-Escola de restauro de mobiliário moderno
Workshop-School of restoration of modern furniture

Intervenção Intervention

- 49 **ELISABETE FERREIRA, ANTÓNIO JOÃO CRUZ, CARLA REGO**
Intervenção nas pinturas maneiristas sobre madeira representando *São Sebastião* e *Santa Luzia*, de Belchior de Matos, constituintes de um díptico da ermida de Geraldês, em Peniche
Intervention in Mannerists wooden paintings representing *Saint Sebastian* and *Saint Lucy*, by Belchior de Matos, constituents of a diptych of the chapel of Geraldês, in Peniche
- 58 **CIRO JR MARTINS RIBEIRO, NATTALIA BOM CONSELHO MAURÍCIO, TATIANA DUARTE PENNA, VANESSA TAVEIRA DE SOUZA**
A utilização de impressão 3D em portas centenárias do Espaço Comum Luiz Estrela: intervenções contemporâneas em bens integrados
The use of 3D printing in centenary doors of the “Espaço Comum Luiz Estrela”: contemporary interventions in integrated goods
- 71 **SOFIA GOMES, RITA MACEDO**
Trajetória e apresentação de uma obra *time-based media*: “O desenho da menina a fugir do seu suporte” (2014), Ana Vieira (1940-2016)
Trajectory and exhibition of a time-based media work: “The drawing of the girl running away from her support” (2014), by Ana Vieira (1940-2016)
- 81 **ANA RITA DIAS, ANA BIDARRA, PEDRO ANTUNES**
Desafios na conservação e restauro de bandeiras processionais – um caso de estudo
Challenges in the conservation and restoration of processional banners – a case study

FICHA TÉCNICA · JOURNAL INFORMATION

CONSERVAR PATRIMÓNIO

Revista académica com avaliação por pares

Academic peer-reviewed journal

Edição *Publisher*

Associação Profissional de Conservadores-Restauradores de Portugal (ARP)

Rua Fialho de Almeida, n.º 14, 2.º esq., 1070-129 Lisboa, Portugal

Contribuinte VAT registration number n.º 503 602 981

Periodicidade *Frequency*

Quadrimestral *Triannual*

Registo ERC

127342

ISSN

2182-9942 edição digital *digital edition*

DOI

<https://doi.org/10.14568/cp>

Directora *Director*

ELIN FIGUEIREDO

Directores-adjuntos *Co-directors*

ANA CLARO

ANA ZÉLIA MILLER

SÍLVIA O. SEQUEIRA

TIAGO MIGUEL FERREIRA

Assistente editorial *Editorial assistant*

SALIMA REHEMTULA

Projeto gráfico *Journal layout*

JOANA & MARIANA

Paginação *Page design*

FERNANDA CARVALHO

SÍLVIA O. SEQUEIRA

EDITORES, COMISSÃO DE REDACÇÃO E CONSELHO EDITORIAL EDITORS, COPY EDITING BOARD AND EDITORIAL BOARD

Editores-chefe *Editors-in-chief*

ELIN FIGUEIREDO

Investigadora Auxiliar, Centro de Investigação de Materiais,
Instituto de Nanoestruturas, Nanomodelação e Nanofabricação (CENIMAT/i3N),
Universidade NOVA de Lisboa, Portugal

TIAGO MIGUEL FERREIRA

Professor Auxiliar, University of the West of England – UWE Bristol, Reino Unido
Professor Auxiliar Convidado, University of Coimbra, Portugal

Editoras associadas *Associate editors*

ANA CLARO

Investigadora Integrada, CHAM – Centro de Humanidades, Faculdade
de Ciências Sociais e Humanas, Universidade NOVA de Lisboa, Portugal

ANA ZÉLIA MILLER

Investigadora Auxiliar, IRNAS-CSIC, Sevilha, Espanha
Laboratório HERCULES, Universidade de Évora, Portugal

SÍLVIA O. SEQUEIRA

Investigadora, LAQV-Requimte | CHARM – Cultural Heritage and
Responsive Materials, FCT, Universidade NOVA de Lisboa, Portugal

Comissão de redacção *Copy editing board*

EMMANUELLE MEUNIER

Investigadora, Casa de Velázquez, EHEHI, Madrid, Espanha

GUILHERME PINHEIRO POZZER

Investigador, Centro Interdisciplinar de Ciências Sociais
(CICS.NOVA.UMinho), Universidade do Minho, Portugal

ILENIA D'ANGELI

Investigadora, Italian Institute of Speleology, Bologna, Itália

JOÃO LUÍS ANTUNES

Químico, Portugal

JOSÉ CARLOS DOMINGUES

Investigador, Universidade de Coimbra, Portugal

LAURA MOURA

Investigadora, Museu Nacional de História Natural e da Ciência,
Universidade de Lisboa, Portugal

NICASIO T. JIMÉNEZ-MORILLO

Investigador, MED, Laboratório HERCULES,
Universidade de Évora, Portugal

RUI MAIO

Investigador, Riscos e Sustentabilidade na CONstrução (RISCO),
Universidade de Aveiro, Portugal

TERESA ALMEIDA

Professora Auxiliar, Faculdade de Belas Artes,
Universidade do Porto, Portugal

THIAGO SEVILHANO PUGLIERI

Professor Auxiliar, Departamento de Museologia,
Conservação e Restauro, Universidade Federal de Pelotas, Brasil

EDITORES, COMISSÃO DE REDACÇÃO E CONSELHO EDITORIAL
EDITORS, COPY EDITING BOARD AND EDITORIAL BOARD

Conselho editorial *Editorial board*

ANDRZEJ KADŁUCZKA

Professor Architect, Institute of History of Architecture and Preservation of Monuments,
Faculty of Architecture, Krakow University of Technology, Poland

CESÁREO SAIZ-JIMENEZ

Profesor de Investigación, Instituto de Recursos Naturales
y Agrobiología de Sevilla – Consejo Superior de Investigaciones
Científicas (IRNAS-CSIC), Sevilla, España

CHRISTIAN DEGRIGNY

Conservation Scientist, Haute École de
Conservation-Restauration Arc, La Chaux-de-Fonds, Suisse

M.^a JOSÉ GONZÁLEZ LÓPEZ

Profesora Titular, Departamento de Pintura,
Facultad de Bellas Artes, Universidad de Sevilla, España

MÁRIO MENDONÇA DE OLIVEIRA

Professor, Universidade Federal da Bahia, Brasil

MATHIEU THOURY

Researcher, IPANEMA, CNRS, Ministère de la Culture
et de la Communication, Université de Versailles
Saint-Quentin-en-Yvelines, Université Paris-Saclay, France

NICOLA MASINI

Research Director and Deputy Director of CNR,
Institute of Heritage Science, Baragiano Scalo, Italy

ROSÁRIO VEIGA

Investigadora Principal com Habilitação para Coordenação Científica,
Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal

SALVADOR MUÑOZ VIÑAS

Profesor, Universitat Politècnica de València, España

TOM LEARNER

Head of Science, Getty Conservation Institute, USA

VÍTOR SERRÃO

Professor Catedrático, Instituto de História da Arte,
Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, Portugal

A revista está indexada ou referenciada nas seguintes bases de dados bibliográficas internacionais:
The journal is abstracted or indexed in the following international bibliographic databases:

- AATA – *Abstracts of International Conservation Literature*, Getty Conservation Institute, <http://aata.getty.edu>
- BCIN – *The Bibliographic Database of the Conservation Information Network*, Canadian Heritage Information Network, <http://www.bcin.ca>
- *Chemical Abstracts*, American Chemical Society, <http://www.cas.org>
- CIRC – *Clasificación Integrada de Revistas Científicas*, EC3METRICS, <https://clasificacioncirc.es>
- Crossref, <http://www.crossref.org>
- *CWTS Journal Indicators*, Leiden University, <http://www.journalindicators.com>
- DOAJ – *Directory of Open Access Journals*, <http://www.doaj.org>
- EBSCO Art Source, <https://www.ebscohost.com>
- ERIH PLUS – *European Reference Index for the Humanities and the Social Sciences*, Norwegian Social Science Data Services, <https://dbh.nsd.uib.no/publiseringsskanaler/erihplus/>
- *Google Scholar*, <http://scholar.google.com>
- *Index Copernicus Journals Master List*, <http://journals.indexcopernicus.com>
- *Ingenta Connect*, <http://www.ingentaconnect.com>
- *Latindex – Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, <http://www.latindex.unam.mx>
- MIAR – *Matriz de Información para el Análisis de Revistas*, Universitat de Barcelona, <http://miar.ub.edu>
- *Microsoft Academic*, <https://academic.microsoft.com>
- *OpenAIRE – Open Access Infrastructure for Research in Europe*, <https://explore.openaire.eu>
- REDIB – *Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico*, <http://www.redib.org>
- *Scimago*, <http://www.scimagojr.com>
- *Scopus*, Elsevier, <https://www.scopus.com>
- *Web of Science – Emerging Sources Citation Index (ESCI)*, Clarivate Analytics, <https://webofknowledge.com>

V Encontro Luso-Brasileiro de Conservação e Restauro – uma nota introdutória

5th Portuguese-Brazilian Conference on Conservation and Restoration – an introductory note

MARIA AGUIAR¹
 GONÇALO VASCONCELOS
 E SOUSA¹
 JOANA TEIXEIRA¹
 MARIA LUÍSA SOARES²
 Comissão Organizadora
 do Encontro
 Conference Organizing Committee

1. CITAR, Escola das Artes,
 Universidade Católica Portuguesa,
 Porto, Portugal
 2. Universidade Federal do Rio de
 Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

Em finais de 2019 decorreu a 5ª edição dos Encontros Luso-Brasileiros de Conservação e Restauro, organizado pelo CITAR (Universidade Católica Portuguesa), com a colaboração da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Durante os dias 9 e 10 de dezembro foram debatidas temáticas relacionadas com realidades próximas como o trágico incêndio no Museu Nacional do Rio de Janeiro, ocorrido pouco mais de um ano antes; os desafios colocados pela conservação dos novos media, arte contemporânea e coleções científicas, bem como com a preservação de bens culturais ditos mais “tradicionais”; sem descuidar a necessária reflexão conjunta sobre a formação dos profissionais de conservação e restauro, nos dois lados do Atlântico.

Para os 6 temas em análise, podemos contar com Samuel Franco Arce, Diretor Executivo do Centro de Recuperação Cultural do ICOM Guatemala e membro do ICCROM e AVICOM, como orador convidado sobre a *Prevenção e gestão de riscos e recuperação de desastres*. A importância dos primeiros auxílios ao património e espaços envolventes em situações de crise ou emergência foi sublinhada e realçado o papel do conservador-restaurador dentro de uma equipa mais vasta. Na mesma linha, foi apresentada pela Isabel Raposo Magalhães a versão portuguesa do manual *Património em risco: Evacuação de Emergência de Coleções Patrimoniais*, elaborado em conjunto pela UNESCO e ICCROM em 2016 e recém-traduzido em 2019.

Nos *Desafios da conservação contemporânea e das novas tecnologias*, Lino García Morales, da Universidad Politécnica de Madrid, foi o orador convidado, tendo-nos apresentado a problemática da conservação dos novos media devido à complexidade técnica e à rápida obsolescência tecnológica em que estão envolvidos. No entanto, através da sua *Teoría de la Conservación Evolutiva* também apontou estratégias e alternativas, quer para o próprio processo de criação, quer para as posteriores recriações.

Na *Preservação de coleções históricas e científicas* podemos constatar a diversidade dos espólios e a importância do

contexto como elemento unificador e de referência para as opções de tratamento. Nas coleções científicas pertencentes a museus universitários ou a outras entidades, ficou patente a área emergente que exige novas abordagens de conservação e restauro e a necessidade de articulação com especialistas de um amplo espectro científico.

As temáticas da *Conservação de bens culturais em suportes têxteis* e a *Conservação e restauro de bens culturais móveis e integrados em madeira* foram direcionadas para intervenções em áreas que ainda não tinham sido alvo de atenção nas edições anteriores e que se sentia ser a altura de promover, nomeadamente a divulgação das boas práticas e dos desenvolvimentos havidos nessas especialidades.

À semelhança de outros Encontros, houve espaço para abordar a formação em conservação e restauro em *Novos paradigmas para a formação e conservação e restauro: inovações e avanços tecnológicos*. Os ajustes de curricula académicos para as necessidades da conservação de arte contemporânea no Brasil foram discutidos, sendo igualmente apresentadas os desafios colocados por outras especializações. Os avanços tecnológicos com o recurso a ferramentas digitais, estudos de estabilidade de materiais e monitorização ambiental foram também abrangidos nesta temática.

O Encontro contou com 44 comunicações orais distribuídas pelas 6 sessões temáticas e 20 posters, apresentados em 5 sessões públicas. A afluência do público contabilizou 123 pessoas, sendo de realçar a numerosa participação dos brasileiros, apesar das dificuldades com que as universidades se deparavam. A participação espanhola também veio demonstrar o reconhecimento que os Encontros Luso-Brasileiros têm vindo a despertar nos pares mais próximos e cuja plataforma tem servido para a aproximação académica e de investigação.

A dedicação deste número temático pela revista *Conservar Património* vem contribuir para a valorização destes Encontros através da divulgação dos trabalhos apresentados e para uma subsequente consolidação da área.

At the end of 2019, the 5th edition of the Portuguese-Brazilian Conference on Conservation and Restoration took place, and was organized by CITAR (Catholic University of Portugal) in collaboration with the Federal University of Rio de Janeiro. During the 9th and 10th of December topics were discussed related to recent events, such as the tragic fire in the National Museum of Rio de Janeiro, which occurred just over a year earlier; to the challenges posed by the conservation of new media art, contemporary art and scientific collections, as well as to the preservation of so-called more "traditional" cultural assets; without neglecting the necessary joint reflections about training on conservation and restoration on both sides of the Atlantic.

Under the 6 topics at debate, we could count with the keynote speaker Samuel Franco Arce, Executive Director of the Cultural Recovery Center of ICOM Guatemala and member of ICCROM and AVICOM, within the topic *Risk Prevention and Management and Disaster Recovery*. The importance of first aid to heritage and its surroundings in crisis or emergency situations was underlined and the role of the conservator-restorer within a wider team, was highlighted. In the same perspective, Isabel Raposo Magalhães presented the Portuguese version of the *Endangered Heritage: Emergency Evacuation of Heritage Collections* manual, published by UNESCO and ICCROM in 2016 and recently translated, in 2019.

Under the topic *Challenges of contemporary conservation and new technologies*, Lino García Morales, from the Universidad Politécnica de Madrid, was the keynote speaker, presenting us with the problem of conservation of new media art due to the technical complexity and rapid technological obsolescence in which they are involved. However, through his *Teoría de la Conservación Evolutiva*, he also pointed out strategies and alternatives, both for the creation process itself and for subsequent recreations.

In *Preservation of historical and scientific collections* topic, we could testify the diversity of the collections and the importance of the context as a unifying and reference element for treatment options. In the scientific collections belonging to university museums or other entities, it became evident that this emerging area requires new approaches to

conservation and restoration and the need for articulation with specialists from a wide scientific spectrum.

The topics of *Conservation of cultural assets on textile supports* and the *Conservation and restoration of wooden movable and integrated cultural heritage* were directed towards interventions in areas that had not yet been the subject of attention in previous editions, and which we felt to be the time to promote, namely the dissemination of good practices and developments in these specialities.

There was also time to address training in conservation and restoration in *New paradigms for training and conservation and restoration: innovations and technological advances* topic. Adjustments of academic curricula to the needs of contemporary art conservation in Brazil were discussed, and challenges posed by other specializations were also presented. Technological advances using digital tools, studies on material stability and environmental monitoring were also covered in this theme.

The Conference had 44 oral presentations distributed over 6 thematic sessions and 20 posters, presented in 5 public sessions. Public accounted for 123 people, and the large participation of Brazilians should be highlighted, despite the difficulties faced by universities. The Spanish participation also came to demonstrate that the Portuguese-Brazilian Conferences have been growing in recognition within these close peers and that this platform has served to bring academic and research approaches closer together.

The publication of this thematic issue by the journal *Conservar Património* contributes to the valorisation of these Conferences through the dissemination of the works there presented and to a subsequent consolidation of the area.



Licenciado sob uma Licença Creative Commons
Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.
Para ver uma cópia desta licença, visite
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.pt>.

This work is licensed under the Creative Commons
Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.
To view a copy of this license, visit
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en>.

Aplicación de fuentes de iluminación en modelos fotogramétricos para la diagnosis y restauración virtual de objetos en cera policromados

Aplicação de fontes de luz em modelos fotogramétricos para o diagnóstico e restauro virtual de objectos em cera policromada

Application of light sources on photogrammetric models for the diagnosis and virtual restoration of objects in polychrome wax

EMANUEL STERP MOGA^{1,*}
ÓSCAR
HERNÁNDEZ-MUÑOZ²
ALICIA SÁNCHEZ-
ORTIZ¹

1. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Bellas Artes, Departamento de Pintura y Conservación-Restauración, Madrid, España
2. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Bellas Artes, Departamento Diseño e Imagen, Madrid, España

* emasterp@ucm.es

Resumen

El objetivo de este trabajo es presentar un nuevo enfoque práctico de la fotogrametría digital en la diagnosis artística y la restauración virtual. El estudio se ha aplicado a un modelo anatómico de cera policromada, datado en el siglo XVIII. En el registro fotográfico, se ha utilizado la combinación de fuentes de iluminación (visible y ultravioleta) para obtener modelos 3D que sirven como herramientas de documentación para a la hora de mapear con exactitud el estado de conservación y de proyectar la restauración virtual. Se describen las etapas del proceso fotogramétrico junto con la estrategia de iluminación y la gestión del color empleados para solventar la problemática del registro virtual en superficies de objetos con acabados muy brillantes. Los resultados obtenidos son prometedores puesto que permiten obtener un modelo 3D con un óptimo registro de la morfología de la escultura sobre el que proyectar virtualmente soluciones dentro del modelo de toma de decisiones.

Resumo

O objectivo deste trabalho é apresentar uma nova abordagem prática da fotogrametria digital no diagnóstico artístico e no restauro virtual. O estudo foi aplicado a um modelo anatómico de cera policromada, datado do século XVIII. No registo fotográfico, a combinação de fontes de luz (visível e ultravioleta) tem sido utilizada para obter modelos 3D que servem como ferramentas de documentação para mapear com precisão o estado de conservação e para projectar o restauro virtual. As etapas do processo fotogramétrico são descritas juntamente com a estratégia de iluminação e gestão de cores utilizadas para resolver o problema do registo virtual em superfícies de objectos com acabamentos muito brilhantes. Os resultados obtidos são promissores, uma vez que permitem obter um modelo 3D com registo óptimo da morfologia da escultura para projectar soluções virtuais no âmbito do modelo de decisão.

Abstract

The objective of this work is to present a new practical approach to digital photogrammetry in artistic diagnosis and virtual restoration. The study has been applied to an anatomical model of polychrome wax, dated from the 18th century. In the photographic record, the combination of light sources (visible and ultraviolet) has been used to obtain 3D models that serve as documentation tools to accurately map the state of conservation and to project the virtual restoration. The stages of the photogrammetric process are described along with the lighting strategy and colour management used to solve the problem of virtual registration on surfaces of objects with very bright finishes. The results obtained are promising, because they make it possible to obtain a 3D model with optimal record of the morphology of the sculpture to project virtual solutions within the decision-making model.

PALAVRAS-CLAVE

Fotogrametría digital
Fluorescencia visible
inducida por UV
Documentación 3D
Restauración virtual
Escultura de cera

PALAVRAS-CHAVE

Fotogrametria digital
Fluorescência visível
induzida por UV
Documentação 3D
Restauro virtual
Escultura de cera

KEYWORDS

Digital photogrammetry
UV Induced visible
fluorescence
3D documentation
Virtual restoration
Wax sculpture

Introducción

Las universidades públicas europeas custodian un importante y variado patrimonio de enorme valor educativo, científico y cultural [1]. Dentro de él se encuentran las colecciones de ceroplástica anatómica, constituidas por artefactos de extraordinaria calidad técnica, que en sí mismos son fuentes primarias esenciales para comprender la historia de la medicina. La falta de reconocimiento del papel que este material didáctico tuvo en la construcción y avance del conocimiento, ha llevado a que muchas de estas colecciones estuvieran expuestas a una suerte incierta, resultado de una carencia de planes de conservación para preservar su legado que solo en los últimos años, con el despertar de un nuevo interés hacia ellas, se ha visto revertido [2-3].

Los artefactos en cera supusieron una estrategia pedagógica novedosa en el siglo XVIII al permitir una representación tridimensional de la anatomía humana, animal o botánica. Favorecieron el aprendizaje del estudiante a través de una experiencia sensorial activa al sustituir al cadáver diseccionado por un artefacto con el que se superaba los anteriores métodos bidimensionales, como los grabados e ilustraciones. Desde su desarrollo inicial, los modelos de cera médica han sido producidos con diversos fines: utilizados como instrumentos de investigación, como herramientas para la instrucción de los estudiantes y profesionales de la medicina, como medio para estimular el interés del público hacia la ciencia y como entretenimiento dentro de un contexto más amplio de la cultura popular. La función didáctica que tenían estos objetos conllevaba una constante manipulación de los mismos, lo que hizo que con el tiempo fuesen acumulando las huellas derivadas de su uso en las aulas. Este factor, unido a la extrema fragilidad del propio material céreo, ha provocado deterioros en muchos de los modelos artificiales cuyo alcance está determinado por las condiciones de exposición o almacenamiento a las que han estado sometidos. Para afrontar el reto de su conservación es esencial recurrir a técnicas de intervención que tengan el menor impacto posible, de modo que se cumplan los criterios básicos de la restauración moderna con el criterio de mínima intervención.

Para registrar el estado de conservación de una pieza es habitual recurrir a sistemas bidimensionales, como fotografías, fichas técnicas con notas y mapas gráficos. En las últimas décadas, la adquisición de modelos 3D mediante la fotogrametría digital o el escaneo láser, se ha convertido en uno de los métodos estándar para documentar, diagnosticar, conservar, restaurar y difundir el patrimonio cultural [4-9]. Al disponer de una malla poligonal, que replica al objeto real en todas sus características físicas, el conservador-restaurador puede visualizarlo en la pantalla del ordenador con la finalidad de estudiar sus características técnicas, diagnosticar deterioros que a simple vista no son detectables y realizar simulaciones virtuales que ofrezcan soluciones sin

que esto suponga una manipulación directa. Si bien el sector de la arqueología ha sido el pionero en aplicar esta técnica, en la actualidad existe una amplia literatura sobre su implementación en prácticamente todos los tipos de objetos patrimoniales [10].

A pesar de las ventajas que esta técnica tiene frente a métodos más tradicionales, son escasos los trabajos publicados referidos de manera específica a objetos de cera o a colecciones de ceroplástica. En anteriores trabajos, nuestro equipo analizó la utilidad de la fotogrametría, el escáner y la impresión 3D para implementar metodologías de restauración bajo la premisa de mínima intervención [11-14]. Algunos autores han enfocado la aplicación de las tecnologías digitales 3D hacia la documentación para asegurar la preservación y difusión de este tipo de patrimonio [15].

La parte novedosa del trabajo que se presenta se centra en la elaboración de modelos fotogramétricos mediante la aplicación de la técnica de la fluorescencia visible inducida por UV, cuyo fin es enriquecer y complementar la diagnosis y creación de cartografías digitales 3D. En paralelo, los modelos fotogramétricos con luz visible y gestión del color, son herramientas claves para obtener unos modelos digitales de alta calidad y fidelidad con la obra original de cara a la restauración virtual.

Materiales y métodos

Como caso de estudio, se ha elegido una escultura en cera policromada que representa la anatomía de una cabeza humana (nº inventario: MAJPO00378), conservada en el Museo de Anatomía Humana "Javier Puerta" de la Facultad de Medicina. La figura fue elaborada en el gabinete anatómico del Real Colegio de Cirugía de San Carlos, en el siglo XVIII y actualmente forma parte de las colecciones científicas de la Universidad Complutense de Madrid. Las propias características del material escultórico, con una elevada fragilidad de la cera envejecida, y el estado crítico de conservación que presentaba el modelo debido a la fragmentación de la cabeza por la línea del cuello como consecuencia de una incorrecta manipulación, desaconsejaban moverla para su estudio. Se planteó entonces la necesidad de buscar una nueva estrategia que redujese al máximo la acción directa sobre el objeto a través un protocolo de intervención (Figura 1).

Proceso de registro tridimensional

El primer paso para la digitalización de la escultura mediante fotogrametría consistió en la captura de las múltiples fotografías. Para la elección de la estrategia de captura se tuvieron en cuenta tanto las características físicas del modelo, tamaño y peso, como su composición material,

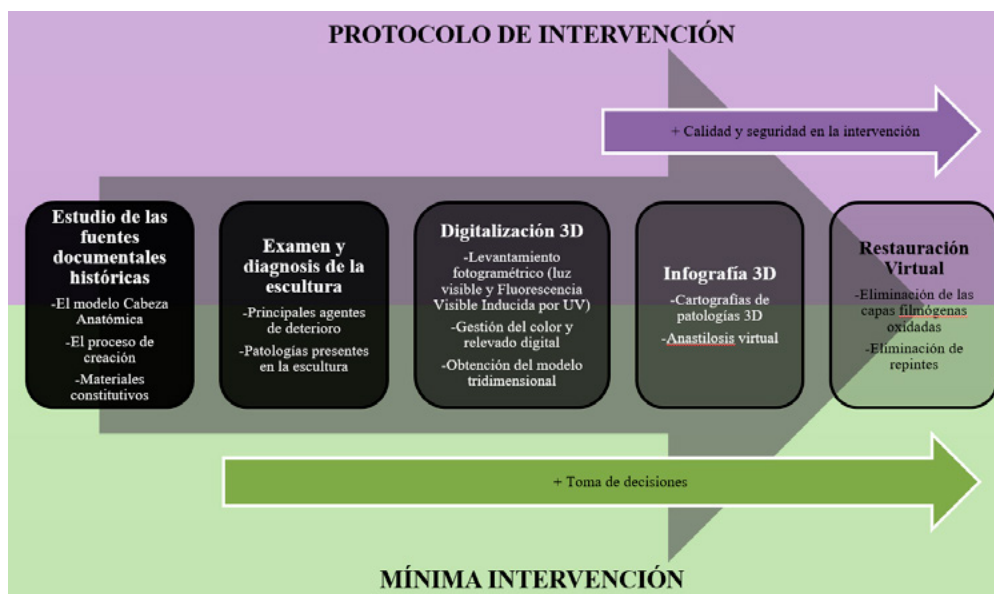


Figura 1. Esquema con las diferentes fases que componen el protocolo de intervención dentro del Modelo de Toma de Decisiones enfocado a la Restauración Virtual (E. Sterp Moga).

y, sobre todo, la capacidad de reflexión de su superficie barnizada. Asimismo, se consideraron las condiciones especiales de iluminación del entorno museístico en el que la obra está expuesta. El registro fotográfico se ha realizado con un equipo compuesto por una cámara digital modelo Canon EOS 5D Mark II, de 21,1 megapíxeles y un objetivo con lente multifocal de 50 mm. Para el registro del modelo con luz visible se eligieron como parámetros de sensibilidad ISO-100, diafragma $f/8$ y obturador $1/250$. La captura de fotografías con fluorescencia visible inducida por UV se hizo ajustada a los siguientes parámetros: diafragma $f/8$, obturador $1/10$ y sensibilidad ISO-100.

Control de brillos

La mayor dificultad encontrada durante la planificación de esta fase del proceso fue la intensa reflexión de la luz que mostraba la superficie cerosa barnizada de la escultura. Dentro de los factores que pueden afectar a la calidad final del modelo obtenido mediante el levantamiento fotogramétrico, una de las problemáticas más comunes es la generación de faltas o deformaciones de la malla debido a la presencia de zonas muy blancas por la existencia de altos brillos. Esta cuestión es difícil de resolver debido a que la fotogrametría digital se fundamenta en la búsqueda de diferentes puntos homólogos entre dos o más imágenes. Al aparecer diversos reflejos blancos, estos se registran en diferentes posiciones en cada imagen y el *software* no es capaz de reconocer puntos en común para reconstruir el volumen fielmente en su espacio. En consecuencia, este actúa de una manera arbitraria y crea irregularidades sobre la superficie del modelo, a la vez que altera el color de la textura obtenida.

Para intentar reducir en lo posible este tipo de limitaciones, algunos autores recomiendan el uso de determinados productos que pueden modificar la refracción

del material. Uno de los más empleados es el ciclododecano [16], un hidrocarburo cíclico saturado ($C_{12}H_{24}$) que al ser extendido sobre una superficie adquiere un acabado opaco y cuya principal propiedad es su capacidad de sublimar en horas. Sin embargo, el empleo de esta sustancia puede no ser lo más acertado cuando se trata de objetos con una morfología de superficie muy texturizada o que están contruidos con una gran variedad de materiales, como es el caso que nos ocupa.

Analizados todos los factores mencionados, se optó por utilizar una estrategia de captura para la toma de fotografías consistente en introducir el modelo en una caja de luz tipo *Newer* y hacerlo rotar mediante una plataforma giratoria, dotada de diferentes *targets* (Figura 2). Durante el tiempo que ha durado el proceso, la cámara se ha mantenido fija en el mismo punto y solo se ha variado su altura. Cabe mencionar que para la toma fotográfica se experimentó también otro método de abordaje alternativo basado en girar alrededor de la escultura con la cámara, pero quedó descartado debido a los altos brillos que reflejaban las superficies escultóricas provenientes de la iluminación ambiental.



Figura 2. Equipamiento preciso para la toma de datos fotogramétricos de la escultura Cabeza Anatómica con luz visible (E. Sterp Moga).

El control de los brillos provocados por la alta reflexión de la película filmógena presente en la superficie cérica de la escultura, pudo lograrse en gran parte gracias a la colocación de la escultura dentro de la caja de luz. Dicha caja tiene unas dimensiones de 80 × 80 × 80 cm y está fabricada con nylon blanco, lo que actuó como elemento difusor y redujo drásticamente los reflejos. Se prescindió del uso de polarizadores, pese a ser una estrategia habitual porque este tipo de filtros puede modificar en cierta medida el color registrado. Para conseguir una mayor difusión de la luz sobre el objeto y matizar los brillos, se optó por colocar un filtro de polietileno de alta densidad Tyvek en cada foco (Figuras 2 y 3).

Combinación de fuentes de iluminación

La adquisición por métodos tradicionales 2D de fotografías en la fase de documentación de obras de arte tridimensionales no permite una visualización completa en una única imagen capturada del conjunto de planos que componen el objeto, por lo que durante el proceso se pierde parte de la información. La fotogrametría 3D combinada con el uso de distintas fuentes de iluminación puede ser una herramienta de enorme valía para el restaurador [17].

Con el fin de enriquecer la documentación tridimensional de cara a la diagnosis artística se han realizado diferentes modelos fotogramétricos con fluorescencia visible inducida por UV. Esta técnica no invasiva posibilita identificar la presencia de determinados materiales en función de la

respuesta que cada uno de ellos muestra a la fluorescencia visible inducida por UV, teniendo presente que esta se verá también condicionada por el grado de envejecimiento alcanzado, desde menor respuesta (recientes) a mayor fluorescencia (antiguos) [18]. La fluorescencia es la luminiscencia que se observa durante la excitación de los materiales, con unos tiempos de vida generales de 10^{-10} a 10^{-7} s [19]. Los escultores que realizaron el modelo didáctico de la cabeza anatómica en cera utilizaron una paleta limitada de colores para recrear con verosimilitud las tonalidades de cada órgano corporal: tierras óxido de hierro, carmín, bermellón, laca roja, azul de Prusia, verdigris, carbón vegetal y blanco de plomo [20].

El registro fotogramétrico con fluorescencia visible inducida por UV se realizó con la escultura colocada en el interior de la caja de luz e iluminada con dos lámparas de UV, modelo CTS AET LUX 40, dispuestas a cada lado formando un ángulo de 90° respecto a la posición del objeto.

Se requiere de un entorno oscuro dado que se trabaja con ondas ultravioletas (UVA y UVB), comprendidas entre los 280-400 nm del espectro electromagnético. Este requerimiento complica el proceso ya que si no se logra una buena iluminación en el conjunto de la obra se producirán fallos en el registro fotográfico y en la posterior construcción del modelo fotogramétrico. Esta dificultad se solventó gracias al uso de la caja de luz y a la precisión con la que se han colocado los focos e iluminado la escena (Figura 4).

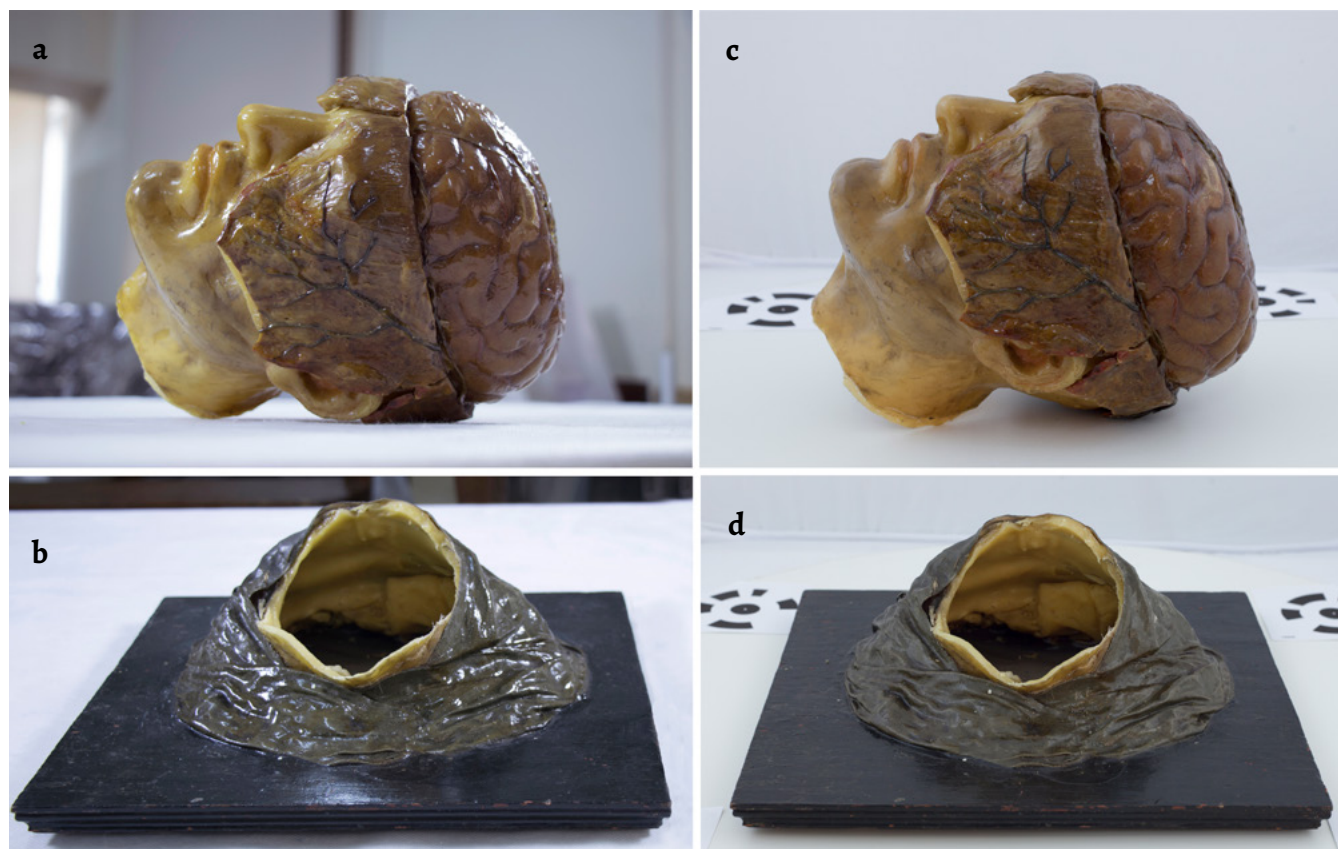


Figura 3. Cabeza Anatómica documentada con luz visible: a y b) toma fotográfica sin filtros; c y d) toma fotográfica del modelo utilizando la caja de luz y filtros en los focos (E. Sterp Moga).



Figura 4. Escena para la toma de datos fotogramétricos del modelo seleccionado con fluorescencia visible inducida por UV (E. Sterp Moga).

Gestión del color y revelado digital

Para gestionar las características cromáticas de la imagen se ha utilizado una tarjeta *X-Rite ColorChecker Passport*. Este tipo de cartas están compuestas por una serie de parches de pigmentos de color, con alta pureza, ubicados en posiciones fijas, que se colocan en la escena para tomar una fotografía en la que la tarjeta será reconocida y analizada por el programa informático generando un perfil de color (Figura 2). Aunque existen también modelos de cartas de tinta impresa, se descartó su uso en este trabajo porque suelen dar una lectura espectral menos uniforme. Durante la toma fotográfica, se procedió a colocar la tarjeta junto al modelo científico a digitalizar y se capturó una fotografía de la escena con las mismas condiciones de iluminación que las empleadas para las capturas de la escultura desde múltiples puntos de vista. Cada una de las imágenes se registró en el formato RAW con el fin de recoger toda la información capturada por el sensor [21], sin procesar junto con todos los metadatos de la toma (modelo de cámara, fecha, distancia focal, velocidad de obturación, apertura del diafragma, etc.). La fotografía que contenía la imagen de la tarjeta *ColorChecker Passport* se convirtió al formato Adobe DNG para poderla abrir en el programa *ColorChecker Camera Calibration*. Este software sirve para obtener un perfil de cámara que permite corregir las dominantes de color durante el proceso de revelado RAW, logrando un equilibrio entre los canales de color [22]. El perfil de cámara generado se ha guardado de forma automática en el directorio donde *Adobe Cámara Raw* almacena este tipo de archivos. A continuación, se abrieron todas las fotografías del modelo anatómico en *Adobe Camera Raw 10.5* de *Photoshop*, se seleccionó el perfil de cámara creado con anterioridad y para establecer el balance de blancos se tomó como referencia el parche de color gris neutro de la tarjeta *ColorChecker* indicado por el fabricante.

En cuanto al espacio de color, se optó por trabajar con ProPhotoRGB al abarcar un espectro de color o Gamut que alcanza el 90 % del representado en el modelo de referencia CIELAB, utilizado habitualmente para describir los colores del espectro visible en los seres humanos. Respecto a la gestión del color de las fotografías con fluorescencia visible inducida por UV este proceso es más complicado debido a la falta de un estándar de referencia oficial [23]. Por tanto, en este punto se ha procedido a ajustar el balance de blancos, como se ha mencionado anteriormente. Las imágenes así corregidas se exportaron en el formato TIFF para evitar la compresión de los datos y con ello generar posibles alteraciones en la reproducción del color. De otro modo, por ejemplo, con el formato JPEG, sería imposible ya que la imagen se comprime modificando los parámetros cromáticos.

Obtención del modelo 3D

Las capturas fotográficas han sido procesadas mediante el software *Agisoft Metashape*. Con él se han corregido las deformaciones derivadas de la perspectiva y de la óptica del objetivo utilizado, se han restablecido la posición y la orientación de cada imagen y se ha ubicado sus vértices geométricos en el espacio hasta llegar a configurar la “nube de puntos”. Una vez importadas las imágenes en formato TIFF, se procedió a alinearlas con la máxima precisión hasta obtener una “nube de puntos” ordenados en el espacio; esta nube aporta una aproximación básica a la volumetría del objeto y permite la estimación de cada una de las posiciones desde las que se han realizado las fotografías (Figuras 5a y 6a).

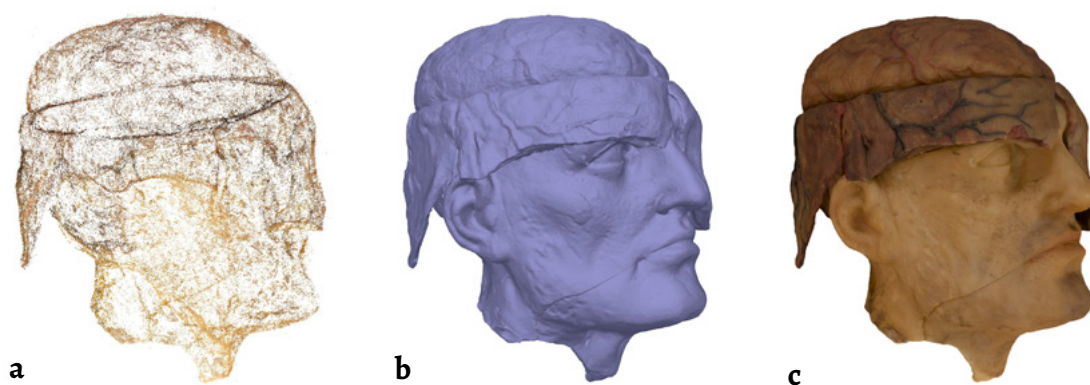


Figura 5. Proceso fotogramétrico con luz visible: a) nube de puntos; b) malla; c) textura (E. Sterp Moga) (Ver modelo 3D).

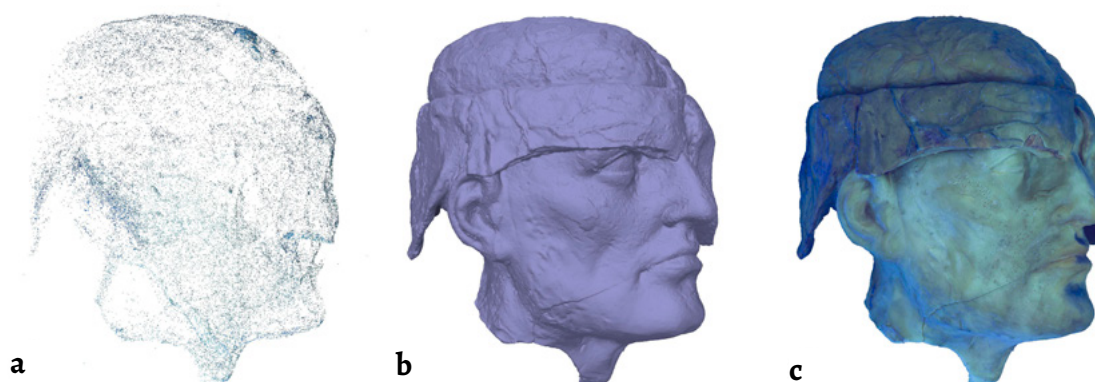


Figura 6. Proceso fotogramétrico con fluorescencia visible inducida por UV: a) nube de puntos; b) malla; c) textura (E. Sterp Moga) (Ver modelo 3D).

Tras esta primera orientación, se realizó una limpieza manual de los puntos que no correspondían al modelo. A continuación, se calculó la malla 3D tomando como origen de datos los mapas de profundidad y seleccionando la opción de calidad *Extra alta* para lograr una gran precisión, obteniéndose un modelo final compuesto por 3.946.267 polígonos (Figuras 5b y 6b). Para crear la textura se eligió la opción *Genérico*; el software analiza automáticamente las fotografías y crea una imagen de mapa de bits tras establecer una correspondencia entre los píxeles que la componen y cada punto de la malla. De ese modo, se ha conseguido dotar de color al modelo 3D obtenido (Figuras 5c y 6c).

Diagnóstico y restauración virtual

Cartografías 3D

El uso de los mapas de daños digitales 2D es habitual en las prácticas de diagnóstico artística que realizan los profesionales del campo de la conservación del patrimonio. Sin embargo, este tipo de documentación no consigue recoger toda la información que se requiere para un estudio completo del estado de conservación de un objeto. El empleo de técnicas 3D ayuda en esta tarea al permitir ubicar con absoluta

exactitud cada una de las patologías existentes en cada una de las secciones registradas. La cartografía elaborada sobre el modelo 3D en el espacio virtual facilita que el restaurador estudie la pieza y pueda girarla 360° para contemplarla con detalle desde todos sus planos. Su desarrollo se ha realizado relativamente hace muy poco tiempo [13, 24].

Para elaborar las cartografías 3D de la escultura de cera, se ha utilizado el software de código abierto *Blender 2.81*. Cada tipo de alteración ha sido marcado sobre la textura del modelo virtual con ayuda del pincel *Draw*, herramienta de pintura digital disponible en el modo *Texture Paint* del programa. Esta herramienta ofrece una serie de propiedades que pueden configurarse, tales como el radio o la fuerza, así como diferentes opciones de fusión (*Mix*, *Darken*, *Screen*, *Overlay* o *Luminosity*), que se han ido empleando según ha sido necesario (Figura 7). Con el fin de utilizar siempre el mismo valor cromático y tonal para representar las alteraciones, se ha desarrollado en *Photoshop* una paleta de colores elegidos en función de las características colorimétricas de la obra, de tal modo que puedan resultar claramente legibles en la identificación de las diferentes patologías. El conjunto de muestras de colores seleccionados se ha introducido en el visor 3D del software *Blender* y se han asignado a los pinceles disponibles en el programa.

Reconstrucción formal

El objetivo de la restauración virtual es la restitución de la formalidad de la obra por medio de diversas fases de simulación para mostrarla con el aspecto que tendría después de una restauración física. Con el fin de planificar lo más rigurosamente posible las actuaciones, se consideró fundamental realizar una anastilosis virtual que implica la recolocación de los fragmentos obtenidos por digitalización a partir de las piezas originales conservadas (Figura 8).

Para la unión virtual de los fragmentos se han realizado diferentes desplazamientos y rotaciones en los ejes X, Y, Z, hasta lograr la perfecta orientación de cada uno de ellos en

relación a su posición original en el conjunto de la obra. En este proceso ha resultado de gran utilidad la función *Snap*, que fija el cursor sobre los vértices de la malla y con ello facilita la unión de los dos bordes de fractura (Figura 9). Esta misma técnica se ha empleado en la unión de la cabeza con el cuello y del fragmento de los tejidos blandos con la cabeza.

Durante el análisis virtual del modelo para estudiar cómo se podría llevar a cabo la adhesión de los fragmentos en la obra real, se consideró oportuno realizar algún tipo de elemento de apoyo que posibilitase mantener fijos en su posición exacta los bordes a unir hasta el completo curado del adhesivo. Para alcanzar este objetivo, se han modelado en

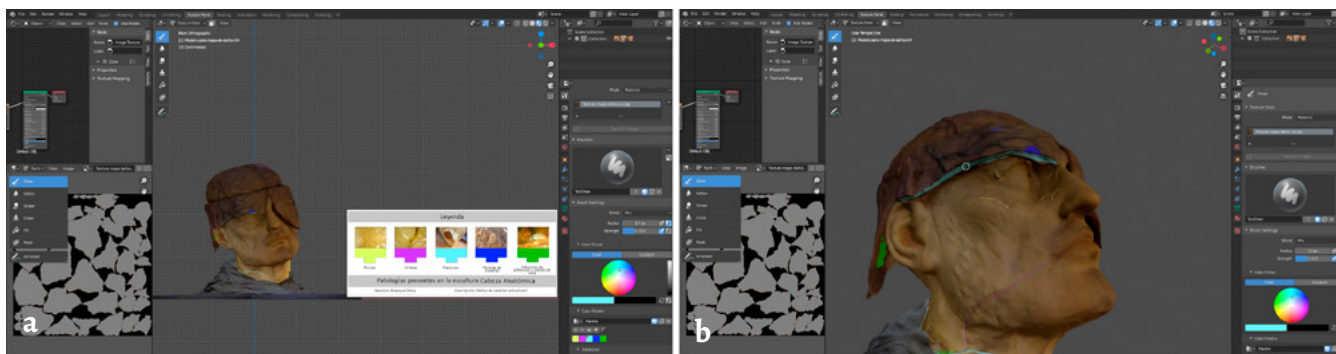


Figura 7. Elaboración de cartografías de patologías en 3D: a) referencia de color para la representación de las patologías; b) señalización de los daños estructurales (E. Sterp Moga).



Figura 8. Cabeza Anatómica. Estado de conservación del modelo original con partes del mismo fragmentadas por manipulaciones incorrectas realizadas en el pasado (E. Sterp Moga).

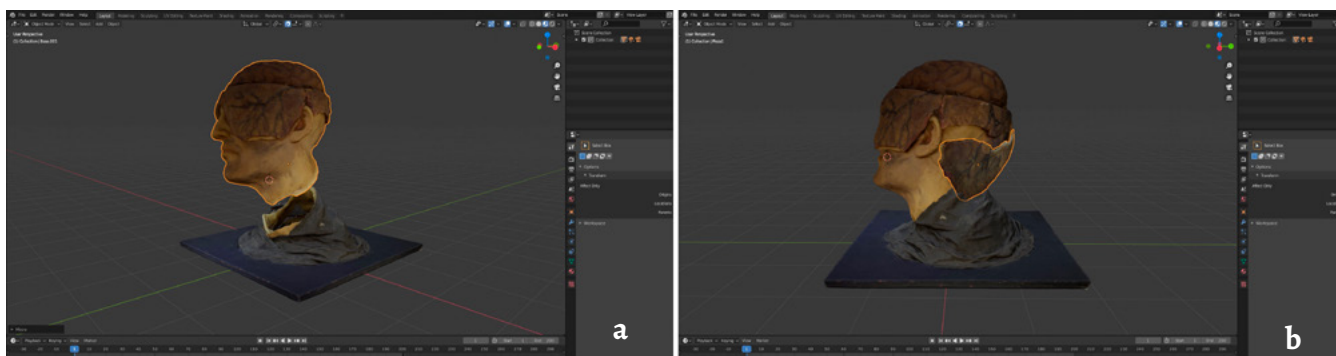


Figura 9. a) Proceso de anastilosis virtual de la Cabeza Anatómica; b) Recolocación de la pieza correspondiente a los tejidos blandos revertidos en Blender (E. Sterp Moga).

3D una serie de estructuras auxiliares y en su diseño se han tenido en cuenta la naturaleza delicada y frágil del material ceroso, así como las características formales del objeto real y las propiedades de curado de los posibles adhesivos a utilizar en el tratamiento. La mayoría de las fracturas, grietas y fisuras tienen una disposición horizontal y, por tanto, perpendicular a la fuerza de gravedad. Teniendo en cuenta estas características, las estructuras auxiliares se han diseñado en función de la ubicación y posición de los fragmentos. Un aspecto al que se ha prestado especial atención es el peso de cada uno de los elementos a unir. El elemento de sujeción debe tener una rigidez y dureza suficiente para el fin perseguido, pero también ser ligero y transparente con el fin de facilitar el control del proceso de adhesión permitiendo la visualización de las zonas a tratar. Entre las posibles opciones cabe destacar el Plexiglas que ha sido empleado con óptimos resultados por otros equipos internacionales para la creación de soportes fijos en restauración de colecciones de ceroplástica, tanto de anatomía humana como botánica [25-26].

La estructura de fijación temporal diseñada consiste en un marco o bastidor ubicado alrededor de la peana al que se han fijado cuatro brazos de soporte orientados en diferentes direcciones que sostienen la cabeza en una posición estable durante el proceso de curado del adhesivo. Los extremos de estos sustentáculos que están en contacto con el modelo se adaptan con exactitud a la superficie de la escultura al haber generado su forma como un negativo de ella mediante operaciones booleanas de sustracción (Figura 10).

Limpieza virtual

Con el fin de minimizar los efectos irreversibles que sobre la obra de arte tiene la operación de limpieza, se ha trabajado sobre el modelo 3D y en él se han proyectado distintas alternativas para valorar cuál se ajustaba más al resultado hipotético a alcanzar. Se ha optado por trabajar sobre la textura utilizando el modo *Texture Paint* del programa *Blender*, tal como se hizo en la elaboración de las cartografías digitales. Esta herramienta está diseñada para facilitar la edición de las texturas UV de manera muy sencilla y ofrece

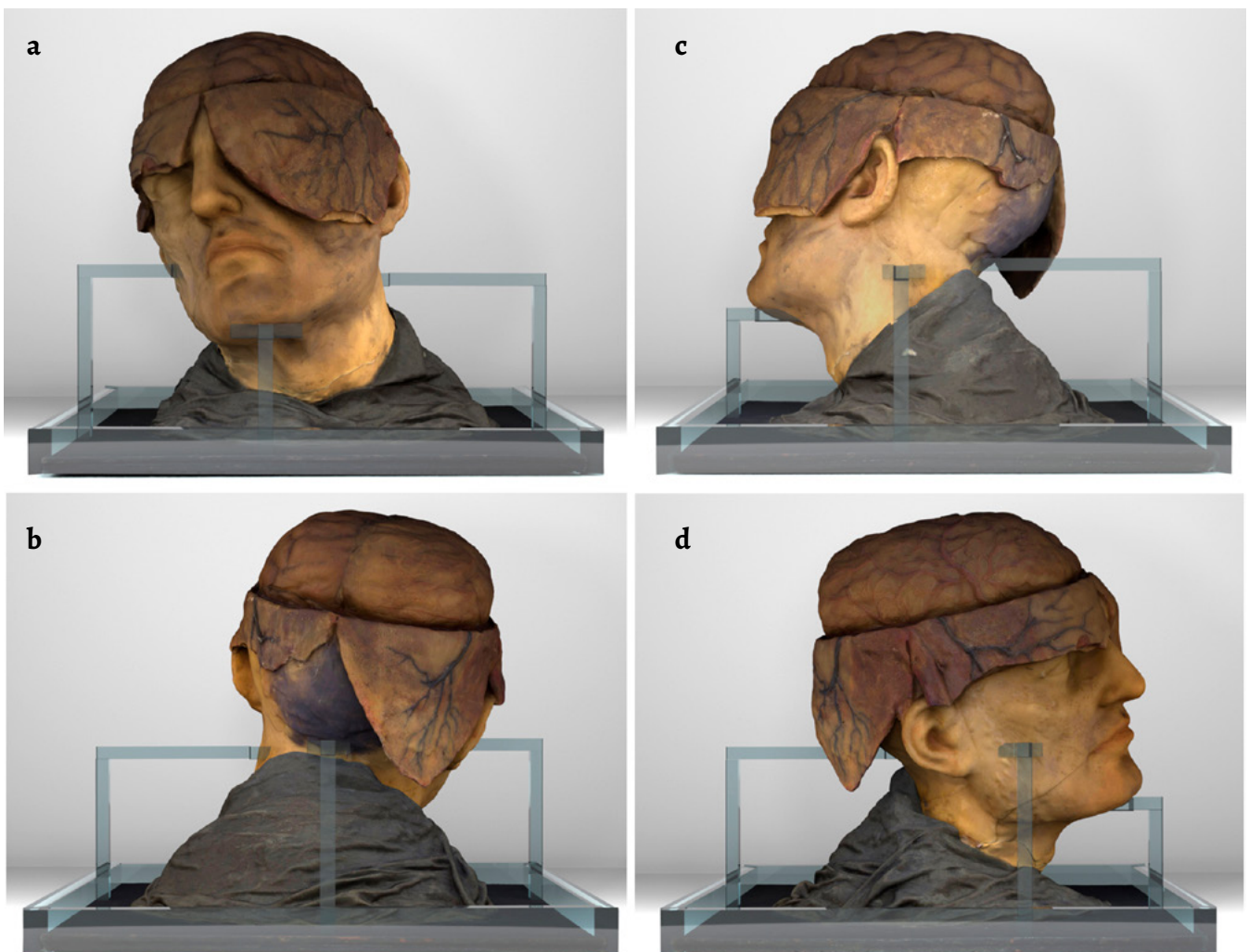


Figura 10. Estudio de prototipo para la colocación de estructuras auxiliares que permitan ejercer la presión adecuada en la adhesión de los fragmentos de la escultura durante el proceso de curado del adhesivo, sin que se produzcan desplazamientos: a) vista frontal; b) vista posterior; c) vista lateral izquierda; d) vista lateral derecha (E. Sterp Moga).

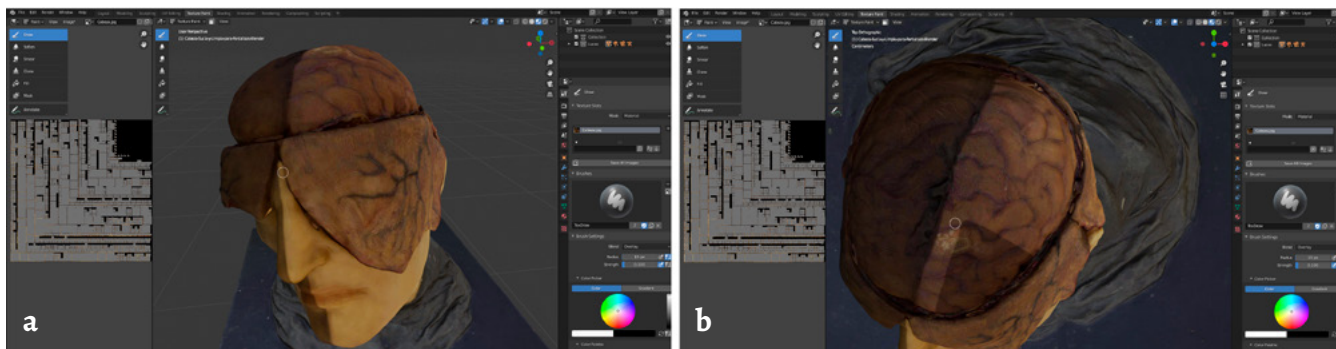


Figura 11. a) Toma de muestra de color para la limpieza virtual mediante la herramienta Clone; b) Proceso de limpieza virtual (E. Sterp Moga).

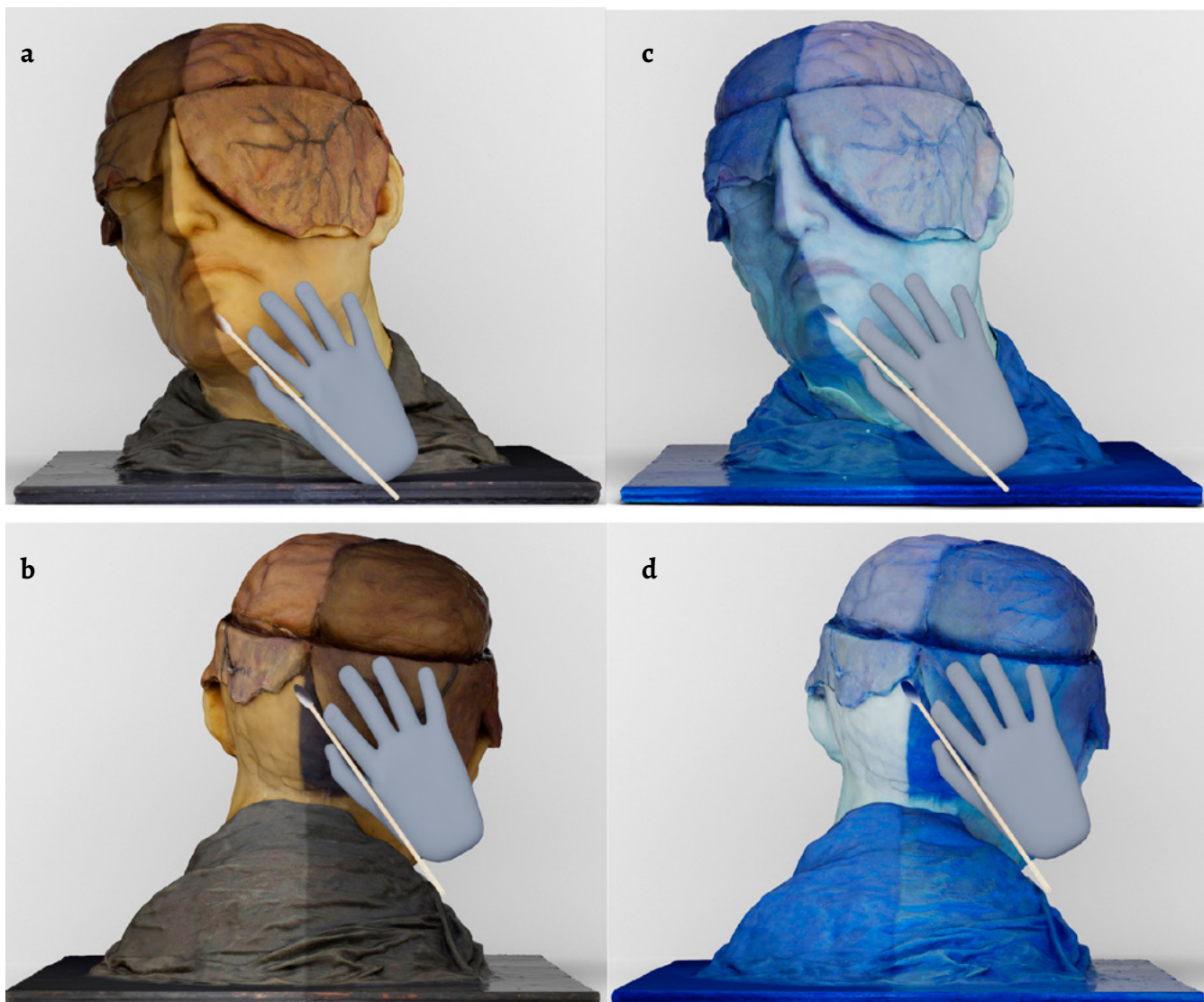


Figura 12. Restauración virtual del modelo Cabeza Anatómica: a y b) proceso de limpieza virtual para la remoción de la película de recubrimiento no original y de los repintes, efectuado con luz visible (Ver modelo 3D); c y d) mismo proceso llevado a cabo bajo la iluminación con fluorescencia visible inducida por UV (Ver modelo 3D) (E. Sterp Moga).

la posibilidad de actuar tanto en el visor 3D como en el editor de imagen 2D. En concreto, se han utilizado herramientas de pintura digital y de clonación de texturas.

En primer lugar, las áreas de barniz oscurecido se trataron con el pincel *Draw*, en los modos de fusión *Overlay*, *Soft* o *Luminosity*, que permiten aclarar el color al tiempo que se conservan los detalles (Figura 11).

En segundo lugar, la herramienta *Clone* se ha usado en pequeñas áreas donde la obra tenía un estrato grueso de depósitos de suciedad junto con la película filmógena parduzca por los procesos de oxidación no siendo posible aclarar esas zonas solo con el pincel *Draw* (Figura 12). Con ella se ha eliminado el repinte. El pincel de clonación ha servido para copiar los píxeles de una zona determinada de la imagen

en otra región diferente. Se han tomado como referencia las áreas del modelo no barnizadas para cubrir otras muy alteradas. Durante todo el proceso, se realizaron los ajustes de dureza y tamaño de pincel necesarios para adaptarlo a las necesidades de las diferentes estructuras a tratar.

Resultados

El registro 3D de la escultura de cera mediante fotogrametría ha permitido elaborar diferentes modelos virtuales de alta calidad que contienen el conjunto de detalles presentes en el modelo anatómico. El desarrollo específico de las estrategias de iluminación tanto con luz visible como con fluorescencia visible inducida por UV durante el registro fotográfico para los modelos 3D han sido claves para poder registrar fielmente y con una alta calidad la superficie, evitando la generación de brillos sobre la textura colorimétrica y capturando el detalle en zonas de difícil acceso en los detalles anatómicos del artefacto.

Las cartografías digitales 3D obtenidas recogen el conjunto de los deterioros existentes en la obra, clasificados

en dos grandes grupos de patologías. La primera contiene las alteraciones que afectan a los valores formales y estéticos: depósitos de agentes contaminantes, abrasiones superficiales, película de recubrimiento y repintes. La segunda, recoge las alteraciones que comprometen su estabilidad estructural: fisuras, grietas, fracturas, pérdida matéricas y anteriores intervenciones (Figura 13). Toda esta información ha servido para obtener unos resultados fidedignos en la restauración virtual (Figura 14) y ha contribuido en la planificación del proceso de restauración, tanto en lo que se refiere a la anastilosis como a la limpieza.

Difusión de resultados

Los modelos 3D elaborados en este estudio se han optimizado para reducir el tamaño de los archivos y se han publicado en la plataforma Sketchfab, donde es posible explorarlos de forma interactiva, tanto en dispositivos de pantalla, en realidad virtual y en realidad aumentada. El enlace de acceso a cada uno de ellos puede encontrarse en el pie de las figuras correspondientes.

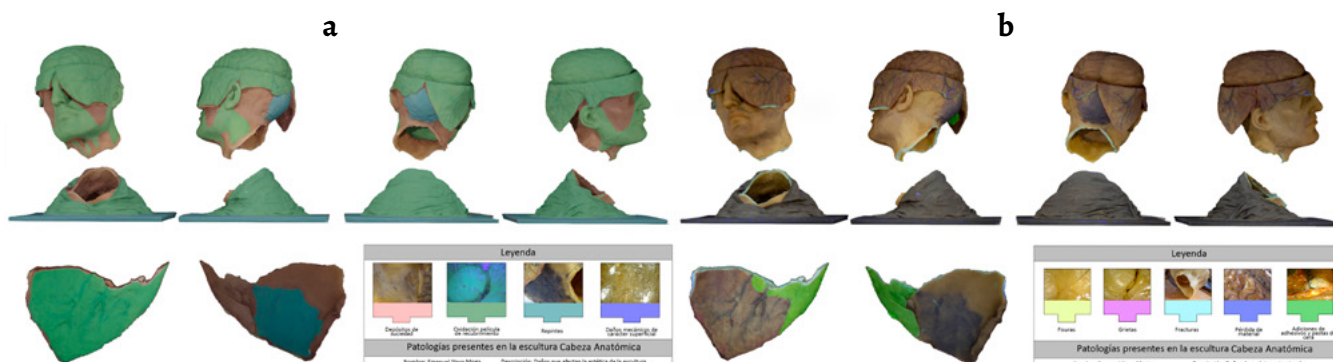


Figura 13. Secuencia del modelo virtualizado para el estudio de las patologías: a) daños superficiales; b) daños mecánicos y estructurales (E. Sterp Moga).

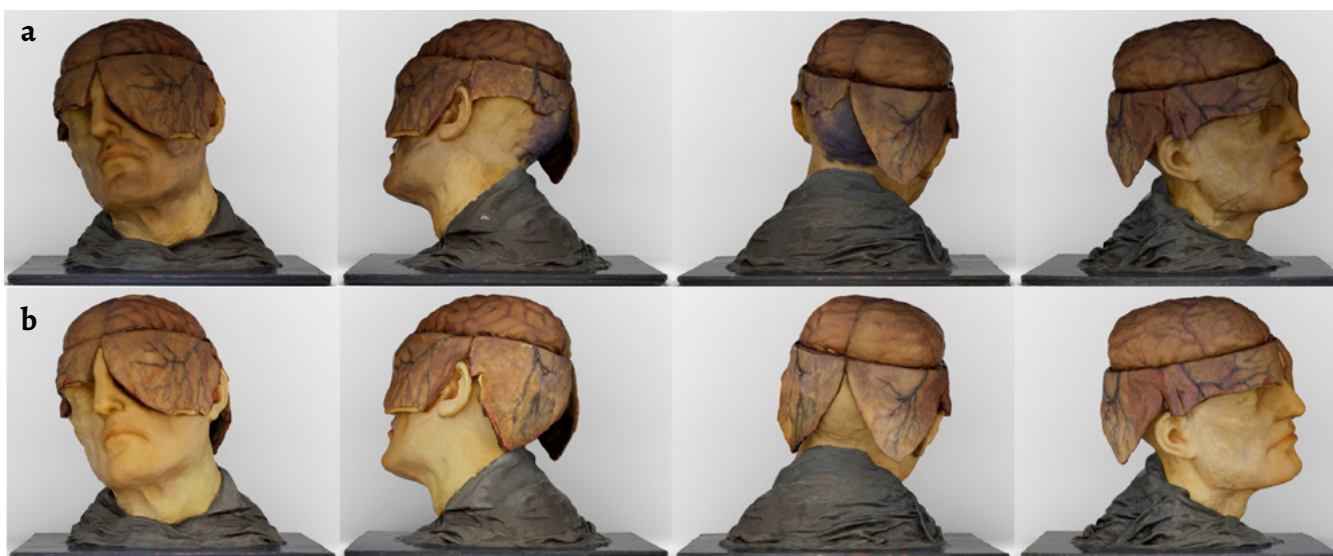


Figura 14. Secuencia de imágenes de la Cabeza Anatómica: a) estado inicial de conservación de la escultura; b) resultados obtenidos con la restauración virtual (E. Sterp Moga) (Ver modelo 3D).

Conclusiones

El desarrollo específico de las estrategias de iluminación, tanto con luz visible como con fluorescencia visible inducida por UV durante el registro fotográfico para los modelos 3D, han sido claves para poder registrar fielmente y con una alta calidad la superficie del objeto. Se ha conseguido minimizar los problemas derivados de la presencia de brillos y capturar con exactitud cada detalle en zonas de difícil acceso.

El conjunto de las restauraciones virtuales realizadas ha posibilitado alcanzar un resultado que muestra el aspecto que tendría la escultura si se llevase a cabo una intervención real.

Las herramientas utilizadas en este trabajo pueden ayudar al conservador-restaurador a reducir las manipulaciones que implica el estudio de la obra durante su diagnosis artística, facilitándole una mejor comprensión de la técnica constructiva y del estado de conservación, esencial para la elaboración de diferentes estrategias de conservación.

Agradecimientos

Los resultados de este trabajo forman parte de la investigación desarrollada gracias al proyecto, ref. PGC2018-098396-B-I00: *Metodologías innovadoras en conservación de colecciones científicas con modelos didácticos de Botánica, Anatomía humana y animal basadas en tecnologías 3D*. Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades dentro del Programa Estatal de Generación del Conocimiento y Fortalecimiento Científico y Tecnológico del Sistema de I+D+i, 2018. Los autores forman parte del Grupo de Investigación UCM, ref. 970923: *Arte, Tecnología, Imagen y Conservación del Patrimonio Cultural* y quieren expresar su agradecimiento al profesor Fermín Viejo Tirado, director del Museo de Anatomía "Javier Puerta" de la Facultad de Medicina, así como al Vicerrectorado de Extensión Universitaria, Cultura y Deporte de la Universidad Complutense de Madrid por la colaboración prestada.

REFERENCIAS

- Sanz, N.; Bergan, S. (eds.), *The heritage of European universities*, Editions du Conseil de l'Europe, Strasbourg (2002).
- Aragón, S.; Péquignot, A.; Morille, C.H.; Dequaire, A.; Hornault, G., 'Las colecciones científicas universitarias, un patrimonio en proceso de recuperación', *Revista de Museología* **38** (2007) 72-80.
- Ferriot, D.; Lourenço, M., 'De l'utilité des musées et collections des universités', *La lettre de l'OCIM* **93** (2004) 4-16, [http://doc.ocim.fr/LO/LO093/LO.93\(1\)pp.04-16.pdf](http://doc.ocim.fr/LO/LO093/LO.93(1)pp.04-16.pdf) (acceso en 2020-02-12).
- Callieri, M.; Cignoni, P.; Ganovelli, F.; Impoco, G.; Montani, C.; Pingi, P.; Ponchio, F.; Scopigno, R., 'Virtualization and 3D Data Processing in David's Restoration', *Computer Graphics & Applications, Comp. Soc.* **24**(2) (2004) 16-21, <https://doi.org/10.1109/MCG.2004.1274056>.
- Callieri, M.; Dellepiane, M.; Scopigno, R., 'Modelli digitali 3D per il supporto al restauro: riassetto digitale e ricostruzione virtuale', in *La Madonna di Pietranico. Storia, restauro e ricostruzione di un'opera in terracotta*, eds. L. Arbace & E. Sonnino, Zip edizioni, Pescara (2011) 74-82.
- Fontana, R.; Greco, M.; Materazzi, M.; Pampaloni, E.; Pezzatia, L.; Rocchinib, C.; Scopigno, R., 'Three-Dimensional Modelling of Statues: The Minerva of Arezzo', *Cultural Heritage Journal* **4**(3) (2002) 325-331, [https://doi.org/10.1016/S1296-2074\(02\)01242-6](https://doi.org/10.1016/S1296-2074(02)01242-6).
- Geary, A.; Howe, E., 'Three dimensional documentation and virtual restoration of the Lichfield Angel', *Journal of the Institute of Conservation* **32**(2) (2009) 165-179, <https://doi.org/10.1080/19455220903059875>.
- Riccardelli, C.; Morris, M.; Wheeler, G.; Soutanian, J.; Becker, L.; Street, R., 'The Treatment of Tullio Lombardo's Adam: A New Approach to the Conservation of Monumental Marble Sculpture', *Metropolitan Museum Journal* **49** (2014) 48-116, <https://doi.org/10.1086/680027>.
- Scopigno, R., 'Sampled 3D models for Cultural Heritage: Which uses beyond visualization?', *Virtual Archaeology Review* **3**(5) (2012) 109-115, <https://doi.org/10.4995/var.2012.4537>.
- Balletti, C.; Ballarin, M., 'An Application of Integrated 3D Technologies for Replicar in Cultural Heritage', *International Journal of Geo-Information* **8**(6) (2019) 285, <https://doi.org/10.3390/ijgi8060285>.
- Hernández-Muñoz, O.; Sánchez-Ortiz, A., 'Digitalización e impresión 3D para la reconstrucción de pérdidas volumétricas en un modelo anatómico de cera del siglo XVIII', *Conservar Património* **30** (2018) 59-72, <https://doi.org/10.14568/cp2018003>.
- Hernández-Muñoz, O.; Sánchez-Ortiz, A.; Matia Martín, P., 'Anatomía animal. Técnicas digitales para la reconstrucción escultórica de la apariencia original de un modelo de cera del siglo XIX', *Intervención* **1**(19) (2019) 64-76, <https://doi.org/10.30763/Intervencion.2019.19.209>.
- Sterp, E., 'Aplicación de técnicas digitales 3D en una propuesta de conservación restauración para un modelo anatómico en cera (siglo XVIII) Venus de Medici', Trabajo Fin de Grado, Universidad Complutense, Madrid (2017), <https://eprints.ucm.es/43800/> (acceso en 2020-01-20).
- Sterp Moga, E., 'Aplicación de técnicas digitales 3D: protocolo de conservación y restauración de un modelo anatómico en cera del siglo XVIII', Trabajo Fin de Master, Universidad de Alicante, Alicante (2019).
- Niquet, D. N.; Mas-Barberà, X., 'El registro 3D como medio para el análisis y difusión del patrimonio escultórico. El caso de la escultura en cera del Écorché', *Ge-conservación* **13** (2018) 5-16, <https://doi.org/10.37558/gec.v13i0.551>.
- Díaz Martín, M. C., 'Desarrollo Metodológico para la Aplicación de Técnicas de Arqueología e Impresión 3D en Conservación y Restauración de Vidrio Arqueológico, y Caracterización de Materiales Relacionados con la Fase de Reconstrucción', Dissertação doutoramento, Departament de Conservació i Restauració de Béns Culturals, Universidad Politècnica de Valencia, Valencia (2017) <https://riUNET.upv.es/handle/10251/90472> (acceso en 2020-02-12).
- Mikhail, E.; Bethel, J.; McGlone, J.C., *Introduction to Modern Photogrammetry*, Wiley, New York (2001).
- Pereira, L. B., 'UV Fluorescence photography of works of art: replacing the traditional UV cut filters with interference filters', *International Journal of Conservation Science* **1**(3) (2010) 161-166, <http://ijcs.ro/pub/IJCS-10-16-Bravo.pdf> (acceso en 2020-01-19).
- Bacci, M., 'Aspectos clave en la teoría de los fenómenos luminiscentes', in *UV-Vis Luminescence Imaging Techniques / Técnicas de imagen de luminiscencia UV-Vis*, ed. M. Picollo, M. Stols-Witlox & L. Fuster-López, Colección Conservation 360, no. 1, Editorial Universitat Politècnica de València, Valencia (2019) 29-34, <http://hdl.handle.net/10251/138517> (acceso en

- 2020-04-3).
20. Sánchez-Ortiz, A.; Matia Martín, P., 'Modelos plásticos o simulacros de carne. Procedimientos tecnológicos en la creación de esculturas en cera', *De Arte* **15** (2016) 310-326, <http://dx.doi.org/10.18002/da.v0i15.3677>.
21. Schewe, J., *The Digital Negative: Raw image processing in Lightroom, Camera Raw, and Photoshop*, Peachpit Press, San Francisco (2013).
22. Sánchez-Ortiz, A.; Castelo Sardina, L., 'The Application of Colour Management to a Photographic Record for the Conservation of Scientific Collections: Anatomical Wax Model', *e-Conservation Journal* **5** (2017), <http://dx.doi.org/10.18236/econs5.201705>.
23. Cosentino, A., 'Practical notes on ultraviolet technical photography for art examination', *Conservar Património* **21** (2015) 53-62, <https://doi.org/10.14568/cp2015006>.
24. Esclapés Jover, F.J.; Molina Vidal, J.; Muñoz Ojeda, J.; Fabregat Bolufer, L.; Tejerina Antón, D., 'La restauración virtual. Aplicaciones a la conservación del patrimonio arqueológico', in *La Ciencia y el Arte VI*, ed. M. Bueso, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Madrid, (2017) 152-164.
25. Afra, S.; Speranza, L.; Tattini, F., 'Il Grande Scheletro di Clemente Susini datato 1805. Restauro e montaggio di una scultura monumentale in cera del Museo della Specola di Firenze', *OPD Restauro* **25** (2013) 297-303, <https://www.jstor.org/stable/24398143?seq=1> (acceso en 2020-01-25).
26. Gabbriellini, C.; Pradier, I.; Rossi, F.; Rossignoli, G.; Dallatana, D.; Porro, A.; Speranza, L.; Toni, R., 'Il restauro dello Spellato del Museo dipartimentale S.Bi.Bi.T. dell'Università di Parma. Biomateriali e tecnologie innovative per la valorizzazione della ceroplastica settecentesca', *OPD Restauro* **25** (2013) 37-52, <https://www.jstor.org/stable/24398121?seq=1> (acceso en 2020-03-18).

RECIBIDO: 2020.4.25

REVISTO: 2020.8.14

ACEPTADO: 2020.9.15

ONLINE: 2020.11.4



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons

Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

Para ver una copia de esta licencia, visite

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>.

Monitorização de gases poluentes em microclimas de museus: estratégia relevante para a conservação preventiva

Monitoring pollutant gases in museum microclimates: a relevant preventive conservation strategy

KAREN BARBOSA^{1,*}
TERESA FERREIRA^{2,**}
PATRÍCIA MOREIRA^{1,3,***}
EDUARDA VIEIRA¹

1. CITAR, Escola das Artes, Universidade Católica Portuguesa, Porto, Portugal
2. Departamento de Química da ECT & Laboratório HERCULES, Universidade de Évora, Évora, Portugal
3. CBQF, Escola Superior de Biotecnologia, Universidade Católica Portuguesa, Porto, Portugal

* kristine@yahoo.com

** tasf@uevora.pt

*** prmoreira@porto.ucp.pt

Resumo

A exposição a uma atmosfera rica em poluentes voláteis pode colocar em risco as coleções de museus, galerias, bibliotecas ou arquivos. Monitorizar poluentes voláteis em museus é ainda hoje uma prática pouco habitual na maioria das instituições. Compostos orgânicos voláteis (COVs) podem ser libertados de diversas fontes, incluindo os materiais que compõem os próprios artefactos. A existência de poluentes em locais fechados, com inadequada renovação de ar, em simultâneo com valores elevados ou oscilações significativas de temperatura e humidade relativa (HR), pode conduzir à degradação acentuada dos materiais mais reativos. A tendência que se observa nos museus para enclausurar os artefactos em vitrinas ou caixas poderá potenciar a formação de microclimas com elevada concentração de COVs. Pretende-se neste trabalho alertar para o risco dos poluentes gasosos em ambiente museológico e traçar recomendações que incentivem as instituições detentoras de património a implementar um plano de monitorização destes poluentes, associado à prevenção de riscos.

Abstract

Exposure to an atmosphere rich in volatile pollutants can endanger collections in museums, galleries, libraries or archives. Monitoring volatile pollutants in museum microclimates remains an unusual practice in most institutions. Volatile organic compounds (VOCs) can be released by many sources, including the artefacts' materials themselves. The presence of pollutants in an enclosed space with poor ventilation, adding to high temperature and relative humidity levels or significant fluctuations, may increase the risk of damage for the more susceptible materials. The tendency observed in museums to enclose artefacts in vitrines or boxes may contribute to the formation of microclimates with high VOCs concentration. Based on the studies developed in the last decades, this work intends to draw attention to the risks associated with gaseous pollutants in museum environment and outline some recommendations that encourage cultural heritage institutions to implement a pollutant monitoring plan associated with risk prevention.

PALAVRAS-CHAVE

Qualidade do ar interior
Acervo
Prevenção de riscos
Compostos orgânicos voláteis
Conservação preventiva

KEYWORDS

Indoor air quality
Collections
Risk prevention
Volatile organic compounds
Preventive conservation

Introdução

Um poluente pode ser definido como um composto químico reativo, passível de ser encontrado no estado líquido, gasoso ou particulado [1]. Os poluentes são considerados primários quando são libertados diretamente para a atmosfera pelas fontes de emissão e secundários quando formados a partir de reações químicas em que participam os poluentes primários [2]. Identificar poluentes em ambiente museológico e avaliar os possíveis danos sobre os materiais que compõem os artefactos constitui uma metodologia ainda pouco utilizada nas instituições detentoras de coleções, nomeadamente os museus, embora, sob a perspectiva da investigação científica, muito se tenha feito nas últimas décadas.

No contexto internacional, principalmente em museus que dispõem de poucos recursos, as campanhas de monitorização de condições ambientais em espaço museológico encontram-se essencialmente focadas na avaliação de temperatura e humidade relativa (HR), seguidas com menor frequência pela monitorização de radiação visível e ultravioleta (UV) e de material particulado [3]. Os compostos gasosos tendem a ser pouco monitorizados e identificados, seja por falta de verba ou de profissionais capacitados nos museus para o fazer. Não raramente, os compostos voláteis só serão investigados após a deteção de alterações nos artefactos. Restringir a monitorização de danos à avaliação a nível macroscópico pode proporcionar uma resposta tardia, não obstante as alterações a nível microscópico serem já significativas [4]. Utilizar os objetos museológicos como sensores de poluentes não é, evidentemente, uma prática adequada. Um inquérito realizado em 2012 em museus europeus durante o projeto Europeu MEMORI (*Measurement, effect assessment and mitigation of pollutant impact on movable cultural assets – innovative research for market transfer*) mostrou que apenas 10,7 % das instituições europeias monitorizavam periodicamente gases poluentes e, mais raramente, os poluentes eram medidos em invólucros como vitrinas, molduras microclimáticas e caixas de armazenagem [3]. Avaliar e conhecer o espaço no qual uma coleção se encontra inserida estabelece o ponto de partida para qualquer estudo subsequente. A ventilação inadequada e filtragem ineficiente nos sistemas de ar condicionado são fatores que podem comprometer a qualidade do ar [5]. A dinâmica crescente de exposições temporárias na maioria dos museus induz à introdução dos mais diversos materiais de construção, nomeadamente, divisórias, tintas frescas, materiais de revestimento, massas de nivelamento, silicões de selagem, entre outros, em ambientes que muitas vezes estão próximos ou mantêm ligação direta com outras galerias expositivas. Prazos curtos para a instalação de exposições podem ser responsáveis pela introdução de artefactos em atmosfera com níveis elevados de COVs. Adicionalmente, pinturas que foram recentemente limpas e/ou restauradas para participar em exposições são, por vezes, fechadas com vidros ou em vitrinas antes que uma parte substancial dos

compostos voláteis resultantes dos produtos utilizados nas intervenções de restauro seja libertada.

Em 1972, estudos desenvolvidos pelo *British Museum* na pessoa de Andrew Oddy, resultaram no desenvolvimento do *Oddy Test*, um teste simples para avaliar fenómenos de corrosão acelerada, no qual se avalia se os materiais utilizados em museografia, em armazenagem ou no transporte, emitem gases voláteis que possam ser danosos para os artefactos museológicos [6]. Garry Thomson [7], em 1978, foi um dos primeiros autores a dedicar um capítulo inteiro do seu livro *The Museum Environment* aos poluentes do ar interior em museus. Pamela Hatchfield [1] é autora de uma das primeiras publicações direcionadas ao estudo de poluentes em ambiente museológico, com o objetivo de identificar os danos causados nos artefactos de museus, sua possível fonte e prevenção de danos, incluindo estratégias de mitigação. Posteriormente, em 2006, Cecily Grzywacz [8] esteve na origem de uma publicação bastante completa do *Getty Conservation Institute* direcionada especialmente para a monitorização de gases poluentes em museus. Tétreault [9], no seu livro *Airborne Pollutants in Museum, Galleries and Archives: Risk Assessment, Control Strategies and Preservation Management*, foi um dos autores a explorar o tema de forma exclusiva e exaustiva. Mais tarde, em 2011, Grzywacz conjuntamente com Tétreault e Maybee foram responsáveis pela elaboração do capítulo *Museums, Galleries, Archives and Libraries* na publicação de referência da ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air – Conditioning Engineers*) onde desenvolveram o tema sobre a influência da qualidade do ar nas coleções [10]. Nos últimos trinta anos vários projetos europeus (AMECP, ERA, MIMIC, MASTER, SENSORGAN, PROPAINTE, MUSECORR, MEMORI) [11-18] tiveram como foco a investigação e monitorização de poluentes em ambientes que abrigam bens culturais. Como produto destas investigações e com o objetivo de facilitar a monitorização, diversos dispositivos de amostragem passiva foram desenvolvidos. No entanto, muitos destes amostradores ainda são financeiramente pouco acessíveis ou não estão disponíveis comercialmente.

Perceber o espaço, conhecer os principais poluentes, as suas fontes e possíveis reações, incentivar a prática de monitorização frequente de poluentes recorrendo a alternativas de baixo custo e estimular planeamentos estratégicos de mitigação do efeito nocivo dos gases poluentes em micro e macroclima museológico, são pontos relevantes na política de preservação dos acervos.

Principais poluentes gasosos em atmosfera museológica

Entre o século XIX e a primeira metade do século XX, grandes cidades como Londres apresentavam níveis de poluição atmosférica muito elevados devido à queima de carvão proveniente das atividades industriais e sistemas

de aquecimento e iluminação em uso, com a produção de quantidades significativas de fuligem e dióxido de enxofre (SO₂) [19]. Nos museus e arquivos começou a ser possível observar o depósito de fuligem nas pinturas e a fragilização de papéis e encadernações de couro dos livros [20]. Preocupada com o efeito nocivo de determinados poluentes na saúde humana, a Organização Mundial da Saúde (OMS) publicou nos últimos vinte anos uma série de recomendações relacionadas com a qualidade do ar [21-25]. Com o objetivo de reduzir a poluição atmosférica, em 2008, o Parlamento Europeu (PE) e o Conselho da União Europeia (CUE) publicaram a Diretiva 2008/50/CE [26] no Jornal Oficial da União Europeia (UE), onde constam recomendações em relação à avaliação da qualidade do ar ambiente, no que se refere ao ozono (O₃), dióxido de enxofre, dióxido de azoto (NO₂) e outros óxidos de azoto (NO_x), material particulado, chumbo (Pb), benzeno (C₆H₆) e monóxido de carbono (CO). Nas últimas décadas, a poluição diminuiu de forma significativa em muitas áreas urbanas, em particular, os níveis de SO₂ [2, 27]. Adicionalmente, muitos museus começaram a implementar a utilização de sistemas que impedem ou reduzem a entrada de poluentes externos, como filtros de gases e de partículas, além de proteger as obras mais frágeis com vitrinas ou vidros [28]. Os poluentes podem ter ação nociva sobre diversos materiais, nomeadamente, promover a corrosão de metais, reagir com pigmentos e aglutinantes ou catalisar reações de degradação de polímeros [29]. HR e temperatura elevadas ou oscilações significativas destes fatores podem intensificar a ação dos poluentes voláteis sobre os bens culturais [1].

Mais de quatrocentos compostos orgânicos e inorgânicos são considerados poluentes do ar interior de edifícios [30]. Os principais poluentes conhecidos como danosos para as coleções são os COVs, incluindo o ácido acético (CH₃COOH), o ácido fórmico (HCOOH), e o formaldeído (HCHO). Segundo a OMS [31], os COVs constituem um vasto e diverso grupo de compostos que volatilizam à temperatura ambiente e possuem ponto de ebulição no intervalo de 50-100 °C a 240-260 °C. A *Environmental Protection Agency* (EPA) dos EUA define COVs como compostos orgânicos que participam em reações fotoquímicas na atmosfera [32]. Na lista de poluentes estão ainda os compostos inorgânicos voláteis (CIV), grupo do qual fazem parte os óxidos de azoto, dióxido de enxofre, sulfureto de hidrogénio (H₂S) e ozono, além do material particulado [7-8, 33] (Tabela 1). Porém a lista de poluentes nocivos é dinâmica, nomeadamente, no que se refere aos COVs, e cresce à medida que aumenta a variedade de materiais utilizados em contexto museológico [30].

O O₃ é um poluente secundário, sem fonte emissora direta, que se forma na troposfera por meio de reações fotoquímicas complexas nas quais a radiação solar interage com outros gases poluentes, como NO_x e COVs. É um oxidante extremamente poderoso e, por isso, muito reativo, que tende a danificar os materiais orgânicos que fazem parte de uma coleção [1, 36]. Segundo o relatório de 2018 da *European*

Environment Agency, a emissão dos gases precursores (NO_x e COVs) foi reduzida em cerca de 40 % entre 2000 e 2016 nos Estados-Membros da UE, mas os índices de O₃ ainda se encontram acima dos valores-limite recomendados pela OMS (100 µg m⁻³) [2].

Enquanto poluentes comuns do ar exterior como SO₂, NO_x, O₃ e H₂S podem ser mais facilmente filtrados ou dificultada a sua entrada para o ar interior, outros poluentes têm a sua fonte em materiais de construção e de montagem de exposições (tintas, piso, paredes e divisórias, molduras, suportes e vitrinas), em atividades que decorrem no interior dos edifícios (materiais de limpeza, restaurantes), nas próprias pessoas (respiração) ou nos artefactos [8, 37]. Quando a circulação de ar no espaço interior é mínima, nomeadamente em vitrinas seladas, molduras microclimáticas ou mesmo pinturas com vidro frontal, os poluentes emitidos no interior destes invólucros tendem a ficar concentrados. Neste caso, a atenção deve ser dirigida às fontes emissoras como os materiais de construção das vitrinas e até mesmo os materiais de composição das próprias obras [38-39].

O formaldeído é considerado um importante composto danoso tanto para a saúde humana [40] como para os artefactos museológicos, principalmente para os metais [8, 37, 41-44]. A sua fonte principal são os aglomerados de madeira, como o MDF (*medium density fiberboard*), mas também é utilizado como componente de colas, adesivos, de algumas tintas e de produtos de revestimentos [44-45]. A oxidação do formaldeído a ácido fórmico foi considerada pouco importante em atmosferas que não contenham oxidantes, como peróxidos. No entanto, níveis elevados de compostos desta família podem ocorrer em espaços enclausurados durante o envelhecimento de revestimentos recentemente aplicados [37]. Estudos [46] sobre a ação do formaldeído em placas de chumbo expostas a este poluente, na ausência de peróxido de hidrogénio (H₂O₂) ou de outros oxidantes, permitiram detetar a formação de formiatos. Cristais brancos de formiato de chumbo foram também observados em artefactos deste metal armazenados em armários de aglomerado de madeira, envernizados com uma resina de poliuretano, o que produziu elevados níveis de ácido acético e ácido fórmico na atmosfera interior do armário [1, 41]. O efeito sinérgico entre o formaldeído e o ácido acético ou o ácido fórmico sobre chumbo foi ainda investigado por Puglieri [47]. Os resultados dos ensaios indicaram que a presença concomitante de ácido acético e formaldeído levou a um aumento do aparecimento de óxido de chumbo (PbO) na superfície metálica enquanto o mesmo efeito sinérgico não foi observado em ambientes que continham formaldeído e ácido fórmico. Outro estudo [37] mostrou que o ácido fórmico reage com o chumbo até que se forme um filme estável.

Madeiras e subprodutos destas, independentemente da idade, podem contribuir negativamente para a atmosfera interior devido à emissão de ácidos orgânicos [44]. O ácido

Tabela 1. Principais poluentes, fontes emissoras e materiais passíveis de degradação [1, 8, 33-35].

Poluentes	Principais fontes emissoras	Materiais passíveis de degradação
Ácido acético (CH ₃ COOH)	Degradação de objetos de acetato de celulose, selantes de silicone, adesivos, madeira e subprodutos de madeira.	Metais (especialmente o chumbo, zinco e ligas de cobre com alto teor em chumbo), materiais calcários, papéis, têxteis, materiais à base de proteína e alguns pigmentos.
Ácido fórmico (HCOOH)	Produto da oxidação do formaldeído. Madeira e subprodutos da madeira.	Metais (especialmente o chumbo, zinco e ligas de cobre com alto teor em chumbo), materiais calcários, papéis, têxteis, materiais à base de proteína.
Óxidos de azoto (NO _x)	Veículos motorizados, motores de combustão interna, centrais termoelétricas e siderúrgicas. Degradação de objetos de nitrato de celulose; materiais de construção.	Tintas ferrogálicas, corantes, pigmentos à base de sulfureto de arsénio, borracha, materiais fotográficos, plásticos, metais e têxteis.
Dióxido de enxofre (SO ₂)	Queima de combustíveis fósseis; respiração humana; erupções vulcânicas; reações químicas na atmosfera; borracha vulcanizada; fogos-de-artifício.	Metais, pinturas, materiais fotográficos, couro, papéis, têxteis, materiais inorgânicos (vidro, pedra, pintura a fresco), materiais orgânicos (celulose, proteína, fibras de plantas).
Formaldeído (HCHO)	Subprodutos da combustão; fumo de tabaco; óleo de linhaça usado em pintura e óleos secativos; aglomerados de madeira (MDF); resinas que contenham formaldeído, como ureia-formaldeído ou fenol-formaldeído; colas; adesivos; produtos de revestimento; cloreto de vinilo; laminados e papel de parede; tintas alquídicas; látex; carpete.	Papel, celulose, pergaminho, couro, lã, seda, materiais calcários, pigmentos, óxidos metálicos e chumbo.
Sulfureto de hidrogénio (H ₂ S)	Sulfuretos de ferro; respiração humana; borracha; materiais de soldadura; lã e têxteis; materiais contendo enxofre, utilizados em exposições e vitrinas de exposição; borracha vulcanizada; sítios arqueológicos.	Metais (especialmente a prata e o cobre), pinturas, pigmentos de chumbo, materiais fotográficos, materiais pétreos, couro.
Ozono (O ₃)	Poluente secundário gerado pela reação de óxidos de azoto ou de COVs não metânicos na presença de forte radiação solar.	Borracha, metais, têxteis, corantes orgânicos, materiais fotográficos, papéis.
Material particulado	Pessoas (através do transporte de partículas por meio dos sapatos e roupas e descamação da pele); abrasão; pólen; combustão (indústria e veículos motorizados); biodeterioração; insetos; carpetes; aerossóis marinhos; construção e renovação de espaços.	Materiais orgânicos, como têxteis e papéis (por abrasão mecânica).

acético é emitido por estes materiais, por alguns adesivos de silicone, tintas, linóleo e certos produtos de limpeza, sendo também ele um produto derivado da degradação do acetato de celulose [48]. Além disso, a produção de ácido acético aumenta com o aumento da temperatura e HR [49]. Estudos realizados durante o projeto europeu MEMORI mostraram que os vapores de ácido acético e de ácido fórmico, mesmo a baixas concentrações (>1.5 mg m⁻³), conduzem à degradação acelerada da celulose [50]. O ácido acético pode ainda ser formado a partir da hidrólise do acetato de etilo. Ensaios laboratoriais [34] identificaram elevadas concentrações de ácido acético sob a forma gasosa em ambientes em contacto com lacas e materiais de revestimento.

Conchas armazenadas em armários ou caixas de madeira podem apresentar eflorescências (cristais), facto conhecido como “doença de Byne”, e que se deve à formação de acetato e de formiato de cálcio [1, 8].

A prata sofre corrosão quando exposta a H₂S em concentrações da ordem dos µg m⁻³ [29, 51]. Adicionalmente, estudos [51] mostraram que o sulfureto de carbonilo (COS) contribui para o escurecimento da prata e pode ser, em alguns casos, o principal agente deste escurecimento. Elevadas concentrações de O₃ e NO₂, em ambientes com

elevada HR, tendem a contribuir com a formação de óxidos e hidróxidos na prata [52].

A amónia (NH₃) é emitida por produtos de limpeza, alguns silicões, betão e algumas tintas. Pode reagir com metais formando sais de amónio e causar eflorescências no nitrato de celulose. Também pode levar ao amarelecimento do óleo de linhaça [53].

O tolueno pode ser emitido a partir de solventes, tintas e lacas, enquanto o p-xileno e o m-xileno são utilizados em agentes de limpeza, vernizes e como diluente de tintas. Num estudo conduzido durante o projeto PROPAIN, onde foram medidos os poluentes voláteis em quinze vitrinas micro-climatizadas de diferentes museus europeus, o tolueno foi detetado dentro de praticamente todas as vitrinas, chegando a concentrações elevadas, da ordem de 1300 µg m⁻³. Contudo, é difícil avaliar o risco para as pinturas, uma vez que não existem relações de dose/efeito estabelecidas [54].

O policloreto de vinilo (PVC) pode ter diferentes formulações conforme o fabricante. É particularmente conhecida a sua ação danosa devida à formação de ácido clorídrico (HCl) quando o PVC é decomposto termicamente. Outros compostos libertados pelo PVC, como o

2-etilhexil-tioglicolato, foram igualmente identificados como responsáveis pelo escurecimento de objetos de cobre e prata [55].

Estudos realizados [56] no *Kunsthistorisches Museum* em Viena identificaram a presença de compostos de piperidinolo em eflorescências cristalinas, formadas na parte interna dos vidros das vitrinas que protegiam as obras, e que o adesivo utilizado, embora previamente aprovado através da realização do *Oddy Test*, era o responsável pelo problema. Este caso mostra precisamente a necessidade de encontrar alternativas mais sensíveis e de maior amplitude para a deteção de gases libertados pelos materiais de construção introduzidos nas galerias. Outros museus relataram o mesmo problema de aparecimento de cristais brancos sobre artefactos enclausurados nas vitrinas, incluindo esculturas em bronze, madeira e objetos de cera, pinturas a óleo e a têmpera [56-59]. O produto responsável pela emissão do composto 2,2,6,6-tetrametil-4-piperidinolo (TMP-ol) foi o adesivo Terostat-9220 utilizado em grandes quantidades para unir o vidro às estruturas metálicas das vitrinas [58]. Outros estudos conduzidos no *Kunsthistorisches Museum* mostraram ainda que o TMP-ol pode causar corrosão e manchas na superfície de objetos em bronze e em cobre [56]. No *Rijksmuseum* em Amsterdão foram ainda observados cinco tipos de depósitos cristalinos quimicamente diferentes [58] num total de 180 vitrinas. Todos os cristais foram identificados como sais de piperidilo, resultado de uma reação ácido-base onde participa o TMP-ol e diferentes ácidos carboxílicos, sendo os compostos emitidos pelo adesivo Terostat-9220, utilizado para promover a adesão dos vidros à estrutura metálica das caixas, e por materiais de construção e produtos usados nas próprias peças, nomeadamente, juntas de silicone curadas com peróxido, painéis de MDF, adesivo curado por radiação UV, produtos contendo cera de abelha e um produto ácido utilizado na conservação, mas que não foi identificado. É importante destacar que até ao momento o TMP-ol não era considerado um composto poluente em ambiente museológico e, assim como ele, possivelmente outros compostos irão sendo identificados e classificados como tal nos próximos anos [29].

O embaciamento da parte interior dos vidros das vitrinas e dos vidros de proteção de pinturas é um fenómeno relatado amiúde pelos conservadores. Num estudo desenvolvido por Schilling e colaboradores [60] detetou-se a presença de compostos orgânicos semivoláteis (COSVs) que tendem a condensar na superfície do vidro, formando filmes de aparência gordurosa. Este fenómeno pode ser atribuído aos ácidos gordos resultantes da hidrólise de triglicéridos do óleo da própria pintura ou à libertação de compostos dos materiais de construção das vitrinas. Um exemplo são os ésteres do ácido ftálico, plastificante comum e retardador de chama, que ao migrar do polímero no qual foi usado para conferir certas propriedades, pode condensar na superfície do vidro [34].

Alguns pigmentos podem também ser muito suscetíveis a poluentes em atmosferas de museus. Pigmentos que contêm iões metálicos tendem a alterar a sua coloração na presença de ácido acético. O amarelo de chumbo e estanho (Pb_2SnO_4) é estável em meio alcalino, mas tal como o branco de chumbo ($PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$) e o vermelho de chumbo (Pb_3O_4), na presença de H_2S , reagem formando sulfureto de chumbo (PbS), com escurecimento da zona onde o pigmento foi usado [8, 61]. O pigmento azurite, que como o nome indica apresenta cor azul, pode escurecer para preto-azulado quando exposto aos vapores de H_2S , especialmente em pintura a fresco, com a formação de covelite (CuS) [61]. Lacas de antraquinona, como a alizarina, corantes como o índigo, sangue de dragão, curcuma, açafraão e pigmentos de arsénio e enxofre (auripigmento e realgar) tendem a ter sua cor alterada por interação com o ozono [8, 20, 62].

Valores-limite de poluentes

Estabelecer protocolos sobre os níveis máximos recomendados para poluentes gasosos em coleções não é uma tarefa fácil. Muitos dos valores são ainda definidos com base na sua toxicidade para o Homem; porém, níveis considerados seguros para a saúde humana podem não sê-lo para os objetos de uma coleção. Em 1978, Garry Thomson, no seu livro *The Museum Environment*, recomendava níveis máximos de SO_2 , NO_2 e O_3 em ambientes que abrigavam coleções mistas semelhantes a valores obtidos na classificação do ar exterior como “bom”. A concentração de poluentes como SO_2 e NO_2 não deveria ultrapassar $10 \mu g m^{-3}$, enquanto para O_3 , devido à sua elevada reatividade, não deveria ser superior a $2 \mu g m^{-3}$ [41]. Materiais diferentes possuem reatividades distintas aos mais diversos poluentes gasosos e devem ser analisados com atenção. Como já mencionado anteriormente, fatores ambientais e as condições físicas dos artefactos podem também potenciar a ação degradante de determinados poluentes.

Muitas das especificações sobre os níveis máximos de poluentes recomendados para a salvaguarda de coleções foram desenvolvidas por instituições do Reino Unido e dos Estados Unidos e são adotadas por diversas instituições culturais internacionais. Normativas publicadas pelo Arquivo Nacional Americano, NARA [63], referente aos limites de gases poluentes para a conservação de coleções, mencionam que não há limite seguro conhecido abaixo do qual não exista dano causado.

Tétrault [41], em um estudo de revisão recente, especifica os documentos mais importantes desenvolvidos nos últimos 40 anos com o propósito de fornecer um guia de proteção para os museus e arquivos, no que se refere ao controlo de poluentes e seus valores-limite. Entretanto, destaca que muitos dados e evidências podem não refletir a realidade dos museus de forma consistente. Ainda nesse estudo inclui o trabalho desenvolvido pelo *Canadian Conservation Institute* (CCI) que utiliza o conceito de relação entre dose e resposta como LOAED (*Lowest Observable Adverse Effect*

Tabela 2. Valores-limite de poluentes gasosos em microclimas de museus definidos por CCI e coligidos por Tétreault [9].

Poluentes	Concentração máxima de exposição permitida para a generalidade dos objetos de uma coleção ($\mu\text{g m}^{-3}$)		
	1 ano	10 anos	100 anos
CH ₃ COOH	1000	100	100*
NO ₂	10	1	0.1
SO ₂	10	1	0.1
H ₂ S	1	0.1	0.01
O ₃	10	1	0.1
Material particulado (PM _{2.5})	10	1	0.1
Vapor de água	< 60 % HR		

*O chumbo, o material mais sensível ao ácido acético, possui NOAEL de $400 \mu\text{g m}^{-3}$, pelo que o limite para este poluente foi estabelecido em $100 \mu\text{g m}^{-3}$.

Level Dose) e NOAEL (*No Observable Adverse Effect Level*) para avaliar a vulnerabilidade de uma coleção aos poluentes. O CCI define seis principais poluentes (CH₃COOH, H₂S, NO₂, O₃, SO₂ e partículas finas) e estabelece o nível máximo de concentração permitida para esses poluentes, relacionando esse nível limite com o tempo de exposição a cada composto. Por exemplo, se o dióxido de azoto possui um limite máximo de $10 \mu\text{g m}^{-3}$ num ano de exposição, o limite será de $1 \mu\text{g m}^{-3}$ para dez anos e assim sucessivamente. Os valores são sugeridos para materiais de sensibilidade média, ou seja, para a generalidade dos objetos de uma coleção e podem ser consultados na Tabela 2. Materiais particularmente sensíveis a determinados poluentes não estão incluídos.

Os valores-limite de concentração de poluentes publicados pela ASHRAE [10] são baseados nas recomendações da EPA e nos valores-limite ponderados no tempo definidos pela OMS, além dos níveis já mencionados trabalhados pelo CCI e coligidos e discutidos por Tétreault [9].

Estratégias para a monitorização

A degradação de um artefacto segue uma função complexa que depende não só da presença de poluentes provenientes do ar exterior e originados no ar interior, mas também da temperatura, HR, exposição à radiação visível mas, sobretudo, à radiação UV, velocidade de circulação do ar, composição química dos materiais que constituem o objeto, estado de conservação, existência ou não de intervenção de conservação e restauro prévia, histórico de acondicionamento e da interação entre todas estas variáveis. Deste modo, a monitorização de poluentes é uma tarefa complexa que deve ter em conta todos estes parâmetros. Instituições diversas possuem recursos financeiros distintos e é importante que

dentro do orçamento destinado à conservação, uma parte possa ser dirigida à monitorização de poluentes.

Atualmente, por questões de saúde pública, muitas cidades possuem uma rede de estações dedicadas à monitorização da qualidade do ar, onde os dados são disponibilizados em tempo real [64]. Por outro lado, os museus carecem, frequentemente, de dispositivos adequados para a monitorização dos poluentes presentes nos microclimas interiores. Muitas instituições que não possuem sistema de climatização automatizada e contam com sistemas sustentáveis de circulação natural de ar e maior renovação do ar interior, recorrendo ao ar do exterior, tendem a ter maior incidência de poluentes do exterior nos seus espaços expositivos, enquanto instituições que possuem sistemas de ar condicionado apresentam, frequentemente, maior capacidade de filtragem do ar.

A monitorização pode ser feita de forma quantitativa ou qualitativa, sendo a amostragem realizada de modo ativo ou passivo. Um sistema de amostragem ativa consiste, em geral, numa bomba que aspira o ar para dentro de um determinado dispositivo, enquanto na amostragem passiva o ar é naturalmente difundido pelo dispositivo [8]. Os sistemas ativos requerem, em geral, habilitação técnica, possuem muitas vezes equipamentos de dimensão demasiado grande para medições em vitrinas e tendem a ter um alto custo. No entanto, a amostragem realizada é considerada bastante confiável e precisa. Os dispositivos de amostragem passiva tendem a ser preferencialmente usados nos museus pela sua funcionalidade, dimensão, custo e disponibilidade comercial.

Identificar os poluentes existentes em ambiente museológico é importante, mas conhecer sua fonte emissora é crucial para desenvolver qualquer tipo de estratégia e desenhar uma intervenção. O *British Museum*, como outras instituições congéneres, possui uma base de dados [65] com todos os materiais testados recorrendo ao *Oddy Test* e na qual os materiais foram classificados em três categorias, de acordo com os resultados obtidos: 1) seguro para uso permanente, 2) seguro para uso temporário e 3) inapropriado para uso em reservas, transporte, vitrinas e exposições.

Identificação dos poluentes pelo odor

A combination of grassy notes with a tang of acids and a hint of vanilla over an underlying mustiness, this unmistakable smell is as much part of the book as its contents [66].

Muitos poluentes voláteis possuem um odor característico e a sua perceção olfativa pode constituir um sinal de alerta. Em ambientes fechados, com pouca renovação de ar, os poluentes tendem a concentrar-se e o odor torna-se mais evidente. Contudo, alguns gases como o monóxido de carbono (CO) ou o dióxido de carbono (CO₂) são inodoros [67].

Durante a degradação da celulose, alguns COVs como o ácido acético, o-xileno, fenol, benzaldeído, furfural, tolueno, vanilina e hexanal são emitidos e podem ser percebidos através do cheiro [68]. O ácido acético, nomeadamente, tem

um cheiro avinagrado característico enquanto o hexanal é relacionado com odores familiares, como roupa velha [69]. Outros compostos com cheiros característicos são, por exemplo, o sulfureto de hidrogénio que cheira a ovos podres e pode ser identificado em quantidades muito pequenas ($0.2-2 \mu\text{g m}^{-3}$) [70] ou o ácido propiónico com um odor que remete para o lixo doméstico. A vanilina, o benzaldeído, o furfural e o undecanal são frequentemente associados a cheiros mais agradáveis como amêndoas, caramelos, biscoitos e chocolate, enquanto o tolueno e o xileno lembram fragrâncias adocicadas [68].

O formaldeído é provavelmente o aldeído mais conhecido com elevado poder de deterioração. É um gás incolor, com um cheiro desagradável, que pode ser detetado pelo olfato humano em concentrações da ordem dos $60 \mu\text{g m}^{-3}$ [1]. Ainda da mesma família de aldeídos, encontra-se o etanal, de nome comercial, acetaldeído ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$), um líquido incolor com um odor forte e sufocante [71].

O etanoato de etilo é um éster com cheiro agradavelmente adocicado. É usado principalmente como solvente ou diluente e pode estar presente em algumas lacas ou materiais de revestimento.

Ferramentas usadas na avaliação de dano e dispositivos para amostragem passiva

Durante muito tempo, a única ferramenta disponível aos conservadores para avaliar o impacto do ar atmosférico circundante nos objetos de coleções foi a simples inspeção visual. De certa forma, os materiais das próprias obras foram usados como sensores dosimétricos [72]. Este conceito encontra-se hoje subjacente a muitos dos dosímetros contemporâneos, os quais contêm um ou mais materiais conhecidos por serem sensíveis a determinada classe de poluentes. Segundo o projeto MEMORI (2010-2013), os métodos para avaliação de poluentes interiores dividem-se em duas categorias: os de medição direta de poluentes e os métodos de medição indireta, que avaliam o dano causado no objeto pela ação de determinado(s) poluente(s) ou mesmo o efeito concomitante de vários fatores sobre o objeto [73].

O *Oddy Test*, já anteriormente referido, é uma ferramenta valiosa para a comunidade museológica porque, além de pouco dispendioso, pode ser facilmente utilizado por profissionais de museus sem outra formação técnica específica, considerando que a sua interpretação é feita através de avaliação visual. A desvantagem diz respeito ao tempo necessário para a obtenção dos resultados, de aproximadamente um mês. As placas de metal são introduzidas num recipiente de vidro selado juntamente com uma amostra do material a ser testado e mantidos com humidade relativa elevada, entre 95 % e 100 %, e temperatura de aproximadamente 60°C , durante 28 dias. Atualmente, algumas instituições desenvolveram os seus próprios protocolos de preparação do *Oddy Test* com algumas variantes, como a dimensão e o modo de preparação das placas de metal, o tamanho e peso das amostras, a existência

ou não de contato direto dos metais com as amostras, a forma de interpretar os resultados, entre outras [6, 74-75].

A utilização de placas metálicas para detetar a presença de certos poluentes é considerado um recurso de baixo custo e de diagnóstico simples, quando interpretado através da alteração de cor, resultante da formação de sais ou filmes finos à superfície do metal. Adicionalmente, é possível uma compreensão mais extensa do fenómeno de corrosão dos metais se forem usados métodos analíticos na sua avaliação [76]. O cobre é suscetível de ataque químico por parte de sulfuretos, ácidos orgânicos, cloretos e formaldeído. O chumbo é vulnerável aos ácidos voláteis, como o ácido fórmico ou o ácido acético. A prata reage com baixos teores de H_2S , COS e cloreto de hidrogénio (HCl). Apesar de o cobre, o chumbo e a prata serem os metais mais utilizados como “sensores” de poluentes em acervos, outros metais também possuem reatividades específicas e podem ser usados em ações complementares para monitorização. Um exemplo é o ferro que reage com SO_2 ou NO_2 ou o zinco que sofre oxidação na presença de ácidos orgânicos, formaldeído, cloretos e SO_2 [43].

As *A-D Strips* foram inicialmente desenvolvidas pelo *Image Permanent Institute* (IPI), Rochester, USA, para identificar a degradação de filmes fotográficos ou negativos de acetato de celulose que apresentavam o chamado “síndrome do vinagre”, uma degradação característica deste polímero. Atualmente são também usadas como indicadores de degradação ativa de objetos de acetato de celulose [77] ou como uma opção económica para monitorizar poluentes no interior de museus ou reservas técnicas [28]. O reagente ativo das tiras é o indicador ácido-base verde de bromocresol que muda de azul ($\text{pH} > 5.4$) a verde ($5.4 \leq \text{pH} \leq 3.8$) e, por fim, a amarelo ($\text{pH} < 3.8$). Este indicador fornece informação aproximada sobre o pH, em particular em meio ácido, sem que seja possível identificar o próprio ácido. Por ser sensível à luz, as *A-D Strips* devem ser expostas em local escuro. Constituem uma forma de avaliação barata, rápida e fácil de usar.

A utilização de cristais piezoelétricos de quartzo (PQC) como sensores de gases poluentes foi estudada pela primeira vez no projeto MIMIC, *Microclimate Indoor Monitoring for Cultural Heritage Preservation*, (EVKV-CT-2000-00040) [78-79]. Os dispositivos foram cobertos com uma camada de verniz (resina mástique) ou de têmpera a ovo e o dano produzido por exposição a gases poluentes foi avaliado pela alteração da temperatura de transição vítrea (T_g) e pela forma e intensidade da banda do carbonilo no espectro de infravermelho [78]. Posteriormente, no projeto PROPAIN, *Improved Protection of Paintings during exhibition, storage and transit* (FP6 SSPI n° 044254) [16], a seleção de vernizes foi ampliada, acrescentando-se também as resinas Damar (com e sem Tinuvin 292) e MS2A (com e sem Tinuvin 292) e o Paraloid B72 (copolímero de metacrilato de etilo). As amostras foram expostas aos poluentes NO_2 , O_3 e CH_3COOH e foram introduzidas variações de HR e os resultados avaliados por cromatografia gasosa com deteção por espectrometria de

massa (GC/MS). No projeto SENSORGAN, *Sensor System for Detection of Harmful Environments for Pipe Organs* (n.º 022695) [15], este tipo de dispositivo foi utilizado numa igreja na Polónia para obter informação sobre a ação danosa de ácidos orgânicos, nomeadamente ácido acético e ácido fórmico, nos tubos de chumbo de um órgão, tendo os dispositivos sido posicionados de modo a não alterar o som do instrumento.

Posteriormente, no projeto MEMORI [80], foi desenvolvido um dispositivo composto por dois tipos de dosímetros: o GSD (*Glass Slide Dosimeter*), desenvolvido por Fraunhofer ISC, e o EWO (*Early Warning Dosimeter*), desenvolvido pelo NILU. O GSD é vocacionado para a deteção precoce da degradação de vitrais. O sensor é muito sensível ao ácido acético e ácido fórmico. O EWO é um dosímetro que mede o impacto do meio ambiente num polímero orgânico mas que, infelizmente, não se encontra atualmente disponível no mercado [41].

Considerando as imensas vantagens de poder realizar monitorização em tempo real, o *data logger* AirCorr foi desenvolvido durante o projeto MUSECORR, *Protection of Cultural Heritage by Real-time Corrosion Monitoring* (FP7/2007-2013 n.º 226539) [17]. O conceito subjacente à medição baseia-se no facto de que a resistividade elétrica de um metal é aumentada pelo aparecimento de uma camada de corrosão à sua superfície e, assim, a variação do valor desta propriedade pode ser interpretada como uma medida do grau de corrosão. O sensor consiste numa fina placa de metal, que pode ser de cobre, prata, chumbo, ferro, zinco, alumínio, bronze, estanho ou latão, depositado sobre um substrato isolante em cerâmica ou polímero.

Os museus que não dispõem de equipamentos, laboratórios ou profissionais qualificados para realizar as análises posteriores, necessárias para avaliar as amostras recolhidas nos dispositivos de amostragem, podem recorrer aos laboratórios dos próprios fornecedores destes dispositivos, pagando o serviço. A IVL, *Swedish Environmental Research Institute*, é uma empresa com este perfil. Os dispositivos de amostragem passiva de diferentes tipologias são fornecidos pela empresa e a amostragem pode ser feita com tubos adsorventes Tenax TA para a medição de um vasto grupo de compostos orgânicos voláteis e noutras tipologias de amostradores para medição de gases ácidos. Após a amostragem, os dispositivos são enviados para os laboratórios da IVL, onde é realizada análise qualitativa e quantitativa dos resultados [29, 54].

A Microextração em Fase Sólida (SPME) acoplada à deteção por GC/MS é uma técnica analítica que permite a deteção e quantificação de uma ampla variedade de COVs. O dispositivo SPME inclui uma agulha em cuja ponta é posicionada uma fibra coberta com um polímero ou um sólido adsorvente que extrai os analitos voláteis da amostra recolhida por absorção ou adsorção e que é depois introduzida no GC/MS para dessorção a temperatura elevada e análise [81]. Esta técnica de extração e pré-concentração prévia à análise por cromatografia gasosa

tem sido utilizada na análise qualitativa e quantitativa de COVs em microclimas de museus com resultados bastante satisfatórios, apresentando grande facilidade de execução do ponto de vista laboratorial. Alguns estudos recentes [82] mostraram a eficácia do método em substituição do *Oddy Test* ao analisar materiais selecionados para serem usados em exposições e reservas. Os materiais em estudo foram colocados em frascos fechados, aquecidos, e a amostra extraída por SPME e, posteriormente, analisada por GC/MS. Fibras de carboxen/polidimetilsiloxano (CAR/PDMS) [83] e de divinilbenzeno/carboxen/polidimetilsiloxano (DVB/CAR/PDMS) [84] para SPME mostraram ser adequadas para análises de ácido acético e ácido fórmico e de compostos voláteis provenientes da degradação de polímeros em museus, respetivamente.

Estratégias para a mitigação

Desde meados do século XX que cientistas da conservação propõem técnicas de medição de níveis de poluentes gasosos em museus e sugerem alternativas para mitigar o efeito danoso que estes possam vir a ter sobre as coleções. Preocupados com a entrada de poluentes do exterior no ar interior, como o SO₂ e o NO₂, os museus começaram a considerar a inclusão de filtros no sistema de aquecimento, ventilação e ar condicionado (HVAC) [41]. Por outro lado, em países de clima tropical, quente e húmido como o Brasil, onde muitas vezes não há recursos financeiros para manter um sistema integrado de ar condicionado com filtros apropriados, a ventilação natural ou mecânica com filtros de partículas é uma solução frequentemente indicada [85]. Para reduzir o contato dos poluentes com as coleções, seja nas vitrinas, reservas técnicas ou áreas expositivas, é essencial conhecer as suas fontes. Perceber os possíveis poluentes gasosos libertados pelos materiais de construção, materiais das próprias obras ou mesmo pelos visitantes, e traçar estratégias para eliminar as fontes ou minimizar os compostos emitidos, é um aspeto fundamental para uma análise de riscos adequada.

Como estratégia de controlo, Tétreault [9] sugere como medidas para prevenir os efeitos adversos de poluentes no ar: evitar, bloquear e diluir/filtrar/sorver. Evitar as fontes externas e internas, quer nas galerias, quer nos invólucros. Bloquear a infiltração dos poluentes no edifício, nas galerias e invólucros. Diluir, filtrar ou sorver os poluentes nas galerias, edifício e invólucros. Além disso, reduzir a exposição dos objetos a níveis elevados de HR e temperatura, radiação visível, UV e infravermelha, quando adequado.

Considerações para traçar um plano estratégico de mitigação de gases poluentes só serão possíveis após estudo da coleção e do seu espaço. Por exemplo, sabe-se que objetos feitos de chumbo são extremamente vulneráveis à presença de ácidos orgânicos e que a madeira e subprodutos desta são uma importante fonte de ácidos orgânicos. Desta forma,

seria bastante arriscado armazenar objetos de chumbo em caixas ou armários de madeira sem nenhuma precaução. Perceber a fragilidade de certos materiais a determinados poluentes voláteis é fundamental para minimizar os riscos. Ambientes fechados intensificam as concentrações de COVs, e HR e temperatura elevadas tendem a acelerar reações químicas que envolvam compostos voláteis. Estabelecer uma frequência adequada de renovação de ar no ambiente expositivo e reservas pode ser uma estratégia para a conservação preventiva [53]. Blades [86] adverte que a escolha de soluções adequadas para o controlo de poluentes está associada às características específicas dos diferentes locais e dos artefactos aí expostos ou guardados.

Vitrinas hermeticamente seladas, mesmo quando construídas com materiais considerados seguros, como vidro e metal, podem contribuir para concentrar elevados níveis de COVs no seu interior. Estes compostos podem ser libertados pelos materiais de revestimentos da vitrina, selantes, materiais de acabamento ou mesmo pelas próprias obras [54]. A remoção de poluentes de dentro das vitrinas pode ser feita com o auxílio de materiais adsorventes. A adição de adsorventes em vitrinas de museus, como carvão ativado puro, tem mostrado ser eficiente, mas é aconselhado que seja feita a monitorização dentro da vitrina e que o adsorvente seja criteriosamente selecionado. Ensaio laboratoriais [87] comprovaram a eficácia da utilização de carvão ativado RB4 e de zeólito NaX na redução das alterações observadas em sensores de chumbo expostos a vapores de ácido acético dentro de vitrinas. No entanto, estudos mais recentes [88] mostraram que vários dos adsorventes com potencial de utilização podem emitir COVs e é necessária cautela quanto ao seu uso.

A dinâmica crescente de exposições temporárias em museus faz com que os espaços sejam constantemente renovados e que novos materiais e revestimentos sejam introduzidos com frequência. Muitos dos revestimentos de paredes e divisórias expositivas são colocados temporariamente nos espaços expositivos e tendem a libertar diversos tipos de COVs. Minimizar a frequência de substituição de revestimentos das paredes, procurar instalar bases de vitrinas que tenham sido previamente pintadas ainda fora do museu, utilizar revestimentos de volatilização acelerada e que não emitam compostos voláteis, além de respeitar o tempo de secagem e volatilização considerados seguros para os museus, são estratégias a serem consideradas na mitigação da concentração de COVs. Adicionalmente, é aconselhado que cada instituição submeta todos os materiais introduzidos em áreas expositivas, reservas e embalagens ao *Oddy Test*. Apesar de algumas instituições disponibilizarem as suas bases de dados com esta informação, frequentemente materiais com o mesmo nome, mas provenientes de fabricantes diferentes, podem ter composição química distinta e, portanto, diferentes comportamentos quando utilizados *in situ*, ainda que na mesma aplicação.

Conclusão

O primeiro passo para implementar qualquer plano de monitorização baseia-se na definição dos objetivos gerais. É vital que o plano traçado por cada instituição seja compatível com as condições existentes e que seja exequível e realista. Muitos são os métodos, dispositivos e sensores disponíveis no mercado para a monitorização de poluentes, mas antes de decidir “como” medir, deve ser amplamente analisado “o quê” e “porquê”. A monitorização de gases poluentes em ambiente museológico, quando inserida num plano adequado de gestão de riscos dentro de cada instituição, é um ponto fundamental para conciliar benefícios e custos. A sinergia entre os poluentes (promovendo reações químicas), fatores ambientais (temperatura, HR, radiação visível e UV) e os materiais que compõem os artefactos traduz uma complexidade de contexto que, por vezes, podem requerer uma análise detalhada envolvendo equipas multidisciplinares. Os danos causados por poluentes gasosos em artefactos de museus são cumulativos e irreversíveis. Todos os esforços para evitar a exposição de coleções aos poluentes já conhecidos são benéficos. O conhecimento e a investigação contínua são as melhores ferramentas no domínio da conservação preventiva.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação para a Ciência e Tecnologia o financiamento concedido (CITAR UIDB/00622/2020, Laboratório HERCULES UIDB/04449/2020 e UIDP/04449/2020).

REFERÊNCIAS

1. Hatchfield, P., *Pollutants in the museum environment. Practical strategies for problem solving in design, exhibition and storage*, Archetype Publications Ltd, London (2002).
2. European Environment Agency, *Air quality in Europe – 2018 report EEA Technical Report*, European Environment Agency, Copenhagen (2018), <https://doi.org/10.2800/850018>.
3. Spiegel, E., ‘MEMORI Survey Report: The current situation and management of indoor air quality (IAQ) in European collections’, Köln (2011), http://www.memori.fraunhofer.de/uploads/media/Summary_web_based_survey.pptx.pdf (acesso em 2021-04-27).
4. Tétreault, J., ‘Standards for levels of pollutants in museums Part.II’, in *Indoor Air Pollution: Detection and Prevention, Presentation Abstracts and Additional Notes*, eds. A. W. Brokerhof & L. Gibson, Instituut Collectie Nederland, Amsterdam (1999), http://iaq.dk/iap/iap1999/1999_05.htm (acesso em 2021-04-27).
5. Barbosa, K.; Moreira, A. R., ‘Investigação sobre gases poluentes em ambientes museológicos’, in *The International Seminar on Conservation of Modern Bronzes*, MAC – USP, São Paulo (2012), http://www.mac.usp.br/mac/conteudo/academico/publicacoes/boletins/escultura/pdfs/KAREN_ANNA_PORT.pdf (acesso em 2021-04-27).
6. Lee, L. R.; Thickett, D., ‘Selection of Materials for the Storage and Display of Museum Objects’, in *Preventive Conservation in Museums*, ed. C. Caple, Routledge, New York (2011) 239-257.

7. Thomson, G., *The Museum Environment*, 2ª ed., Routledge, New York (1994).
8. Grzywacz, C. M., *Monitoring for Gaseous Pollutants in Museum Environments, Tools for conservation*, Getty Conservation Institute, Los Angeles (2006), http://hdl.handle.net/10020/gci_pubs/monitoring_gaseous.
9. Tétreault, J., *Airborne Pollutants in Museums, Galleries and Archives: Risk Assessment, Control Strategies and Preservation Management*, Canadian Conservation Institute, Ottawa (2003).
10. Grzywacz, C. M.; Maybee, P.; Tétreault, J., 'Museums, galleries, archives, and libraries', in *ASHRAE handbook: Heating, Ventilating, and Air-Conditioning applications*, SI Edition, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, INC., Atlanta (2011).
11. Holden, A., 'The AMECP project: prevention is better than cure', *Conservation Journal - Victoria and Albert Museum* (1992), <http://www.vam.ac.uk/content/journals/conservation-journal/issue-05/the-amecp-project-prevention-is-better-than-cure/> (acesso em 2021-04-27).
12. Odlyha, M.; Boon, J. J.; van den Brink, O.; Bacci, M., 'Environmental Research for Art Conservation (ERA)', *Journal of Thermal Analysis* **49**(3) (1997) 1571-1584, <https://doi.org/10.1007/BF01983717>.
13. AA.VV., 'Microclimate indoor monitoring: damage assessment for cultural heritage preservation', in *14th triennial meeting, The Hague, 12-16 September 2005: preprints* Vol. II, Verger, ICOM-CC, The Hague (2005) 670-676, <https://www.icom-cc-publications-online.org/2111/Microclimate-indoor-monitoring--damage-assessment-for-cultural-heritage-preservation> (acesso em 2021-04-27).
14. Grøntoft, T., 'Derivation of a model for the calculation of impact loads of air pollutants to paintings in microclimate frames', *e-Preservation Science* **7** (2010) 132-140, <http://www.morana-rtd.com/e-preservation-science/2010/Grontoft-06-04-2010.pdf> (acesso em 2021-04-27).
15. AA.VV., 'Sensor system for detection of harmful environments for pipe organs (SENSORGAN)', *E-Preservation Science* **7** (2010) 116-125, <http://www.morana-rtd.com/e-preservation-science/2010/Bergsten-09-08-2010.pdf> (acesso em 2021-04-27).
16. Dahlin, E., 'PROPAINT-Improved Protection of Paintings during Exhibition, Storage and Transit: Final Activity Report', *Norwegian Institute for Air Research*, EU FP6 Supported Research Project: SSPI-044254 (2010) 147.
17. Prosek, T.; Kouril, M.; Dubus, M.; Taube, M.; Hubert, V.; Scheffel, B.; Degres, Y.; Jouannic, M.; Thierry, D., 'Real-time monitoring of indoor air corrosivity in cultural heritage institutions with metallic electrical resistance sensors', *Studies in Conservation* **58**(2) (2013) 117-128, <https://doi.org/10.1179/2047058412Y.0000000080>.
18. Odlyha, M.; Bozec, L.; Dahlin, E.; Grøntoft, T.; Chelazzi, D.; Baglioni, P.; Bonaduce, M.; Comibini, P.; Marsen, R.; Scharff, M.; Hackney, S.; Thickett, D., 'Memori Project: Evaluation of Damage to Exposed Organic-Based Heritage Materials and Nanoforart: Evaluation of Nanoparticle-Based Conservation Treatment', *International Journal of Heritage in the Digital Era* **1**(1 suppl) (2012) 319-324, <https://doi.org/10.1260/2047-4970.1.0.319>.
19. Saunders, D., 'Pollution and the National Gallery', *National Gallery Technical Bulletin* **21** (2000) 77-94, <https://www.nationalgallery.org.uk/upload/pdf/saunders2000.pdf> (acesso em 2021-04-27).
20. Tétreault, J., 'Agent of Deterioration: Pollutants', *Canadian Conservation Institute*, Canada (2008), <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/agents-deterioration/pollutants.html> (acesso em 2021-04-27).
21. World Health Organization, 'Air Quality Guidelines for Europe', WHO Regional Publications, Copenhagen (2000).
22. World Health Organization, 'Formaldehyde', in *Air Quality Guidelines*, 2ª ed., WHO Regional Office for Europe, Copenhagen (2001) 396-404.
23. World Health Organization, 'WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants', WHO Regional Office for Europe, Copenhagen (2010).
24. World Health Organization, 'Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global update 2005', WHO Regional Office for Europe, Copenhagen (2005).
25. World Health Organization, 'Development of WHO Guidelines for Indoor Air Quality', WHO Regional Office for Europe, Bonn (2006) 1-27, http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0007/78613/AIQIAQ_mtgrep_Bonn_Octo6.pdf (acesso em 2021-04-27).
26. 'Directiva 2008/50/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de Maio de 2008', *Jornal Oficial da União Europeia* L 152 (2008) 44.
27. Tidblad, J.; Kreislová, K.; Faller, M.; de la Fuente, D.; Yates, T.; Verney-Carron, A.; Grøntoft, T.; Gordon, A.; Hans, U., 'ICP materials trends in corrosion, soiling and air pollution (1987-2014)', *Materials* **10**(8) (2017) 1-23, <https://doi.org/10.3390/ma10080969>.
28. Hackney, S., 'Colour measurement of acid-detector strips for the quantification of volatile organic acids in storage conditions', *Studies in Conservation* **61**(sup1) (2016) 55-69, <https://doi.org/10.1080/00393630.2016.1140935>.
29. Canosa, E.; Norrehed, S., 'Strategies for pollutant monitoring in museum environments', Swedish National Heritage Board, June (2019) 65, <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24172.00640>.
30. González-Martín, J.; Kraakman, N.; Pérez, C.; Lebrero, R.; Muñoz, R., 'A State-of-the-Art Review on Indoor Air Pollution and Strategies for Indoor Air Pollution Control', *Chemosphere* **262** (2020) 128376, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128376>.
31. Jantunen, M.; Jaakkola, J.J.K.; Krzyzanowski, M., *Assessment of exposure to indoor air pollutants*, Series n° 78, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen (1997), https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/107300/euro_series_78.pdf?sequence=1&isAllowed=y (acesso em 2021-04-27).
32. EPA, *Technical Overview of Volatile Organic Compounds*, United States – Environmental Protection Agency, (n.d.) <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/technical-overview-volatile-organic-compounds> (acesso em 2021-04-27).
33. Brimblecombe, P., 'The composition of museum atmospheres', *Atmospheric Environment* **24B**(1) (1990) 1-8, [https://doi.org/10.1016/0957-1272\(90\)90003-D](https://doi.org/10.1016/0957-1272(90)90003-D).
34. Schieweck, A., *Airborne Pollutants in Museum Showcases: Material Emissions, Influences, Impacts on Artworks*, Dissertação de Doutorado, Academy of Fine Arts, Dresden (2009), https://www.hfbk-dresden.de/fileadmin/user_upload/

- Downloads/Lehre-Forschung/Studiengaenge/Restaurierung/Diss/Diss_Schieweck_2009.pdf.
35. Ankersmit, H. A.; Tennent, N. H.; Watts, S. F., 'Hydrogen sulfide and carbonyl sulfide in the museum environment - Part 1', *Atmospheric Environment* **39**(4) (2005) 695-707, <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2004.10.013>.
 36. Krupińska, B.; Van Grieken, R.; De Wael, K., 'Air quality monitoring in a museum for preventive conservation: Results of a three-year study in the Plantin-Moretus Museum in Antwerp, Belgium', *Microchemical Journal* **110**(2013) 350-360, <https://doi.org/10.1016/j.microc.2013.05.006>.
 37. Tétreault, J.; Cano, E.; van Bommel, M.; Scott, D.; Dennis, M.; Barthés-Labrousse, M.-G.; Minel, L.; Robbiola, L., 'Corrosion of Copper and Lead by Formaldehyde, Formic and Acetic Acid Vapours', *Studies in Conservation* **48**(4) (2003) 237-250, <https://doi.org/10.1179/sic.2003.48.4.237>.
 38. Grøntoft, T.; López-Aparicio, S.; Scharff, M.; Ryhl-Svendsen, M.; Andrade, G.; Obarzanowski, M.; Thickett, D., 'Impact Loads of Air Pollutants on Paintings: Performance Evaluation By Modeling for Microclimate Frames', *Journal of the American Institute for Conservation* **50** (2011) 105-122, <https://doi.org/10.1179/019713611804480953>.
 39. Grøntoft, T.; Schmidbauer, N.; Wisthaler, A.; Mikoviny, T.; Eichler, P.; Müller, M.; Hackney, S.; Sommer Larsen, A., 'VOC emissions from canvas and acetic acid deposition to canvas and glass', *e-Preservation science* **11** (2014) 22-28, http://www.morana-rtd.com/e-preservation-science/2014/ePS_2014_a4_Grontoft.pdf (acesso em 2021-04-27).
 40. EPA, *Facts about formaldehyde*, EPA United States Environmental Protection Agency (n.d.), <https://www.epa.gov/formaldehyde/facts-about-formaldehyde#whatisformaldehyde> (acesso em 2020/11/24).
 41. Tétreault, J., 'The Evolution of Specifications for Limiting Pollutants in Museums and Archives', *Journal of the Canadian Association for Conservation (J.CAC)* **43**(613) (2018) 21-37.
 42. Striegel, M. F., 'The effects of gas phase formaldehyde on selected inorganic materials found in museums', *Objects Specialty Group Postprints, Vol. One*, (1992) 1-12, <http://resources.culturalheritage.org/osg-postprints/wp-content/uploads/sites/8/2015/03/osg001-01.pdf> (acesso em 2021-04-27).
 43. Thickett, D.; Lee, L. R., *Selection of materials for the storage or display of museum objects*, British Museum Press, London (2004).
 44. Hatchfield, P.; Carpenter, J., *Formaldehyde: How great is the danger to museum collections?*, Center for Conservation and Technical Studies, Harvard University Art Museums, Cambridge (1987).
 45. Liu, Z.; Little, J. C., 'Materials responsible for formaldehyde and volatile organic compound (VOC) emissions', in *Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering, Toxicity of Building Materials*, eds. F. Pacheco-Torgal, S. Jalali & A. Fucic, Woodhead Publishing, Cambridge (2012) 76-121, <https://doi.org/10.1533/9780857096357.76>.
 46. De Faria, D. L. A.; Cavicchioli, A.; Puglieri, T. S., 'Indoors lead corrosion: Reassessing the role of formaldehyde', *Vibrational Spectroscopy* **54**(2) (2010) 159-163, <https://doi.org/10.1016/j.vibspec.2010.09.002>.
 47. Puglieri, T. S., *Impacto da composição química de microambientes em bens culturais: reatividade e monitoramento*, Dissertação de Doutorado, Instituto de Química, Universidade São Paulo, São Paulo (2014), <https://doi.org/10.11606/T.46.2015.tde-20072015-140812>.
 48. Korenberg, C.; Bertolotti, G., 'Emissions from MDF: Governing Factors and Mitigation Strategies', *Studies in Conservation* **64**(5) (2019) 249-260, <https://doi.org/10.1080/00393630.2019.1565153>.
 49. Gibson, L. T.; Watt, C. M., 'Acetic and formic acids emitted from wood samples and their effect on selected materials in museum environments', *Corrosion Science* **52**(1) (2010) 172-178, <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2009.08.054>.
 50. Thickett, D.; Allen, S., 'Effect of temperature on off-gassing and corrosion', in *IAQ - Indoor Air Quality in Heritage and Historic Environments 2018*, Krakow (2018), <http://iaq.dk/iap/iaq2018/iaq2018.pdf> (acesso em 2021-04-28).
 51. Ankersmit, H. A.; Noble, G.; Ridge, L.; Stirling, D.; Tennent, N. H.; Watts, S., 'The protection of silver collections from tarnishing', *Studies in Conservation*, **45**(sup1) (2000) 7-13, <https://doi.org/10.1179/sic.2000.45.Supplement-1.7>.
 52. Homem, P. M., *Corrosão atmosférica da prata: Monitorização e perspectivas de conservação preventiva*, Dissertação de Doutorado em Museologia, Porto (2013), <https://hdl.handle.net/10216/72784>.
 53. Tétreault, J., 'Sustainable use of coatings in museums and archives: some critical observations', *e-Preservation science* **8**(June) (2011) 39-48, <http://www.morana-rtd.com/e-preservation-science/2011/Tetreault-05-01-2011.pdf> (acesso em 2021-04-27).
 54. López-Aparicio, S.; Grøntoft, T.; Odlyha, M.; Dahlin, E.; Mottner, P.; Thickett, D.; Ryhl-Svendsen, M.; Schmidbauer, N.; Scharff, M., 'Measurement of Organic and Inorganic Pollutants in Microclimate Frames for Paintings', *e-Preservation Science* **7** (2010) 59-70, <http://www.morana-rtd.com/e-preservation-science/2010/LopezAparicio-16-02-2010.pdf> (acesso em 2021-04-27).
 55. Samide, M. J.; Liggett, M. C.; Smith, G. D., 'The dose makes the poison: measuring harmful sulfurous VOCs emitted by rigid PVC used in museum construction', in *IAQ - Indoor Air Quality in Heritage and Historic Environments 2018*, Krakow (2018), <http://iaq.dk/iap/iaq2018/iaq2018.pdf> (acesso em 2021-04-28).
 56. Diehl, J.; Stanek, S.; Pitthard, V.; Hanzer, H.; Griesser, M.; Goldmann, B., 'Preventive conservation strategies in the re-opened collection of the Kunstkammer of the Kunsthistorisches Museum Vienna. Theory versus practice.', in *IAQ 2016 - Indoor air quality in heritage and historic environments*, Birmingham, (2016) 28-29, http://iaq.dk/iap/iaq2016/Diehl_IAQ2016.pdf (acesso em 2021-04-28).
 57. Newman, R.; Byrne, E.; Chiantore, O.; Poli, T.; Riedo, C., 'Strange Events Inside Display Cases at the Museum of Fine Arts, Boston, and Lessons to be Learned From Them - Part 1', in *Conservation and Exhibition Planning: Material Testing for Design, Display, and Packing*, Lunder Conservation Center, Smithsonian American Art Museum, Washington, D.C. (2015).
 58. van Iperen, J.; van Keulen, H.; Keune, K.; Abdulah, K.; van Langh, R., 'Crystalline Deposits in New Display Cases at the Rijksmuseum: Characterisation and Origin', *Studies in Conservation* **66**(5) (2021) 253-271, <https://doi.org/10.1080/00393630.2020.1811475>.
 59. AA.VV., 'Identifying VOCs in exhibition cases and efflorescence on museum objects exhibited at Smithsonian's National

- Museum of the American Indian-New York', *Heritage Science* **8**(1) (2020) 1-13, <https://doi.org/10.1186/s40494-020-00454-4>.
60. Schilling, M. R.; Carson, D. M.; Khanjian, H. P., 'Evaporation of fatty acids and the formation of ghost images by framed oil paintings', *Newsletter (Western Association for Art Conservation)* **21**(1) (1999) 17-19.
61. Coccato, A.; Moens, L.; Vandenabeele, P., 'On the stability of mediaeval inorganic pigments: A literature review of the effect of climate, material selection, biological activity, analysis and conservation treatments', *Heritage Science* **5**(1) (2017) 1-25, <https://doi.org/10.1186/s40494-017-0125-6>.
62. Grosjean, D.; Salmon, L. G.; Cass, G. R., 'Fading of Organic Artists' Colorants by Atmospheric Nitric Acid: Reaction Products and Mechanisms', *Environmental Science and Technology* **26**(5) (1992) 952-959, <https://doi.org/10.1021/es00029a013>.
63. 'NARA 1571, Archival Storage Standards' (2002), in *National Archives*, <https://www.archives.gov/foia/directives/nara1571> (acesso em 2021-04-27).
64. 'Poluição Atmosférica Mundial: Índice de qualidade do ar em tempo real', in *World Air Quality Index project*, <https://waqi.info/pt/> (acesso em 2020-05-23).
65. 'Oddy Test: materials databases' (2013), in *AIC Wiki - A Collaborative Knowledge Resource*, https://www.conservation-wiki.com/wiki/Oddy_Test (acesso em 2021-01-08).
66. Strlič, M.; Thomas, J.; Trafela, T.; Cséfalvayová, L.; Kralj Cigić, I.; Kolar, J.; Cassar, M., 'Material Degradomics: On the Smell of Old Books', *Analytical Chemistry* **81**(20) (2009) 8617-8622, <https://doi.org/10.1021/ac9016049>.
67. Kubba, S., 'Chapter 7 - Indoor Environmental Quality', in *LEED Practices, Certification, and Accreditation Handbook* (2010) 211-269, <https://doi.org/10.1016/B978-1-85617-691-0.00007-2>.
68. Veríssimo, M. I. S.; Oliveira, J. A. B. P.; Evtuguin, D. V.; Gomes, M. T. S. R., 'Preserve Your Books through the Smell', *ACS Sensors* **4**(11) (2019) 2915-2921, <https://doi.org/10.1021/acssensors.9b01279>.
69. Bembibre, C.; Strlič, M., 'Smell of heritage: A framework for the identification, analysis and archival of historic odours', *Heritage Science* **5**(1) (2017) 2-11, <https://doi.org/10.1186/s40494-016-0114-1>.
70. World Health Organization Regional Office for Europe, '6.6 Hydrogen Sulfide' in *Air Quality Guidelines*, 2^a Ed., WHO regional publications, European series **91** (2000) 146-148, http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0019/123076/AQG2ndEd_6_6Hydrogensulfide.PDF (acesso em 2021-04-27).
71. National Institutes of Health (NIH), 'Acetaldehyde', in *PubChem Compound Summary*, National Center for Biotechnology Information, <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/acetaldehyde> (acesso em 2020-05-11).
72. Agbota, H.; Mitchell, J. E.; Odlyha, M.; Strlič, M., 'Remote assessment of cultural heritage environments with wireless sensor array networks', *Sensors (Switzerland)* **14**(5) (2014) 8779-8793, <https://doi.org/10.3390/s140508779>.
73. Dahlin, E. (ed.), *MEMORI - Measurement, Effect Assessment and Mitigation of Pollutant Impact on Movable Cultural Assets - Innovative Research for Market Transfer* (2010), https://nilu.brage.unit.no/nilu-xmlui/bitstream/handle/11250/2507694/15-2014-emd-memori-final_report.pdf?sequence=2&isAllowed=y (acesso em 2021-04-27).
74. 'Oddy Test Protocols', in *AIC Wiki - A Collaborative Knowledge Resource*, https://www.conservation-wiki.com/wiki/Oddy_Test_Protocols (acesso em 2020-05-23).
75. Green, L. R.; Thickett, D., 'Testing Materials for Use in the Storage and Display of Antiquities: A Revised Methodology', *Studies in Conservation* **40**(3) (1995) 145-152, <https://doi.org/10.1179/sic.1995.40.3.145>.
76. Homem, P. M., 'Conservação preventiva em contextos culturais. Recursos tecnológicos para gestão de risco ambiental; poluição', *Revista da Faculdade de Letras - Ciências e Técnicas do Património* **XII**(1ic) (2013) 305-317.
77. Balcar, N.; Barabant, G.; Bollard, C.; Kuperholc, S.; Keneghan, B.; Laganà, A.; vo Oosten, T.; Segel, K.; Shashoua, Y., 'Studies in cleaning plastics', in *POPART: Preservation of Plastic Artefacts in Museum Collections*, eds. B. Lavédrine, A. Fournier & Graham Martin, CTHS (2012) 225-269, http://popart-highlights.mnhn.fr/wp-content/uploads/5_Active_conservation/2_Studies_in_cleaning_plastics/5_2_StudiesInCleaningPlastics.pdf (acesso em 2021-04-27).
78. Odlyha, M.; Jakiela, S.; Slater, J.; Bozec, L.; Bergsten, C.; Grøntoft, T.; Dahlin, E.; Colombini, M. P.; Bonaduce, I.; Thickett, D.; Larsen, M.; Scharff, M., 'Piezo-electric quartz crystal-based dosimetry and damage assessment of parchment and artists'varnish', in *European Workshop on Cultural Heritage Preservation - EWCHP 2011*, Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag, Berlin (2011), 182-187.
79. Odlyha, M.; Theodorakopoulos, C.; Thickett, D.; Ryhl-Svendsen, M.; Slater, J. M.; Campana, R., 'Dosimeters for indoor microclimate monitoring for cultural heritage', in *Museum Microclimates*, eds. T. Padfield & K. Borchersen, National Museum of Denmark (2007) 73-79, http://natmus.dk/fileadmin/user_upload/natmus/bevaringsafdelingen/billeder/far/Museum_Microclimate/Proceedings/musmic150.pdf (acesso em 2021-04-27).
80. Grøntoft, T.; Dahlin, E.; Haland, S.; Vika Hoen, H.; Heltne, T.; Thickett, D.; Lankester, P.; Schieweck, A., 'The "Memori System"; measurements, effect assessment and mitigation of pollutant impact on movable cultural assets - Innovative research for market transfer', in *3rd European Workshop on Cultural Heritage Preservation*, ed. A. Troi & E. Lucchi Bolzano, EURAC (2013) 23-28, www.3encult.eu/en/deliverables/Documents/EWCHP2013_04.pdf (acesso em 2021-04-27).
81. Curran, K.; Underhill, M.; Gibson, L. T.; Strlic, M., 'The development of a SPME-GC/MS method for the analysis of VOC emissions from historic plastic and rubber materials', *Microchemical Journal* **124** (2015) 909-918, <https://doi.org/10.1016/j.microc.2015.08.027>.
82. Maines, C. A., 'Implementation of Solid-Phase Microextraction (SPME) for Assessment of Exhibition & Storage Materials Christopher A. Maines', in *Conservation & Exhibition Planning: Material Testing for Design, Display & Packing*, Lunder Conservation Center and the Foundation of the American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, Washington, D.C. (2015) 14-15.
83. Glastrup, J.; Ryhl-Svendsen, M., 'Recent improvements in SPME-GC/MS detection of acetic and formic acid in air', in *IAQ 2001: 4th meeting of the Indoor Air Pollution Working Group*, ed. M. Ryhl-Svendsen, The National Museum of Denmark, Copenhagen (2001), http://iaq.dk/iap/iap2001/2001_16.htm (acesso em 2021-04-03).

84. Curran, K.; Underhill, M.; Grau-Bové, J.; Fearn, T.; Gibson, L. T.; Strlič, M., 'Classifying degraded modern polymeric museum artefacts by their smell', *Angewandte Chemie – International Edition* **57**(25) (2018) 7336-7340, <https://doi.org/10.1002/anie.201712278>.
85. Maekawa, S.; Beltran, V. L.; Henry, M. C., *Environmental management for collections: Alternative preservation strategies for hot and humid climates*, ed. T. Ball, The Getty Conservation Institute, Los Angeles (2015).
86. Blades, N.; Oreszczyn, T.; Bordass, B.; Cassar, M., *Guidelines on pollution control in heritage buildings*, Museum Association, London (2000), <http://discovery.ucl.ac.uk/2443/1/2443.pdf> (acesso em 2021-04-27).
87. Cruz, A. J.; Pires, J.; Carvalho, A. P.; Brotas de Carvalho, M., 'Comparison of adsorbent materials for acetic acid removal in showcases', *Journal of Cultural Heritage* **9**(3) (2008) 244-252, <https://doi.org/10.1016/j.culher.2008.03.001>.
88. Schieweck, A., 'Adsorbent media for the sustainable removal of organic air pollutants from museum display cases', *Heritage Science* **8**(1) (2020) 1-18, <https://doi.org/10.1186/s40494-020-0357-8>.

RECEBIDO: 2020.10.5

REVISTO: 2021.3.19

ACEITE: 2021.3.26

ONLINE: 2021.5.22



Licenciado sob uma Licença Creative Commons

Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Para ver uma cópia desta licença, visite

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.pt>.

A coleção científica do Museu do ISEP: as Pilhas de Grenet e Leclanché

The scientific collection of ISEP Museum: Grenet and Leclanché cells

GUILHERMINA CADECO^{1,2a}
PATRÍCIA COSTA¹
BRUNO B. CAMPOS^{3,4}
MANUEL ALGARRA⁵
**MARIA VALLE MARTÍNEZ
DE YUSO**^{5,6}
PATRÍCIA R. MOREIRA^{3,4}
PAULO SILVA⁷
EDUARDA VIEIRA³

1. Museu do Instituto Superior de Engenharia do Porto – Instituto Politécnico do Porto, Portugal
2. Escola das Artes da Universidade Católica Portuguesa, Portugal
3. Centro de Investigação em Ciência e Tecnologia das Artes (CITAR), Escola das Artes, Universidade Católica Portuguesa, Porto, Portugal
4. Centro de Biotecnologia e Química Fina (CBQF), Universidade Católica Portuguesa, Porto, Portugal
5. Departamento de Química Inorgânica, Faculdade de Ciências, Universidade de Málaga, Espanha
6. X-Ray Photoelectron Spectroscopy Lab. Service to Support Research Building (SCAI), Universidade de Málaga, Espanha
7. Centro de Inovação em Engenharia e Tecnologia Industrial do Instituto Superior de Engenharia do Porto, Instituto Politécnico do Porto, Portugal

* rios.cadeco@gmail.com

Resumo

O Museu do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), criado em 1999, guarda a memória do ensino industrial da segunda metade do século XIX. Um ensino muito direcionado para a prática do conhecimento que recorria a modelos e instrumentos como metodologia. O acervo museológico é constituído por três grandes coleções: objetos, estampas/desenhos e fotografias, num total de 10000 peças, aproximadamente. A complexidade desta coleção devido à sua variedade tipológica, gera desafios vários de gestão e conservação. De momento, a principal preocupação centra-se nos objetos porque, para além de serem o maior núcleo da coleção, representam a parcela que ainda não sofreu intervenção especializada, como aconteceu com o Arquivo Histórico. A exemplo disto, as pilhas de Grenet e de Leclanché são dois casos de estudo que demonstram a necessidade proeminente de serem intervencionadas. Este artigo apresenta uma contextualização histórica das pilhas, a sua composição e o estado de conservação dos seus materiais constituintes. Os resultados obtidos servirão para determinar as futuras abordagens de conservação e restauro.

Abstract

ISEP Museum was founded in 1999. It stores the memory of industrial school dated from the second half of 19th century. The education, at that time, was very practical and the methodology was based on models and tools. The collections are formed by three main typological groups: objects, prints/drawings and photos, a total of about 10.000 pieces. The complexity of this collection causes multiple challenges concerning to conservation and management subjects. Recently, the main concern focus on the objects, because the lack of technical interventions by specialists. For instance, the Grenet and Leclanché cells are two case studies that show the prominent need of a technical intervention. This article presents a historical contextualization of cells, their composition and the conservation state of their constituent materials. The obtained results will attend to clarify further conservation and restoration approaches.

PALAVRAS-CHAVE

Coleções científicas
Museu do ISEP
Eletroquímica
Pilha de Grenet
Pilha de Leclanché
Conservação

KEYWORDS

Scientific collections
ISEP Museum
Electrochemistry
Grenet cell
Leclanché cell
Conservation

Enquadramento histórico

O século XIX foi determinante para a consolidação e crescimento da evolução tecnológica. A industrialização iniciou-se em Inglaterra e nos países do Norte da Europa e a sua repercussão refletiu-se nos restantes países num processo que foi heterogéneo e com diferentes ritmos de adaptação a uma nova realidade. Portugal passava uma fase de declínio após as guerras napoleónicas e a perda da grande colónia, o Brasil. Precisava urgentemente duma renovação a nível económico e existiram algumas iniciativas do Estado neste sentido. Tiveram, no entanto, um carácter intermitente, pouco consolidadas e aplicadas apenas a algumas áreas da indústria [1]. Associada a esta questão, era necessário atrair especialistas do exterior para implementar e ensinar novos ofícios, mas rapidamente se concluiu que mesmo tendo especialistas nos cargos de poder e com vontade de modernizar a indústria, se não houvesse mão de obra especializada e disponível para aceitar a modernização, não se conseguiria implementar a industrialização com sucesso. Assim, e partindo desta perspetiva, que tem por base a instrução da mão de obra especializada, há uma instituição de cariz privado, a Associação Industrial Portuense, que toma a dianteira desta iniciativa de forma mais convicta em novembro de 1852. Era imperativo tornar a indústria nacional mais competitiva [2].

Assim, o ensino de mão de obra qualificado era direcionado para as necessidades específicas de Portugal, de forma a corresponder às exigências da nossa indústria nacional, dos operários e adaptá-la à realidade portuguesa em concreto [3]. O impacto e a adesão desta iniciativa foram de tal forma notórias que se tornou evidente a necessidade de se transferir uma iniciativa privada, para uma gestão estatal. O ensino precisava de passar a ser algo mais prático e técnico do que teórico. Assim, em dezembro de 1852 foi fundada a “(...) Escola Industrial do Porto – uma das duas escolas que integram a primeira estrutura de ensino industrial criada pelo Decreto de 30 de Dezembro daquele ano, assinado pelo então Ministro do Trabalho Fontes Pereira de Melo (...)” [4]. Esta escola partilhou inicialmente as instalações da Academia Polytechnica, de carácter proeminentemente academicista e que deu origem à atual Universidade do Porto. Em 1864 alterou o nome para Instituto Industrial do Porto e em 1886 acumulou o ensino comercial passando a designar-se Instituto Industrial e Comercial do Porto até 1933, ano em que foi instalado em instalações próprias (na Rua do Breiner), passando novamente a Instituto Industrial do Porto. Em 1968 muda-se para as atuais instalações na Rua de S. Tomé e passa a Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) em 1974 [5-6].

O Museu do ISEP

Para que o ensino pudesse ter um carácter mais prático e técnico, sob o lema “*saber fazer*”, houve um investimento

considerável para a época de forma a equipar e manter atualizados os gabinetes e laboratórios auxiliares de ensino. O espólio (adquirido na maioria durante o século XIX e princípios do século XX) é proveniente destes estabelecimentos auxiliares de ensino. O ensino nesta instituição tinha por base as engenharias tradicionais (física, química, mecânica, construção civil, mineralogia e eletrotécnica) [6]. O Museu do ISEP, cujo primeiro nome foi Museu Parada Leitão em homenagem ao primeiro diretor interino da Escola, é herdeiro destes equipamentos e instrumentos que acompanharam as diferentes mudanças de espaço físico e cuja maioria se mantém reunida.

A origem do museu está ligada à exposição “Memórias da Physica”, inaugurada a 2 de novembro de 1998 que contou com cerca de 170 peças. Esta exposição foi criada devido à necessidade de se preservar e divulgar instrumentos e equipamentos que constituem atualmente o acervo do museu. Para esta exposição houve uma intervenção nas peças efetuada pelos professores João Neves Pinto e Alexandra Agra Amorim, com um objetivo meramente estético [4].

O museu tem como objetivo dar continuidade à função das peças, ou seja, educar e instruir. Como museu associado a uma instituição de ensino superior, tem como mais valia pedagógica “(...) a observação directa dos objectivos, mesmo tratando-se de réplicas dos originais, e o seu próprio manuseamento.” (...) “Os visitantes têm a oportunidade de constatar que, afinal, aprender ciência não é forçosamente aplicar fórmulas e elaborar equações, mas sim experimentar conceitos.” [6].

Associado ao museu, está o Arquivo Histórico, que possui toda a documentação administrativa relativa ao funcionamento do Instituto desde a sua origem. Deste arquivo fazem parte documentos como cartas, atas, matrículas, folhas de presença e pagamento de funcionários e lentes, tal como os meios de avaliação dos alunos, por exemplo, relatórios de estágio, provas de avaliação, desenhos dos órgãos de máquinas entre muitos outros.

Existe ainda todo um conjunto de material de apoio ao ensino impresso como manuais, publicações e catálogos da época, que estão relacionados com o ensino das aulas em concreto ou com os equipamentos e instrumentos.

A coleção

O acervo museológico é constituído por três grandes coleções: 1) objetos, 2) estampas e desenhos e 3) fotografias, num total de aproximadamente 10000 peças [7].

Os objetos da coleção reúnem em si mesmos várias outras coleções, diretamente relacionadas com as áreas das engenharias Civil, Minas, Metalurgia, Mecânica, Eletrotécnica, Desenho, Mineralogia, Geologia e Paleontologia bem como Química, Física, Matemática e Topografia.

Embora o acervo no seu conjunto tenha vindo a aumentar, apenas engloba artigos que tenham uma relação direta com

o ISEP ou com o antigo Instituto Industrial e Comercial, como por exemplo, instrumentos que foram utilizados nos estabelecimentos de ensino prático (laboratórios e gabinetes), ou que foram usados por professores ou alunos em contexto de sala de aula.

Estudos de Caso

Dentro de toda a coleção, optou-se por escolher algumas peças que se destacavam tanto pelo avançado estado de degradação que apresentavam, como pelo questionamento que levantavam em relação ao potencial impacto negativo que poderiam ter, ou não, no ambiente em que se situam.

Os dois casos apresentados foram escolhidos pelo seu avançado estado de degradação e pelo potencial nocivo que sugeriam ter através da possível libertação de agentes químicos, que poderiam interferir com as restantes peças acondicionadas na reserva.

Os casos de estudo escolhidos são:

- Pilha de Grenet (**Figura 1**): a pilha de Grenet foi inventada em 1850 por um operário francês e patenteada em 1859 [4]. É composta por um frasco de vidro (V) em forma de balão, pé redondo, cujo colo alto e largo possui um disco isolante em ebonite (E) onde estão fixas duas lâminas de carvão (C). Entre as duas lâminas, existe uma placa constituída por uma amálgama de zinco (Z). A encimar o disco há ainda dois ligadores que fazem passar a corrente e o ligador do centro (T), que está preso à placa de zinco, serve apenas para a mergulhar ou retirar do eletrólito quando não em uso [8]. O interior contém uma solução (L) com 5 % (m/v) de dicromato de potássio e 10 % (v/v)

de ácido sulfúrico [4, 9-11]. Apresenta tamanho variável (desde ¼ de litro a 2 litros) e três ou cinco elementos (duas barras de carvão e uma de zinco ou três barras de carvão e duas de zinco) [12]. Esta pilha tinha a desvantagem de ir perdendo o eletrólito (evaporação), que levava a uma diminuição na produção de energia, mas era considerada muito eficiente e rápida.

“Ces couples se composent d’un vase extérieur en verre en forme de bouteille, de deux lames de charbon CC et d’un zinc mobile Z qu’on peut plonger plus ou moins dans le liquide ou retirer tout à fait à l’aide de la tige T.

Les couples au bichromate de potasse sont très-précieux pour toutes les expériences de peu de durée qui demandent de grandes quantités d’électricité; elles sont très-propres et ne donnent lieu à aucune émanation. Le liquide excitateur s’emploie pur ou étendu d’eau; il est formé de 1 litre d’eau saturée de bichromate de potasse auquel on a ajouté 200 grammes d’acide sulfurique. On peut aussi ajouter 4 ou 5 grammes de bisulfate de mercure par litre, afin d’entretenir les zincs bien amalgamés et d’éviter ainsi leur usure. (...)” [13].

- Pilha de Leclanché (**Figura 2**): foi inventada pelo francês Georges Leclanché em 1868, onde a corrente elétrica é gerada por uma reação química [4]. É composta por um frasco de vidro quadrado, com um gargalo largo de forma circular. No interior existe uma amálgama de zinco em forma de barra cilíndrica e um vaso poroso que encerra uma barra de carvão das retortas encimado por um ligador metálico [4, 9-11]. Este formato é o mais antigo. Posteriormente, o vaso cerâmico vai sendo substituído por um de resina e foi este o modelo que deu origem às pilhas atuais. “Ce couple se compose d’un vase extérieur en verre, d’un

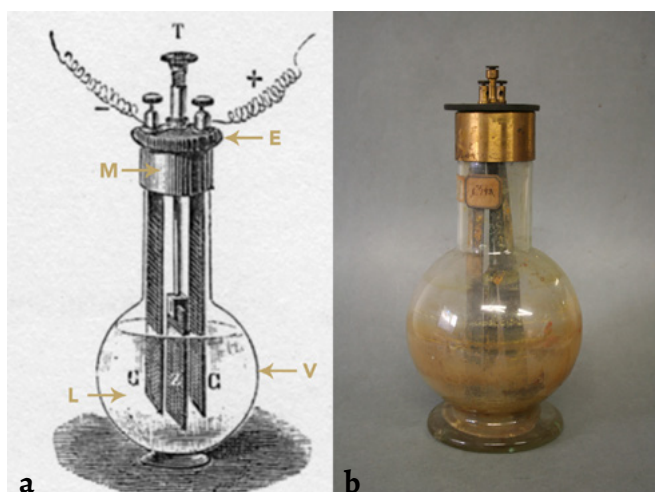


Figura 1. Pilha de Grenet: a) V – frasco de vidro, semelhante a uma garrafa, L – líquido no interior que corresponde a 1 litro de água saturada com dicromato de potássio e 200 gramas de ácido sulfúrico, C – 2 placas de carvão, Z – placa de zinco que está fixa a T – que corresponde a um terminal que permite mergulhar ou retirar a placa de zinco do contacto com o líquido, M – acabamento em metal (latão) encimada por um suporte de ebonite, E – que serve como isolante e por fim os ligadores metálicos em latão (gravura retirada de <http://campanelli.fulminati.org/pile-2/>); b) objeto do Museu do ISEP (MPL4060OBJ).

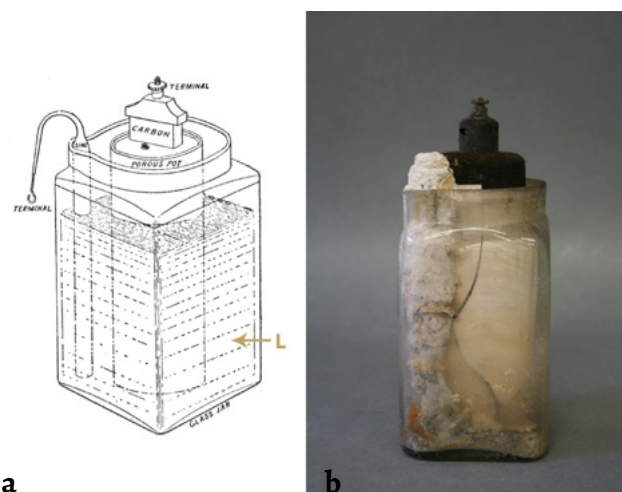


Figura 2. Pilha de Leclanché: a) **Glass jar**, frasco em vidro que no seu interior possui uma solução concentrada (L) de cloreto de amónio, uma barra de zinco (**zinc**) num dos extremos e no centro uma barra de carvão (**carbon**) envolta numa amálgama de dióxido de manganês comprimida no interior de um cilindro cerâmico (**porous pot**) encimada por um ligador em ebonite e um terminal em latão (gravura retirada de <http://campanelli.fulminati.org/pile-2/>); b) objeto do Museu do ISEP.

bâton ou d'une lame de zinc, d'un prisme de charbon entouré d'un mélange de peroxyde de manganèse et de coke concassé en grains de la grosseur d'un grain de blé. Ce mélange est enfermé dans un vase poreux, ou simplement comprimé et aggloméré autour du prisme de charbon à l'aide d'un ciment spécial. Les couples qui n'ont pas de vase poreux sont de beaucoup préférables aux autres; ils sont plus énergiques et plus constants sous un même volume. La pile se charge en versant dans le vase extérieur une solution concentrée de chlorhydrate d'ammoniaque, jusqu'aux deux tiers de sa hauteur environ.

Au moment où l'on ferme le circuit, on obtient la réaction suivante: l'eau est décomposée, l'oxygène de l'eau et le chlore se portent au pôle négatif (zinc) pour former de l'oxychlorure de zinc; tandis qu'au pôle positif, il reste en présence du peroxyde de manganèse et de l'ammonium, corps instable et combustible qui réduit le peroxyde à l'état de sesquioxido en fournissant de l'eau et de l'ammoniaque libre. Cette ammoniaque est, à son tour, en partie dissoute, et vient avec l'oxychlorure de zinc, par une réaction secondaire, former des sels doubles. Nous n'avons pas ici à nous occuper de cette dernière action chimique, quoique intéressante.

Pour obtenir de bons résultats, certaines précautions sont à prendre: Il faut avoir soin de choisir un peroxyde de manganèse pur et bon conducteur de l'électricité; le meilleur est connu sous la dénomination de manganèse aiguillé; la dissolution de sel ammoniac doit toujours être employée concentrée. En mettant dans le vase un excès de sel, il entre en dissolution au fur et à mesure de l'usage." [13].

Ambas as pilhas são aperfeiçoamentos da pilha de Volta [4] e a sua função é a produção de energia elétrica. Este processo decorre de uma reação, irreversível, com um tempo de vida útil que se prolonga até ao consumo total de um dos elementos. A partir deste momento não é possível regenerar a pilha, a não ser que se faça a substituição do elemento consumido. Todos os exemplares escolhidos como objeto de estudo, encontram-se desativados e os materiais constituintes aparentam uma fase adiantada de degradação, provavelmente devido ao desgaste químico das pilhas e manuseamento/acondicionamento indevidos.

Identificação de materiais

Nos manuais técnicos [9-11] e nos catálogos [8, 12-13] fornecidos pelas empresas da época, é feita a descrição das pilhas, a sua constituição e diferentes tamanhos e formatos. No entanto, tornou-se imperativo confirmar estas informações e, conseqüentemente, averiguar o estado de degradação em que os materiais se encontram. Desta forma, recorreu-se a três técnicas de análise química, tais como Espectrometria de Fluorescência de Raios X (XRF), Espectroscopia de

Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR) e Espectroscopia de Fotoeletrões de Raios X (XPS).

Métodos analíticos

A primeira técnica utilizada foi a XRF. É uma técnica elementar, semi-quantitativa, que nos permite analisar superfícies metálicas e não metálicas *in situ* e *ex situ*. Neste caso, utilizou-se o espectrómetro portátil Thermo Scientific NITON XL3t – 900 GOLDD (*Geometrically Optimized large Drift Detector*) equipado com um alvo de prata (Ag) e um detetor SDD (*Silicon Drift Detector*) de 25 mm² com uma resolução de 145 eV. As áreas de interesse foram localizadas com câmara de cor integrada CCD e um colimador integrado de 3 mm. Os pontos de amostragem foram analisados em triplicado, usando o modo de minas, durante um período total de 180 segundos. A informação obtida pelo XRF portátil é posteriormente descarregada através do *software* Standar Thermo Scientific Niton Data Transfer (NDT).

Para a análise, tal como foi referido anteriormente, utilizaram-se dois métodos: (1) *in situ*, direcionando o XRF portátil para a superfície a analisar (que deve ser o mais plana possível); e (2) *ex situ*, que implicou a recolha da amostra e posterior moagem com um almofariz para homogeneização do tamanho das partículas. Colocação da amostra homogeneizada num recipiente preenchido com algodão, papel-filtro e selado com um filme de polipropileno de 6,5 µm (1/4 mil).

Para as análises de FTIR utilizou-se um espectrofotómetro da marca Thermo Electron Corporation, Nicolet 6700, controlado através do *Software* Omnic 8.

As amostras foram trituradas e misturadas com brometo de potássio (1 mg de amostra com 200 mg de KBr) para produzir pastilhas, que foram analisadas diretamente. Os espectros foram recolhidos entre 4000 e 400 cm⁻¹ e para cada análise foram efetuados 16 varrimentos.

Por fim, para as análises por XPS, foi utilizado o espectrómetro Physical Electronics PHI 5701, com uma radiação Al K α não monocromática (300 W, 15 kV, $h\nu = 1486.6$ eV), como fonte de excitação. Os espectros foram registados por um analisador hemisférico concêntrico num ângulo de 45°, operando no modo de energia de passagem constante a 25,9 eV, utilizando uma área de análise de 720 mm de diâmetro. Nestas condições a linha Au 4f_{7/2} foi registada com 1,16 eV FWHM a uma energia de ligação de 84,0 eV. A escala de energia do espectrómetro foi calibrada utilizando as linhas de fotoeletrões Cu 2p_{3/2}, Ag 3d_{5/2} e Au 4f_{7/2} em 932,7, 368,3 e 84,0 eV, respetivamente. A referência de carga foi feita contra carbono adventício (C1s 284,8 eV). As amostras foram colocadas num porta-amostras sem fita adesiva e mantidas durante a noite em alto vácuo na câmara de preparação antes de serem transferidas para a câmara de análise do espectrómetro. Cada região foi analisada com vários varrimentos até que fosse observada uma boa relação sinal-ruído. A pressão da câmara de análise foi mantida abaixo de 10⁻⁹ Torr. A análise dos dados foi efetuada no *software*

PHI ACCESS ESCA-V6.0 F. Os espectros registados foram ajustados com curvas de Gauss-Lorentz para determinar com mais precisão a energia de ligação dos diferentes níveis do núcleo do elemento. A precisão dos valores de energia de ligação (BE's) estava dentro de $\pm 0,1$ eV.

Materiais constituintes das pilhas

A metodologia de análise química teve em consideração o atual estado de degradação dos materiais e a recolha de amostras foi efetuada de forma o menos invasivo possível. A XRF foi utilizada para analisar as superfícies lisas *in situ* (Figuras 3 e 4) e nos outros casos foram recolhidas amostras, de forma minuciosa, para posterior análise.

Os resultados obtidos por XRF estão discriminados nas Tabelas 1 e 2. Perante os resultados obtidos é possível comprovar a composição dos materiais listados em manuais técnicos e catálogos. No caso da pilha de Grenet (ver Tabela 1), observa-se que os sais formados no seu interior (Figura 3a) são constituídos por Cr (28,4 %) e K (23,1 %), ambos representativos do dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), as percentagens obtidas foram inferiores às estequiométricas o que indica a presença de outros elementos para além dos que constituem o dicromato de potássio. Na análise da placa (ver Figura 3d), nas amostras Crv1 (3,3 % Cr; 2,4 % K) e Crv2 (2,6 % Cr; 1,1 % K) observa a presença dos elementos constituintes do dicromato de potássio e que ocorrem por evaporação do solvente aquoso

e cristalização de sais nas superfícies. Também se observa a presença de enxofre (2 % S) na amostra Crv1, podendo ser indicativo de vestígios residuais de ácido sulfúrico (H_2SO_4), constituinte típico neste tipo de pilhas. O mesmo ocorre no ponto de amostragem representado na Figura 3c, onde é possível identificar o Zn (32,8 %), característico da barra de zinco, conjuntamente com os elementos constituintes dos depósitos de dicromato de potássio (25,4 % Cr; 8,8 % K). Outra comprovação ocorreu na identificação da componente metálica da pilha (amostra Br1 ver Figura 3b) que é constituída por Zn (32,7 %) e Cu (49 %), ambos elementos identificativos do latão. Em relação à amostra Eb1 (ver Figura 3b) não é possível identificar os elementos característicos do que se pensa ser ebonite, tais como carbono e oxigénio, devido às limitações de deteção do equipamento de XRF.

No que concerne à pilha de Leclanché (resultados obtidos por XRF na Tabela 2), é possível observar uma grande quantidade de sais (Figura 4b) no interior do involucro vítreo e à superfície de determinados materiais. Os resultados da amostra PLb1 comprovam a composição da solução eletrolítica através dos elementos Zn (42,0 %) e Cl (21,4 %), indicando a presença de cloreto de zinco e cloreto de amónio nas soluções iónicas originais. A amostra representada na Figura 4d (aparentemente uma resina) não foi possível identificar pela mesma razão da amostra Eb1 (Figura 3b).

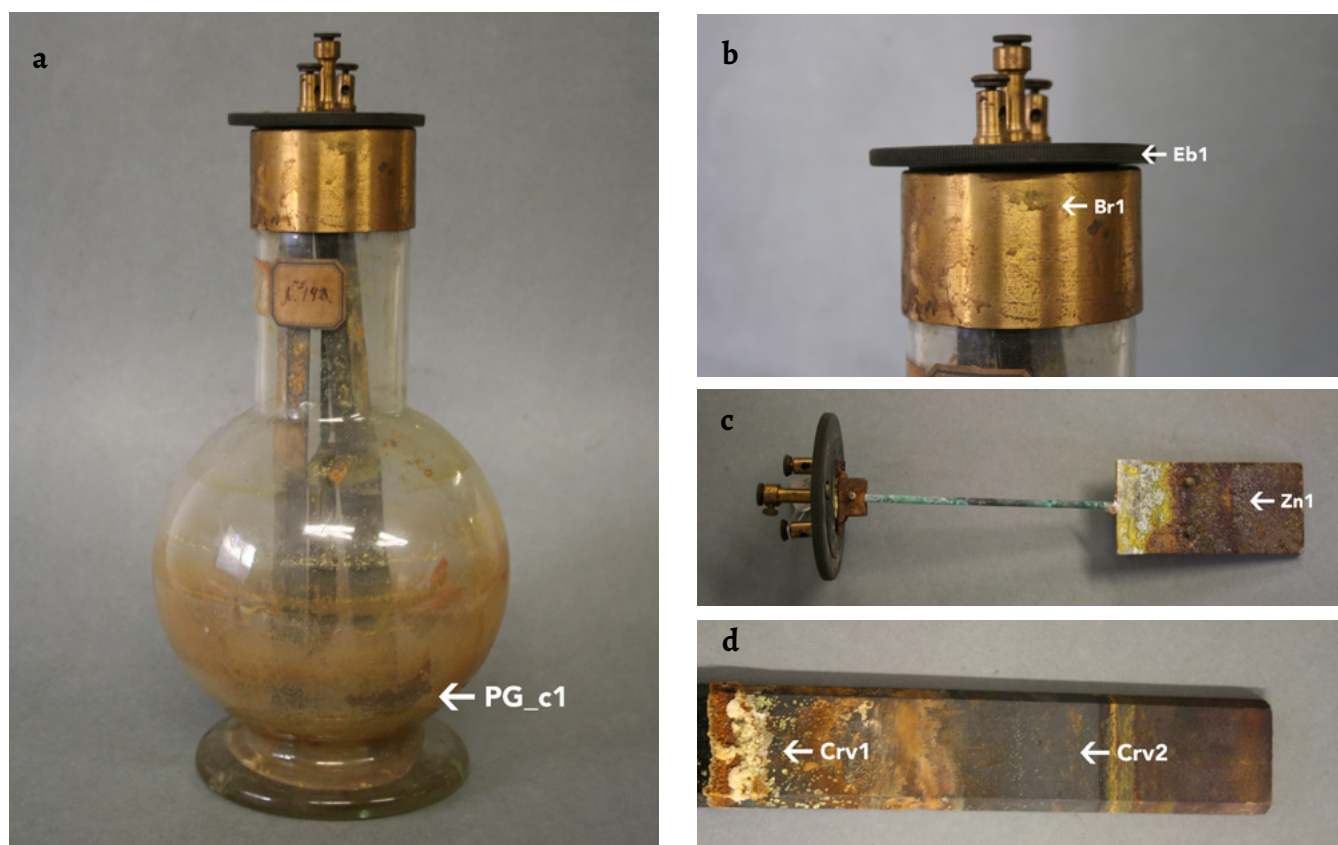


Figura 3. Pontos de amostragem na pilha de Grenet para análise. A seta representada na figura (a) indica que a amostra recolhida no interior do involucro de vidro. Esta amostra foi analisada por FTIR. As figuras (b), (c) e (d) representam os pontos de amostragem utilizando o equipamento portátil de XRF e cujos resultados se encontram na Tabela 1.

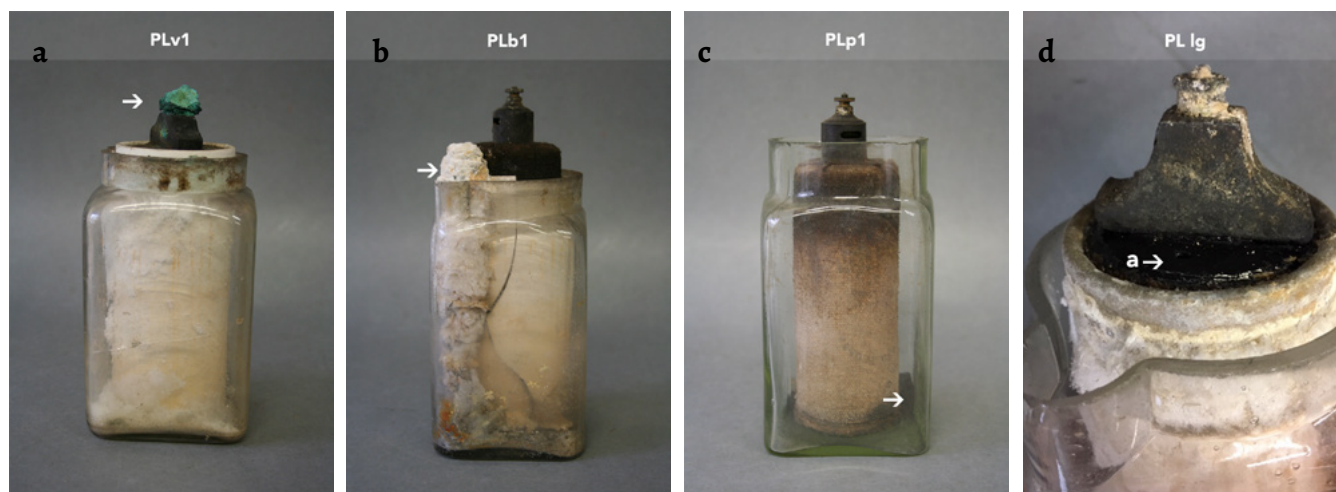


Figura 4. Pontos de amostragem em várias pilhas de Leclanché para análise. As figuras (a), (b) e (c) representam as recolhas de amostra que foram analisadas em XRF. O ponto de amostragem representado em (a) foi ainda analisado por FTIR e XPS e o ponto representado em (c) foi analisado por XPS. O ponto de amostragem representado em (d) foi analisado com o analisador portátil de XRF.

Tabela 1. Resultados de XRF (semi-quantificação) dos pontos de amostragem da Pilha de Grenet. Os valores encontram-se normalizados a 100 % (percentagem em peso). Apresentam-se os elementos cujas percentagens tenham valores superiores a 0,1 %.

Elementos	PG_c1	Eb1	Br1	Zn1	Crv1	Crv2
Bal*	45,6	95,9	14,5	23,8	91,2	93,5
Sn	-	-	0,1	-	-	-
Cd	-	-	-	0,1	-	-
Pb	-	0,1	0,5	4,1	-	-
W	-	-	-	3,3	-	-
Zn	1,4	0,4	32,7	32,8	0,1	-
Cu	-	-	49	-	-	-
Ni	-	-	0,3	-	-	-
Fe	-	0,4	0,2	0,2	0,5	0,2
Cr	28,4	0,3	-	25,4	3,3	2,6
Ca	-	0,3	0,2	-	0,4	-
K	23,1	-	0,2	8,8	2,4	1,1
Al	-	0,1	-	-	0,2	-
Si	-	1	0,5	0,2	0,7	0,3
Cl	-	0,1	0,8	0,1	-	-
S	1	1,1	0,8	0,7	1,1	2

(-) < LOD, abaixo do limite de deteção.

(*) Balanço, representa os elementos leves da amostra que não foram considerados para a semi-quantificação.

As amostras representadas nas Figuras 4a e 4c foram alvo de uma análise mais detalhada por FTIR e XPS porque a primeira ocorre como resultado da corrosão do cobre e a segunda surge como necessidade do estudo de preservação da grafite, apesar dos materiais gráficos terem uma elevada resistência à corrosão química.

Tabela 2. Resultados de XRF (semi-quantificação) dos pontos de amostragem da Pilha de Leclanché. Os valores encontram-se normalizados a 100 % (percentagem em peso). Apresentam-se os elementos cujas percentagens tenham valores superiores a 0,1 %.

Elementos	PLv1	PLb1	PLp1	PLlg
Bal*	32	34,3	65,3	92,5
Sn	0,4	0,7	-	-
Pb	0,9	0,1	-	-
Zn	16	42,0	2,4	0,2
Cu	33,1	-	-	-
Fe	0,5	-	0,8	-
Mn	-	-	25,4	-
Ca	0,2	-	-	0,1
K	-	-	-	5,1
Si	0,3	0,3	1	0,9
Cl	16	21,4	2,2	0,7
S	0,5	0,9	2,1	0,3
Ba	-	-	0,2	-

(-) < LOD, abaixo do limite de deteção.

(*) Balanço, representa os elementos leves da amostra que não foram considerados para a semi-quantificação.

Estado de oxidação dos materiais

Caracterização do produto de corrosão verde

As pilhas em estudo demonstram a necessidade de serem intervencionadas devido ao seu atual estado de conservação. Foram identificados numa das pilhas de Leclanché produtos de corrosão provenientes da degradação do latão (Figura 4a). De tonalidade esverdeada clara, com aspeto pulverulento, mas compacto. Deste modo, procedeu-se à minuciosa recolha do produto de corrosão esverdeado e efetuou-se uma análise da amostra por FTIR (Figura 5).

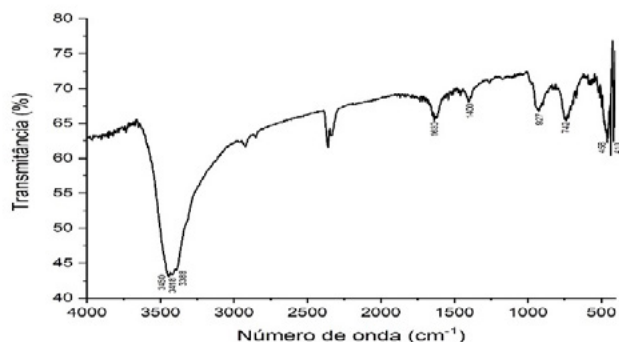


Figura 5. Espectro FTIR do produto de corrosão esverdeado (Figura 4a).

Para a mesma amostra foi também efetuada uma análise por XRF (Tabela 2) onde foram identificados três elementos com percentagens acima dos 10 %, entre eles o zinco (16 %), o cobre (33,1 %) e o cloro (16 %). Em relação ao espectro FTIR foi possível identificar o estiramento do grupo -OH entre os 3450-3388 cm^{-1} . Os números de onda 1630 cm^{-1} e 742 cm^{-1} indicam a presença moléculas de água com deformações angulares no plano (dobramento angular e balanço, respetivamente). As bandas de transmissão entre os 1660-1550 cm^{-1} , 1450-1400 cm^{-1} e 950-920 cm^{-1} podem indicar a presença de grupos $-\text{CO}_3$ (carbonato). Finalmente, os picos que surgem a números de onda de 458 cm^{-1} e 410 cm^{-1} podem ser o resultado de modos vibracionais correspondentes ao estiramento do Cu-O e Cu-Cl, respetivamente [15].

A esta amostra foi também efetuada a análise por XPS e na Figura 6a indicam-se todos os elementos detetados e sua

concentração: C 1s (42,01 %); O 1s (29,56 %); Cl 2p (13,19 %); Cu 2p_{3/2} (8,11 %) e Zn 2p_{3/2} (7,14 %). Depois da análise de alta resolução dos elementos encontrados, obteve-se o sinal do C1s que após deconvolução se divide em 4 componentes: o sinal a 284,71 eV (75,07 %) atribuída a ligações C-C/C-H; a 286,24 eV (15,67 %) atribuída às ligações éteres, álcoois (C-O); a 288,16 eV (5,55 %) aos grupos carbonilos C=O e ao sinal a 289,17 eV (3,71 %) correspondente aos grupos carboxilatos O-C=O (Figura 6b). Ao contrário do XRF, o XPS é uma técnica quantitativa de análise superficial (até 10 nm). O resultado obtido para a percentagem de C 1s, pode aparentar ser muito superior ao esperado. No entanto, a possível explicação deste resultado pode assentar na contaminação da amostra por se tratar de uma amostra recolhida em pilhas envelhecidas e acondicionadas sem nenhum tipo de cuidado especial. Na literatura, pode-se encontrar referências sobre a contaminação de amostras expostas ao ar, resultando em percentagens superiores ao esperado em relação ao carbono adventício [14]. O sinal correspondente ao Zn a 1022,23 eV é compatível com o sinal de um óxido de zinco (ZnO) (Figura 6c), como demonstra o sinal Auger a 985 eV (Figura 6d). Tratando-se de um produto de corrosão formado na superfície do latão, verificou-se que o Cu se encontra na forma oxidada Cu (II), como comprova a Figura 6e, a 935 eV que é atribuído ao sinal Cu 2p_{3/2}.

Perante os resultados obtidos pelo FTIR e XPS pode-se concluir que o produto de corrosão verde poderá ser constituído por uma complexidade de compostos de cobre oxidados tais como a malaquite ($\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$), atacamite ($\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$) e/ou eriochalcite ($\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) [15-18].

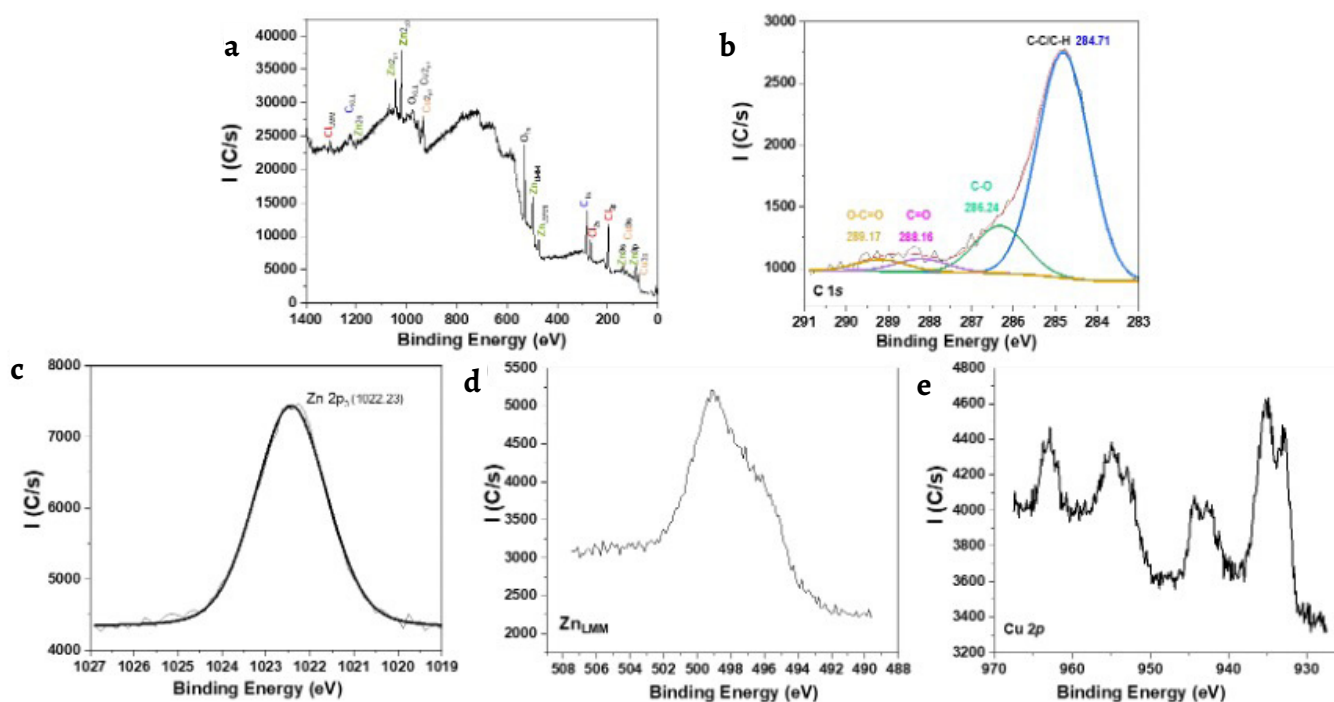


Figura 6. Espectro XPS geral da amostra PL_v1 (a); Espectro de elevada resolução do C 1s (b); Zn 2p (c); Espectro Auger ZnLMM do elemento Zn, (d); Espectro de elevada resolução do Cu 2p (e).

Análise do estado de oxidação da grafite

Na pilha de Leclanché foi analisado o estado de oxidação da grafite por XPS. Esta técnica serviu também para suprimir a limitação da análise feita por XRF, dado que o XRF não apresenta resultados qualitativos para elementos leves tais como carbono, azoto e oxigénio. O XPS trata-se de uma técnica orientada para a caracterização química de superfícies (até 10 nm). No entanto, a amostra analisada foi previamente homogeneizada, garantindo desta forma uma maior representatividade dos resultados obtidos. A Figura 7 representa o espectro geral, onde se observam todos os elementos detetados e a sua respetiva concentração: C 1s (60,79 %); N 1s (3,33 %); O 1s (29,56 %); Si 2p (2,71 %); Cl 2p (3,25 %); Mn 2p (1,56 %) e Zn 2p (4,49 %). Este resultado demonstra a presença de elementos químicos exógenos à génese da grafite tais como o cloro e o azoto provenientes da solução eletrolítica de cloreto de amónio. O manganês através do cátodo de dióxido de manganês e o zinco proveniente do involucro anódico de zinco. Depois da análise de alta resolução dos elementos encontrados, procedeu-se à deconvolução do sinal obtido para o C1s em 4 componentes: (i) o sinal a 284,69 eV (73,71 %) atribuída a ligações C-C/C-H; (ii) a 286,33 eV (15,98 %) relativa a grupos funcionais éteres, álcoois C-O; (iii) a 287,95 eV (6,36 %) correspondente aos carbonilos C=O; e (iv) o sinal a 289,50 eV (3,95 %) atribuída aos grupo carboxilato O-C=O (Figura 6a). Estes resultados corroboram com a composição química da grafite. Em comparação com grafite oxidada, pode-se encontrar na literatura [19] uma razão próxima de 1:1 em relação ao núcleo grafítico (C-C/C-H) e a soma dos carbonos oxidados (C-O, C=O e O-C=O). Neste caso observa-se que essa razão se situa próxima de 3:1, indicando uma boa preservação da grafite utilizada na pilha. O sinal correspondente ao Mn 2p_{3/2} a 642,1 eV é compatível com o estado de oxidação do MnO₂. O sinal correspondente ao Zn 2p_{3/2} a 1022,1 eV é compatível com um óxido (ZnO) e que pode ser comprovada pelo sinal de Auger a 987,5 eV (Zn_{LMM}). O sinal correspondente ao N1s a 400,4 eV é coerente com a solução eletrolítica de cloreto de amónio. O sinal do Si2p a 103,0 eV indica a presença de SiO₂ que pode ser entendido como um subproduto da síntese da grafite a partir da combustão de biomassa [19], visto que os produtos usados na época não seriam totalmente puros.

Conclusão

Apesar do trabalho ainda se encontrar numa fase inicial, considerou-se fundamental confirmar toda a informação bibliográfica com análises químicas, antes de dar continuidade ao processo de intervenção. Esta necessidade teve origem na dúvida sobre a estabilidade dos materiais. Era fundamental perceber a estabilidade química dos constituintes das pilhas permitindo, deste modo, o planeamento de intervenções futuras e o possível descarte de alguns materiais.

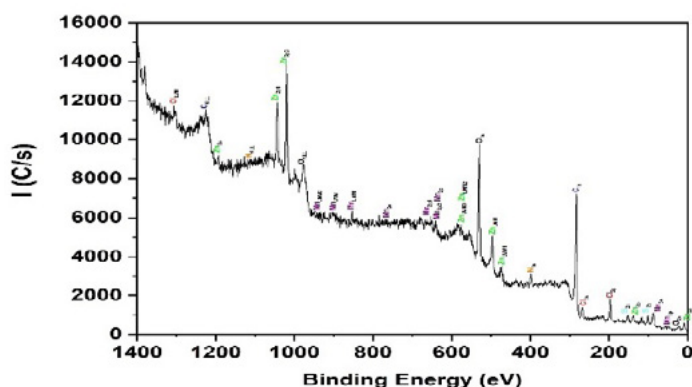


Figura 7. Espectro XPS geral da amostra PLp1.

Para ambas a pilhas, os resultados obtidos por XRF confirmaram os materiais descritos na bibliografia. De igual modo, os resultados obtidos pelo FTIR e XPS indicaram que a maioria dos elementos constituintes das pilhas se encontram no seu estado oxidado e que as partes metálicas de latão cuja superfície está coberta por sais esverdeados necessitam de uma intervenção de limpeza e estabilização a curto prazo. No entanto, apesar dos restantes elementos constituintes das pilhas demonstrarem uma relativa estabilidade, será necessário ter em atenção a toxicidade inerente a alguns compostos tais como dicromato de potássio e dióxido de manganês, sendo necessário um cuidado especial no manuseamento e limpeza destas peças. O descarte destes materiais tóxicos deverá ser efetuado com rigor, sendo necessário o seu acondicionamento em recipientes específicos para reagentes tóxicos. Veja-se, por exemplo, o caso do ácido sulfúrico que, como composto volátil, teve interferência no ambiente de acondicionamento devido ao processo de evaporação, confirmando a importância de medidas de acondicionamento particulares para este tipo de peças.

A investigação e conservação das pilhas terá continuidade, passando por uma fase de limpeza e recuperação dos elementos, em que seja possível, com o objetivo de preservar as peças, minimizando a sua degradação natural e, em simultâneo, prever a possibilidade de reposicionamento e acondicionamento de algumas peças, prevenindo, assim, algum tipo de interação entre materiais.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Laboratório de Geotecnia e Materiais de Construção do ISEP na pessoa do Professor Doutor José Augusto Fernandes e à Engenheira Isilda Costa pelo apoio na utilização do XRF assim como à Engenheira Aurora Silva, também do ISEP, no apoio na utilização do FTIR. Manuel Algarra e María del Valle Martínez de Yuso agradecem ao projeto RTI2018-099668-BC22 (Ministério de Ciência, Inovação e Universidades-Espanha).

REFERÊNCIAS

- Alves, L. A. M., *O Porto no Arranque do Ensino Industrial (1851-1910)*, Edições Afrontamento, Porto (2003).

2. Santos, V. C. (coord.), *ISEP 150 anos: Memória e Identidade*, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto (2005).
3. Costa, P. C. R. M., *Os Museus e o Ensino Industrial: Percursos e Coleções*, Dissertação de Mestrado em Museologia, Faculdade de Letras, Universidade do Porto, Porto (2006).
4. Santos, V. C. (coord.), *Memórias da Physica*, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto (1998).
5. ISEP: Identidade de uma Escola com Raízes Oitocentistas, <http://sisifo.ie.u lisboa.pt/index.php/sisifo/article/view/39/0> (acesso em 2019-10-30).
6. Costa, P., 'Museu e Ensino Industrial: o saber fazer', in *Coleções de ciências físicas e tecnológicas em museus universitários: homenagem a Fernando Bragança Gil*, coord. A. C. F. Silva; A. Semedo, Faculdade de Letras da Universidade do Porto – Secção de Museologia do Departamento de Ciências e Técnicas do Património, Porto (2005) 169-182.
7. Costa, P. C.; Oliveira, J. C. B. 'O Museu do Instituto Superior de Engenharia do Porto: o ensino industrial e o saber fazer' in *Coleções Científicas Luso-Brasileiras: Património a Ser Descoberto*, org. M. Granato; M. C. Lourenço, Museu de Astronomia e Ciências Afins, Rio de Janeiro (2010) 245-256.
8. F. Ducretet & E. Roger Constructeurs. *Catalogue Raisonné des Instruments de Précision*, 6ª ed., Paris (s.d.) 51-52.
9. Sloane, A. M. T. O., *Practical Electricity*, The Norman W. Henley Publishing Co, New York (1917).
10. Ganot, A., *Traité Élémentaire de Physique Expérimentale et Appliquée et de Météorologie*, Chez L'Auteur – Éditeur, Paris (1876).
11. Pellat, H., *Cours D'Électricité*, Gauthier-Villars, Paris (1901).
12. Paul Rousseau & Cie. *Catalogue Général Illustré des Instruments de Chimie et Ustensiles de Laboratoire*, Paris (1888) 273-277.
13. Gaiffe, A. *Catálogo desconhecido* (s.d.) 95-102.
14. C 1s Peak of Adventitious Carbon Aligns to the Vacuum Level: Dire Consequences for Material's Bonding Assignment by Photoelectron Spectroscopy, <https://chemistry-europe.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/cphc.201700126> (acesso em 2020-09-30).
15. Frost, R. L.; Martens, W. N.; Rintoul, L.; Mahmutagic, E.; Klopogge, J. T., 'Raman spectroscopic study of azurite and malachite at 298 and 77 K', *Journal of Raman Spectroscopy* **33**(4) (2002) 252-259, <https://doi.org/10.1002/jrs.848>.
16. Frost, R. L., Martens, W.; Klopogge, T.; Williams, P. A. 'Raman spectroscopy of the basic copper chloride minerals atacamite and paratacamite: implications for the study of copper, brass and bronze objects of archaeological significance', *Journal of Raman Spectroscopy* **33**(10) (2002), 801-806, <https://doi.org/10.1002/jrs.921>.
17. Martens, W.; Frost, R. L.; Williams, P. A., 'Raman and infrared spectroscopic study of the basic copper chloride minerals – implications for the study of the copper and brass corrosion and "bronze disease"', *Neues Jahrbuch für Mineralogie – Abhandlungen* **178**(2) (2003) 197-215. <https://doi.org/10.1127/0077-7757/2003/0178-0197>.
18. Buse, J.; Otero, V.; Melo, M., 'New Insights into Synthetic Copper Greens: The Search for Specific Signatures by Raman and Infrared Spectroscopy for Their Characterization in Medieval Artworks', *Heritage* **2**(2) (2019) 1614-1629, <https://doi.org/10.3390/heritage2020099>.
19. Liang, G.; Li, Y.; Yang, C.; Zi, C.; Zhang, Y.; Hu, X. ; Zhao, W., 'Production of biosilica nanoparticles from biomass power plant fly ash', *Waste Management* **105** (2020) 8-17. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.01.033>

RECEBIDO: 2020.10.1

REVISTO: 2021.5.5

ACEITE: 2021.5.18

ONLINE: 2021.6.29



Licenciado sob uma Licença Creative Commons

Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Para ver uma cópia desta licença, visite

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.pt>.

Oficina-Escola de restauro de mobiliário moderno

Workshop-School of restoration of modern furniture

FREDERICO HUDSON
FERREIRA*
FERNANDA FREITAS
COSTA DE TORRES

Instituto Federal de Brasília,
Campus Samambaia, Subcentro
Leste - Samambaia Sul, Brasília
- DF, Brasil

* 1757188@etfbsb.edu.br

Resumo

A Oficina-Escola de Restauro de Mobiliário Moderno é uma ação de Ensino, Pesquisa e Extensão do Instituto Federal de Brasília no Distrito Federal coordenada por professores do Núcleo de Pesquisa em Mobiliário Moderno do Campus Samambaia (IFB/CSAM) que visa preservar peças de mobiliário moderno, criadas e produzidas nas décadas de 1960 e 1970, exclusivamente para os Palácios de Brasília. Aqui serão descritas em síntese, as ações que vêm sendo desenvolvidas, e em seguida um estudo de caso: o restauro de uma mesa desenhada por Anna Maria Niemeyer (1930-2012) para o ex-Presidente da República do Brasil Juscelino Kubitschek (1902-1976). Este restauro integra um conjunto de ações de preservação de parte do acervo dos Palácios da Presidência da República do Brasil sob a coordenação da Diretoria de Documentação Histórica da Presidência.

Abstract

The Workshop-School of Restoration of Modern Furniture is an action of Teaching, Research and Extension of the Federal Institute of Brasilia in the Federal District coordinated by teachers of the Center for Research in Modern Furniture Campus Samambaia (IFB/CSAM) which aims to preserve pieces of modern furniture, created and produced in the 1960s and 1970s, exclusively for the Palaces of Brasilia. It will be described in synthesis the actions that have been developed, followed by a case study: the restoration of a table designed by Anna Maria Niemeyer (1930-2012) for the former President of the Republic of Brazil Juscelino Kubitschek (1902-1976). This restoration is part of a set of actions to preserve part of the collection of the Palaces of the Presidency of the Republic of Brazil under the coordination of the Directorate of Historical Documentation of the Presidency.

PALAVRAS-CHAVE

Conservação
Restauro
Mobiliário
Moderno
Brasília

KEYWORDS

Conservation
Restoration
Furniture
Modern
Brasilia

A Oficina-Escola de Restauro de Mobiliário Moderno

A Oficina-Escola teve início em 2016, surgindo da parceria entre o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN/DF) e Instituto Federal de Brasília no Distrito Federal (IFB), com apoio técnico e financeiro de outros parceiros, instituições públicas como a Presidência da República, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Universidade de Brasília, Secretaria de Cultura do Distrito Federal, Ministério das Relações Exteriores do Brasil e a Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAPDF). Tem como objetivo difundir a educação patrimonial capacitando alunos para a preservação e o restauro. Nosso objeto de estudo e intervenção é o riquíssimo acervo de mobiliário moderno palaciano e institucional de Brasília [1].

A Oficina acontece semestralmente e capacita e certifica em média 40 alunos por ano buscando a prática em conservação e restauro de mobiliário, com abrangência técnica e teórica. E assim fortalece a consciência de preservação da memória por meio da recuperação histórica, física e estética do acervo dos órgãos públicos de Brasília. Com a capacitação que os alunos vêm recebendo está sendo possível realizar a inserção profissional destes no nicho de mercado de conservação e restauro, e com isso, os egressos vêm atendendo a demandas do mundo do trabalho no Distrito Federal.

A metodologia da Oficina é dividida em três etapas. Na primeira etapa realiza-se a pesquisa histórica do mobiliário moderno, por meio do levantamento iconográfico e da legislação, assim como o contexto histórico em que está inserido, na segunda etapa é feito o mapeamento de danos, o levantamento estrutural do estado de conservação e a proposta de intervenção técnica. A intervenção física quando necessária se dá por meio de ações de restauração, conservação, manutenção, revitalização, reabilitação e reconstrução; e na terceira etapa é criada a documentação, ficha do restauro e do estado de conservação do mobiliário. Visando salvar do desaparecimento esse mobiliário moderno, o IFB já recuperou centenas de peças do acervo no Palácio do Planalto, Palácio da Alvorada e do Palácio do Itamaraty, entre outros parceiros, seguindo a metodologia da Educação Patrimonial trabalhada por Horta e colaboradoras no Guia Básico de Educação Patrimonial [2]. Esta metodologia é composta por quatro etapas: a observação, o registro, a exploração e a metodologia do projeto de restauro. Após as três etapas de análise de um mobiliário/objeto, utiliza-se a metodologia do projeto de restauro. O projeto de restauro considera as questões históricas e estruturais do mobiliário, onde nas questões históricas, faz-se necessário o levantamento iconográfico e do contexto histórico em que se está inserido e assim realiza-se o levantamento do estado de conservação *in situ* com registro em documentação específica. Visando a compatibilidade não somente técnica, mas também estética,

seguindo as legislações referentes à preservação do patrimônio cultural.

Com essa vivência vem sendo possível identificar a necessidade de preservação desse patrimônio histórico do Brasil, que, seja por falta de cuidado, ou por falta de recursos, vem sendo negligenciado há vários anos e vem se deteriorando, causando muitas vezes perdas irreparáveis no patrimônio histórico nacional. Aqui serão descritas as três etapas do processo metodológico do projeto de restauro da mesa de trabalho utilizada pelo presidente Juscelino Kubistchek (JK) em 1960, de autoria da Anna Maria Niemeyer, filha do arquiteto Oscar Niemeyer, para o Palácio do Planalto em Brasília. Um bem da cultura material que carrega informações a respeito do seu contexto histórico-temporal, da sociedade que a criou, usou, e seus valores e preferências sociais do seu nível tecnológico e artesanal.

Estudo de caso mesa desenhada por Anna Maria Niemeyer para o ex-Presidente da República do Brasil Juscelino Kubitschek

Primeira etapa: Pesquisa histórica do mobiliário moderno

Essa mesa estava abandonada em um depósito na Presidência em Brasília, um local inadequado para armazenamento de mobiliário histórico sem climatização ou controle de iluminação e umidade. A mesa foi construída com estruturas em madeira de jacarandá, com travessas de aço e fixada com parafusos de metal. Seu tampo é feito de chapas derivadas de madeira de baixa densidade (MDP) revestidas com laminado de madeira jacarandá com bordas de madeira maciça também de jacarandá. Madeira muito utilizada neste período e que atualmente tem seu corte proibido devido a sua extração sem manejo o que gerou sua extinção comercial. Para confirmação de autoria, a análise extrínseca foi realizada através de estudos dos desenhos técnicos de mobiliários originais descritas em documentos do acervo como as plantas baixas localizadas no Arquivo Público do Distrito Federal.

Segunda etapa: ações de restauração, conservação, manutenção, revitalização, reabilitação e reconstrução

1) Remoção de acabamentos e higienização da estrutura e do tampo

Para este fim foram utilizados solventes químicos e removedores que puderam retirar as primeiras camadas de vernizes e tingimentos identificados, como a goma laca, vernizes e seladores industriais que podem ter sido aplicados em tempos distintos e não identificados devido a não localização de uma documentação a respeito de prováveis intervenções já realizadas.

Como não foi encontrada uma ficha técnica descrevendo os processos de produção, conservação ou restauro do móvel esse processo de remoção de acabamentos foi feito no processo de experimentação de técnicas e materiais,

sendo necessário um olhar atento aos materiais que vinham surgindo na remoção e a consequente adaptação de técnicas. Após as primeiras aplicações de removedores foi verificado que também havia resíduos de cêras, que foram removidas com raspagem feita com raspadeiras de aço. Mesmo depois de feita a remoção e passados dois dias foi possível perceber que ainda havia cêra e que não seria possível remover por completo, pois estava muito internalizada nas peças, então foi necessário aplicar uma camada de selador concentrado isolante de modo que a cêra não mais emergisse para as superfícies. Foi necessário um prazo para verificação da eficácia desse processo e somente no prazo de quarenta e oito horas o processo pode ser confirmado adequado e seguiu-se com o lixamento.

2) Nivelamento das superfícies e lixamento

Nesta etapa foi feito um lixamento geral das peças observando a sequência de lixas em sua ordem por especificação indo da especificação de grão 120, passando por 150, 180 e por fim a 220 de modo que esteja pronta para receber as primeiras camadas de selador diluído em solvente específico. Em seguida ao lixamento foi produzida uma massa com selador e o pó do lixamento para o preenchimento de falhas por calafetação (Figuras 1a e 1b) e buracos encontrados tanto no tampo quanto na estrutura. Após esse preenchimento foi feito novo lixamento seguindo a mesma sequência de lixas já descrita.

Após o lixamento completo das peças foi necessário fazer uma emenda em um dos cantos do tampo, que havia sido substituído por uma lâmina de madeira clara não



Figura 1. a) etapa de calefação com massa produzida com seladora e b) pó de lixamento da madeira de jacarandá (fonte: Acervo IFB, 2018).



Figura 2. Lâmina de madeira aplicada em reforma anterior e não documentada (fonte: Acervo IFB, 2018).

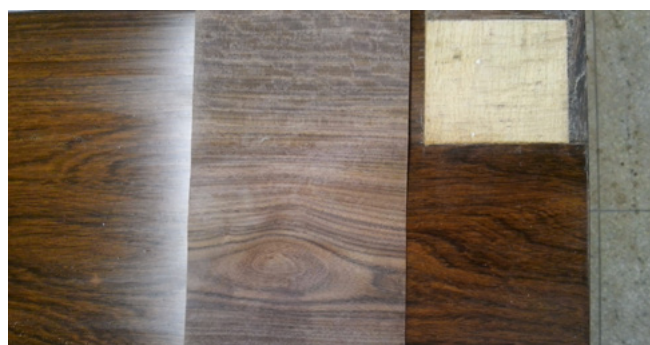


Figura 3. Tampo com lâmina removida e pedaço de lâmina de madeira de jacarandá (1 mm de espessura) que foi aplicada e que recebeu pintura a pincel para emenda de desenhos naturais da lâmina (fonte: Acervo IFB, 2018).

identificada que recebeu um tingimento sintético. Esse pedaço foi retirado com estilete (Figura 2), sua base foi higienizada com querosene e lixada de modo que pudesse ser aplicada um pequeno pedaço de 5x5 cm de lâmina de madeira de jacarandá com 1 mm de espessura (Figura 3). Feita esta colagem com adesivo de contato e pressão por grampo de metal foi necessário fazer uma pintura com tingimento sintético de coloração Tabaco de modo que os veios e os desenhos da madeira pudessem ser recompostos manualmente para que em seguida esse pedaço fosse nivelado com o restante da lâmina com o mesmo processo de lixamento.

3) Acabamento

Feita a higienização e lixamento preparador para o recebimento das novas camadas de vernizes deu-se início ao processo de impermeabilização das peças. Para isso foi aplicada uma camada de selador isolante com baixa diluição e logo em seguida foram aplicadas três camadas de seladora nitrocelulose diluída em diluente por pistola de ar comprimido e que seria lixada para o recebimento de camadas de verniz poliuretano protetor e impermeável a água e outros líquidos a base de água. Para cada aplicação de seladora foi feito um novo processo de lixamento e higienização seguindo a ordem da lixa e para cada demão a seladora era diluída com uma quantidade maior de solvente de modo que a cada demão a seladora se tornasse menos viscosa e menos espessa. A primeira camada de seladora foi



Figura 4. Mesa restaurada pelos alunos do IFB no Gabinete da Presidência da República, autoria de Ana Maria Niemeyer, 1956/57 (fonte: Rogério Melo – Presidência da República do Brasil, 2018).

de 50/50, a segunda de 40/60 e a terceira de 20/80. Resultado que pode ser visto na mesa em seu local de uso no Gabinete da Presidência da República no Palácio do Planalto (Figura 4).

Terceira etapa: a documentação – ficha do restauro e do estado de conservação do mobiliário

Nesta etapa de conclusão e entrega do móvel foi elaborada uma ficha técnica descritiva contendo imagens de como foi encontrada a peça, o processo adotado especificado e sugestões de conservação.

Essa ficha colabora para que seja possível realizar ações de conservação de modo que se evite que se faça necessário o processo de restauro, mas em caso desta necessidade na ficha segue também orientações de como o processo foi feito e que sirva como referência para uma próxima intervenção.

Com isso busca-se estimular na Presidência da República uma cultura de conservação e restauro com seus devidos registros para que esse patrimônio cultural seja preservado e utilizado de maneira adequada.

Considerações finais

A Oficina-Escola recuperou 134 peças de mobiliário moderno assinados por grandes nomes como Oscar Niemeyer, Sérgio Rodrigues, Anna Maria Niemeyer, Geraldo de Barros, Jorge Zalszupin e Joaquim Tenreiro, pertencentes ao acervo dos Palácios da Alvorada e do

Planalto. Algumas peças de mobiliário moderno restauradas são únicas, exclusivamente pensadas, projetadas e produzidas para inauguração da Capital Federal em 1960, e carregam consigo todo um legado do design brasileiro e a própria história do país. Nessa ação de educar para o Patrimônio Cultural, o IFB formou 40 alunos.

O projeto de restauro desenvolvido durante a Oficina é um projeto multidisciplinar que integra diversas áreas do conhecimento dos Cursos Técnico em Design de Móveis e Técnico em Móveis, tais como Design, História, Preservação, Restauro, Tecnologia dos Materiais e da Madeira, dentre outros, e tem o propósito de formar jovens e adultos que valorizem e protejam o Patrimônio Histórico e Cultural de Brasília e do Brasil.

Atualmente, Brasília possui dois importantes títulos internacionais: o título de Patrimônio Cultural da Humanidade e o de Cidade Criativa em Design, ambos concedidos pela UNESCO, fazendo parte da Rede de Cidades Criativas. A cidade é reconhecida mundialmente por sua arquitetura moderna e possui grande potencial de reconhecimento devido ao design representativo de uma época do mobiliário moderno pertencente ao acervo dos Palácios.

Dentro do contexto do patrimônio cultural e do design a Oficina-Escola de Restauro de Mobiliário Moderno atua de forma dinâmica e criativa na educação para o patrimônio cultural, buscando transmitir aos alunos o conceito, a apropriação, a valorização da identidade cultural e a memória da Capital Federal.

Agradecimentos

Agradecemos aos parceiros que possibilitaram esse projeto, assim como aos alunos e às alunas que estiveram (e ainda estão) na ação de ensinar e aprender sobre o nosso patrimônio cultural.

RECEBIDO: 2021.3.25

REVISTO: 2021.6.28

ACEITE: 2021.7.1

ONLINE: 2021.10.14

REFERÊNCIAS

1. Torres, F. F.C.; Ferreira, F. H., *Oficina-Escola Restauro de Mobiliário Modernos*, IFB, Brasília (2018).
2. Horta, M. de L. P.; Grunberg, E.; Monteiro, A. Q., *Basic Guide to Heritage Education*, National Historical and Artistic Heritage Institute / Imperial Museum, Brasília (1999).



Licenciado sob uma Licença Creative Commons

Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Para ver uma cópia desta licença, visite

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.pt>.

Intervenção nas pinturas maneiristas sobre madeira representando *São Sebastião e Santa Luzia*, de Belchior de Matos, constituintes de um díptico da ermida de Geraldês, em Peniche

Intervention in Mannerists wooden paintings representing *Saint Sebastian and Saint Lucy*, by Belchior de Matos, constituents of a diptych of the chapel of Geraldês, in Peniche

ELISABETE FERREIRA^{1,*}
ANTÓNIO JOÃO CRUZ^{2,3}
CARLA REGO²

1. Instituto Politécnico de Tomar, Tomar, Portugal

2. Techn&Art, Instituto Politécnico de Tomar, Tomar, Portugal

3. Laboratório HERCULES, Universidade de Évora, Évora, Portugal

* lis.m.ferreira@gmail.com

Resumo

Os painéis representando o *Martírio de São Sebastião e Santa Luzia*, executados depois de 1610 pelo pintor Belchior de Matos para o retábulo-mor da ermida de São Sebastião e Santa Luzia, Geraldês, concelho de Peniche, foram sujeitos a intervenção de conservação e restauro que teve como principal objectivo restituir-lhes a dignidade indispensável à sua adopção pela comunidade e à sua recolocação num espaço de culto. As obras apresentavam vários danos, mas os mais graves eram os problemas estruturais que colocavam em causa a sua estabilidade e comprometiam o valor estético das pinturas. Por isso, foi necessário proceder-se à reensamblagem das tábuas, usando-se um adesivo sintético (PVA) com carga de serradura e microesferas de resina fenólica. As molduras, com significativas faltas de material lenhoso, foram reconstituídas com madeira na zona dos encaixes e com pasta de preenchimento (Araldite SV427) sobre estrutura de cavilhas de bambu nas calhas onde entram os suportes.

PALAVRAS-CHAVE

Recultuação
Painéis
Reensamblagem
Pasta adesiva
Molduras
Restauro

Abstract

The panels of *Martyrdom of Saint Sebastian and Saint Lucy*, executed after 1610 by the Portuguese mannerist painter Belchior de Matos for the main altarpiece of the chapel of Saint Sebastian and Saint Lucy of Geraldês, Peniche, were subject to an intervention of conservation and restoration which aimed, in the first place, to restore the dignity indispensable to their adoption by the community and to their return to a place of worship. The works had several damages, but the most serious were the structural problems that jeopardized their stability and compromised the aesthetic value of the paintings. Therefore, it was necessary to reassemble the boards using a synthetic adhesive (PVA) with sawdust and phenolic resin microspheres. The frames, with significant lack of wood, were reconstituted with wood in the joints and with a filler paste (Araldite SV427) over a bamboo dowels structure in the grooves where the supports are inserted.

KEYWORDS

Reworship
Panels
Reassembly
Adhesive paste
Frames
Restoration

Introdução

As pinturas sobre madeira representando o *Martírio de São Sebastião* (Figura 1) e *Santa Luzia* (Figura 2), objecto deste artigo, constituíram um díptico pertencente ao retábulo-mor da ermida de São Sebastião e Santa Luzia, de Geraldês, no concelho de Peniche. Segundo o historiador Vítor Serrão, são da autoria do pintor maneirista Belchior de Matos (c. 1570-1628) e foram executadas na década de 1610-1620 [1, p. 36]. Esta datação está de acordo com a datação dos suportes por dendrocronologia entretanto efectuada, segundo a qual as pinturas são posteriores a 1610 e provavelmente posteriores a 1616 [2].

Em data incerta, o retábulo foi desmontado e as pinturas foram colocadas nas paredes laterais da ermida onde se mantiveram até data igualmente incerta. Sabe-se apenas que em 1979 encontravam-se ao abandono numa dependência da igreja de Nossa Senhora da Conceição, de Geraldês [1, p. 53]; em 1981 integraram uma exposição dedicada a Belchior de Matos realizada no Museu de José Malhoa, nas Caldas da Rainha [1]; e em 2018 foram deslocadas, da igreja onde tinham sido encontradas, para o Instituto Politécnico de Tomar (IPT). Esta deslocação teve como objectivo o tratamento das pinturas no âmbito de um estágio do Mestrado em Conservação e Restauro.

Ambos os painéis, de carvalho do Báltico segundo os resultados de dendrocronologia [2], têm 102 cm de altura; de largura, o painel de *Santa Luzia*, constituído por três tábuas dispostas na vertical, mede 55,8 cm e o do *Martírio de São Sebastião*, formado por quatro tábuas, 62,5 cm. Com moldura têm 112 cm de altura por 69 cm e 76 cm, respectivamente. A espessura varia entre 2 e 2,5 cm, no primeiro caso, e entre 1 e 2 cm, no segundo.

A madeira é de excelente qualidade e as tábuas são todas de corte radial ou radial puro [2]. Unidas por junta plana com aresta de corte perpendicular à superfície pictórica e sem inserção de cavilhas e, aparentemente, sem adesivo, as tábuas foram assembladas através da aplicação de duas travessas horizontais fixas no verso mediante cavilhas circulares de madeira inseridas pela frente dos painéis. A união era reforçada por pasta de fibras de linho ou cânhamo e colofónia aplicada no verso, na zona das juntas, assim como pelas molduras com calha onde os painéis, com rebaixo, encaixavam [2].

As pinturas têm uma camada de preparação, com espessura média de cerca de 150 µm, composta apenas por gesso (sulfato de cálcio di-hidratado) e cola animal [2].

A camada pictórica, onde, juntamente com o castanho, predominam cores características do maneirismo, como o verde, o rosa, o amarelo, o azul e o violeta, apresenta uma



Figura 1. *Martírio de São Sebastião*, antes do tratamento: a) frente e b) verso.



Figura 2. *Santa Luzia*, antes do tratamento: a) frente e b) verso.

superfície maioritariamente lisa, ainda que pontualmente se observem relevos resultantes da acumulação de tinta nos contornos de alguns motivos. Por espectrometria de fluorescência de raios X, usando equipamento portátil com tubo de raios X com ânodo de prata, foram identificados os pigmentos branco de chumbo, ocres, vermelhão e pigmento verde à base de cobre.

As molduras parecem ser originais e nas mesmas foi usado um sistema de encaixe caracterizado por ligação macho-fêmea com respiga de fora a fora travada por cavilha circular de madeira. Actualmente apresentam um marmoreado vermelho e branco com frisos laterais azuis, mas originalmente tinham um friso central preto, um friso interior dourado e dois frisos exteriores vermelhos apenas nas partes laterais [2].

Além do repinte das molduras, os elementos de suspensão das mesmas, as travessas de madeira acrescentadas nos cantos e a substituição de três das quatro travessas horizontais existentes no verso dos painéis testemunham a ocorrência de intervenções no passado.

Problemas de conservação

Quando as pinturas deram entrada no IPT, apresentavam semelhantes problemas de conservação, mas mais avançados no caso do *Martírio de São Sebastião*.

O principal problema era a débil união das tábuas devido à deterioração das travessas e das molduras. A pasta de fibras e colofónia aplicada nas juntas também já não cumpria a sua função. Os suportes apresentavam ainda algumas lacunas de pequena dimensão, sobretudo nas extremidades.

A camada pictórica, a acrescentar à sua má visibilidade devido ao verniz amarelecido e escurecido e às inevitáveis faltas resultantes dos mencionados problemas do suporte, apresentava pequenas lacunas e empolamentos e, nalguns locais, risco de destacamento. Este manifestava-se especialmente ao longo das fissuras orientadas segundo o veio da madeira, sugerindo que alguns destes problemas resultaram de movimentos de contracção e dilatação do suporte devido a significativas oscilações da humidade relativa, expectáveis em ambientes não controlados como aqueles onde as pinturas presumivelmente estiveram durante séculos.

As molduras apresentavam graves problemas estruturais resultantes da falta de material lenhoso, especialmente nos encaixes (Figura 3), derivada quer das tensões a que estiveram sujeitas pela sua função na suspensão das pinturas, quer do ataque de insectos xilófagos. Para esse problema contribuíram também o mau manuseamento e o mau acondicionamento a que estiveram sujeitas. Os numerosos pregos que possuíam em avançado estado de oxidação foram responsáveis pelo aparecimento de fendas de significativa dimensão.

A policromia das molduras encontrava-se coberta por uma camada de verniz envelhecido e apresentava várias lacunas profundas que permitiam perceber a existência de uma policromia subjacente.

Intervenção

A intervenção teve como objectivo imediato permitir a colocação das pinturas no espaço de culto da igreja matriz de Geraldês. Além da conservação do documento histórico que as pinturas são, aliás com grande interesse como cedo ficou claro [2], o seu tratamento implicava procedimentos de restauro que lhes restituíssem a dignidade indispensável à sua adopção pela comunidade, ou seja, uma dimensão estética que, sem pôr em causa a autenticidade das obras, permitisse a sua recultuação [3].



Figura 3. Falta de material lenhoso na área de encaixe da moldura do *Martírio de São Sebastião*

Deste objectivo resultou que a intervenção, a crescer às habituais operações de limpeza, imunização e consolidação dos elementos de madeira (suporte e moldura), fixação da camada cromática e preenchimento e reintegração de lacunas, deveria incluir a reensambagem dos painéis.

Tratamento do suporte

Após a desmontagem dos painéis e das molduras e protecção da superfície pictórica com papel japonês e cola de coelho (1:12), procedeu-se à remoção dos pregos existentes nos painéis. A maior parte encontrava-se na área do rebaixo e foi facilmente removida com martelo e punções; no entanto, os poucos que se encontravam em áreas da camada pictórica eram maiores e a sua remoção não foi possível pelo risco que acarretava para a pintura. Nestes casos, os pregos foram cortados com uma turquês e desoxidados com um miniberbequim com ponta abrasiva pelo verso e com ponta de diamante pela frente. Este processo foi complementado com a aplicação de uma solução aquosa de ácido tânico a 10 % e posterior aplicação de Paraloid B-72 em acetona (10 %). A escolha do ácido tânico resultou de ser considerado muito eficaz na protecção contra a corrosão, uma vez que os taninos, entre os quais o ácido tânico, formam complexos de ferro que actuam como barreiras insolúveis que retardam as reacções a longo prazo [4].

Posteriormente, o verso dos painéis foi limpo, primeiro com uma trincha e depois com algodão humedecido com água tépida.

A imunização foi realizada por aplicação de Cuprinol no verso dos painéis e a consolidação foi efectuada de forma pontual, apenas nas áreas onde a madeira se apresentava fragilizada, com Paraloid B-72 em tolueno nas concentrações de 6 %, 12 % e 18 %. De modo a conseguir uma melhor penetração do consolidante na madeira, as primeiras aplicações foram feitas com baixa concentração. No entanto, uma vez que algumas áreas continuavam a apresentar alguma fragilidade, foi necessário aumentar gradualmente a concentração, duplicando e triplicando a mesma, mas nunca usando concentrações demasiado elevadas, evitando assim a formação de um filme à superfície.

As fendas foram tratadas com poli(acetato de vinilo) (PVA) e as lacunas foram preenchidas com pasta celulósica à base de fibras celulósicas (*rayon*) e água. Apenas foram preenchidas as lacunas resultantes da remoção dos pregos oxidados e da perda das cavilhas originalmente usadas no sistema de união das tábuas, assim como as poucas lacunas profundas existentes no verso das pinturas que, ficando por preencher, poderiam pôr em risco a camada pictórica.

Reensambagem

Como foi referido, o principal problema das pinturas era a fraca união das tábuas e foi considerado que o objectivo imediato da intervenção implicava a reensambagem dos suportes de forma a recuperar a integridade da imagem [5]. Entendeu-se que só assim se podia ir ao encontro das expectativas da comunidade.

Tabela 1. Composição das misturas adesivas testadas.

Mistura	Adesivo		Carga	
	Mowilith DMC2 (ml)	Rakoll Express 35 (ml)	Serradura (g)	Microesferas de resina fenólica (g)
A	5		0,39	0,39
B	5		0,50	0,50
C	5		0,91	
D	5			1,27
E		5	0,39	0,39
F		5	0,50	0,50
G		5	0,91	
H		5		1,27

A integridade dos suportes era originalmente assegurada por duas travessas horizontais em cada pintura, fixas com cavilhas de madeira, por pasta de fibras e pelas molduras, mas este sistema já não cumpria convenientemente essa função. Das quatro travessas originais, apenas uma subsistia (Figuras 1 e 2). As três que foram acrescentadas depois da execução das obras eram de fraca qualidade e apresentavam graves problemas de conservação, seja pelo estado da madeira, seja pelo uso de pregos de ferro para a sua fixação. A sua remoção pareceu, portanto, indispensável, especialmente considerando o previsto destino das obras. Fixar novas travessas no verso das pinturas não se apresentou como hipótese adequada por causa das consequências negativas que poderiam resultar da necessidade de perfurar os suportes e estes terem reduzida e irregular espessura. Que esse risco era real mostravam-no as marcas dos pregos, usados nas travessas mais recentes, observadas sobretudo na face de *São Sebastião*.

A solução adoptada foi, por isso, a colagem das juntas usando um adesivo ou mistura adesiva com resistência mecânica inferior à da madeira ao redor, mas suficientemente flexível para permitir os movimentos das tábuas em resposta às flutuações das condições ambiente, de forma a reduzir o risco do desenvolvimento de tensões no suporte original e consequente aparecimento de fendas [7].

Para esta escolha contribuiu também a elevada qualidade da madeira e o corte radial ou radial puro das tábuas que, visível pelo facto de os suportes terem chegado até hoje sem empenamentos, minimizam os movimentos de deformação, em particular os movimentos de torção, e, consequentemente, o risco de desenvolvimento de apreciáveis tensões após a colagem. Além disso, foi considerado reduzido o risco dos problemas gerais associados à restrição dos movimentos que uma solução deste tipo acarreta serem significativos, uma vez que estes suportes, quando incluíam as travessas originais fixas com cavilhas, já tinham tido uma ligação

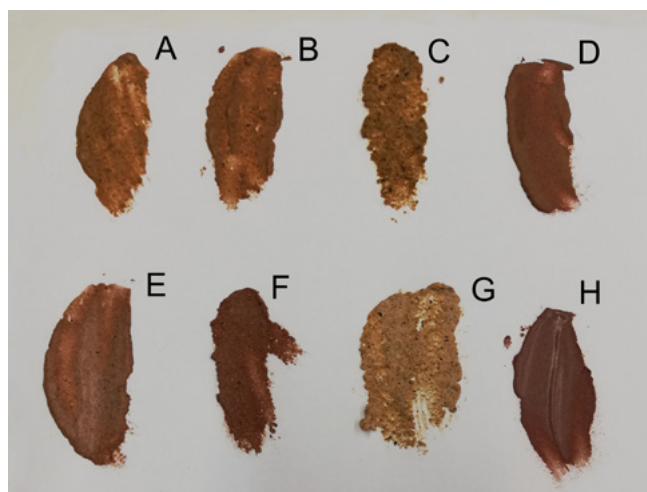
bem mais forte entre as tábuas sem que aparentemente daí tenham advindo problemas para as pinturas.

Como se verificou que algumas tábuas não uniam bem em toda a extensão, excluiu-se a hipótese de se usar apenas um adesivo, optando-se por uma mistura constituída por adesivo e carga. Como possibilidades consideraram-se misturas mencionadas na literatura [7], mas, por falta de disponibilidade de alguns materiais, experimentaram-se outros com propriedades semelhantes. Assim, foram preparadas oito pastas por mistura de um dos dois adesivos comerciais de PVA (Rakoll Express 35 e Mowilith DMC2) e uma das duas cargas ou a combinação de ambas (serradura e microesferas de resina fenólica, ref. 59960, da Kremer Pigmente) (Figura 4), usando as proporções indicadas na Tabela 1. As misturas foram aplicadas em fragmentos de madeira, sujeitas a cura nas condições naturais do laboratório e as suas propriedades e os resultados foram avaliados visualmente.

Através destes ensaios foi possível concluir o seguinte:

- As três misturas de microesferas com Mowilith DMC2 (A, B e D) puderam ser aplicadas a pincel.
- Todas as misturas com Rakoll Express 35 (E-H) e a mistura de Mowilith DMC2 e apenas serradura (C), por serem mais viscosas, tiveram que ser aplicadas com espátula. Este método permitiu uma aplicação mais rápida e sem ocorrência de escorrências para outras faces das tábuas.
- As misturas com Rakoll Express 35 (E-H) retraíram menos do que as misturas com Mowilith DMC2 (A-D).
- As misturas com Rakoll Express 35 (E-H) ficaram mais duras do que as misturas com Mowilith DMC2 (A-D), mas mantiveram alguma flexibilidade.
- As duas misturas apenas com serradura (C e G) foram as que demonstraram menor trabalhabilidade e também as que ficaram mais rígidas após a cura.

De todas as combinações testadas, a mistura de Rakoll Express 35 com serradura e microesferas na proporção 5:0,5:0,5 (v/m/m) (mistura F) foi a que retraiu menos após

**Figura 4.** Aspecto das misturas adesivas testadas.

a cura, do que resulta uma maior superfície de contacto entre as tábuas e a mistura adesiva e, conseqüentemente, uma ligação mais estável e uma junta praticamente imperceptível. Tendo em conta que também demonstrou boa trabalhabilidade e adesão, esta foi a mistura seleccionada para a reensamblagem das tábuas.

Camada de preparação e camada cromática

Antes da desmontagem dos painéis e tratamento do suporte, verificou-se ser necessária a fixação pontual da camada de preparação e da camada cromática das duas obras. Para o efeito, testou-se Klucel G a 3 % em água desionizada e a 2 % em etanol, devido à sua viscosidade média [8, p. 164]. No entanto, como as camadas eram muito finas e quebradiças, tendiam a quebrar ou a levantar novamente. Como o aquecimento e a humidade tornam as camadas mais maleáveis [9, p. 371], procurou-se um adesivo que pudesse ser aplicado dessa forma, além de, obviamente, ser compatível com os materiais originais das pinturas. Dado que a gelatina é adequada para a consolidação ou fixação de preparações à base de cola animal [9, p. 370], foi utilizada gelatina (Technical Gelatin da CTS) em água desionizada (2 %), aplicada com espátula térmica a 50 °C.

Após fixação dos estratos e estabilização dos suportes, foi realizada a limpeza da camada pictórica. Os testes de solubilidade levaram à escolha de mistura de ligoína e etanol (70:30) para a remoção do verniz amarelecido e de água desionizada com gotas do detergente tensioactivo Teepol para a remoção da camada de sujidade existente sob o verniz.

Foi então feita a reensamblagem e de seguida o preenchimento das lacunas foi efectuado com uma pasta composta por carbonato de cálcio e cola de coelho. A reintegração cromática foi executada com *tratteggio* a aguarela, ficando o grafismo invisível à distância a que as obras serão vistas, mas imediatamente reconhecível visto de perto [6, p. 17]. Depois da aplicação da camada de protecção foi necessário ajustar pontualmente, com tintas Gamblin, a cor de algumas áreas reintegradas.

Como camada de protecção foi aplicado um verniz constituído por dâmar a 20 % em *white spirit*, de modo a se conseguir um efeito semelhante ao que as pinturas teriam originalmente, mas com uma resina estável e com bom envelhecimento [8, p. 269]. A aplicação foi realizada por pulverização, para se obter um acabamento homogêneo [8, p. 277].

Molduras retabulares

O tratamento das molduras foi, em grande parte, semelhante ao tratamento do suporte, por um lado, e da camada de preparação e camada cromática das pinturas, por outro.

Após limpeza, imunização e consolidação da madeira, os pregos foram retirados com punções, martelo, alicates e miniberbequim com uma broca fina e, de seguida, foram removidos os produtos de corrosão na madeira com uma broca. No caso do elemento de suspensão dos painéis, a limpeza mecânica não foi suficiente, assim foi aplicado ácido tânico a 10 % em água e, depois, Paraloid B-72 em acetona (10 %).

As fendas das molduras foram fechadas com Rakoll Express 35 e as faltas de madeira foram tratadas de duas formas diferentes, conforme a sua dimensão e implicações. As lacunas deixadas pela remoção dos pregos e pelos insectos xilófagos em zonas sem grande solicitação mecânica foram preenchidas com Araldite SV427. A escolha desta resina epóxida deveu-se a ser extremamente leve e fácil de trabalhar depois de curada e ao seu tom neutro que permitiu deixá-la à vista, quer no verso das molduras, quer nas faces com policromia, evitando-se a aplicação de uma camada de preparação e subsequente reintegração cromática. Nas calhas, interiores e exteriores, por serem partes que requerem maior resistência física, foi necessário criar uma estrutura de reforço sobre a qual foi aplicada a resina. Esta estrutura foi construída com cavilhas de bambu, com 3 mm de diâmetro, dispostas ao longo da faixa a preencher (Figura 5).

Os encaixes, por um lado, profundamente danificados e com faltas muito significativas e, por outro lado, a exigirem



Figura 5. Estrutura com cavilhas de bambu para posterior aplicação de Araldite SV 427.



Figura 6. Moldura do *Martírio de São Sebastião*: a) antes e b) depois do tratamento das partes em falta.

grande resistência física, foram refeitos com madeira. Foi usado carvalho, tonalizado com *vieux-chêne*, que se ligou à estrutura original com cavilhas também de madeira e Rakoll Express 35 (Figura 6).

A superfície cromática foi limpa com uma mistura de tolueno, isopropanol e água (65:35:15). Como referido, o marmoreado vermelho e branco das molduras corresponde a um repinte, mas foi mantido por se encontrar em bom estado, não colocar qualquer problema de conservação e fazer parte integrante da história das pinturas.

Por fim, pretendeu-se um acabamento que protegesse a policromia da moldura mas sem chamar excessivamente a atenção para não realçar as diferenças entre o material original e as partes reconstituídas. Assim, foi aplicada uma camada mate de cera microcristalina (Cera Microcristalina C80, CTS) em *white spirit* (10 %).

Montagem

Terminada a colocação das pinturas nas molduras, foram introduzidas novas cavilhas de madeira em cada um dos cantos das molduras de modo a travar o encaixe. No entanto, devido ao seu papel na sustentação das pinturas e à fragilidade da madeira original, as molduras foram reforçadas com chapas metálicas aplicadas nos cantos. As etiquetas da exposição de 1981 em que participaram as



Figura 7. Martírio de *São Sebastião* após a intervenção: a) frente e b) verso.



Figura 8. Santa Luzia após a intervenção: a) frente e b) verso.

obras, após limpeza com bisturi, foram acondicionadas em saquetas de polietileno que foram penduradas nos elementos de sustentação das molduras. As Figuras 7 e 8 mostram as pinturas após a intervenção.

Para se minimizar as tensões que causaram problemas às molduras, sugeriu-se à comissão fabricante que os painéis não fiquem apenas suspensos, mas também assentes sobre apoio fixo à parede da igreja.

Conclusão

Os dois painéis que constituíram um díptico maneirista da ermida de Geraldês, mas que se encontravam numa arrecadação, apresentavam vários danos, sendo os problemas mais graves de natureza estrutural: por um lado, a deficiente ligação entre as tábuas constituintes do suporte, por outro, a perda de madeira e de coesão das molduras provocada sobretudo pelas tensões a que estiveram sujeitas devido à sua função e pelo ataque de insectos xilófagos. O objectivo de reintroduzir as pinturas num espaço de culto levou a uma intervenção que não se limitou a sustentar os processos de degradação e conduziu a uma intervenção de restauro que pretendeu restituir às obras a dignidade indispensável à sua adopção pela comunidade, sem pôr

em causa a sua autenticidade. Assim, procedeu-se à reensamblagem dos painéis, pois de outra forma ficava seriamente comprometido o valor estético das pinturas, e à reconstituição das partes destruídas das molduras.

A reensamblagem, após ponderação das possibilidades existentes, foi realizada, sem recurso a travessas semelhantes às que originalmente tinham sido usadas, apenas com uma pasta adesiva constituída por adesivo sintético Rakoll Express 35 e uma carga de serradura e microesferas de resina fenólica. Nas molduras, nas zonas dos encaixes, os volumes em falta foram reconstituídos com madeira e nas calhas, necessárias para o encaixe dos painéis, foram usadas cavilhas de bambu e pasta de preenchimento (Araldite SV427). Trata-se de operações, especialmente a colagem das tábuas, que, num outro contexto, poderiam não ter sido realizadas, mas que nos pareceram indispensáveis para a pretendida recultuação das pinturas.

Agradecimentos

Agradece-se a Gonçalo Figueiredo as fotografias, a Alexandra Lauw e Vítor Gaspar as análises e a Fernando Antunes a ajuda no tratamento das molduras.

REFERÊNCIAS

1. Serrão, V., *Belchior de Matos, 1595 - 1628. Pintor das Caldas da*

- Rainha, Museu de José Malhoa, Caldas da Rainha (1981).
2. Cruz, A. J.; Ferreira, E.; Lauw, A.; Rego, C.; Pereira, H., 'Oficinas regionais, influências de muitas e desvairadas partes: o caso dos suportes de madeira das pinturas maneiristas de Belchior de Matos da ermida de Geraldés (Peniche, Portugal)', *Ge-conservación* **17** (2020) 82-99, <https://doi.org/https://doi.org/10.37558/gec.v17i1.700>.
 3. Saldanha, N., 'Arte sacra, culto, cultura e património', *MASF Journal* **2** (2019) 201-210.
 4. Watkinson, D., 'Preservation of metallic Cultural Heritage', in *Shreir's Corrosion*, ed. B. Cottis, M. Graham, R. Lindsay, S. Lyon, T. Richardson, D. Scantlebury, H. Stott, 4.^a ed., Elsevier, Amsterdam (2010) 3307-3340.
 5. Brewer, A., 'Some rejoining methods for panel paintings', in *The Structural Conservation of Panel Paintings*, ed. K. Dardes, A. Rothe, The Getty Conservation Institute, Los Angeles (1998) 418-432.
 6. Brandi, C., *Teoria do Restauro*, Edições Orion, Amadora (2006).
 7. Young, C.; Ackroyd, P.; Hibberd, R.; Gritt, S., 'The mechanical behaviour of adhesives and gap fillers for re-joining panel paintings', *National Gallery Technical Bulletin* **23** (2002) 83-96.
 8. Sánchez Ortiz, A., *Restauración de Obras de Arte: Pintura de Caballete*, Ediciones Akal, Madrid (2012).
 9. von der Goltz, M.; Birkenbeul, I.; Horovitz, I.; Blewett, M.; Dolgikh, I., 'Consolidation of flaking paint and ground', in *The Conservation of Easel Paintings*, ed. J. H. Stoner & R. Rushfield, Routledge, Abingdon (2012) 369.

RECEBIDO: 2020.9.26

REVISTO: 2021.1.29

ACEITE: 2021.3.20

ONLINE: 2021.5.22



Licenciado sob uma Licença Creative Commons

Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Para ver uma cópia desta licença, visite

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.pt>.

Trajectoria e apresentação de uma obra *time-based media*: “O desenho da menina a fugir do seu suporte” (2014), Ana Vieira (1940-2016)

Trajectory and exhibition of a time-based media work: “The drawing of the girl running away from her support” (2014), by Ana Vieira (1940-2016)

SOFIA GOMES*
RITA MACEDO

Departamento de Conservação e Restauro, Faculdade de Ciências e de Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa, Campus Caparica, Caparica, Portugal

* sofia.machado.g@gmail.com

Resumo

Ana Vieira (1940-2016) deixou um conjunto de instalações sem uma documentação sistematizada ou orientações de montagem. Numa tentativa de preservar este legado, herdeiros têm promovido exposições como forma de documentar as características tangíveis e intangíveis destas obras complexas. Em 2017, houve uma tentativa de montagem da instalação vídeo *O desenho da menina a fugir do seu suporte* no Centro de Arte Contemporânea Graça Morais, mas sem êxito. Contudo, em 2019, foram reunidas as condições necessárias para a sua reinstalação no Museu de Arte, Arquitetura e Tecnologia. Através deste caso de estudo e partindo da *Actor-Network-Theory* de Latour, demonstrou-se como a exposição é um momento crucial na trajetória da obra e na análise de uma rede de agentes, humanos e não humanos, dando origem a uma documentação que é essencial para informar futuras tomadas de decisão.

Abstract

Ana Vieira (1940-2016) left a set of installations without systematised documentation or set guidelines. In an attempt to preserve her legacy, heirs have promoted exhibitions as a way to document the tangible and intangible characteristics of these complex works. In 2017, there was an attempt to reinstall the video installation *The drawing of the girl running away from her support* at the Graça Morais Contemporary Art Centre, but without success. However, in 2019, the necessary conditions were met for its reinstallation at the Museum of Art, Architecture and Technology. Through this case study and based on Latour's Actor-Network-Theory, it was demonstrated that the exhibition is a crucial moment in the trajectory of the work and in the analysis of a network of agents, human and non-human, giving rise to documentation that is essential to inform future decision-making.

PALAVRAS-CHAVE

Instalação
Trajetória
Actor-Network-Theory
Tomada de decisão
Ana Vieira
Documentação

KEYWORDS

Installation
Trajectory
Actor-Network-Theory
Decision-making
Ana Vieira
Documentation

Introdução

Sem um enquadramento teórico estabelecido e com obras com características tangíveis e intangíveis tão específicas, a conservação de arte contemporânea ainda apresenta desafios cujas soluções podem ser controversas e nem sempre encaixam nos princípios éticos da conservação tradicional, muito orientados para a manutenção de um suposto estado original e para a materialidade do objeto.

Segundo Vivian van Saaze, no âmbito deste paradigma, a autenticidade e a intenção do artista estão normalmente associadas a um momento no tempo em que a obra é congelada num suposto estado original e qualquer alteração a este estado é entendida como uma perda de valor [1]. A autora sugere uma visão alternativa, baseada na *Actor-Network-Theory* (ANT, Bruno Latour) que rejeita a noção de obra como um objeto único e original. Van Saaze considera que a obra de carácter performativo tem uma trajetória que se transforma a cada iteração e demonstra que a sua montagem é um processo colaborativo e dinâmico [1-2]. Em vez de uma obra de arte autónoma, fixa e estável, criada por um artista, são os diferentes agentes, humanos (artista, conservador, curador, técnicos e historiadores de arte) e não-humanos (espaço de exposição, materiais usados na criação da obra, catálogo da exposição ou fotografias) que vão definir o processo de montagem de uma instalação. As decisões são tomadas por um coletivo e emergem das relações nas quais os agentes estão envolvidos [1]. Neste sentido, a “autenticidade” é fluida e promovida no âmbito da prática da preservação e exposição através da montagem e apresentação da obra, com a intervenção de vários atores.

Analisando a trajetória da obra através de uma abordagem biográfica, pretende-se discutir o posicionamento dos vários agentes e o seu contributo na preservação e apresentação da instalação vídeo *O desenho da menina a fugir do seu suporte* (2014), sem a presença da artista Ana Vieira (1940-2016). Originalmente concebida para o espaço da Galeria Graça Brandão, em Lisboa, a obra é composta por três projeções de vídeo digital, sem som e em *loop* projetados em três paredes brancas, sem sincronização. Os vídeos são compostos por animações com *frames* desenhados à mão pela artista, representando a figura de uma menina a correr da direita para a esquerda.

Esta instalação faz parte de um conjunto de quatro obras apresentadas por Ana Vieira no âmbito da exposição “Inquietação”. No texto de apresentação desta exposição, a artista fala da sua inquietação perante a crise política e económica vivida em Portugal “(...) que nos deixa pouco espaço para podermos ser pessoas inteiras.”. *O desenho da menina a fugir do seu suporte* (2014) não é mais do que um reflexo do desejo de fuga desta realidade, correndo ininterruptamente e em *loop*.

Com a artista ainda viva, esta obra foi exposta apenas mais uma vez, em 2016, na Casa-Museu Abel Salazar, em Matosinhos. Porém, por motivos de doença, Ana Vieira não

esteve presente nesta montagem [3-4]. Tendo falecido em fevereiro de 2016, a possibilidade de uma montagem sem a presença da artista levantava várias questões – Como validar a montagem e a documentação da obra, sem Ana Vieira? Haverá uma ou várias maneiras ‘corretas’ de reinstalar a obra? Ou quem é o responsável pela tomada de decisões?

No âmbito do doutoramento sobre a conservação de um conjunto de instalações da artista Ana Vieira, em 2017, acompanhamos a tentativa de montagem no Centro de Arte Contemporânea Graça Morais, em Bragança, que falhou devido à falta de documentação e às dúvidas que surgiram durante este processo. Em setembro de 2019, surgiu a oportunidade de uma nova apresentação no Museu de Arte, Arquitetura e Tecnologia (MAAT), em Lisboa, que também acompanhamos. Ambas constituíram um momento crucial na conservação e documentação desta obra. Sem instruções de montagem ou equipamento técnico necessário e apenas com 3 DVDs fornecidos pelo galerista da artista, era preciso determinar qual o equipamento mais adequado para a apresentação desta obra, que formato vídeo usar, uma vez que os DVDs não tinham a qualidade necessária para a projeção das imagens nas paredes, e qual a configuração desta obra perante um espaço diferente da sua primeira apresentação [5].

Com este caso de estudo pretende-se refletir sobre a relevância do papel do conservador de arte contemporânea, como um mediador e gestor de mudança, e sobre a exposição como um dispositivo para a preservação, produção, transmissão e experiência da obra, considerada aqui como uma parte essencial da prática da conservação. Espera-se também mostrar como os diferentes agentes e a própria exposição contribuíram para a definição de identidade da obra e para a produção de uma notação, ou seja, uma documentação que estabelece condições espaciais, materiais e técnicas para a montagem, funcionando como um guia de instruções para quem vier a instalar esta obra no futuro.

Em arte contemporânea, as obras, nomeadamente as instalações, dificilmente poderão ser separadas dos seus agentes, pois são estes que vão influenciar a sua conservação e continuidade no futuro. A natureza efémera e ‘repetitiva’ da instalação faz com que cada iteração seja uma oportunidade para alterações e reconfigurações induzidas pelos artistas, curadores, conservadores e outros agentes.

Biografia e trajetória

Na compreensão da evolução de *O desenho da menina a fugir do seu suporte*, foi aplicada a abordagem biográfica proposta por Renée Van de Vall [6]. A abordagem biográfica permitiu não só compreender a trajetória e identificar momentos-chave na ‘vida’ da obra, como também perceber, por exemplo, porque é que alguns elementos poderão mais facilmente vir a ser substituídos e outros não. Comparando as iterações da obra foi possível estabelecer as propriedades que definem a sua identidade e analisar decisões passadas.

Foram consideradas todas as exposições de *O desenho da menina a fugir do seu suporte* e foi produzida a sua biografia seguindo uma linha cronológica (Figura 1). Ao todo, e considerando a montagem no MAAT, a obra foi exposta três vezes em espaços diferentes, com e sem a presença da artista. A tentativa de montagem no Centro de Arte Contemporânea Graça Morais, em 2017, foi também considerada. Embora a obra não tivesse chegado a ser apresentada, levantaram-se importantes questões relacionadas com o equipamento multimédia usado e a necessidade de um técnico com conhecimento na área de edição de vídeo.

Os métodos qualitativos usados no campo das ciências sociais e humanas são úteis aos conservadores durante a recolha de dados do objeto de estudo [7]. Van Saaze seleciona um conjunto de questões teóricas e metodológicas importantes para a conservação: a posição do investigador em relação ao objeto de investigação; a noção de ‘reflexividade’; a entrevista como uma ferramenta de produção de conhecimento; e questões relacionadas com a validação de informação [7].

Neste sentido, o conservador é o primeiro instrumento da investigação, fazendo parte desta análise os seus próprios valores, preocupações, reflexões e ‘ângulos mortos’ em relação à obra em estudo. A reflexividade é fundamental para que o investigador esteja consciente da sua perspectiva e tenha em conta a sua própria experiência. A entrevista

é usada como método de recolha de dados e base de informação para a construção de conhecimento. É realizada a diferentes agentes e estabelece interações sociais que irão envolver interpretação, negociação e comunicação com os entrevistados. Por fim, a informação recolhida será validada através da *triangulação*, uma técnica usada na etnografia que consiste em comparar e cruzar os diferentes tipos de dados de diversas fontes para avaliar a legitimidade das informações recolhidas.

Génesis da obra

A documentação dispersa e a falta de instruções claras da artista, levou à reunião de múltiplas memórias e à recolha de diversas narrativas relacionadas com a obra.

Como observadora participante e na perspectiva de conservadora, as montagens desta obra no local foram acompanhadas e foram analisados os desafios, as lacunas e as limitações que surgiram ao longo deste processo, bem como a interação entre os diferentes agentes. Foi essencial estar presente e observar os processos que conduziram às exposições realizadas após a morte da artista, em 2017, “Ana Vieira – Uma Antologia” no Centro de Arte Contemporânea Graça Morais, em Bragança, e em 2019, “Playmode” no Museu de Arte, Arquitetura e Tecnologia (MAAT), em





			
<p>2014 Ana Vieira. Inquietação. Galeria Graça Brandão, Lisboa. (03 out - 12 nov 2014)</p>	<p>2015/2016 Identidade. Variáveis Convergentes. Casa-Museu Abel Salazar, São Mamede de Infesta (07 nov 2015 - 04 mar 2016) Curadoria: Marzia Bruno</p>	<p>2017/2018 Ana Vieira. uma Antologia. Centro de Arte Contemporânea Graça Morais, Bragança (17 nov 2017 - 25 fev 2018) Curadoria: Jorge da Costa</p>	<p>2019 Playmode MAAT, Lisboa (11 set 2019 - 17 fev 2020) Curadoria: Filipe Pais e Patrícia Gouveia</p>
<p>Montagem com a artista presente</p>	<p>Montagem com indicações da artista, mas sem a sua presença</p>	<p>Tentativa de montagem sem instruções e sem a presença da artista</p>	<p>Montagem sem a artista, mas com a presença do editor de vídeo e da conservadora</p>

Figura 1. Biografia da instalação vídeo *O desenho da menina a fugir do seu suporte* (2014) com as respetivas exposições e montagens. Ana Vieira só esteve presente na primeira montagem na Galeria Graça Brandão, Lisboa, 2014.

Lisboa. O envolvimento nestes processos permitiu repensar na melhor forma de documentar esta obra, determinar as suas limitações, especificidades e requisitos para o sucesso da sua reinstalação e preservação no futuro.

A par do trabalho de campo, foram realizadas oito entrevistas semi-estruturadas a colaboradores e a pessoas que contataram com a artista para a compreensão e esclarecimento de dúvidas sobre o processo criativo de *O desenho da menina a fugir do seu suporte*, que ajudaram a identificar técnicas, materiais e significados, a estabelecer parâmetros de alteração aceitáveis e a determinar aspetos relacionados com espaço e equipamento multimédia usado.

A ideia de *O desenho da menina a fugir do seu suporte* terá tido início muito antes da sua primeira exposição em 2014. Alberto Plácido, fotógrafo e amigo próximo de Ana Vieira, lembra-se da artista falar “(...) desta ideia de ter uma menina a correr no espaço e que de vez em quando aparecia e desaparecia. [Na altura] já havia um desenho da menina, mas nunca passou disto” [8]. Como sabia de desenho 3D,

Alberto Plácido ainda chegou a fazer um estudo para esta obra que nada tinha a ver com o resultado final apresentado na galeria [8]. A ideia acabou por ser desenvolvida mais tarde por Rui Silveira, editor de vídeo, que, num dos seus encontros com a artista, lhe terá mostrado as provas fotográficas de Muybridge com a sequência de um homem a correr (Figura 2a). Terá sido esta a referência de Ana Vieira ao fazer os desenhos de uma menina a correr, que segundo Silveira, têm como modelo a neta de Ana Vieira [9] (Figuras 2b e 3). Este diz que foi a partir da digitalização dos desenhos realizados pela artista que fez os primeiros testes de animação, tendo sido exploradas pelo editor de vídeo inúmeras possibilidades - o uso de cor, som, diferentes velocidades, com ou sem arrasto, meninas opacas, meninas transparentes, etc. [9].

Em entrevista, Rui Silveira fala de como as linguagens e a maneira de trabalhar de ambos eram diferentes: “(...) não sei se [Ana Vieira] percebia muito bem como é que as coisas passavam de um suporte físico para um suporte digital. Ela fazia os desenhos numa folha contínua (...) e depois ia

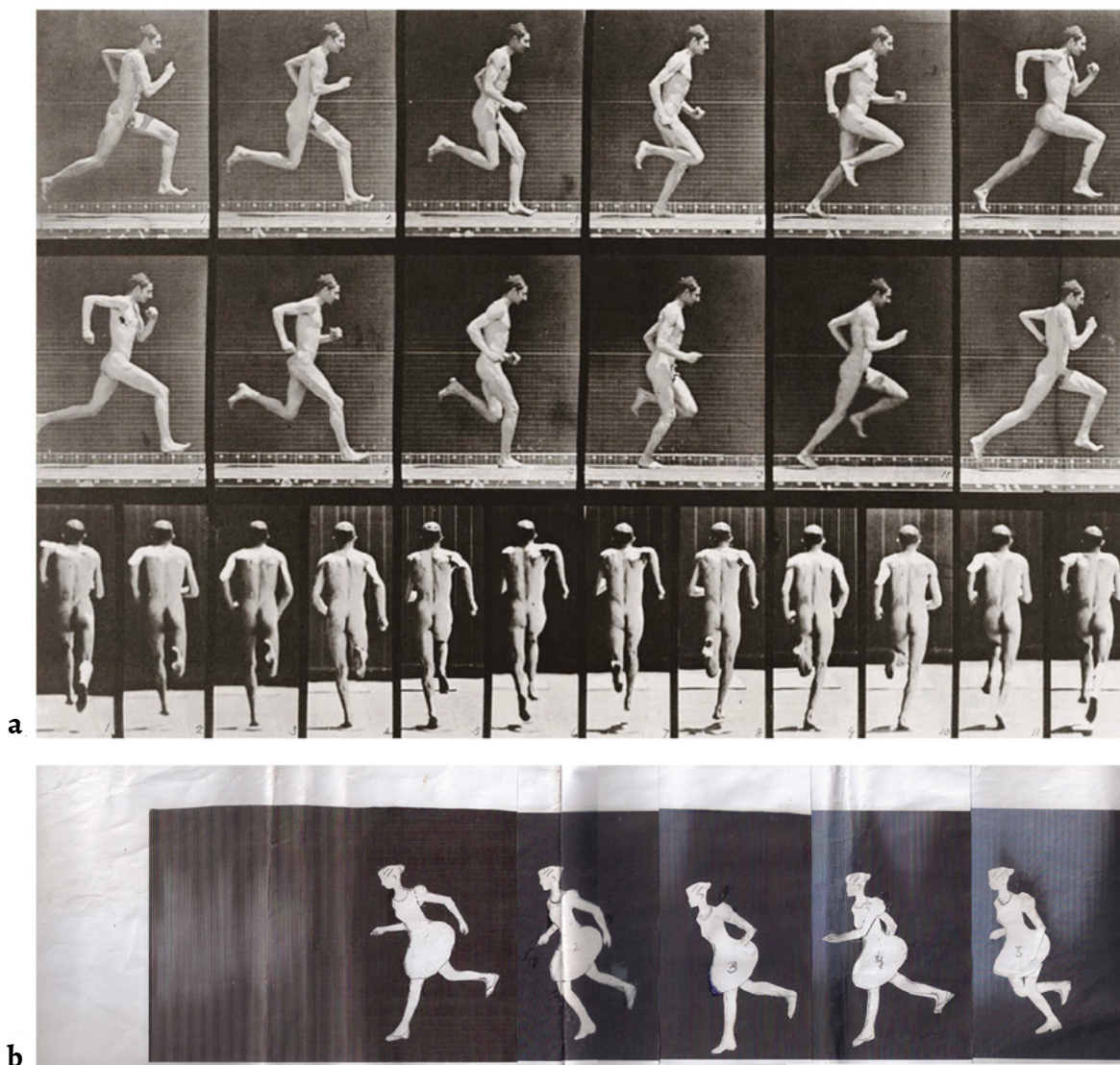


Figura 2. a) *Man running* (1987), da série *Animal Locomotion*, de Eadweard Muybridge (imagem disponível em: <https://fineartamerica.com/featured/man-running-plate-62-from-animal-locomotion-1887-eadweard-muybridge.html> (acesso em 2020-02-10)); b) Fotocópias do desenho da menina a correr coladas e colocadas em sequência pela artista. Imagem do arquivo de Ana Vieira em depósito no Banco de Arte Contemporânea (BAC).

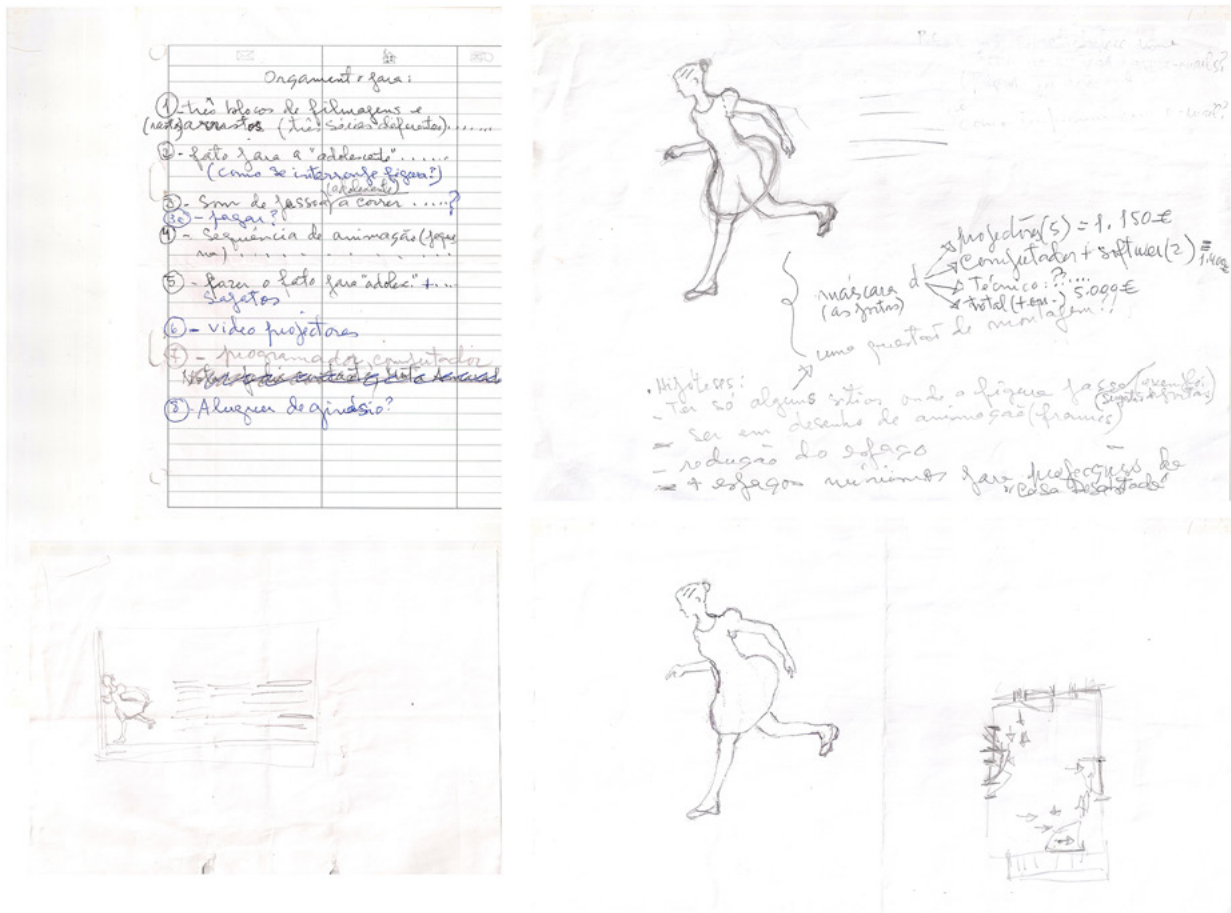


Figura 3. Anotações e esboços da menina feitos pela artista (imagens do arquivo de Ana Vieira em depósito no Banco de Arte Contemporânea (BAC)).

a uma casa de cópias fazer fotocópias de várias dimensões para experimentar” [9], algo recorrente no processo criativo da artista.

Rui Silveira refere que o seu trabalho passou mais por traduzir o que que estava dentro da cabeça de Ana Vieira, de acordo com uma linguagem que ele conhecia e dominava [9].

Inicialmente, a ideia não era clara, nem para Rui Silveira, nem para Ana Vieira, e foi através das experiências, tentativas e erros que o técnico foi percebendo melhor o que a artista pretendia. “[Ana Vieira] queria mesmo um desenho a fugir do seu suporte. Tudo o que nós conversávamos acabava por voltar ao ‘vamos fazer uma coisa o mais simples possível’” [9]. Recordar-se ainda de que Vieira queria que as meninas fossem do tamanho humano, o mais aproximado do real [9].

Rui Silveira chegou a ir com a artista ver o espaço da galeria, contudo, o seu trabalho acabou por se resumir aos testes de animação devido à sua partida para o Canadá. Foi nesta altura que o projeto passou para Sílvio Teixeira que, retomando o trabalho de Silveira, realizou com Ana Vieira os vídeos finais [5].

Sobre as propriedades da obra, Sílvio Teixeira diz que para além do espaço ter de ser branco, tem de haver uma interrupção física entre as projeções – “As meninas de repente não atravessam uma esquina e a coisa funciona” [5].

Tem de haver efetivamente esta divisão, não só porque as projeções não estão coordenadas umas com as outras, mas também pelo efeito visual ‘fantasmagórico’ que se obtém com as meninas a aparecerem e a desaparecem de uma parede para a outra [5]. Fala também da impossibilidade de circulação do público pelo meio da obra, pois se o visitante se aproximar muito começa a ver os pixels das imagens e a obra acaba por perder o seu carácter intangível [5]. Acrescenta ainda que os projetores devem ser assumidos no meio do chão sem serem disfarçados. Essa materialidade funciona como um impedimento à circulação no espaço (Figura 4).

Nos três sítios onde a obra foi apresentada, Galeria Graça Brandão, Casa-Museu Abel Salazar e MAAT, existiu sempre uma porta que funcionava como divisão entre a projeção da direita e a do centro (Figura 5). Uma coincidência, diz Sílvio Teixeira [4]. No espaço da galeria destinado à obra existia uma porta na parede do centro e as projeções foram adaptadas às condicionantes físicas do espaço. No MAAT também existia uma porta, a única diferença é que esta estava localizada na parede direita e as medidas das paredes eram diferentes. Sílvio Teixeira refere ainda o chão acetinado em que se podem ver refletidas as imagens dos vídeos, que apesar de não ser uma característica essencial, é um detalhe que acrescenta um valor estético à obra [5].

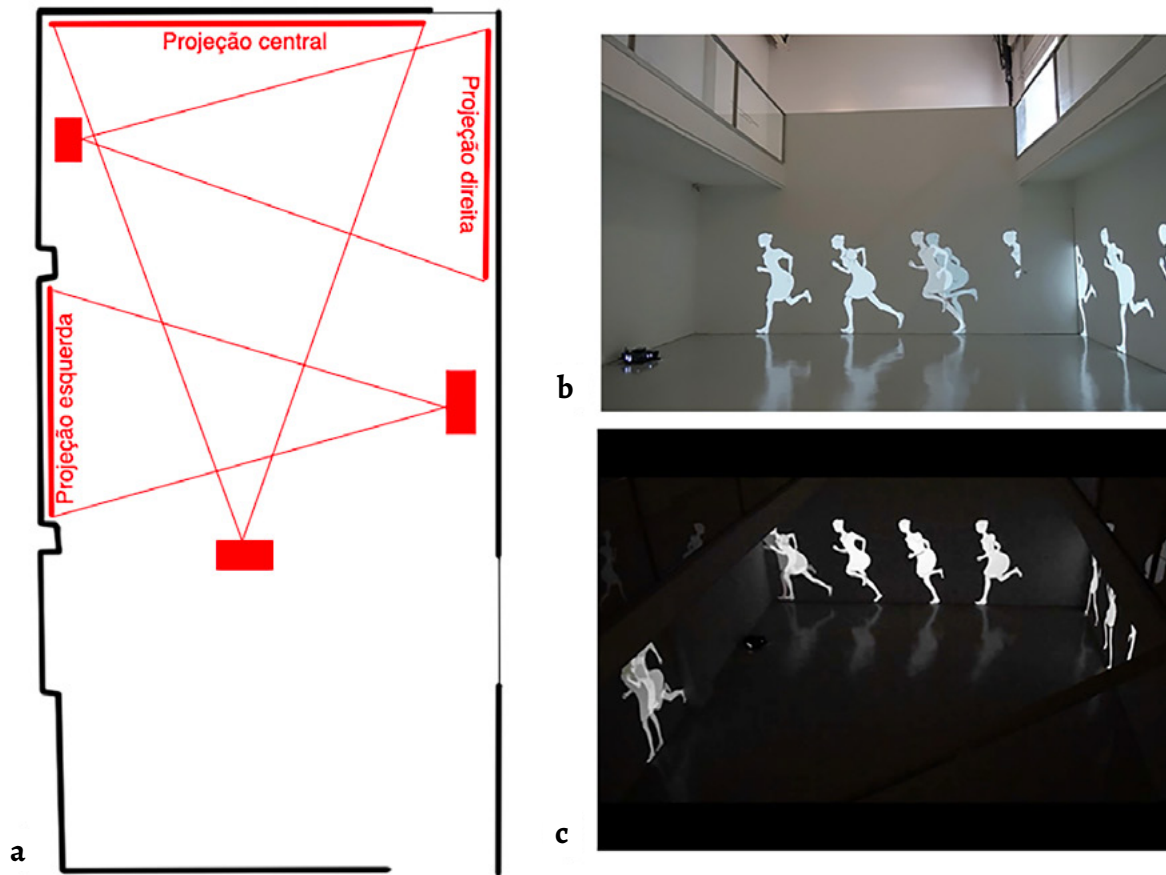


Figura 4. a) Esquema da planta da sala de exposição, no piso 0, da Galeria Graça Brandão, Lisboa, 2014, com as respetivas projeções da instalação *O desenho da menina a fugir do seu suporte*, b) instalação no piso 0 e c) vista do piso 1 da instalação no piso 0 (esquema de Sofia Gomes e imagens do arquivo de Ana Vieira em depósito no Banco de Arte Contemporânea (BAC) e arquivo digital da artista cedido pela família).

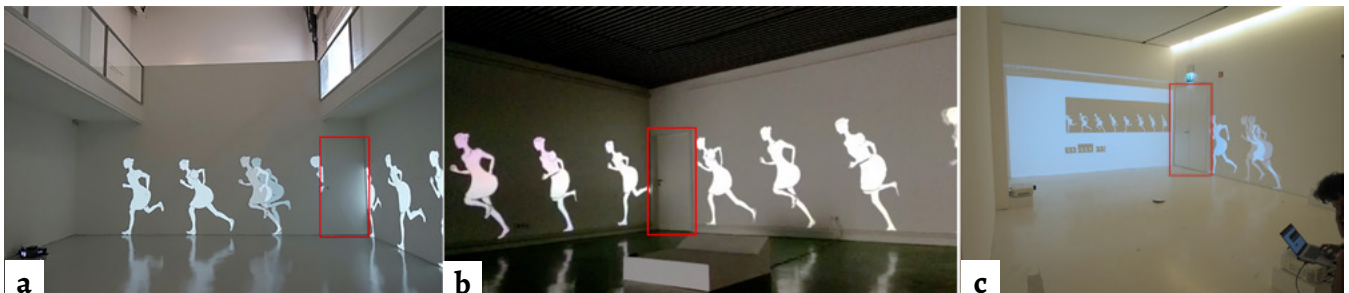


Figura 5. Porta entre a projeção da direita e do centro a) na Galeria Graça Brandão, 2014 (imagem do arquivo digital da artista cedido pela família), b) na Casa-Museu Abel Salazar, 2015 (imagem disponível em: <http://www.conceitoitinerante.net/exposicoes/porto/ana-vieira/> (acesso em 2017-11-01)), c) e no MAAT, 2019 (imagem de Sofia Gomes).

Ao recordar-se da primeira apresentação da obra na Galeria Graça Brandão, Sílvio Teixeira refere que Moritz Elbert esteve presente e que a montagem foi feita a quatro mãos. Moritz Elbert arranhou os projetores, os *media players* e preparou o espaço para a exposição e Sílvio Teixeira terá trabalhado *in situ* adaptando as velocidades dos vídeos e as suas dimensões às paredes da galeria [5].

Teixeira é da opinião de que sempre que for possível deve evitar-se tomar 'decisões ativas', ou seja, decisões que impliquem uma alteração da versão original da obra. Por exemplo, o documento que existe a dizer que a obra pode ser adaptada

ao espaço e que o número de projeções pode ser alterado de acordo com a artista não faz sentido neste momento, não só pelo facto da artista já não existir, mas também porque mais projeções implicariam uma série de decisões que poderiam interferir com o conceito inicial da obra [5].

De acordo com Teixeira, na exposição no MAAT, a escolha de um espaço mais parecido com o da galeria Graça Brandão permitiu evitar tomadas de decisão que envolveriam alterações mais drásticas no resultado final da obra (Figura 6). Uma escolha que irá sempre "facilitar" a apresentação da obra no futuro [5].

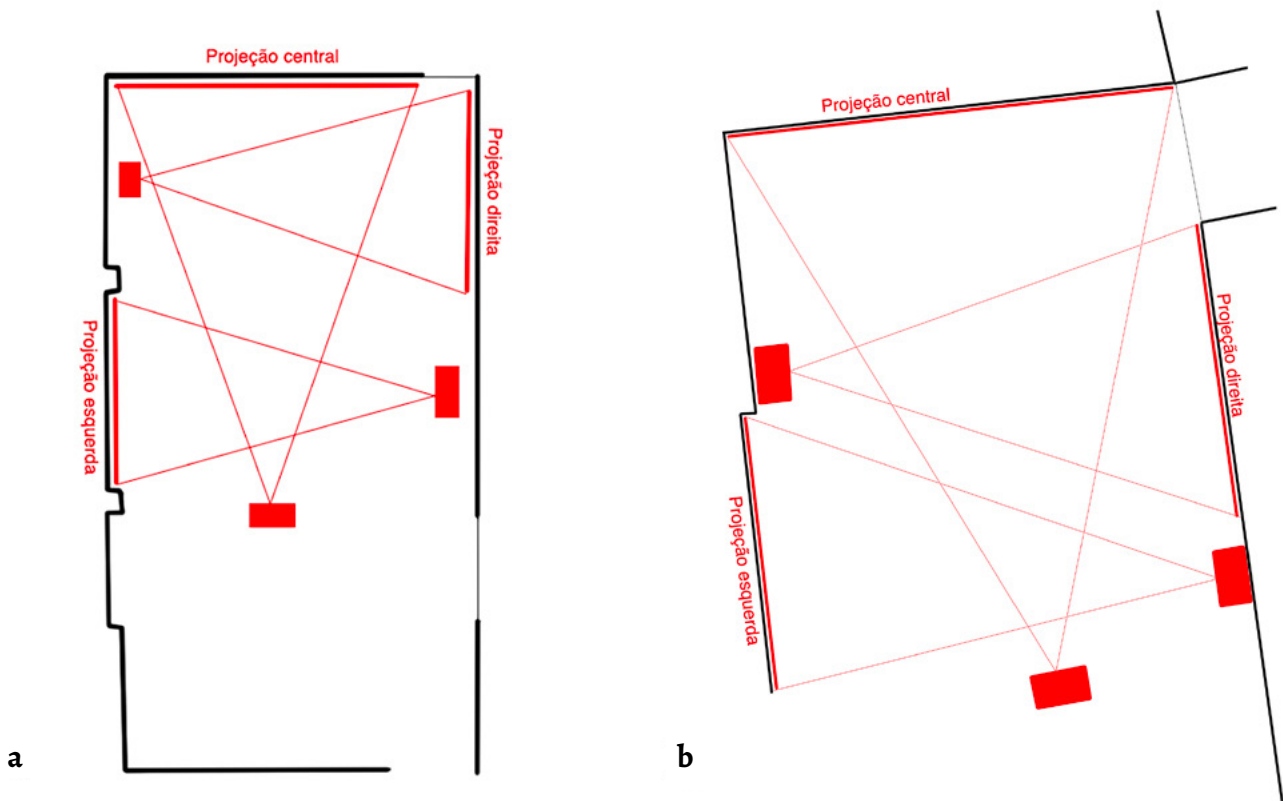


Figura 6. a) Esquema da planta da sala de exposição da Galeria Graça Brandão e b) esquema da planta da sala de exposição do MAAT com as projeções da instalação *O desenho da menina a fugir do seu suporte*. A configuração da instalação nos dois espaços é idêntica (esquemas de Sofia Gomes; a planta b) é baseada numa planta de Sílvio Teixeira).

Montagem sem a artista

Em 2017, foi feita a primeira exposição antológica após a morte de Ana Vieira, no Centro de Arte Contemporânea Graça Morais, em Bragança. A proposta partiu de Jorge da Costa, diretor e curador do Centro. Tratava-se de uma ideia antiga, mas a morte da artista, em 2016, fê-lo questionar sobre a possibilidade de execução desta exposição [10]. Quando entrevistado, Jorge da Costa refere que, em 2013, já tinha apresentado, no Centro de Arte, *Pronomes* (2001), uma instalação de Ana Vieira com uma forte componente cénica composta por capotes, masculinos e femininos suspensos a partir do teto, e por um registo sonoro [10]. O diretor recorda as dúvidas que surgiram durante a montagem desta obra. Dada a documentação escassa e incompleta foi preciso recorrer à artista para esclarecer detalhes sobre a montagem, como, por exemplo, a distância dos capotes ao chão e o seu posicionamento no espaço [10].

Preocupado com a apresentação da instalação vídeo *O desenho da menina a fugir do seu suporte* (2014) e antes da tentativa de montagem da obra, o diretor terá contactado e convidado Moritz Elbert, o técnico que realizou a primeira montagem desta obra na Galeria Graça Brandão, em 2014, para acompanhar o processo. Contudo, devido a limitações orçamentais, a deslocação não chegou a concretizar-se [10]. André Azevedo, o técnico da Casa-Museu Abel Salazar, em

Matosinhos, que acompanhou a montagem desta obra na exposição “Identidades: Variáveis Convergentes”, em 2016, foi também contactado para esclarecer dúvidas relativamente à montagem da obra [10].

Face à ausência de Ana Vieira e estando a montagem das suas instalações largamente dependente da artista, para a exposição antológica, Jorge da Costa fez questão de que tanto a filha da artista, Paula Nery, como o galerista, José Mário Brandão, estivessem presentes durante a montagem das obras no Centro de Arte [10].

Este processo, assim como o testemunho das pessoas envolvidas, foi registado durante o acompanhamento da montagem da exposição no Centro de Arte Contemporânea Graça Morais, em 2017. Para a reinstalação da obra em questão o galerista disponibilizou três DVDs identificados do seguinte modo: ‘Menina a fugir (esquerda),’ ‘Menina a fugir (centro)’ e ‘Menina a fugir (direita)’ e um projetor vídeo; o Centro de Arte dispunha de um projetor vídeo e de um *media player* (Figura 7).

Sem instruções de montagem e com base no vídeo da obra exposta na Casa-Museu Abel Salazar, em 2016, o técnico do Centro de Arte tentou fazer a montagem nas duas paredes disponíveis (Figuras 8 e 9). Surgiram logo inúmeros desafios: a parede da esquerda era demasiado pequena para a projeção, os dois projetores vídeo disponíveis eram de marcas diferentes (o que iria implicar uma luminosidade

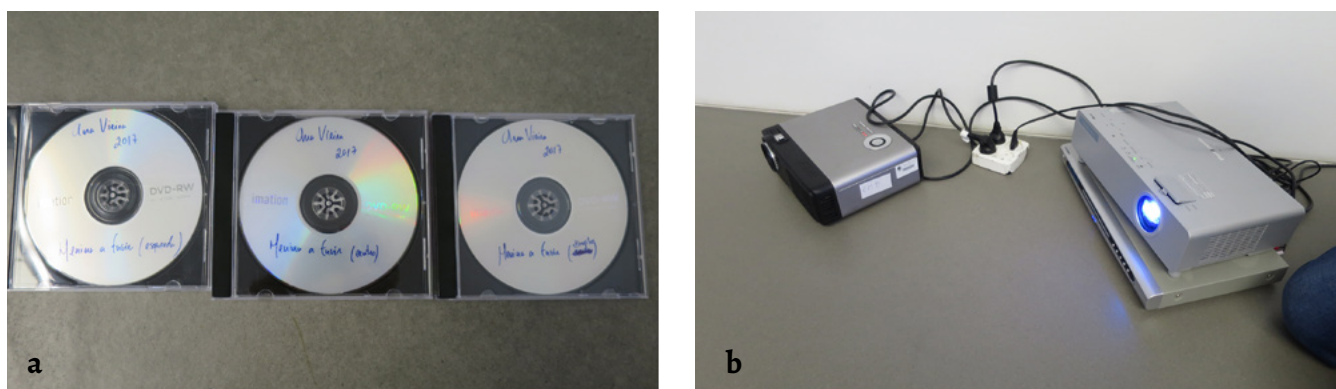


Figura 7. a) Três DVDs correspondentes às três projeções vídeo e b) equipamento técnico disponível, dois projetores e um media player (imagens de Sofia Gomes).

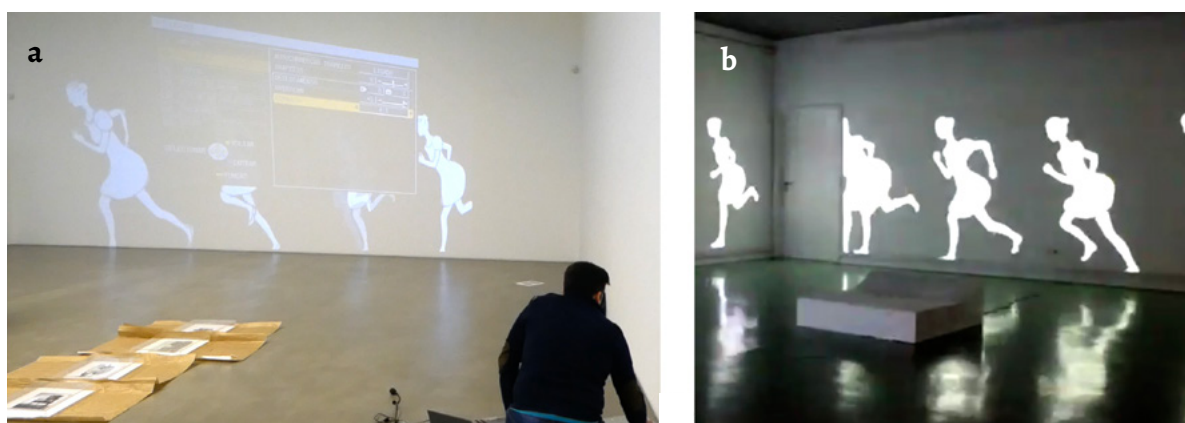


Figura 8. As meninas da projeção da parede da direita aparecem com os pés cortados: a) no Centro de Arte Contemporânea Graça Morais, 2017 (Imagem de Sofia Gomes); b) no Pavilhão das Exposições Calouste Gulbenkian, da Casa-Museu Abel Salazar, 2015/2016 (imagem disponível em: <http://www.conceitoitinerante.net/exposicoes/porto/ana-vieira/> (acesso em 2017-11-01)).

e qualidade diferente entre as projeções) e as meninas da projeção da parede da direita apareciam com os pés cortados (o mesmo aconteceu na exposição da Casa-Museu Abel Salazar, [Figura 8](#)).

Quando questionado sobre a tentativa de montagem de *O desenho da menina a fugir do seu suporte* (2014), Jorge da Costa refere que, para além da complexidade tecnológica, o espaço foi o principal desafio. Era necessário um espaço adequado para expor esta obra, assim como o equipamento técnico indispensável para a projeção dos três vídeos. Não só o museu não tinha um espaço suficientemente escuro para a apresentação da obra, devido à claraboia existente na sala de exposição, como também não dispunha de projetores ou de *media players* suficientes para correr os três DVDs. Foram feitos testes com o equipamento disponível e ainda se ponderou projetar apenas dois dos vídeos, uma hipótese que iria contra a primeira montagem na Galeria Graça Brandão. Contudo, não se reunindo as condições necessárias, fosse pela falta do equipamento técnico, pela ausência de um técnico especializado em vídeo a acompanhar esta reinstalação ou pela inexistência de instruções, optou-se por não se montar esta obra.

Importa aqui recuar à exposição “Identidades: Variáveis convergentes” na Casa-Museu Abel Salazar, em 2016, a última

montagem feita com a artista ainda viva. Uma exposição coletiva, com a curadoria de Marzia Bruno, em que a obra *O desenho da menina a fugir do seu suporte* foi exposta no pavilhão das Exposições Calouste Gulbenkian, da Casa-Museu Abel Salazar, em Matosinhos.

Para apurar as condições de montagem e o seu contexto foram entrevistados Marzia Bruno, curadora da exposição, e André Azevedo, técnico da Casa-Museu.

Em conversa telefónica, André Azevedo referiu que Ana Vieira, por motivos de doença, não esteve presente durante a montagem de *O desenho da menina a fugir do seu suporte*, nem na inauguração a 13 de fevereiro de 2016 [3]. O técnico referiu também que por indicação do galerista José Mário Brandão, a montagem foi feita pela empresa GEMA – *Digital end Technology Agency*, que disponibilizou os equipamentos multimédia e montou a projeção vídeo. André Azevedo afirma que a montagem foi feita a partir da parede do centro e só depois foram montadas as projeções laterais, nunca mencionando qualquer problema que possa ter surgido [3].

Segundo Marzia Bruno, os vídeos foram cedidos pela artista e as instruções foram dadas por Ana Vieira numa troca de e-mails em que é referida a altura mínima das meninas (1,60 m) e a velocidade lenta dos vídeos [11]. A curadora diz que devido às condicionantes do espaço a

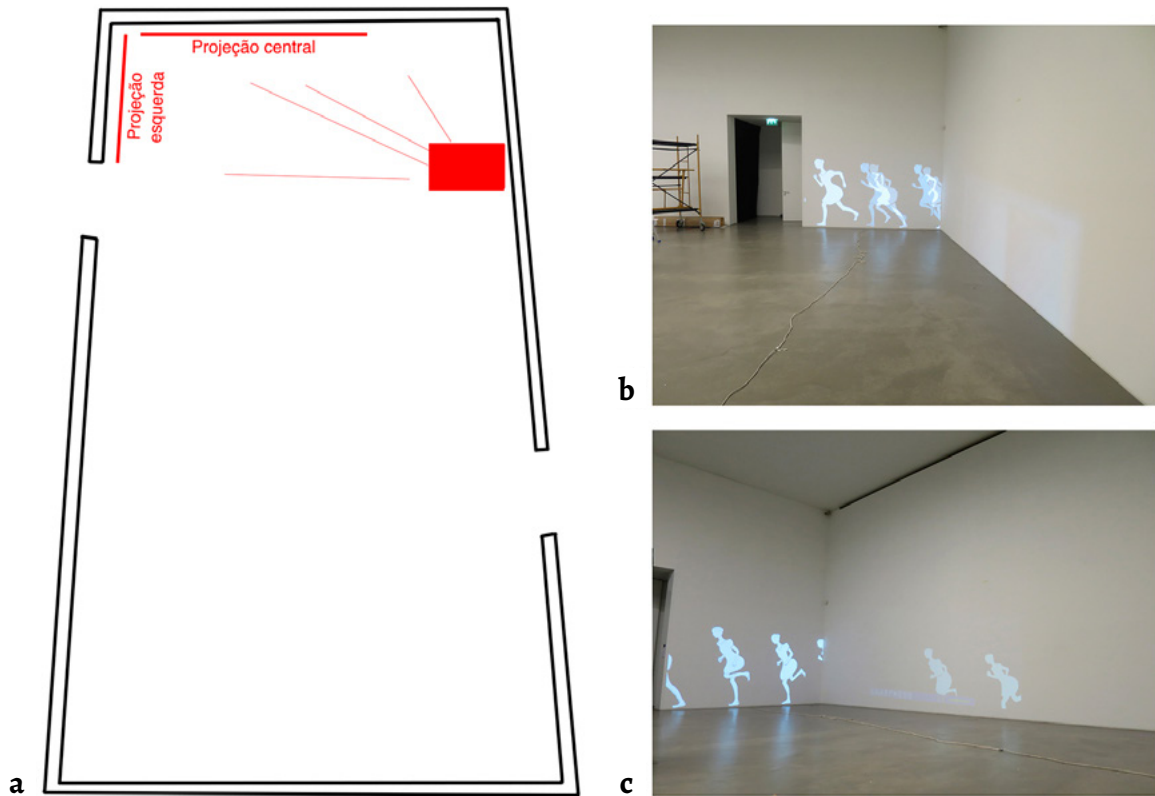


Figura 9. Instalação *O desenho da menina a fugir do seu suporte* (2014) no Centro de Arte Contemporânea Graça Morais, Bragança, 2017: a) esquema da planta da sala de exposição exemplificando a tentativa de montagem com duas das três projeções vídeo da instalação, b) projeção esquerda e c) vista da projeção da esquerda e do centro (esquema e imagens de Sofia Gomes).

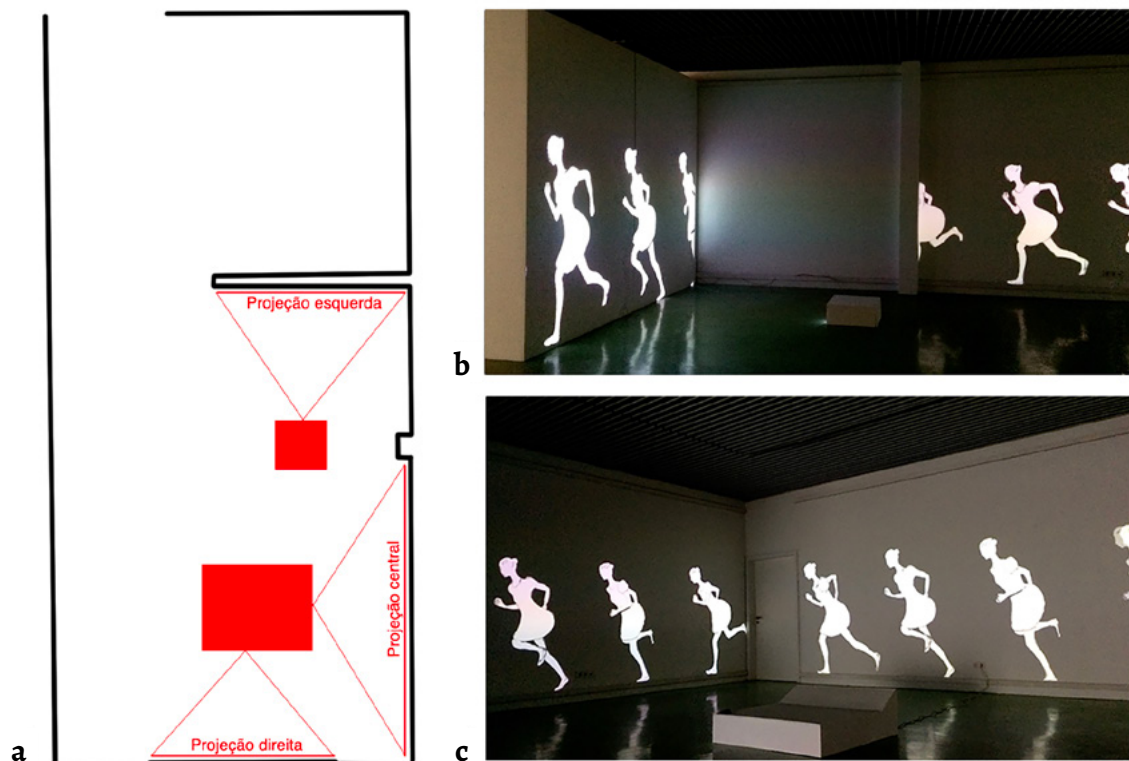


Figura 10. a) Esquema da planta da sala de exposição do Pavilhão das Exposições Calouste Gulbenkian, da Casa-Museu Abel Salazar, 2016, com as respetivas projeções da instalação *O desenho da menina a fugir do seu suporte* (2014), b) vista da sala de exposição do pavilhão, da parede esquerda e do centro e c) vista da parede do centro e da direita (esquema de Sofia Gomes e imagens disponíveis em: <http://www.conceitoitinerante.net/exposicoes/porto/ana-vieira/> (acesso em 2017-11-01)).

altura das meninas foi adaptada em função da largura das paredes. Assim do lado esquerdo a figura tem 1,85 m de altura, ao centro 1,71 m e à direita 1,81 m [4] (Figura 10).

Quando questionado sobre esta montagem, o filho de Ana Vieira, Miguel Nery, diz que a artista não ficou satisfeita com esta apresentação [12]. Sílvio Teixeira, editor de vídeo que trabalhou inicialmente com a artista na realização dos vídeos, ao comentar a apresentação da obra na Casa-Museu Abel Salazar, mencionou que: não era suposto os projetores colocados no chão estarem disfarçados ou escondidos por caixas; as meninas estão a levitar no ar, sobre um rodapé; os vídeos estão mal-adaptados às dimensões das paredes; as meninas têm alturas diferentes e na projeção da direita os pés das meninas aparecem cortados. Em relação à altura de 1,60 m, Sílvio Teixeira, diz que esta medida não está correta (e que a artista poderia já não se lembrar) assegurando que foi definida no momento da montagem na galeria a altura de 1,70 m [5].

Comparando com a apresentação original e com base na informação cedida por Sílvio Teixeira, podemos concluir que esta segunda montagem evidencia uma série de pequenos erros e detalhes que não respeitavam as características da obra. Mesmo com a artista viva, ainda que as instruções tivessem sido dadas via e-mail ou por telefone, a falta de um técnico especializado em vídeo e a inexistência de uma documentação organizada sobre a obra fez com que esta apresentação se afastasse das suas características essenciais: as três projeções devem respeitar a altura de 1,70 m; os projetores vídeo devem estar à vista e demarcar o espaço; os pés das meninas devem assentar no chão (as meninas não devem estar a levitar no espaço); e no início de cada projeção a menina não deve aparecer cortada, dando a sensação de que a menina está a sair de um espaço.

Para que a nova apresentação na exposição coletiva “Playmode”, no Museu de Arte, Arquitetura e Tecnologia (MAAT), em Lisboa, em 2019, fosse um sucesso a abordagem teria de ser diferente. Nesse sentido, a família da artista decidiu contactar diretamente com Sílvio Teixeira para este adaptar os vídeos ao espaço seguindo os critérios definidos em vida por Ana Vieira. Esta seria a oportunidade ideal para reativar a obra, esclarecer dúvidas e estabelecer as suas propriedades, assim como de produzir uma documentação que permitisse futuras apresentações (Figura 11).

No caso específico de *O desenho da menina a fugir do seu suporte* definimos, numa primeira fase, uma documentação descritiva correspondente ao dossier da obra, com uma informação mais abrangente e extensa, ou seja, toda a documentação escrita e visual recolhida no arquivo da artista em formato analógico e digital, como pedidos de orçamentos, desenhos, esquemas e anotações da artista, troca de e-mails, entrevistas feitas a colaboradores, e a pessoas que estiveram envolvidas no processo criativo e montagem da obra, tendo sido elaborado um historial das exposições (biografia da obra). Numa segunda fase, foi definida uma notação, elaborada em consenso por um conjunto de atores, que incluíram a conservadora (primeira autora deste texto), o editor de vídeo, Sílvio Teixeira, e o filho da artista, Miguel Nery. O documento inclui as instruções de montagem e aquelas que foram consideradas pelo grupo as propriedades da obra:

- A duração de cada uma das projeções é distinta e os dispositivos que reproduzem os vídeos (tipicamente *media players*) têm de fazer um *loop* perfeito, sem falhas, sem piscar e sem qualquer tipo de cor ou exibição de texto.
- As paredes e teto devem ser brancas e as três projeções têm obrigatoriamente de ser interrompidas entre si

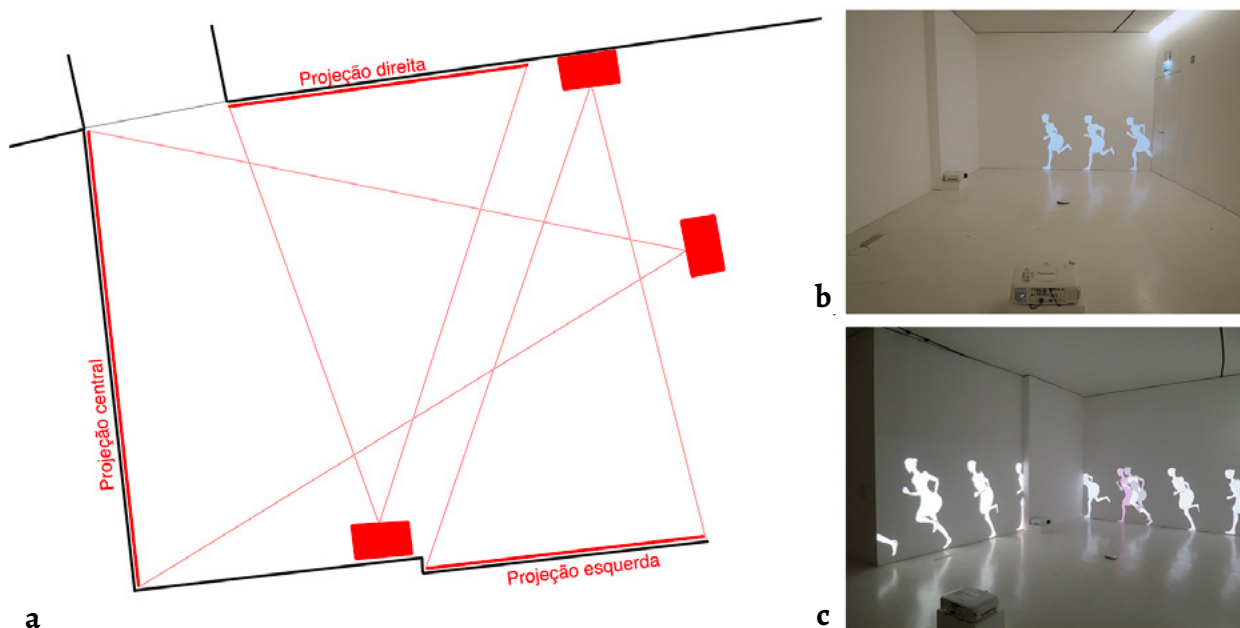


Figura 11. a) Esquema da planta da sala de exposições no Museu de Arte, Arquitetura e Tecnologia (MAAT), 2019, com as respetivas projeções da instalação *O desenho da menina a fugir do seu suporte* (2014), b) vista da projeção do centro e c) vista da projeção esquerda e do centro (esquema baseado numa planta de Sílvio Teixeira e imagens de Sofia Gomes).

por um elemento arquitetônico, sendo que na transição entre a projeção da direita e do centro este elemento é uma porta e na transição entre a projeção do centro e da esquerda deve haver um espaço de parede vazio.

- O chão deve ser preferencialmente cinza-claro acetinado, de forma a criar um reflexo das projeções no chão.
- Para além da luz dos projetores pode existir alguma luz no local, sem que esta se imponha à luz dos projetores.
- As imagens devem ser projetadas diretamente nas paredes brancas.
- A parte inferior das projeções (pés da menina) deve estar ao nível do chão.
- Os projetores vídeo devem estar colocados no chão e à vista, com os cabos à mostra
- A distância dos projetores às paredes não é fixa, é a altura da projeção da menina (1,70 m) que vai determinar esta distância.
- Os projetores vídeo da esquerda e da direita devem estar encostados o mais próximo possível da parede.
- Na escolha dos projetores, estes devem ser do mesmo modelo e exibir imagens com qualidade idêntica.

Estas são algumas das características fundamentais, embora a obra tenha detalhes e pormenores mais técnicos que aqui não foram descritos por não serem relevantes no artigo em questão.

Importa aqui sublinhar que a produção desta documentação só foi possível após a primeira tentativa de montagem na Centro de Arte Contemporânea Graça Morais, 2017, e a apresentação no MAAT, 2019. Sendo que a primeira permitiu compreender as complexidades e os desafios da reinstalação desta obra, abrindo caminho para a montagem no MAAT.

Exposição e co-produção como prática da conservação

A abordagem à conservação da obra de Ana Vieira toma como base a *Actor-Network-Theory* (ANT) de Latour, aplicada à conservação de arte contemporânea por Vivian van Saaze, que demonstra o caráter híbrido da prática de conservação e desconstrói a ideia da obra de arte como uma entidade fixa e estável. Van Saaze frisa que sem o artista, o processo de montagem e de preservação da instalação deve ser colaborativo e dinâmico, partindo do princípio que as relações entre agentes humanos e não-humanos vão definir performativamente a identidade e as propriedades da obra. Ou seja, na ausência da artista, diferentes interpretações e fatores como tempo e espaço vão influenciar as futuras apresentações de *O desenho da menina a fugir do seu suporte*, condicionando a materialidade da obra e as suas especificações e influenciando a aparência e experiência final.

Moritz Elbert, curador e produtor da primeira exposição da obra na Galeria Graça Brandão, afirma que *O desenho da menina a fugir do seu suporte* nunca foi pensada como obra

site-specific e que o espaço da galeria foi um primeiro banco de ensaio [13]. No entanto, é com base neste espaço que se definem algumas das suas características, como a existência de uma porta entre as projeções da direita e do centro e um espaço de intervalo entre as projeções do centro e da esquerda. Segundo Sílvio Teixeira, esta foi uma coincidência que acabou por se verificar em todas as apresentações da obra e que acabou por ser considerada uma característica fundamental [5]. Também o chão acetinado, sobre o qual as meninas são refletidas, acabou por ser incluído na notação, embora não haja registos ou indicações da artista e não sendo, à partida, um requisito explícito. Referida tanto pela artista como por colaboradores, a característica fundamental desta obra é a altura da menina (1,70 m), medida que irá condicionar a montagem e a adaptação do espaço à obra.

Com a oportunidade de expor a instalação no MAAT, uma das preocupações do filho da artista foi encontrar um espaço no museu que se assemelhasse ao da galeria e elaborar um manual de instruções que garantisse a montagem da obra em futuras exposições [12]. Sem a presença de Ana Vieira a documentação tem um papel fundamental na transmissão de conhecimento, de instruções e de especificidades relacionadas com a reinstalação da obra, podendo ser a única fonte disponível para futuras apresentações. Autoras como Andreia Nogueira [14], Joanna Phillips [15] ou Louise Lawson [16] propuseram estruturas para sistematizar a diversa informação para diferentes tipologias de arte: *time-based media*, performances musicais contemporâneas e performance, respetivamente. Andreia Nogueira sugere dois tipos de documentação, uma descritiva, mais extensa, pensada para funcionar a longo-prazo, e que inclui entrevistas, publicações e/ou artigos com referência à obra, documentação visual, anotações e esquemas da artista, etc.; e uma prescritiva, mais curta e de cariz mais prático, pensada para funcionar a curto-prazo, contendo instruções de montagem e especificidades da obra [14].

A par destes dois tipos de documentação deve também constar o historial da obra, ou seja, os relatórios das suas iterações. Cada vez que a obra é exposta, o espaço, a configuração dos diferentes componentes, materiais e a tecnologia utilizada devem ser registados e descritos. Joanna Phillips propõe um enquadramento teórico para documentar alterações nas montagens de obras *time-based media*, partindo da noção de obra 'alográfica' para desenvolver uma estrutura bifásica de documentação [15]. Phillips recomenda a estruturação da informação sobre obra em duas fases distintas: 'the score' e 'the manifestations'. A primeira inclui a identidade da obra (parâmetros e componentes estéticos, conceptuais, materiais e técnicos) e as instruções de montagem que têm origem em conversas com o artista, no estudo do contexto da obra e no seu historial de exposições. Esta primeira documentação descreve a intenção do artista, estabelece os parâmetros variáveis da obra e dá diretrizes

para a sua conservação. A segunda inclui os relatórios de iteração, documentando cada apresentação da obra num determinado espaço e tempo e as decisões que levaram cada montagem [15]. Mesmo que o artista esteja disponível para dar a sua aprovação, a documentação e o processo de tomada de decisão são um resultado de um esforço de colaboração, quer bilateral entre artista e curador, quer por um grupo mais abrangente de pessoas. No mesmo sentido, mas partindo da conservação de performance, Louise Lawson propõe dois tipos de documentação: 'Performance Specification' e 'Activation Report'. Definidas por uma equipa interdisciplinar, a primeira, uma documentação escrita única e central contendo diversas categorias, como 'Artworks requirements', 'Space', 'Time' ou 'Performance', registam as nuances da obra e reúnem um corpo de informação desde a sua aquisição até à incorporação na coleção; e a segunda, identifica as alterações das várias apresentações à semelhança do relatório de iterações proposto por Phillips [16].

Relativamente ao presente caso de estudo, em vez de se considerar a existência de um único estado físico, isolado no historial de exposições da instalação, todas as suas iterações devem ser tidas em conta. Assim, é assumido que, ao longo do tempo, a obra irá sofrer alterações e que estas alterações podem ser induzidas pela interação entre a obra e os diferentes agentes. É por isso importante continuar a fazer a biografia da instalação *O desenho da menina a fugir do seu suporte* e a registar as suas futuras iterações. Os relatórios destas iterações irão corroborar e acrescentar informação sobre a obra tanto à documentação descritiva (documentação primária da obra), como à notação (Figura 12). Só documentando cada iteração será possível traçar o ciclo de vida de uma instalação e criar uma base sólida para futuras reinstalações.

Conclusão

Aplicando a *Actor-Network-Theory* foi analisada a rede de agentes, humanos e não-humanos, que contribuirão para as diferentes montagens da instalação vídeo *O desenho da menina a fugir do seu suporte* (2014). Cada agente, dependendo da sua influência e papel, teve, maior ou menor, participação no processo de reinstalação e influenciou, à sua maneira, as diferentes associações entre materialidade e os aspetos intangíveis desta obra. A reinstalação de uma obra molda as diferentes relações entre agentes humanos e não-humanos e vice-versa, tornando este processo dinâmico e flexível.

Neste processo colaborativo e em rede, o conservador de arte contemporânea desempenha papéis como o de 'co-produtor', 'intérprete' ou 'mediador', fazendo parte de um conjunto de agentes, que incluem curador, galerista, técnicos de museu, assistentes da artista e herdeiros, e que influenciarão as diferentes iterações da obra. O conservador tem agora de gerir e dar voz a múltiplas narrativas e considerar que, na reinstalação de uma obra, há inevitavelmente, áreas cinzentas que poderão dar lugar a tomadas de decisão, que não seguem as especificações originais, ou a interpretações baseadas em anotações e/ou instruções da artista, que podem ser pouco claras.

A documentação produzida para a instalação *O desenho da menina a fugir do seu suporte* (2014) implica um processo contínuo de construção e de revisão acionado pelo momento de iteração da obra. É importante referir que a documentação de uma instalação não se baseia em simples registos de materiais e de instruções, mas sim em compreender o processo dinâmico entre os diferentes agentes e as tomadas de decisão que contribuem para a trajetória da 'vida' da obra. O processo deve ser verdadeiramente colaborativo e multidisciplinar, cruzando saberes e conhecimentos de

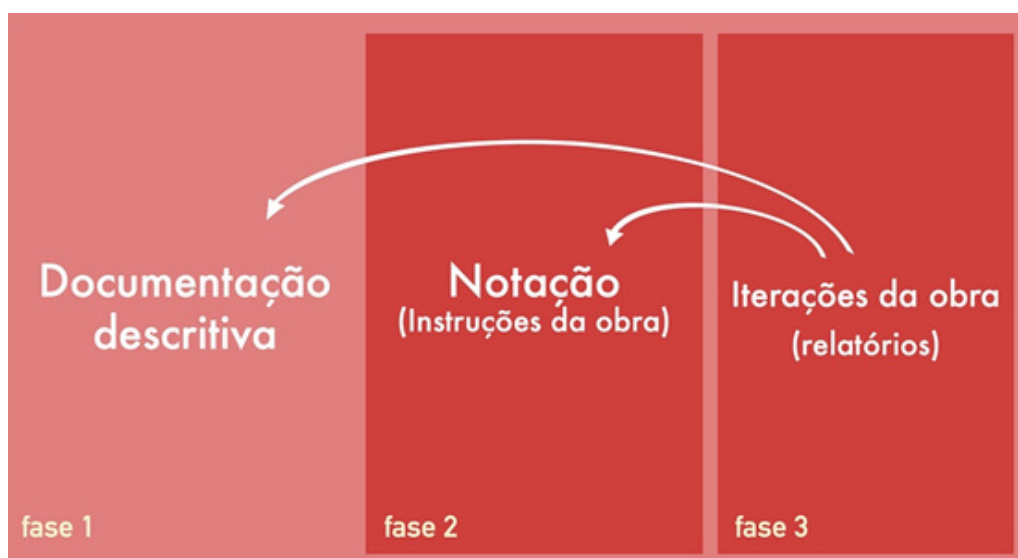


Figura 12. Esquema com os três tipos de documentação que uma instalação deve ter. Os relatórios de iteração da obra (fase 3) vão informar a documentação descritiva (fase 1) e a notação (fase 2).

diferentes áreas. Daí ser importante tornar as práticas de conservação e as tomadas de decisão visíveis, assim como fornecer informação sobre o contexto e as condições em que se realizam das diferentes iterações. Neste sentido, o objetivo da produção de documentação não será o de fixar a obra a um conjunto de regras. Pelo contrário, a documentação produzida deve ser flexível e permanecer em constante atualização, uma vez que qualquer obra que exija reinstalação vai estar sempre sujeita a adaptações e a alterações dependentes do contexto e do espaço onde irá ser exibida.

Por outro lado, em algum momento no tempo, os projetores vídeo necessários para a projeção da instalação *O desenho da menina a fugir do seu suporte* (2014) deixarão de existir ou os programas que correm os ficheiros vídeos serão atualizados ou descontinuados. A abordagem deve ser por isso flexível, uma vez que a obra estará sempre sujeita à evolução da tecnologia.

A montagem no MAAT foi um momento chave na biografia da obra e na produção de uma notação, em que se procedeu ao cruzamento de informações sobre obra e a sua trajetória, obtidas através das entrevistas realizadas e de documentação prévia, tornando possível estabelecer as propriedades da obra e reunir informação sobre a sua identidade.

A possibilidade de adaptar o espaço às necessidades da obra, a existência de uma equipa de produção com o conhecimento técnico indispensável para a montagem e a inclusão de Sílvio Teixeira, fez com que fosse possível apresentar *O desenho da menina a fugir do seu suporte* (2014) na exposição do Museu de Arte, Arquitetura e Tecnologia (MAAT).

A conservação de arte contemporânea, nomeadamente de instalações, exige um enquadramento teórico e prático diferente do paradigma aplicado à conservação de arte tradicional (a procura de um suposto estado 'original') e uma constante adaptação às necessidades e exigências de cada caso. Segundo o filósofo Boris Groys, "dadas as circunstâncias, talvez o restauro seja reconhecido como uma nova forma de arte, na qual o restaurador desempenha um papel interpretativo fundamental comparável ao que os diretores e maestros têm vindo a desempenhar desde há séculos." [17].

Agradecimentos

As autoras agradecem o apoio e a colaboração de Miguel e Paula Nery, filhos de Ana Vieira, e por criarem oportunidades de montagem das instalações da artista, permitindo o seu acompanhamento e registo escrito e visual. Um agradecimento também ao Centro de Arte Contemporânea Graça Morais, ao MAAT e aos seus técnicos por colaborem e permitirem o acesso à montagem da obra; e aos colaboradores da artista, nomeadamente a Rui Silveira e Sílvio Teixeira, por partilharam o seu conhecimento que contribuiu para uma maior compreensão da obra.

REFERÊNCIAS

1. van Saaze, V., *Installation Art and the Museum. Presentation and Conservation of Changing Artworks*, Amsterdam University Press, Amsterdam (2013).
2. Latour, B., *Science in Action: How to Follow Scientists and*

Engineers Through Society, Harvard University Press, Cambridge, MA (1987).

3. Gomes, S.; Azevedo, A. (técnico da Casa-Museu Abel Salazar), entrevista telefónica a 2018-03-07.
4. Gomes, S.; Marrinhas, L.; Bruno, M. (curadora da exposição "Identidades: Variáveis convergentes" na Casa-Museu Abel Salazar), entrevista via Skype a 2017-10-28.
5. Gomes, S.; Teixeira, S. (editor de vídeo), entrevista presencial realizada no MAAT (durante a instalação da obra *O desenho da menina a fugir do seu suporte*) a 2019-09-05.
6. van de Vall, R.; Hölling, H.; Scholte, T.; Stigter, S., 'Reflections on a biographical approach to contemporary art conservation', in *Proceedings of ICOM-CC 16th Triennial Conference*, Lisbon, 19-23 September 2011 (2011).
7. van Saaze, V., 'From intention to interaction - Reframing the artist's interview in conservation research', in *Art d'aujourd'hui, patrimoine de demain - conservation - restauration des œuvres contemporaines*, SFIIC, Paris (2009) 20-28.
8. Gomes, S.; Plácido, A. (fotógrafo e amigo próximo de Ana Vieira), entrevista presencial num café no Porto a 2017-07-25.
9. Gomes, S.; Silveira, R. (editor de vídeo), entrevista via Skype a 2019-10-04.
10. Gomes, S.; Costa, J. (diretor do Centro de Arte Contemporânea Graça Morais), entrevista via Skype a 2017-11-23.
11. Bruno, M., 'Um conceito Itinerante, Três Exposições, Três Experiências: Laboratório de História de Arte', dissertação de doutoramento, Departamento de Ciências e Técnicas do Património, Universidade do Porto, Porto (2017).
12. Gomes, S.; Nery, M. (filho de Ana Vieira), entrevista via Skype, a 2018-03-06.
13. Gomes, S.; Elbert, M. (produtor e curador da exposição na Galeria Graça Brandão, em 2014), entrevista via e-mail, respostas escritas pelo entrevistado e enviadas por e-mail a 2018-06-07.
14. Nogueira, A.; Macedo, R.; Pires, I., 'Where contemporary art and contemporary music preservation practices meet: The case of Salt Itinerary', *Studies in Conservation* 61(Sup 2) (2016) 153-159, <https://doi.org/10.1080/00393630.2016.1188251>.
15. Phillips, J., 'Reporting iterations. A documentation model for time-based media art', *Revista de História da Arte*, série W, 4 (2015) 169-179, <http://revistaharte.fch.unl.pt/rhaw4/RHAW4.pdf> (acesso em 2017-05-25).
16. Lawson, L.; Finbow, A.; Marçal, H., 'Developing a strategy for the conservation of performance-based artworks at Tate', *Journal of the Institute of Conservation* 42(2) (2019) 114-134, <https://doi.org/10.1080/19455224.2019.1604396>.
17. Groys, B., 'The Restoration of Destruction', *Witte de With Cahier* 4 (1996) 155-160.

RECEBIDO: 2020.9.30

REVISTO: 2021.3.21

ACEITE: 2021.4.23

ONLINE: 2021.5.22



Licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional. Para ver uma cópia desta licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.pt>.

A utilização de impressão 3D em portas centenárias do Espaço Comum Luiz Estrela: intervenções contemporâneas em bens integrados

The use of 3D printing in centenary doors of the “Espaço Comum Luiz Estrela”: contemporary interventions in integrated goods

CIRO JR MARTINS
RIBEIRO^{1,*}
NATTALIA BOM
CONSELHO
MAURÍCIO²
TATIANA DUARTE
PENNA³
VANESSA TAVEIRA
DE SOUZA¹

1. Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável – Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil
2. Pesquisadora independente, Brasil
3. Programa de Pós-Graduação em Artes – Escola de Belas Artes da Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil
* ciromartinsarq@gmail.com

Resumo

O artigo trata de formas de intervenções contemporâneas em bens integrados a partir da utilização de peças produzidas em impressão 3D para substituição de partes faltantes. Neste caso, elas foram usadas em portas de madeira, pertencentes ao Espaço Comum Luiz Estrela, uma edificação eclética do início do século XX em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. Abandonada pelo Estado, a edificação é ocupada por um coletivo de artistas que propõe a criação de um espaço cultural autogestionável. As portas da fachada frontal, originais da sua construção, encontravam-se bastante danificadas e foram escolhidas para dar início às obras de restauração, pois representavam a ressignificação desse espaço: um espaço comum, aberto a todos. Buscou-se através das intervenções pontuais nas portas, experimentar novas tecnologias que suprissem a falta de mão de obra especializada em madeira. Consequentemente, gerou-se uma estética contemporânea em um elemento centenário, além da economia de materiais e tempo durante a restauração.

Abstract

This paper presents forms of contemporary interventions in integrated goods based on 3D printing pieces to replace missing parts. In this specific case, they were used on wooden doors, belonging to the “Espaço Comum Luiz Estrela”, an eclectic building from the beginning of the 20th century in Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. Abandoned by the State, the building has been occupied by a collective of artists who propose the creation of a self-managed cultural space. The original front facade doors, which were quite damaged were chosen to start the restoration, because they represent the resignification of this space: a common space, open to all. Through the doors’ interventions, new technologies were used to supply the lack of specialized wood labor. Consequently, a contemporary aesthetic has been generated in a century-old element, in addition to saving materials and time during its restoration process.

PALAVRAS-CHAVE

Impressão 3D
Bens integrados
Intervenções
contemporâneas
Espaço Comum Luiz
Estrela

KEYWORDS

3D printing
Integrated goods
Contemporary
interventions
Espaço Comum Luiz
Estrela

Um breve histórico da edificação: usos e abandonos

O Espaço Comum Luiz Estrela abrigou o primeiro Hospital Militar de Belo Horizonte, e posteriormente recebeu outros usos similares até permanecer fechado e abandonado por um período de 18 anos [1]. Essa edificação eclética, que está localizada no Bairro Santa Efigênia, guarda em suas ruínas a história de seus vários usos, marcas e registros de seu abandono. Na madrugada do dia 26 de outubro de 2013, um grupo de artistas, ativistas e educadores, viram nessa edificação a possibilidade de se criar um espaço autogestionável que abrigasse diversas atividades culturais, um espaço comum a todos, gerido por pessoas que acreditam que o patrimônio quando abandonado pelo poder público deve ser ocupado pelos cidadãos comuns. Após a ocupação desse espaço, foi requisitada sua concessão por parte da sociedade civil, que passou a chamá-lo de Espaço Comum Luiz Estrela. O nome escolhido presta homenagem ao artista de rua e ativista Luiz Estrela, encontrado morto em 2013 após manifestações populares ocorridas na cidade de Belo Horizonte causadas pela insatisfação com a política vigente no Brasil. O grupo encenou uma peça teatral em frente a edificação objetivando a entrada no imóvel de maneira reservada, configurando assim, sua ocupação.

Seu uso inicial como Hospital Militar, foi inaugurado em 1914, e após 33 anos de atividades, foi transferido para outra edificação de maior porte. A edificação passa então a abrigar o Hospital de Neuropsiquiatria Infantil (HNPI), juntamente com o Instituto de Psicopedagogia.

Em 1980, o HNPI fechou as suas portas. Na edificação passa a funcionar o Centro Psicopedagógico (CPP), em uma fusão com o HNPI, com atendimentos e internações de crianças com déficit de aprendizagem. No ano de 1990, as crianças internas do CPP são transferidas para o CEPAI (Centro Psíquico da Adolescência e Infância), localizado no mesmo quarteirão da edificação. Posteriormente, passa a abrigar a Escola Estadual Yolanda Martins, também para crianças portadoras de distúrbios mentais e com déficits de aprendizagem. Em 1994, a edificação é tombada a nível municipal pela atual Diretoria de Patrimônio Cultural e Arquivo Público (DPCA) e passa a fazer parte do Conjunto Urbano da Praça Floriano Peixoto e Adjacências de Belo Horizonte, tendo como principal diretriz de tombamento, a preservação da fachada e volumes da edificação. Um ano depois, após vistoria do Corpo de Bombeiros, sua estrutura foi condenada e a edificação interditada, iniciando assim o processo de abandono, entre 1995 a 2013 [1].

Após a ocupação do imóvel pelo coletivo em 2013, vários núcleos foram criados e o espaço passou a ser gerido através de assembleias abertas ao público, iniciando assim o processo de restauração da edificação, solicitado pelo Estado de Minas Gerais como contrapartida à concessão do imóvel. A concepção dos núcleos de autogestão do espaço, têm como objetivo distribuir, responsabilizar e efetivar ações que deveriam ser executadas tanto interna como externamente, objetivando a manutenção, estruturação e restauração do agora denominado casarão do Espaço Comum Luiz Estrela. Os núcleos criados foram os de Memória e Patrimônio, Teatro, Audiovisual, Comunicação, Permacultura, Música e Legal (Figura 1).



Figura 1. Fachada frontal da edificação à época de sua ocupação (2013) (foto: Priscila Musa).

Assim, o processo de restauração da edificação foi iniciado. A primeira etapa realizada pelo Núcleo de Memória e Patrimônio foi o levantamento arquitetônico e o diagnóstico do estado de conservação do casarão. Em seguida foi elaborado o Projeto Executivo de Restauração e Adaptação ao Novo Uso da Edificação, posteriormente apresentado e aprovado em agosto de 2015 pela DPCA.

As principais premissas que nortearam o projeto foram: a manutenção das camadas históricas e estéticas, incluindo rastros de abandono e manutenção do que foi arruinado; mínima intervenção, porém, garantindo a estabilização da estrutura, danos e patologias, sem que os rastros fossem apagados; conformação de espaços que pudessem abrigar uma mutabilidade constante de coletivos e usos; e realização de intervenções executadas pelos próprios coletivos, também aberta à comunidade civil em geral.

Com o projeto aprovado pela DPCA em outubro de 2015, esse foi submetido ao Fundo Estadual de Cultura do Estado de Minas Gerais (FEC), possibilitando que o casarão recebesse o primeiro recurso para o início das obras de restauro. Foi então realizada a consolidação estrutural como um todo da edificação e a restauração do telhado frontal, em estrutura de madeira e telhas cerâmicas, tipo francesas.

Com auxílio de parte deste recurso, em maio de 2017, constituiu-se um ateliê de restauro dos bens integrados, mais especificamente para a restauração das portas frontais, em madeira, da edificação. Coordenado por duas restauradoras formadas pelo Centro de Conservação e Restauração de Bens Móveis (CECOR) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), e uma equipe de execução composta por arquitetos, engenheiros, historiadores, restauradores, designers, artistas plásticos e estudantes de diversas áreas, iniciaram-se os trabalhos.

Importante frisar que esse foi o primeiro de muitos recursos aprovados para o Espaço Comum Luiz Estrela, que possibilitaram e possibilitam diversas etapas de restauração, garantindo assim que a edificação possa abrigar seu uso cultural pretendido e contar, a partir de sua matéria, a história que hospedou.

Após a constituição do ateliê de restauro foram realizadas as ações iniciais de levantamento e desenho arquitetônico de alguns ambientes da edificação, registros fotográficos, mapeamento de danos, abertura de janelas de prospecção em janelas, portas e paredes, análise do estado de conservação e definição da proposta de tratamento de alguns dos seus bens integrados.

A metodologia de restauração das portas foi definida pelos conservadores e restauradores, juntamente com os membros do Núcleo de Memória e Patrimônio, inicialmente com a limpeza das portas, a realização de janelas de prospecção e dos testes de remoção de repinturas, a definição dos tratamentos das rachaduras e consolidação do suporte e a recomposição de partes faltantes. Todos esses tratamentos foram executados levando-se em consideração a manutenção de marcas e traços deixados pelo tempo, a mínima

intervenção e a execução dos trabalhos pelos membros do coletivo. Com exceção da recomposição das partes faltantes, nas quais escolhemos o uso de próteses executadas em impressoras 3D como alternativa de substituição das peças faltantes. Consideramos a utilização do 3D como alternativa contemporânea de restauração, além do fato de termos realizado uma parceria com o Laboratório do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) de Belo Horizonte, que disponibiliza tanto o seu maquinário, quanto os materiais necessários para esse processo.

Nesse momento, foi realizado um mapeamento específico com a finalidade de identificação das peças faltantes das portas, com desenhos, dimensões e características, a partir de referências das peças remanescentes. Essas, foram objeto de modelagem tridimensional, realizada no software Sketchup e geraram arquivos legíveis pela impressora 3D. Posteriormente, após sua produção, foram fixadas no suporte original das portas através do sistema de cavilhas de madeira e a utilização de adesivos. Sobre elas, após testes de aplicação, também foi aplicado uma camada de resina objetivando proteger as próteses da ação do tempo. Após dois anos de restauro, as portas do casarão foram finalmente instaladas e são monitoradas constantemente.

Discussão teórica: intervenções contemporâneas

A restauração é uma atividade que implica uma série de fatores técnicos, sociais, econômicos e culturais que devem ser analisados. A decisão sobre o que restaurar e como restaurar importa em realizar eleições, todas elas vinculadas a esses fatores. Muitas ações de restauração praticadas podem ser adaptadas aos novos objetos, novos gostos e necessidades e variam de acordo com a época em que foram executadas. Na contemporaneidade, novos materiais surgem e trazem a possibilidade de realizar intervenções com materiais não tradicionais.

Diante desse novo tempo, Munõz Vinãs, faz algumas reflexões sobre os conceitos clássicos da teoria do restauro que para o autor tornaram-se limitados em relação a prática contemporânea da restauração [2]. O aparecimento de novos materiais, a variedade de objetos tratados, os vários significados, a ampliação dos conceitos de bens culturais, necessitam de novas possibilidades de intervenção.

Tomemos alguns critérios da teoria de Cesare Brandi [3] que permeiam as decisões de restauro e onde se encontram presentes dois axiomas importantes de reflexão. Os dois axiomas de Cesari Brandi se referem: o primeiro a matéria, isto é, “restaura-se somente a matéria da obra de arte” e o segundo ao restabelecimento da “unidade potencial da obra de arte”. Para o autor, a restauração se dirige à matéria e, portanto, aos materiais constitutivos do objeto, a distinção dos materiais originais e superpostos, e a avaliação de como esses têm se mantido ou alterado no processo temporal. O restabelecimento da unidade potencial da obra, deve levar em

consideração as instâncias estéticas e históricas, evitando assim a criação de um falso histórico ou um falso artístico, sem que haja alteração visual do objeto. Dentro desses axiomas, encontramos então os critérios de reversibilidade, o de mínima intervenção e a distinguibilidade.

Reversibilidade quer dizer sobre determinados processos de restauração serem revertidos ao estado anterior. No restauro, quaisquer materiais incorporados à obra têm que ter qualidade e devem ser passíveis de remoção, caso seja necessário. Ora, sabemos hoje, que vários procedimentos e usos de materiais não permitem que sejam removidos totalmente, somente parcialmente, portanto essa reversibilidade passa a ser questionada. Em alguns casos, como por exemplo, na utilização de consolidantes sobre suportes de madeira ou na aplicação de novos vernizes sobre vernizes antigos removidos, a sua eliminação total torna-se impossível, uma vez que, quando aplicados, penetram nas camadas mais profundas do suporte, conforme em Munõz Vinãs [2]. Ainda citando o autor, esse critério de reversibilidade na aplicação prática do restauro se torna difícil. O que se espera realmente é que, caso seja necessário, o material colocado sobre a obra possa ser removido ou substituído por outro sem que cause danos ao original.

Paralelamente a esse critério surge outro que é o da retratabilidade, que foi sugerido por Appelbaun 1987, conforme também em Munõz Vinãs [2]. Esse está relacionado à possibilidade da obra ou objeto a passar por outra intervenção, levando-se em consideração sua adequação estética e a compatibilidade física e química, durante e/ou no final do tratamento. E mais, também indica, que as intervenções mantenham a legibilidade e a imagem criada pelo artista, além de assegurar que as alterações e os tratamentos sejam mínimos possíveis. Esse critério anterior dialoga com o da mínima intervenção, o qual estabelece que a restauração deve ser feita de modo a não modificar o aspecto da obra ou do monumento, tanto no que se refere a sua autenticidade histórica, estética, dos materiais compositivos e dos processos construtivos. Porém, o uso de técnicas e materiais novos devem ser compatíveis com os do uso original, em suas características físicas, químicas e mecânicas, atendendo ao princípio de distinguibilidade, isto é, devem ser facilmente reconhecíveis e ter a marca do seu tempo. Por isso, se entende comumente que, as marcas do tempo estão relacionadas à diferença de materiais aplicados em cada época.

Considerando o que foi anteriormente referido, as intervenções em impressão 3D realizadas nas portas do Espaço Comum Luiz Estrela em Belo Horizonte, são justificadas e viáveis, porque foram feitas de acordo com uma realidade muito singular desse espaço, que é a participação dos seus membros e comunidade civil na reflexão desses critérios e na execução dos processos de restauro, a partir da utilização de materiais que são compatíveis com a condição econômica do local.

Durante a execução das próteses em 3D para algumas partes das portas, frisos e molduras, contamos com a parceria do Laboratório Aberto do SENAI, o que nos permitiu experimentar um novo material compatível com o material original, no que diz respeito: à durabilidade e resistência à ação do tempo. Essas características são citadas pelo uso industrial deste material no Laboratório Aberto do SENAI, mas os registros científicos sobre essas características não foram acessados no momento da escolha de seu uso. Por isso, enfatizamos sua durabilidade e resistência temporal através da experiência do “laboratório do tempo” de um ano após o seu uso nas portas do Espaço Comum Luiz Estrela. A possibilidade de adaptar as próteses em 3D para o uso de pinos em madeira que se encaixam no suporte original, também em madeira – permitiu o cumprimento de nosso objetivo de compatibilizar o trabalho entre os dois tipos de materiais, provocando também menor impacto possível no suporte original. Além disso, tendo em vista a disponibilidade desse material pelo SENAI, sem custos para a ocupação, gerou a possibilidade de concretização da restauração desse bem integrado, já que houve a falta de mão de obra especializada em madeira, como as de marcenaria.

Os critérios de retratabilidade, reversibilidade e distinguibilidade foram considerados na utilização dos materiais de impressão 3D para o restauro pontual das portas, o que permite a legibilidade da intervenção em sua totalidade. Segundo Munõz Vinãs a legibilidade ou ilegibilidade de uma intervenção não depende tão somente daquilo que se pretende dar a ler, mas sim da capacidade de leitura do espectador [2]. Objetivamente, qualquer intervenção que se faça em uma obra ou edificação transmite uma mensagem determinada. A mensagem a que se propõe o Núcleo de Memória e Patrimônio é de que intervenções de restauro devem seguir os preceitos da teoria de restauro, porém adaptadas ao momento e à realidade daquele patrimônio, um patrimônio ocupado pela sociedade civil e gerido por um coletivo. Considera-se assim, que a unidade de leitura potencial do bem integrado a partir dos registros da intervenção contemporânea, foi recuperada com o respeito a esses critérios. As cores pontuadas nas próteses foram escolhidas de acordo com a disponibilidade dos materiais do SENAI e levando em consideração a identidade visual do Espaço Comum Luiz Estrela, não sendo adotado sua integração cromática.

O processo de restauro: a substituição dos elementos

O Núcleo de Memória e Restauro definiu as portas centenárias do Espaço Comum Luiz Estrela como bens integrados ao patrimônio, considerando para isso suas características de pertencimento à arquitetura. Como definiu Lygia Costa:

[...] aos bens integrados, que assim chamamos pelo fato de, por origem,

integrarem-se ao corpo da arquitetura de tal forma que seu deslocamento provoca extração, violação e a ruptura dessa ligação íntima - tais como pinturas de forro ou murais, retábulos ou fragmentos de talha, nichos, lavabos, painéis de azulejos [4].

Visando o resgate desses bens integrados, que ora encontravam-se em risco, uma vez que a edificação apresentava ameaça de desabamento, as portas foram removidas, em determinação pela DPCA (na época DIPC), logo após a cessão de uso para os membros do Espaço Comum

Luiz Estrela, em 2013. Armazenadas sobre o chão, em um cômodo escorado dessa edificação, ali permaneceram por quase quatro anos (Figura 2).

As portas são originais da época de sua construção, apresentam suporte em madeira maciça – tipo peroba do campo e peroba rosa – sendo as do meio, em quatro folhas sanfonadas, tipo camarão, almofadadas e com frisos, além de talhas na parte superior, com detalhes de ornamentação em folhagens. As portas laterais apresentam o mesmo suporte, em duas folhas de abrir, tipo giro, com características de composição e ornamentação similares às das centrais (Figura 3).



Figura 2. Remoção e armazenamento das portas da fachada frontal no casarão (2013) (foto: Priscila Musa).



Figura 3. Tipos de portas presentes na fachada frontal do Casarão (2013) (foto: Priscila Musa).



Figura 4. Perdas de partes do suporte por golpe mecânico (2017) (foto: Tatiana Penna).

A restauração de todo o conjunto de portas se mostrou necessária, de forma evidente, considerando seu estado de conservação. Durante o período em que a edificação permaneceu fechada, as portas sofreram perda de partes (Figura 4), podridão (Figura 5) por excesso de umidade, ruptura do suporte por golpe mecânico, além de várias camadas de pinturas sobrepostas que interferiam na leitura de seus ornamentos (Figura 6).

Em 2017, definiu-se a forma de trabalho para o restauro das portas, que foi o de oficina, onde o Núcleo de Memória e Patrimônio abriu a participação à comunidade e propôs um processo aberto, voluntário e que envolvesse aprendizado – denominado ateliê de restauro. Os insumos e equipamentos utilizados no ateliê foram inicialmente adquiridos com parte do recurso do Fundo Estadual de Cultura - FEC promovido pelo Governo de Minas Gerais, ou através de financiamento coletivo, ou por doação dos próprios membros do coletivo.

Diante da falta de alguns elementos ornamentais que compunham as portas, consequência do uso e da ação do tempo sobre a edificação, e posteriormente pelo fechamento inadequado das portas com correntes de aço, realizado durante o período em que o imóvel permaneceu fechado, o ateliê de restauro encontrou um impasse: como executar a restauração desses bens integrados levando-se em consideração a realidade financeira da ocupação e os critérios técnicos de conservação e restauro?



Figura 5. Podridão de partes do suporte existentes em sua parte inferior (2013) (foto: Tatiana Penna).



Figura 6. Pinturas sobrepostas nas portas prejudicando a leitura de seus ornamentos (2017) (foto: Tatiana Penna).

A solução para este impasse foi sugerida, discutida e aprovada pelo Núcleo de Memória e Patrimônio, que decidiu por utilizar como complementação das partes faltantes, peças fabricadas por impressão 3D. Tal solução resolveria os aspectos pontuados, pois se trataria de uma intervenção que utilizaria das tecnologias atuais para facilitar a reprodução das peças – com formas curvas em sua geometria. O fato de utilizarmos as próteses em 3D deixaria claro a intervenção realizada dado a diferença das peças originais presentes, além de permitir a retirada ou até mesmo a sua futura substituição, caso necessário.

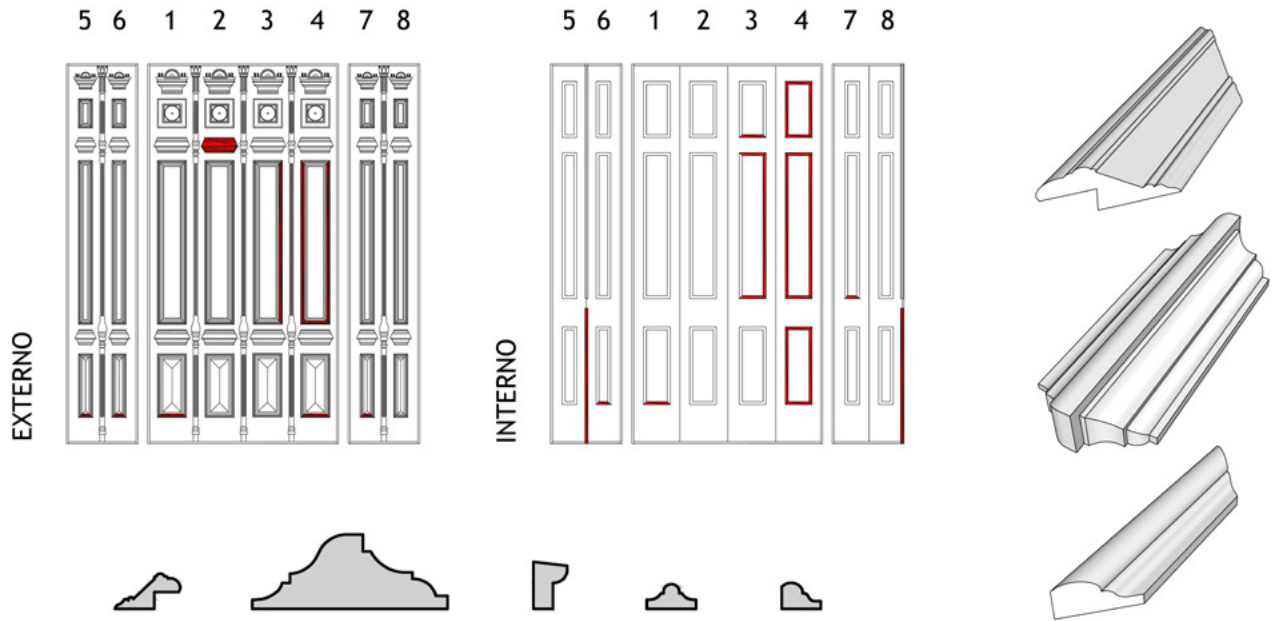


Figura 7. Montagem representativa do mapeamento específico indicando os pontos de perda nas portas em suas faces externa e interna, aliada às seções dos perfis e modelagem tridimensional das peças faltantes (elaborado por Ciro Martins).

Nesse mesmo período, o Espaço Comum Luiz Estrela recebeu um convite para realizar uma parceria com o Laboratório Aberto do Centro de Inovação e Tecnologia (CIT) do (SENAI) pertencente a Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG), que ofereceu equipamento e material para a impressão de peças em 3D. Esse convite facilitou o processo de decisão da utilização das próteses uma vez que não haveria custos para o coletivo e por ser uma alternativa de restauração que veio de encontro a filosofia do coletivo de que se pode criar através de outras formas de ocupação, uma nova história e novos usos para essa edificação.

Assim a equipe de restauração realizou os trabalhos de mapeamento específico que indicou os pontos de perdas, medição e desenho da geometria das peças e modelagem tridimensional no *software* Trimble Sketchup (Figura 7). A utilização de tal *software*, se deu pela familiaridade dos integrantes do grupo com o mesmo e pela simplicidade de modelagem geométrica das peças que iriam ser fabricadas. Para o trabalho de impressão algumas decisões foram tomadas: a primeira delas foi a escolha entre materiais disponíveis no Laboratório Aberto: ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno) e PLA (Ácido Polilático). A opção final foi o uso do ABS tanto por algumas diferenças entre os materiais como cita Marcos Besko et al., o ABS possui melhor resistência mecânica e à variação de temperaturas e o PLA é mais quebradiço [5]. Também por motivos práticos do Laboratório Aberto, que utiliza impressora que tem o ABS unicamente como material compatível (Makerbot Replicator 2X). Marley Assis [6] disse que, a impressora utilizada atua com tecnologia FMD (Fused Deposition Modeling) que

funde, utilizando de uma cabeça de impressão, materiais plásticos e cria filamentos finos que são depositados de forma sobreposta em um plano de base até a consolidação do produto final. Não foram cogitadas outras formas de reprodução das próteses além da impressão 3D, devido ao intercâmbio junto ao Laboratório do SENAI, que já nos ofereceu diretamente essa opção, mediante sua experiência e familiaridade com os softwares empregados em seu processo. Assim as formas tradicionais e a CNC foram desconsideradas e por isso não conseguimos estabelecer vantagens e desvantagens entres essas três formas de impressão existentes.

A decisão consecutiva a ser tomada teve relação com a demarcação estética da intervenção, considerando a identidade visual já existente no Espaço Comum Luiz Estrela, assim foram escolhidas as cores dos filamentos utilizados para a impressão. As que foram aplicadas são as: roxo, rosa (Figura 8) e bordô; e essas seriam distribuídas aleatoriamente no mapeamento geral das portas, e conforme disponibilidade de materiais do (SENAI). Optou-se também por sua não cromaticidade posterior, como forma de distinguir as intervenções realizadas.

Outra decisão tomada, volta um pouco na cronologia dos fatos relatados para um momento anterior à modelagem, onde houveram discussões sobre o método a ser utilizado na fixação das novas peças de plástico nos suportes de madeira. Dentre várias opções de como trabalhar a mecânica de encaixes (em sua maioria descartadas pelas probabilidades de danos desnecessários às portas) a escolhida foi o uso de cavilhas de madeira por maior compatibilização com o suporte, menor intervenção e assegurar o posicionamento e

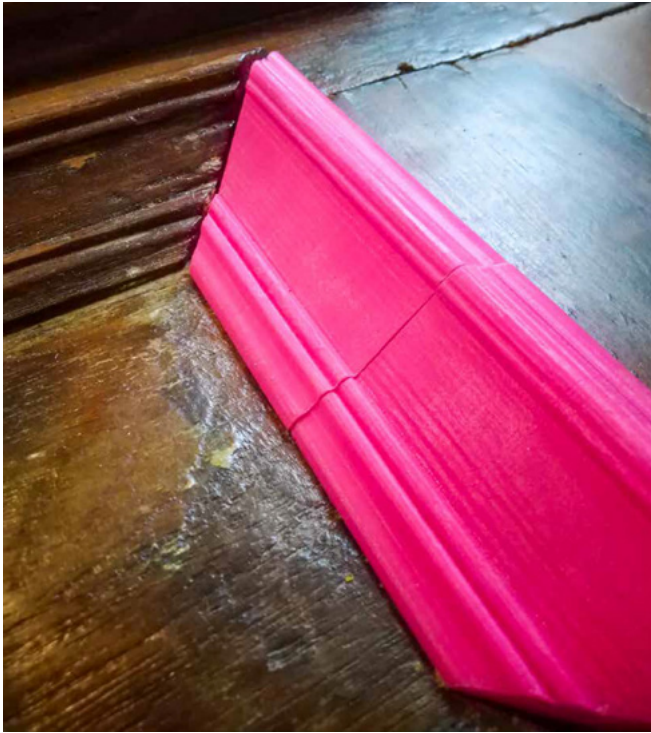


Figura 8. Primeira peça instalada, de cor rosa, ainda sem resina aplicada (foto: Tatiana Penna).



Figura 9. Fixação das cavilhas de madeira na prótese em 3D (foto: Ciro Martins).

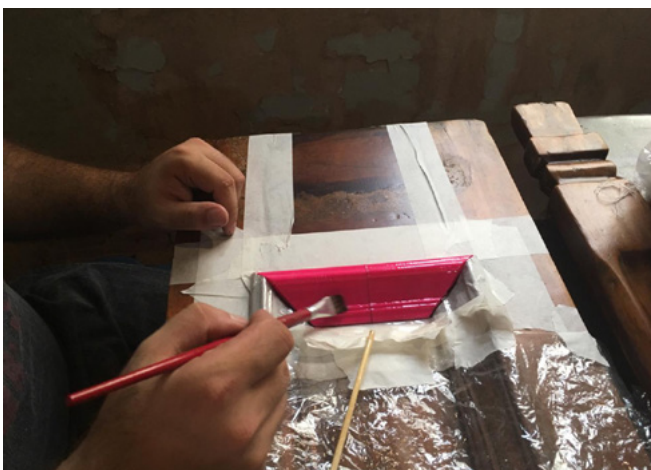


Figura 10. Aplicação de resina epóxi sobre prótese em 3D (foto: Tatiana Penna).

estabilização da prótese em 3D. Associado a essa intervenção foi aplicado posteriormente resina epóxi, sobre a prótese em 3D que traria maior proteção ao plástico.

As próteses foram adaptadas e modeladas com orifícios no verso, que receberam metade do comprimento das cavilhas de madeira de 6 mm de diâmetro. O encaixe da outra metade foi feito nos suportes de madeira maciça, após perfuração com furadeira, conforme figura abaixo (Figura 9).

O uso da resina epóxi para vedação e acabamento das peças em 3D foi sugerido por profissional de design de produtos, membro da equipe, com experiência em uso de resinas de bases diversas, que foi acatado pelo Núcleo de Memória e Patrimônio e pelas coordenadoras de restauro, após a realização de testes. A vedação dos vãos entre a prótese em 3D e a madeira original se fez necessária devido ao fato delas ficarem expostas às intempéries (Figura 10) Havia também uma preocupação com relação a remoção mecânica das próteses pelos transeuntes. Esta mesma resina foi utilizada nas consolidações de suporte realizadas anteriormente e no tratamento de consolidação estrutural de podridões pontuais. Portanto, além da disponibilidade imediata do material, a equipe e a coordenação consideraram que a utilização desse material seria viável e traria bons resultados na reposição das partes faltantes.

Os primeiros testes de impressão e fixação foram feitos com peças menores, localizadas em regiões de menor visibilidade e impacto visual. Nestas duas situações de complementação e proteção das próteses em 3D, houve uma variação na composição da resina, com finalidade de teste. No primeiro teste a resina foi aplicada de forma pura (somente a mistura com catalisador) sobre a prótese, e no segundo teste foi aplicado nos vãos entre a prótese e o suporte original, resina acrescida de pó de serragem – em proporção aproximada de 3:1 (Figura 11).



Figura 11. Registro do segundo teste: aplicação de resina sobre prótese com adição de pó de serragem nos vãos do seu entorno (foto: Tatiana Penna).



Figura 12. Parte da fachada frontal da edificação com as portas restauradas (2021) (foto: Ciro Martins).

Os resultados dos testes foram similares em grau de dificuldade de manuseio e ductilidade da resina, porém apresentaram estéticas diferentes, onde a resina pura se mostrou com maior translucidez e uniformidade na superfície e menor impacto visual sobre as próteses, características mais condizentes com o resultado esperado. Com os primeiros testes efetuados, optamos por aplicar uma camada de resina sobre as próteses em 3D e complementar as laterais dos vãos das próteses evitando assim que elas fossem removidas mecanicamente. Havendo apresentado bons resultados, confirmou-se a continuidade do uso de tais métodos para todas as instalações.

O processo de impressão das peças contou com dezenas de testes e impressões definitivas, todos feitos com material, equipamento e mão de obra de suporte técnico do Laboratório Aberto do SENAI e acompanhamento da equipe do ateliê de restauro. Depois desse processo de testes as próteses foram executadas e após seu tempo de cura, as portas foram finalmente instaladas (Figuras 12 e 13), por profissionais especializados em bens tombados pelo patrimônio.

Considerações Finais

Após um ano da instalação das portas contendo parcialmente as próteses em impressão 3D, podemos observar a efetiva durabilidade, resistência dos materiais de intervenção e como as suas cores e formas se integram aos bens integrados. Registramos, que somente em uma peça do seu verso, utilizada como batente, onde seu uso necessita de força mecânica maior, foi notado na mesma perda pontuais, abrasões, danos na camada superficial e o esmaecimento da cor.

Voltando ao início da discussão teórica, quando dizemos que toda restauração é feita após eleições técnicas objetivas, porém, algumas vezes subjetivas, e que todas elas têm um impacto sobre o objeto, podemos inicialmente refletir que: no Espaço Comum Luiz Estrela, essas eleições levaram em



Figura 13. Parte inferior das portas laterais esquerdas com próteses instaladas (2019) (foto: Tatiana Penna).

consideração todos os critérios técnicos de restauração já citados anteriormente. Para tal, utilizou-se de materiais compatíveis com os do suporte, que possibilitam a realização de outra intervenção futura por serem próteses facilmente substituíveis. E mais, permitiu a utilização de um material contemporâneo, diferente do original, não prejudicando a leitura total dos bens integrados.

Ressaltamos que Munõz Viñas argumenta que restaura-se para as pessoas e não para os objetos [2]. Restaura-se para quem usufrui desse objeto, para quem esse objeto significa algo, e para quem esse objeto possui um significado simbólico ou de documento. A ocupação do Espaço Comum Luiz Estrela busca sua ressignificação através da criação de um espaço cultural, aberto a todos, autogestionável, que contenha os vestígios e marcas acumulados ao longo da sua história, porém, com outros significados de fruição para esse coletivo. As eleições subjetivas ou não, levam em conta o contexto em que esses objetos estão inseridos, suas condições de execução e, portanto, são dinâmicas e sujeitas a se modificarem ao longo de sua existência.

Agradecimentos

Agradecemos aos membros do Espaço Comum Luiz Estrela em viabilizar o ateliê de restauração destinado aos bens integrados, agradecemos especialmente aos integrantes do Núcleo de Memória e Patrimônio que nos apoiaram diretamente durante todo o processo de execução das intervenções de restauro. Felicitamos a toda equipe do ateliê e finalmente registramos, que a impressão das peças em 3D, somente foi possível devido a estreita parceria estabelecida junto ao Laboratório Aberto do SENAI/FIEMG, para o qual também deixamos os nossos profundos agradecimentos.

REFERÊNCIAS

1. Estrela, E. C. L., *Patrimônio em Processo: Restauração do Espaço Comum Luiz Estrela*, Projeto de Restauração do Espaço Comum Luiz Estrela, Belo Horizonte, Minas Gerais (2015), 1-248, https://www.academia.edu/26733171/Projeto_de_Restaura%C3%A7%C3%A3o_Espa%C3%A7o_Comum_Luiz_Estrela.

2. Vinãs, S. M., *Teoría contemporánea de la restauración*, Editorial Síntesis, Madrid (2004).
3. Brandi, C., *Teoria da Restauração*, Trad. B. M. Kühl, Cotia - Ateliê Editorial, Coleção Artes & Ofícios, São Paulo (2008).
4. Costa, L. M. C. da, 'A defesa do patrimônio cultural móvel', *Revista do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN)* **22** (1987) 146-153.
5. Besko, M.; Bilyk, C.; Sieben, P. G., 'Aspectos técnicos e nocivos dos principais filamentos usados em impressão 3D', *Revista Gestão, Tecnologia e Inovação* **1**(3), (2017) 9-18.
6. Assis, M. A. P. de, *Impressão 3D, modelos de negócios e os novos cenários para a propriedade intelectual*, Dissertação de mestrado, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte (2018).

RECEBIDO: 2020.9.29

REVISTO: 2021.2.16

ACEITE: 2021.4.20

ONLINE: 2021.7.20



Licenciado sob uma Licença Creative Commons
Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.
Para ver uma cópia desta licença, visite
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.pt>.

Desafios na conservação e restauro de bandeiras processionais – um caso de estudo

Challenges in the conservation and restoration of processional banners – a case study

ANA RITA DIAS¹
ANA BIDARRA^{2,3,4*}
PEDRO ANTUNES⁴

1. Instituto Politécnico de Tomar – Tomar, Portugal
2. Techn&Art – Centro de Tecnologia, Restauro e Valorização das Artes – Instituto Politécnico de Tomar, Portugal
3. GeoBioTec Research Centre, Universidade de Aveiro, Portugal
4. Cinábrio – Conservação e Restauro, Portugal

* bidarra.ana@gmail.com

Resumo

As bandeiras processionais constituem-se como um dos símbolos mais recorrentes em procissões e festividades religiosas, incorporando as mesmas desde a Idade Média. Sendo estas peças compósitas e sujeitas a um constante manuseamento, apresentam, muitas vezes, um avançado grau de degradação, revelando-se um desafio a sua conservação e restauro. O caso em estudo, uma bandeira processional, presumivelmente do século XVIII, representa numa das faces, *São Miguel Arcanjo* e na outra, *Nossa Senhora do Rosário*. A intervenção foi apoiada pelo recurso a diversas técnicas de exame e análise, tais como a análise das fibras têxteis, microscopia ótica (OM), microscopia eletrónica de varrimento com espectrometria de raios X por dispersão de energia (SEM-EDS), espectrometria de fluorescência de raios X (XRF) e espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR). Os resultados obtidos permitiram obter um melhor conhecimento sobre a tecnologia de produção da obra.

Abstract

Processional banners are one of the most recurrent symbols used in processions and religious festivities, incorporating them since the Middle Age. As these pieces are composed of different materials and subjected to constant handling, they often exhibit severe degradation, posing as a challenge for its conservation and restoration. This case study is focused on a processional banner, presumably from the 18th century, depicting, on one side, Saint Michael Archangel and, on the other, Our Lady of the Rosary. The intervention was supported by several analytical techniques such as textile fibres analysis, optical microscopy (OM), scanning electron microscopy with energy dispersive spectroscopy (SEM-EDS), X-ray fluorescence spectroscopy (XRF), and Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR). The results provided a better insight on the technological features of the object.

PALAVRAS-CHAVE

Bandeira processional
Objeto compósito
Função cultural
Representações religiosas
Desafios à conservação

KEYWORDS

Processional banner
Composite object
Worship function
Religious representations
Challenges in
conservation

Bandeiras processionais – contexto geral

Na sua definição comum, uma bandeira processional resulta num panejamento levado em procissões, que exhibe uma representação religiosa associada a uma igreja ou confraria, sem um estereótipo de tamanho predefinido e fixa numa vara. De descrição semelhante, mas associada a uma irmandade religiosa específica, distinguem-se as bandeiras de confraria; estas consistem num painel rígido pintado de ambos os lados, com temas iconograficamente relacionados com a confraria. Ambas assentam sobre uma vara e são encimadas por uma cruz [1].

As bandeiras processionais são símbolos indispensáveis em procissões, incorporando as mesmas desde a Idade Média. Na sua maioria, encontram-se ligadas à Santa Casa da Misericórdia. Encabeçavam os cortejos para cerimónias fúnebres, condenados à morte e diversas festividades [2]. Os estandartes, de carácter simbólico e catequético, adornados por figuras em ambos os lados, apresentavam vários temas consoante as suas funções ou momentos específicos.

Os materiais utilizados para a realização das bandeiras são diversos, resultando muitas vezes em objetos compósitos, com características intrínsecas, por vezes incompatíveis – daqui advém a problemática da sua conservação, com especificidades de tratamento associados à própria peça. As estruturas constituem-se por armações em ferro ou em madeira, com varas do mesmo material. De uma forma geral,

os suportes das pinturas variam entre tábua, antes do século XVI, tela, a partir do século XVII, e mais recentemente, tecido. À sua estrutura são aliadas, por vezes, decorações com brocados, fitas, borlas, franjas e galões [3].

Caso prático – bandeira processional representando São Miguel Arcanjo e Nossa Senhora do Rosário

Identificação e caracterização artística

O caso em estudo retrata uma bandeira processional pertencente à Igreja Matriz de Pinheiro, concelho de Castro Daire, distrito de Viseu. Possivelmente de confraria, composta por duas telas pintadas a óleo representando *São Miguel Arcanjo* e *Nossa Senhora do Rosário*. As pinturas são emolduradas por uma estrutura de madeira policromada, cujo conjunto assenta sobre uma vara e é encimado por uma cruz (Figura 1).

Através de uma análise das características estilísticas, presume-se que as pinturas sejam do século XVIII, do estilo barroco, ainda que de uma vertente popular e efetuada por um pintor secundário. Trata-se de um barroco mais contido, sem a teatralidade característica do estilo [4]. A temática enquadra-se com a da pintura deste período na Europa, entre as quais se destaca a encomenda de temas religiosos por parte de confrarias e misericórdias [5]. Relativamente à



Figura 1. Bandeira processional antes da intervenção: a) *São Miguel Arcanjo*; b) *Nossa Senhora do Rosário*.

autoria das pinturas, presume-se que as duas telas sejam do mesmo autor, visto que se encontram na mesma estrutura, possuindo técnica e estética semelhantes. Contudo, nada se concluiu quanto à sua atribuição.

Caracterização iconográfica

Num dos lados da bandeira processional está representado *São Miguel Arcanjo* numa das suas iconografias mais completas. São Miguel é venerado desde o início da história cristã como sendo o capitão das hostes celestes, protetor da comunidade cristã e, em particular, dos soldados [6].

Neste caso específico, e como é também comum nas representações do Arcanjo São Miguel, as duas bases iconográficas sobrepõem-se. Estão presentes os atributos de guerreiro, sendo este retratado com os seus trajes militares e atributos bélicos, nomeadamente o elmo, a armadura, as sandálias e a lança; bem como de condutor dos mortos e pesador de almas através da sua balança e da representação, aos seus pés, das almas que aguardam a salvação no purgatório. As duas facetas aparecem interligadas como forma de consciencialização dos crentes: em parte, para promover a mudança de atitude perante a morte e o Juízo Final e, por outro lado, como testemunho da importância da proteção militar, ideais que tiveram impacto na população durante a Idade Média [7].

No lado oposto, encontra-se representado um tema mariano onde, ao centro, se visualiza Nossa Senhora com o Menino ao colo, segurando um rosário na mão direita. O Menino segura um rosário na sua mão esquerda. Ambos se encontram rodeados por querubins alados, reforçando a ligação com o divino e criando uma atmosfera celestial. O rosário consiste no atributo pessoal de Nossa Senhora do Rosário, remetendo para o episódio em que a Virgem entrega um rosário a São Domingos de modo a contar as preces para a sua salvação [8].

Materiais e técnicas – Estudo laboratorial

A peça em estudo é composta pela conjugação de tela e madeira, unidas a fim de criar um conjunto tridimensional. Para a análise dos materiais e das técnicas utilizadas,

recorreu-se à análise de fibras têxteis, microscopia ótica (OM), microscopia eletrónica de varrimento com espectrometria de raios X por dispersão de energia (SEM-EDS), espectrometria de fluorescência de raios X (XRF) e espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR). As amostras foram retiradas em zonas de lacuna, tendo sido selecionadas de acordo com a sua representatividade. Foram recolhidas cinco amostras nas pinturas, duas na pintura de *São Miguel Arcanjo* e três na pintura de *Nossa Senhora do Rosário* (Figura 2). Na moldura, recolheram-se três amostras (Figura 3).

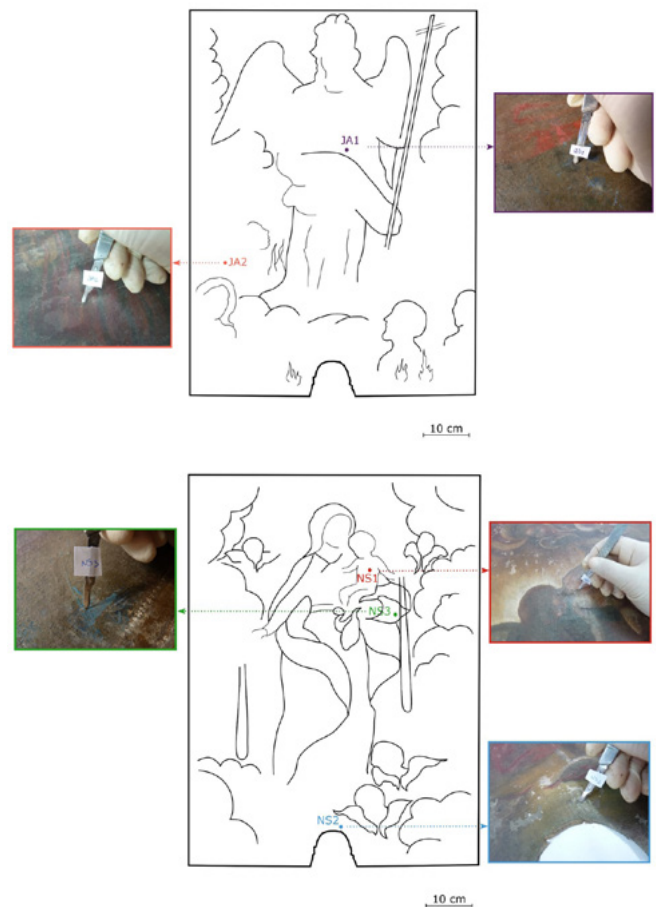


Figura 2. Locais de recolha de amostras nas pinturas *São Miguel Arcanjo* e *Nossa Senhora do Rosário*.

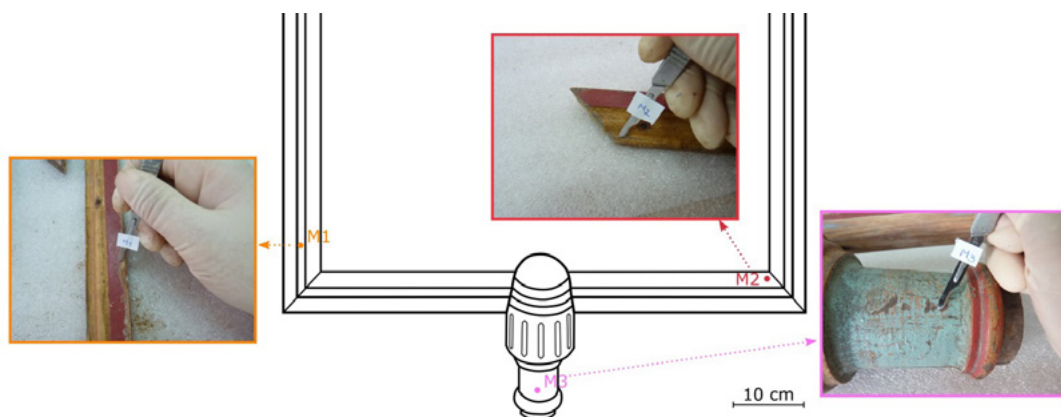


Figura 3. Locais de recolha de amostras na moldura (*São Miguel Arcanjo*).

Análise de fibras

Foram retiradas pequenas amostras de tecido em ambas as telas, de modo a analisar a natureza da fibra têxtil, através de um teste de coloração. Cada amostra foi dividida em duas partes, colocadas sobre uma lâmina e molhadas com uma gota de água destilada. Após a evaporação da água, com as fibras já dissociadas, adicionaram-se os reagentes Lofton-Merritt e Herzberg [9]. A observação por OM foi efetuada num microscópio Nikon Eclipse E400 POL, com uma câmara acoplada DinoEye C-Mount Camera AM7023CT(R4), da DinoLite.

Microscopia ótica (OM)

As amostras para observação por OM, foram colocadas num molde de resina; utilizou-se a resina epóxida Epofix. A observação por OM foi realizada através do microscópio Olympus CH30.

Microscopia eletrónica de varrimento com espectrometria de raios X por dispersão de energia (SEM-EDS)

As amostras para análise por SEM-EDS, foram as mesmas observadas por OM. A análise por SEM-EDS foi efetuada no microscópio Hitachi SU-70 UHR Schottky FESEM, com sistema Quantax 400 EDS da Bruker AXS (XFlash Silicon Drift Detector). Foi aplicada uma voltagem de aceleração de 15 kV e uma corrente de 32 μ A.

Espectrometria de fluorescência de raios X (XRF)

Este exame apenas foi realizado no friso dourado da moldura, tendo por objetivo a caracterização deste revestimento, aplicado no friso interior. Os espectros de XRF foram obtidos com um equipamento portátil, constituído por ampola de raios X Oxford Instruments, com ânodo de prata (tensão de 30 kV, intensidade de corrente de 25 μ A), detetor Amptek XR-100CR e analisador multicanal Amptek PO-2. Foram realizadas três análises do revestimento para um maior rigor nos resultados obtidos, efetuados em pontos distintos da peça.

Espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR)

Foram obtidos espectros de FTIR, com o equipamento Alpha, da Bruker, em modo ATR, entre 4000 e 400 cm^{-1} , com resolução de 4 cm^{-1} , que permitiram a caracterização da composição da preparação colorida existente em ambas as pinturas, e a análise do aglutinante das camadas preparatória e pictórica.

Pinturas

Através de uma primeira observação à vista desarmada, concluiu-se tratar de duas pinturas a óleo sobre tela, cujo suporte têxtil apresenta um tafetá simples de fabrico industrial [10]. A informação obtida através da análise das fibras por OM, permitiu observar nodos de ligação topo a topo das fibras multicelulares, estrias longitudinais e diâmetro



Figura 4. Análise de fibras: a) Amostra F1 (200 \times) com corante Lofton-Merritt: pormenor dos nodos de ligação; b) Amostra F2 (100 \times) com corante Herzberg: pormenor dos nodos de ligação e estrias longitudinais.

regular dos filamentos [11] (Figura 4), características comuns ao linho ou ao cânhamo.

A observação da pintura permitiu ainda identificar a utilização de uma camada de preparação colorida, visível, em alguns pontos, devido às lacunas das camadas subjacentes. Ao nível da policromia, a paleta cromática de ambas as pinturas é semelhante, apresentando essencialmente tons ocres e terrosos, contrastando com as vestes azuis e vermelhas das imagens. É ainda perceptível que, sobre a camada pictórica original, foram aplicados repintes de fraca qualidade em toda a sua extensão. A camada de proteção é conferida por um verniz espesso e bastante alterado.

Neste sentido, a observação à vista desarmada revelou-se incompleta, estando fortemente influenciada pelo verniz espesso alterado e pela extensão dos repintes, sendo necessária uma observação complementada com exames.

Nas amostras recolhidas da pintura *São Miguel Arcanjo*, são visíveis tanto a camada de preparação colorida, de tonalidade acastanhada, como os estratos de cor sobre esta, indicando a presença de repintes, bem como a existência de uma camada espessa de verniz alterado (Figura 5). Na amostra JA1 (Figura 5a), identificam-se duas camadas sobre a policromia de cor azul. A amostra JA2 (Figura 5b) apresenta

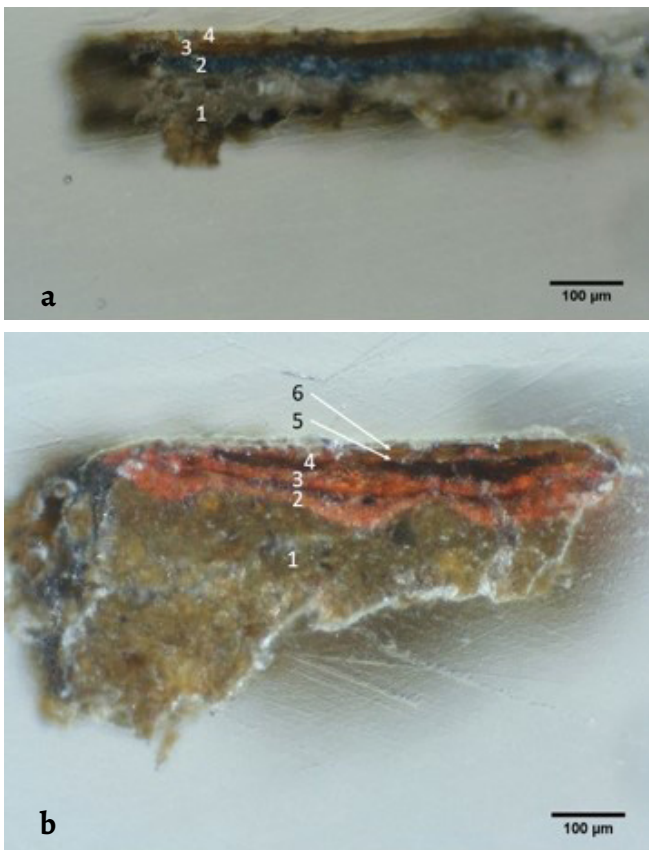


Figura 5. Cortes estratigráficos das amostras recolhidas na pintura *São Miguel Arcanjo* observados por OM: a) amostra JA1 (100 ×): 1 camada de preparação, 2 estrato de cor azul, 3 estrato de cor castanha e 4 estrato de cor bege; b) amostra JA2 (150 ×): 1 camada de preparação, 2 estrato de cor vermelha, 3 estrato de cor vermelha (repinte), 4 estrato de cor castanha, 5 estrato de cor castanha (repinte) e 6 verniz.

três estratos de cor vermelha, das quais se supõe que a camada imediatamente sobre a preparação seja a original, tratando-se as que se seguem de repintes com a mesma tonalidade.

Contrariamente às anteriores, as amostras NS1 (carnação) e NS2 (bege) da pintura de *Nossa Senhora do Rosário*, não apresentam preparação colorida (Figuras 6a e 6b). Aquando da recolha das amostras, a superfície policroma apresentava um verniz muito escurecido, que terá ocultado o facto de se tratar de uma zona de repinte, sem policromia subjacente. Na estratigrafia da amostra NS3 (Figura 6c), recolhida posteriormente para confirmação de resultados, é já visível preparação colorida, comum a ambas as telas. Na mesma amostra, é visível o repinte de cor azul (camada 3) e a aplicação de uma nova camada preparatória, de cor branca (camada 2).

Ao nível da camada policroma, os resultados do SEM-EDS (Tabela 1), confirmam a existência de repintes sobre a camada de cor original, tal como no conjunto das amostras retiradas da pintura de *São Miguel Arcanjo*, tendo sido identificada a presença de zinco (Zn) nas camadas superiores das duas amostras, e de titânio (Ti), na camada 5, de NS1. Na amostra JA2, além da coloração em comum das diferentes camadas (original e subsequentes), estas partilham ainda a

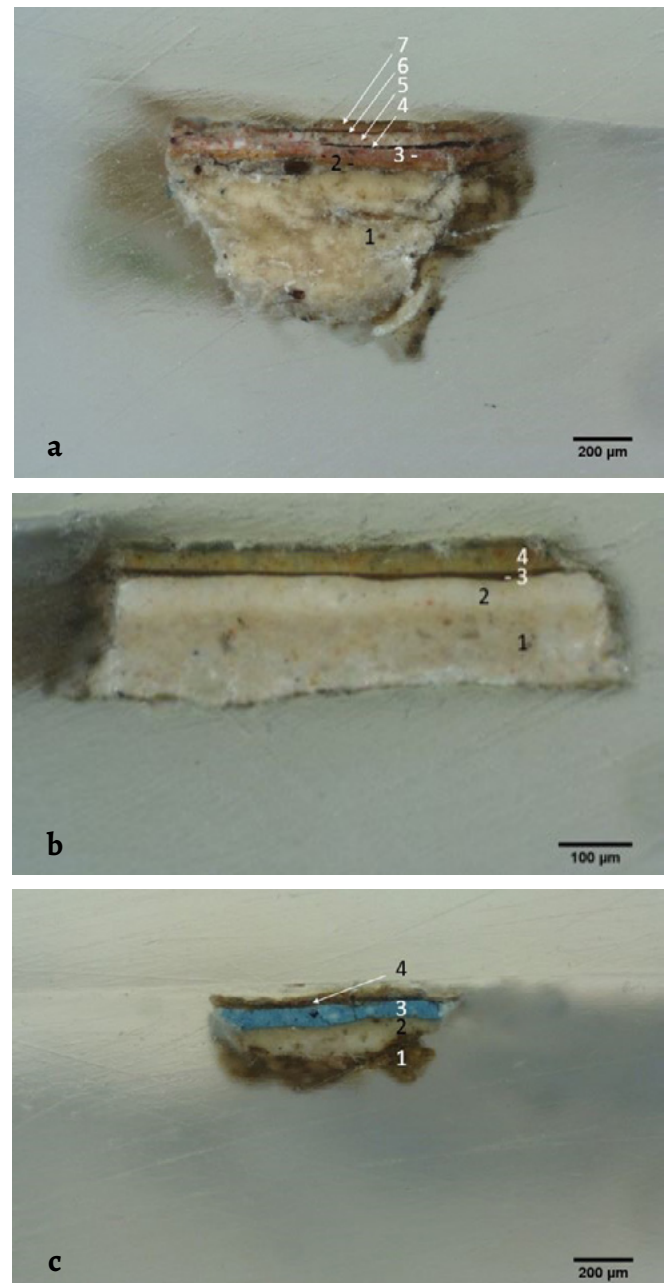


Figura 6. Cortes estratigráficos das amostras recolhidas na pintura *Nossa Senhora do Rosário* observados por OM: a) amostra NS1 (40 ×): 1 camada de preparação, 2 estrato de cor alaranjada, 3 estrato de cor rosada, 4 camada escura, 5 estrato de cor rosa claro, 6 estrato fino castanho e 7 verniz; b) amostra NS2 (100 ×): 1 camada de preparação, 2 camada de preparação, 3 estrato de cor castanha e 4 estrato de cor bege/amarelado; c) amostra NS3 (100 ×): 1 camada de preparação, 2 estrato de cor branca, 3 estrato de cor azul e 4 verniz.

mesma composição e morfologia, perceptível essencialmente na imagem por microscopia eletrónica (Figura 7). Através dos elementos detetados (essencialmente chumbo – Pb), presume-se que se trate de vermelho de chumbo – Pb_3O_4 [12].

Destacam-se igualmente os resultados obtidos através de SEM-EDS para a amostra NS1 (Figura 8), recolhida de uma zona de intervenções anteriores. As primeiras camadas sobre a preparação branca apontam ser contemporâneas desta, tratando-se de cores à base de branco de chumbo, com a possível presença de óxidos de ferro. Sobre estas,

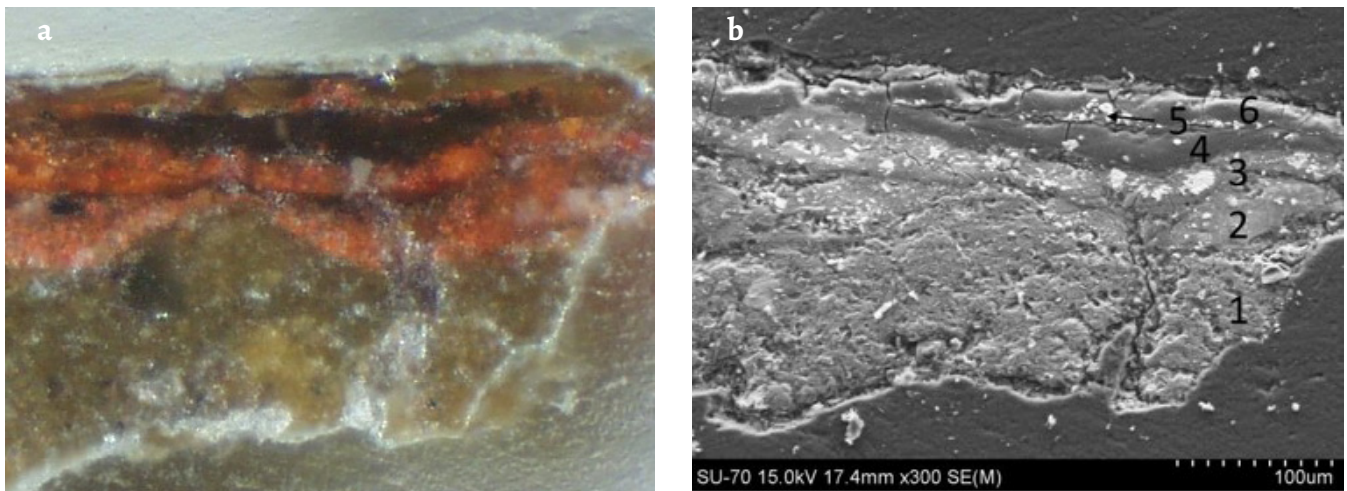


Figura 7. Pormenor do corte estratigráfico da amostra JA2 recolhida na pintura *São Miguel Arcanjo* observada por: a) OM (150 ×) e b) Imagem de eletrões retrodifundidos por SEM-EDS (300 ×): 1 camada de preparação; 2 estrato de cor; 3 repinte; 4 estrato homogéneo escuro; 5 repinte e 6 verniz.

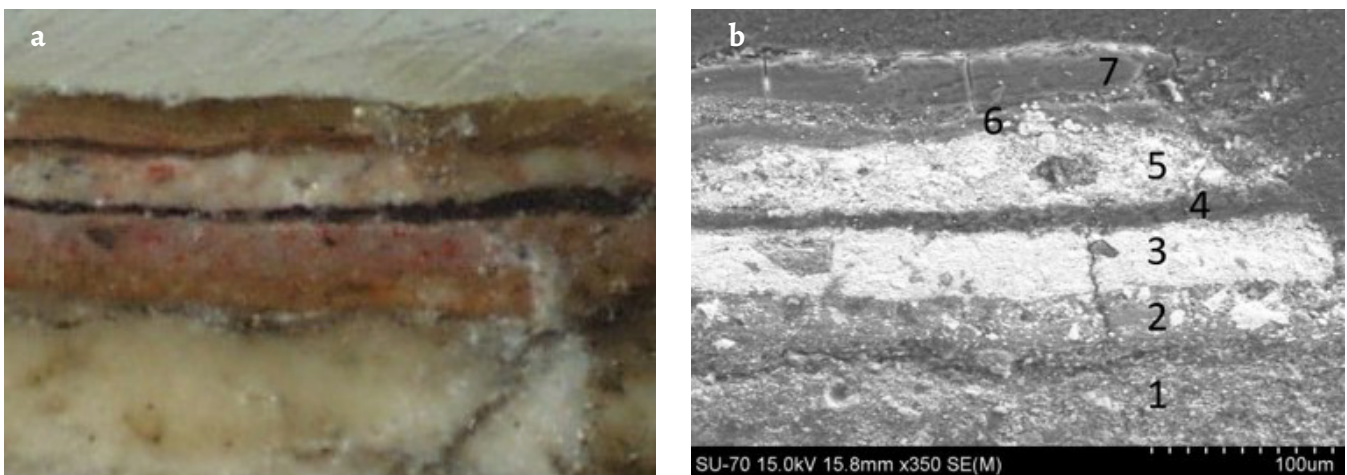


Figura 8. Pormenor do corte estratigráfico da amostra NS1 recolhida na pintura *Nossa Senhora do Rosário* observada por: a) OM (40 ×) e b) Imagem de eletrões retrodifundidos por SEM-EDS (350 ×): 1 camada de preparação; 2 estrato de cor; 3 estrato de cor; 4 camada escura; 5 estrato de cor; 6 estrato fino homogéneo e 7 verniz.

Tabela 1. Elementos detetados nas pinturas por SEM-EDS.

Amostra	Camada	Elementos														Observações	
		O	Ca	Al	Si	Pb	Na	P	Mg	K	Fe	Ti	Ba	Cl	Zn		S
JA1	1	x	x	x	x	x											Preparação colorida, carbonato cálcio
	2	x	x	x	x	x	x	x									Pigmento orgânico azul
	3	x	x	x	x	x	x	x	x								Inconclusivo
	4	x	x	x	x	x	x	x	x								Camada orgânica
JA2	1	x	x	x	x	x			x	x	x						Preparação colorida com caulino como carga
	2	x						x									Vermelho de chumbo (?)
	3	x						x									Vermelho de chumbo (?)
	4	x	x				x	x									Camada orgânica

Tabela 1. (continuação)

Amostra	Camada	Elementos													Observações	
		O	Ca	Al	Si	Pb	Na	P	Mg	K	Fe	Ti	Ba	Cl		Zn
NS1	1	x	x	x	x				x				x		x	Preparação à base de carbonato de cálcio (?)
	2	x	x	x	x	x	x		x		x					Branco de chumbo + óxido de ferro (?)
	3	x	x	x	x	x					x					Branco de chumbo + óxido de ferro (?)
	5	x	x	x		x						x	x			Branco de titânio + vermelho de chumbo (?)
	6	x	x	x	x	x					x			x	x	Inconclusivo
	7	x	x			x								x	x	Inconclusivo
	1	x		x	x	x										Preparação com branco de chumbo
NS2	2	x				x										Preparação com branco de chumbo
	3	x		x	x	x								x		Inconclusivo
	4	x	x	x	x	x				x				x		Branco de zinco + óxido de ferro (?)

identifica-se uma quarta camada, provavelmente um verniz, e uma quinta camada que corresponde ao repinte sobre a carnação do Menino. Nesta, foi detetada a presença de Ti, que poderá estar relacionada com a utilização de branco de titânio – TiO_2 . Este pigmento foi apenas desenvolvido e utilizado na pintura a partir do século XX [13]. A presença de bário (Ba) estará relacionada com a utilização de barite, como extensor do TiO_2 , para a redução do seu valor comercial [14]. Este pressuposto reforça a ideia de se tratar de uma área de repinte, uma vez que a presença deste pigmento não coincide com a datação proposta para a pintura.

A caracterização da camada de preparação das pinturas foi complementada por análise FTIR (Figura 9). O estudo dos espectros obtidos, aponta para a presença de caulino. Esta carga é identificável pelas suas bandas características localizadas a cerca de 459 e 529 cm^{-1} (vibração Si-O-Si e Si-O-Al, respetivamente), pela banda de pequena intensidade e estreita a 689 cm^{-1} (Si-O), pela banda estreita de média intensidade a 909 cm^{-1} (OH-Al^{3+}) e pelo duplete de grande intensidade a cerca de 1000 cm^{-1} , seguindo-se do pico pequeno a cerca de 1114 cm^{-1} (Si-O-Si) [15]. O caulino consiste num silicato de alumínio de cor branca e partículas finas, mais utilizado como carga do que como pigmento. Na Europa, a partir do século XVI, e sobretudo na época do barroco, as preparações passam a ser constituídas por terras coloridas e caulinite, que começam a substituir o gesso e a cré [16-17].

Esta análise permitiu ainda caracterizar o aglutinante das camadas preparatória e pictórica. Presume-se que o aglutinante da preparação tenha origem proteica, devido à presença das bandas características deste material. Nomeadamente as bandas médias a aproximadamente 1630 , 1552 e 1414 cm^{-1} , grupos C=O (amida I), N-H (amida II)

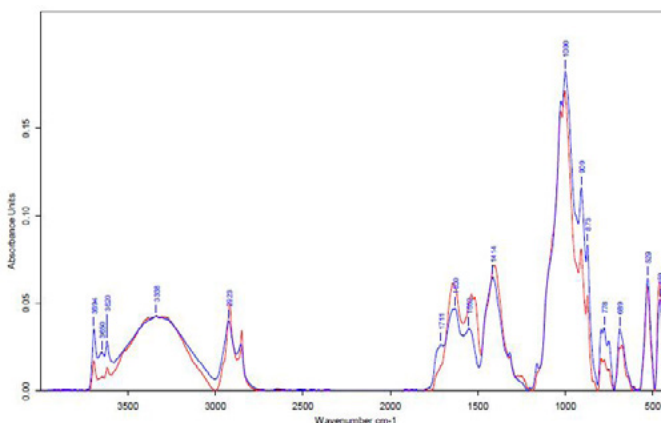


Figura 9. Espectros obtidos por análise FTIR às preparações das pinturas São Miguel Arcanjo (azul) e Nossa Senhora do Rosário (vermelho).

e C-N e N-H (amida III), respetivamente. De igual modo, a presença de amida pode ser confirmada por uma banda larga e média a aproximadamente 3350 cm^{-1} (N-H) [15]. São ainda visíveis bandas coincidentes com a presença de um éster, relacionado com compostos oleicos, e que resultarão da impregnação da camada de preparação pelo aglutinante da camada pictórica (pintura a óleo). Estas localizam-se a 2923 cm^{-1} e a aproximadamente 2855 cm^{-1} e são resultantes das vibrações do grupo metileno. Distingue-se ainda uma pequena banda a 1711 cm^{-1} (C=O) [15].

Moldura

A moldura apresenta cores azul, vermelho e dourado, intercaladas entre si para efeitos decorativos. Contudo, estas não são as camadas de policromia originais, tendo sido aplicadas sobre outros estratos de cor adjacentes, identificáveis à vista desarmada, conseqüente das lacunas

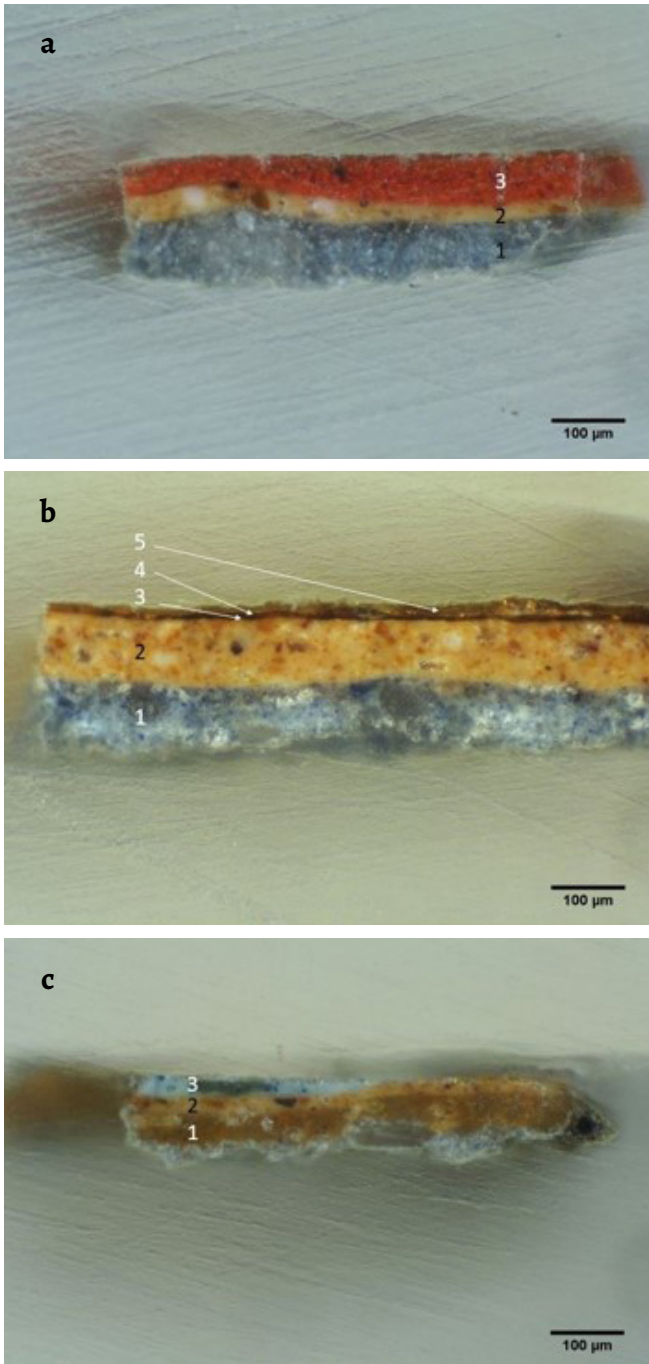


Figura 10. Cortes estratigráficos das amostras recolhidas na moldura observados por OM: a) Amostra M1 (100x): 1) estrato de cor azul, 2) estrato de cor alaranjado e 3) estrato de cor vermelha; b) Amostra M2 (100x): 1) estrato de cor azul, 2) estrato de cor alaranjado, 3) estrato fino de cor castanha, 4) camada dourada e 5) verniz; c) Amostra M3 (100x): 1) estrato de cor acastanhado, 2) estrato de cor bege e 3) estrato de cor azul.

dos estratos superiores. Foram recolhidas três amostras, respeitantes a cada cor, para análise estratigráfica, de forma a compreender qual a estrutura das diferentes camadas e se seria viável proceder à remoção dos repintes (Figura 10).

Observa-se que as amostras M1 e M2 (Figuras 10a e 10b) têm uma morfologia semelhante, em que as camadas superficiais assentam ambas sobre um estrato azul, ao qual lhe está sobrejacente um estrato de matriz alaranjada, com elevada granulometria. A amostra M3 (Figura 10c)

não apresenta semelhanças com as anteriores, indicando a utilização de um azul de diferente composição, pelas desigualdades ao nível da granulometria e da aparência do estrato, na observação por OM. Dada a extensão e o bom estado de conservação das camadas superiores de M1 e M2, foi tomada a opção de manter estes estratos. No caso da moldura exterior de cor azul e tendo em conta a extensão de lacunas, e a pouca qualidade plástica da tinta utilizada, optou-se pela remoção do repinte e da camada preparatória subjacente, não tendo sido feita a sua reintegração, ficando visível o suporte.

O revestimento dourado da amostra M2 (Figura 10b) foi analisado por XRF. No espectro obtido (Figura 11), identifica-se a presença de prata (Ag), cálcio (Ca), ferro (Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn). A presença de Zn e de Cu aponta para a utilização de ouro falso ou de imitação [18]. A presença de Ag é uma contribuição do equipamento.

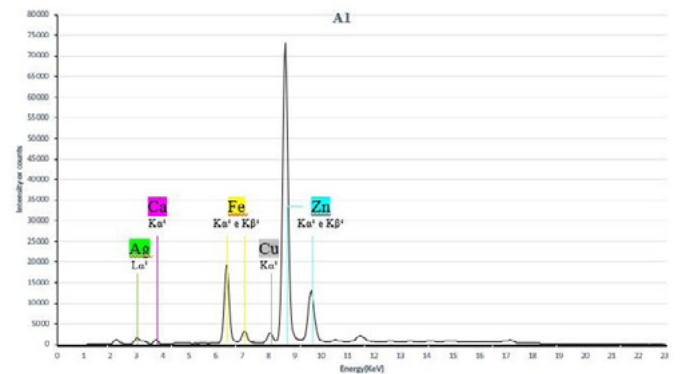


Figura 11. Espectro de XRF do revestimento dourado da moldura.

Estado de conservação

De um modo geral, a bandeira processional apresentava um estado de conservação mau, destacando-se os severos danos do suporte têxtil, bem como o estado avançado de alteração da camada de proteção das pinturas e a elevada extensão de destacamentos da camada policroma da moldura. Eram ainda evidentes diversas intervenções anteriores, tanto ao nível das pinturas e moldura, como dos suportes têxtil e lenhoso.

Pinturas

Ao nível do suporte têxtil, era visível a presença de uma tela de reforço, aplicada no reverso de cada pintura e que, apesar da existência de alguns danos estruturais, não fundamentava a presença de uma tela de reentelagem em qualquer das obras. Foram ainda aplicados remendos para reforço do suporte, cuja extensão e a localização não se justificava. Destacavam-se igualmente a presença de rasgões, resultantes de um processo cumulativo das tensões sofridas pelo suporte, ao qual estariam associados impactos mecânicos; enfolamentos, essencialmente na zona inferior, devido à falta de tensionamento e condições de acondicionamento inadequadas; a separação das telas

originais das respetivas telas de reentelagem, causada pela perda das características do adesivo; bem como a oxidação das telas, devido ao contacto direto com os pregos oxidados que fixavam o suporte à grade, originando a fragilização e consequente perda de suporte [19].

Relativamente à superfície, foram aplicados estratos de cor sobrejacentes à camada pictórica original, realizados numa época posterior à conclusão da obra (Figura 12). Tratam-se de repintes gerais, de fraca qualidade, executados sobre toda a extensão das pinturas.

Ambas as pinturas possuíam destacamentos das camadas pictóricas localizados por toda a superfície. Estes destacamentos subdividem-se em quatro tipos distintos: 1) verniz; 2) repintes; 3) verniz, repintes e camada pictórica

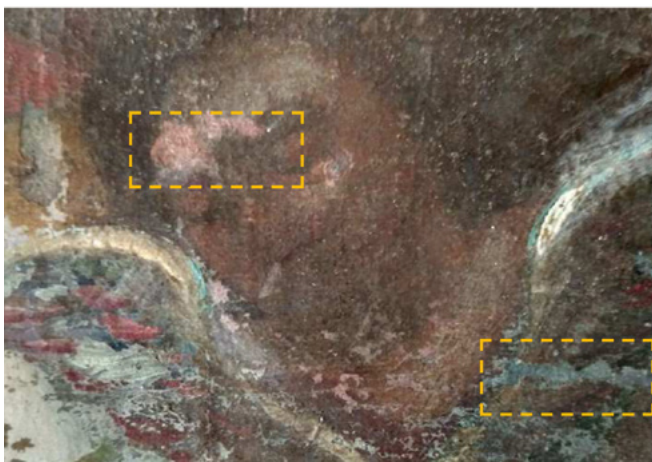


Figura 12. Pormenor de um querubim, onde se identifica a camada cromática, nas zonas de lacuna dos repintes.

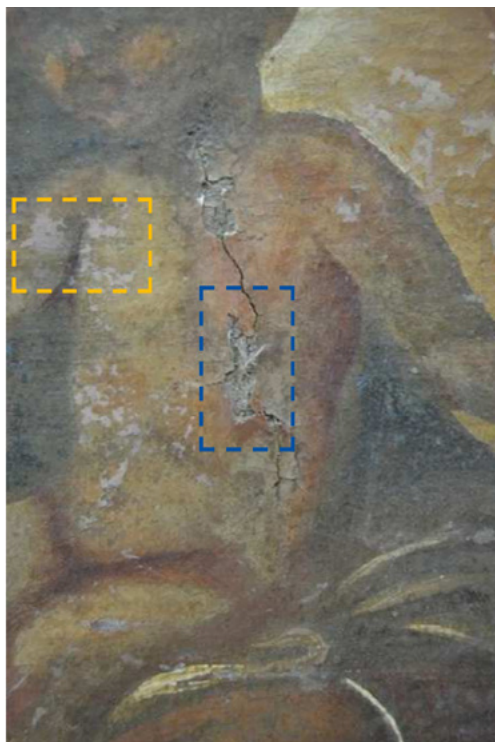


Figura 13. Pormenores dos destacamentos: dos repintes (assinalado a amarelo) e da camada pictórica (assinalado a azul).

original e 4) destacamentos das três camadas referidas e da camada de preparação (Figura 13). Estes danos estarão relacionados com a perda de adesão entre as camadas, tensões, flutuações causadas pela humidade, e pela natureza intrínseca dos materiais constituintes e a sua forma de aplicação [20].

A superfície pictórica encontrava-se coberta por uma camada de verniz, que conferia um aspeto amarelado à pintura, devido ao seu envelhecimento natural. A alteração do verniz, aliada à sujidade agregada na superfície das obras, promovia a variação dos valores cromáticos da pintura e reduzia a leitura dos elementos representados.

A pintura *São Miguel Arcanjo* possuía uma linha de maré situada na área esquerda e que se alastrava para o centro, resultante do contacto direto com humidade no seu local de acondicionamento.

Moldura

Ao nível da moldura, o suporte apresentava algumas fraturas e lacunas, resultantes possivelmente do peso da estrutura e do seu manuseamento, que aliados aos fatores ambientais levaram ao empenamento da estrutura lenhosa. As condições ambientais tiveram influência direta no suporte lenhoso, desencadeando alterações dimensionais consequentes das oscilações de humidade. As variações dimensionais não ocorreram de forma homogénea devido à anisotropia do material [21-22].

A camada polícroma assinalava risco acentuado de destacamento, para além de diversas lacunas. Ainda que se possam apresentar causas mais comuns, como o incorreto acondicionamento e manuseamento, poderão ter estado na origem destes danos intervenções incorretas, resultantes das sucessivas camadas de tinta aplicadas sobre a moldura [23]. Tal como nas pinturas, a moldura possui repintes em toda a sua extensão. Por fim, destacam-se os depósitos de sujidade superficial por toda a peça, além do desgaste na camada polícroma, pelo manuseamento da moldura e falta de manutenção da mesma.

Intervenção

Por se tratar de uma obra compósita, é importante olhar para as duas pinturas que compõem a bandeira como um conjunto, a fim de evitar discrepâncias no carácter da intervenção. Após uma análise cuidada, propôs-se uma intervenção de conservação e restauro, onde a fase de reintegração assumiu um carácter pontual e muito limitado. Pretendeu-se essencialmente restituir a estabilidade da peça, bem como uniformizar o conjunto e reduzir o peso das lacunas, visto que o aspeto estético se encontrava demasiado alterado, devolvendo a bandeira processional a um estado mais próximo da ideia original do artista [24]. Dado o seu cariz honorífico e relevância cultural, a intenção prende-se com a salvaguarda da sua autenticidade seguindo

o princípio da intervenção mínima, além de não interferir com a sua função processional, respeitando igualmente a sua historicidade e o seu percurso inerente na medida em que é o objeto que condiciona o restauro [25].

A intervenção iniciou-se pela desmontagem, tratando-se de uma ação necessária para o tratamento dos diversos elementos da peça. Realizou-se igualmente uma limpeza mecânica superficial das pinturas e da moldura, ainda durante o processo da desmontagem, recorrendo a um aspirador de baixa sucção e a trinchas de cerdas macias.

Pinturas

De forma a retirar as telas sem as danificar, removeram-se os frisos da moldura interior, um lado de cada vez. Estes estavam fixos com pregos a uma prancha interior, colocada entre as duas pinturas (Figura 14). Inseriram-se cunhas de madeira no espaço entre a tela e a moldura, protegendo a tela com plástico-bolha e cartão, para que a camada pictórica não sofresse qualquer dano.

Libertar as pinturas do suporte possibilitou a remoção da tela de reentelagem, que já não cumpria a sua função inicial, pela perda parcial do efeito adesivo do aglutinante [26]. A perda de adesividade permitiu que a remoção se efetuasse por ação mecânica; a tela foi sendo levantada e puxada cuidadosamente, recorrendo a um bisturi nos pontos onde esta se encontrava mais fixa, segundo uma direção paralela em relação à pintura, de forma a evitar tensões excessivas. Estes fragmentos foram puxados). Esta ação permitiu ainda a eliminação de remendos de forma idêntica à tela de reentelagem (Figura 15); a sua remoção tornava-se necessária de forma a evitar deformações em procedimentos futuros, nomeadamente durante a planificação da superfície, devido à espessura do material [23]. Após a remoção dos remendos, verificou-se que em vários locais não existia qualquer alteração do suporte que justificasse a sua utilização.

A limpeza do suporte foi efetuada mecanicamente e de forma faseada. Primeiramente com uma escova de aço fino;



Figura 14. Separação da pintura da estrutura interior em madeira.



Figura 15. a) Remoção da reentelagem; b) Remoção dos remendos.

seguindo-se uma limpeza mais profunda por intermédio de um bisturi, em que o sentido da passagem do mesmo seguia a orientação da trama e da teia. Este procedimento teve como foco a eliminação de tensões desnecessárias causadas pelo depósito de partículas, além de permitir uma mais eficaz planificação da superfície [23, 26].

Após a realização de uma prova de humidade, de forma a perceber qual o comportamento do suporte quando sujeito a valores de temperatura e humidade elevados, procedeu-se à planificação. Esta ação permitiu corrigir deformações, tornando possível o tratamento de lacunas e rasgões. Com o verso das telas voltado para cima, humedeceu-se o suporte por intermédio de um pulverizador elétrico, dispersando vapor de água, de forma uniforme e não excessiva. Colocou-se uma folha de Melinex, de forma a proteger a tela do calor aquando da passagem do ferro, que atua não só como fonte de calor, mas também de pressão, auxiliando a planificação.

A opção pela não realização de uma reentelagem foi definida no início da intervenção pois o suporte, apesar de debilitado, não apresentava um estado avançado de degradação que justificasse uma abordagem tão intrusiva, dando assim prioridade à preservação do material original [27].



Figura 16. Verso das telas após o tratamento de lacunas e rasgões: a) *Nossa Senhora do Rosário* e b) *São Miguel Arcanjo*.

O tratamento das lacunas iniciou-se com a remoção das extremidades dos fios oxidados e desfiados, com um bisturi e uma tesoura, mantendo limpa a área da lacuna. Sob a tela, foi colocado o tecido selecionado, com densidade semelhante e alinhado com as fibras do suporte original. O remendo foi fixo com filme BEVA e reforçado com papel japonês, tal como os rasgões (Figura 16).

Foi necessária a aplicação de bandas de tecido-não-tecido (TNT 84; 105 g/m²; 70 % poliéster e 30 % viscose) com BEVA, para possibilitar um novo engradamento.

Efetuuou-se a limpeza da camada pictórica, visando a remoção do verniz alterado, da sujidade agregada e dos repintes. A decisão de remoção dos repintes foi muito ponderada. Ainda que se considere relevante o percurso da obra e a sua historicidade, há que ter em conta a sua autenticidade, princípio que se encontrava afetado. Para além disso, era praticamente impossível remover a camada de sujidade e verniz alterado sem remover os repintes, estando estes estratos agregados. Apesar de se compreender os riscos adjacentes a este procedimento, a decisão teve por base a existência de policromia subjacente, comprovada pela análise dos cortes estratigráficos, bem como pela abertura de janelas de sondagem (Figura 17). Em alguns casos, particularmente na zona onde foi recolhida a amostra NS1, não foi possível detetar a presença do que seria a camada original. No entanto, a análise dos cortes estratigráficos ajudou a definir a metodologia de intervenção. Optou-se

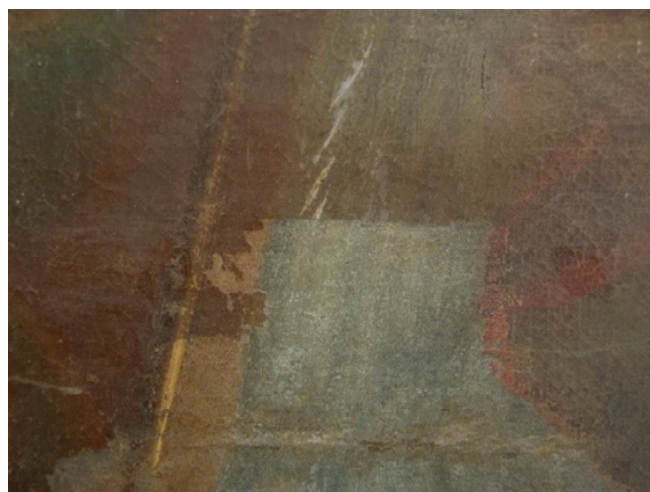


Figura 17. Pormenor da limpeza e levantamento de repintes na pintura *São Miguel Arcanjo*.

pelo levantamento integral nalgumas zonas e noutros casos, assumiu-se uma relação de compromisso. Isto é, as camadas sob as quais não foi detetada a existência de policromia original subjacente ou de existência dúbia, foram preservadas.

Após a realização de testes de solventes/reagentes para ambas as pinturas, selecionou-se uma solução de citrato de amónia a 2 %, em água desionizada. Esta permitiu a remoção do verniz alterado e o amolecimento do repinte,



Figura 18. Pormenor da pintura *Nossa Senhora do Rosário*: a) antes e b) após a limpeza.

verificando-se que a eliminação ocorria mais facilmente com a utilização combinada da passagem do cotonete embebido no solvente e a posterior remoção com o bisturi (Figura 18).

Finda a limpeza da camada pictórica, foi efetuado o preenchimento das lacunas da camada de preparação com Modostuc marfim; o nivelamento foi efetuado com um cotonete humedecido em etanol. A realização deste procedimento e posterior reintegração cromática, visam a recuperação da unidade visual da pintura e consequentemente, possibilitam uma melhor compreensão da forma e motivos retratados. Para além de motivos estéticos, este tratamento confere uma maior resistência ao destacamento, impedindo ainda a acumulação de poeiras e evitando o desenvolvimento e proliferação de microrganismos [22].

A deficiente sustentabilidade da grade apoiou a decisão de execução de uma nova estrutura em casquinha, que permitisse um correto tensionamento das pinturas. A especificidade da peça revelou-se um desafio, uma vez que ambas as telas necessitavam de utilizar a mesma grade para manter a leitura do conjunto e preservar a sua unidade, sem interferir demasiado ao nível estrutural. Deste modo, a espessura da grade teria de ser muito reduzida, mas suficiente para suportar estruturalmente as telas. Outra característica incomum da grade, revelava-se no facto de esta ter de ser chanfrada e biselada de ambos os lados, de modo a não vincar nenhuma das telas [20].

O engradamento foi iniciado pela pintura de *São Miguel Arcanjo*, por apresentar maiores problemas estruturais, e possibilitar um melhor tensionamento ao permitir bater as palmetas, o que se tornaria impossível após a inserção da segunda tela.

Realizou-se a reintegração cromática das lacunas, a fim de restituir a leitura e recuperar a legibilidade da obra. Utilizaram-se aguarelas Van Gogh – Talens, com um tom abaixo da cor original, reconstituindo o modelado e a continuidade do desenho [22]. Este sistema de reintegração é escolhido quando o valor estético se sobrepõe aos restantes [20]. Note-se que a bandeira processional será exposta na igreja, desempenhando uma função de culto e devoção, e

simultaneamente uma função catequética e decorativa, que é influenciada diretamente pelo seu aspeto estético. Este valor estético está associado à aparência da obra, sendo um valor de extrema importância na intervenção, uma vez que depende da perceção de quem a observa [28]. Se esta perceção for condicionada, a sua função cultural deixará de ser cumprida e, consequentemente, a bandeira deixará de estar exposta, sem olhar à preservação da sua estrutura e da sua mensagem.

Posteriormente, foi aplicada uma camada de proteção, com trincha, com o intuito de proteger a camada pictórica de sujidade, durante o manuseamento da obra e em relação às condições ambientais, além de reduzir e filtrar a luz que chega à superfície pictórica [23]. Para este efeito, optou-se por um verniz de baixo peso molecular e elevada sustentabilidade, que permitiu obter uma ótima saturação das cores, bem como uniformizar as irregularidades da superfície [22]. Utilizou-se Regalrez 1094 em White Spirit (1:1,5) (m:m); após a diluição adicionou-se a mesma quantidade (em massa), do verniz Regal Varnish Mat, obtendo desta forma um verniz acetinado.

Por fim, realizaram-se os retoques para correção de falhas ocorridas durante a reintegração cromática. Utilizou-se uma paleta de pigmentos aglutinados em verniz (3 a 4 partes para 1 parte de verniz), seguindo a formulação: 180 g de Laropal A81 e 130 ml de uma solução de 90 ml de Shellsol D40 e 40 ml de isopropanol.

Para a camada de proteção final, utilizou-se o mesmo verniz.

Moldura

Na moldura, foi realizada a remoção, desoxidação e proteção dos elementos metálicos. A sua remoção era fulcral para a preservação a longo prazo da obra, uma vez que os elementos metálicos oxidados poderiam causar danos na camada policroma, tais como fissuras ou destacamentos [22]. Aqueles, cuja remoção não era possível pois colocavam em causa a estabilidade da estrutura, foram desoxidados e posteriormente protegidos para evitar a propagação de danos. Os produtos da corrosão foram removidos mecanicamente,

por intermédio de um mini berbequim, com mós abrasivas de pequenas dimensões. O procedimento incidiu apenas na superfície dos pregos oxidados, terminando quando não era visível corrosão à superfície. Após a desoxidação, os elementos metálicos foram protegidos com a aplicação, por pincel, de Fertan.

Seguiu-se a remoção de adesivos antigos; aplicaram-se pachos de papel, ligeiramente embebidos em água morna, deixando atuar durante alguns minutos para o amolecimento do adesivo, removido posteriormente com bisturi.

Foi necessário proceder à colagem de alguns fragmentos, de forma a devolver estabilidade e garantir a integridade do suporte lenhoso. Utilizou-se um polivinilacetato (UHU), como adesivo.

Não se detetaram sinais de infestação ativa, sendo visíveis apenas alguns orifícios de insetos xilófagos, e como ação preventiva, foi efetuada a imunização do suporte lenhoso. O procedimento realizou-se com a aplicação sobre a madeira do agente biocida Xylophene, com uma trincha, evitando as áreas de policromia.

Para a limpeza das superfícies pictóricas, foi utilizado White Spirit, solvente selecionado para a remoção da sujidade superficial, de acordo com os testes de solubilidade efetuados.

De modo a minorar as interferências na leitura da obra e contribuir para a estabilidade do suporte, nas áreas de perda de material lenhoso foi efetuado o preenchimento com pasta

de papel, que após secagem, foi nivelada com lixas e bisturi. Para os preenchimentos ao nível da camada de preparação, utilizou-se o Modostuc marfim.

De seguida procedeu-se à reintegração cromática das superfícies com têmperas acrílicas (Amsterdam Standard Series – Talens) para recuperar a leitura unitária da obra.

A intervenção na moldura foi finalizada com a aplicação da camada de proteção, a trincha, de Paraloid B72 a 4 % em acetato de butilo.

Procedeu-se à montagem do conjunto, resultando em mais um processo de grande complexidade, com origem nas questões estruturais da bandeira processional, às quais acrescem os riscos inerentes que podem advir do manuseamento. Uniu-se a moldura exterior à lateral da grade e a moldura interior foi fixa à grade, ambas com pregos de inox, de reduzido diâmetro (1 mm). Ainda que se revele uma solução de mais complexa reversibilidade, justifica-se pela utilização de elementos de dimensão muito inferior em relação aos parafusos, face ao espaço disponível para a sua aplicação. A preservação do suporte têxtil original foi assegurada, colocando os elementos metálicos na zona mais exterior da moldura, afastados da tela. Os orifícios efetuados foram colmatados com Modostuc marfim e reintegrados.

Este procedimento concluiu a intervenção na peça (Figura 19).

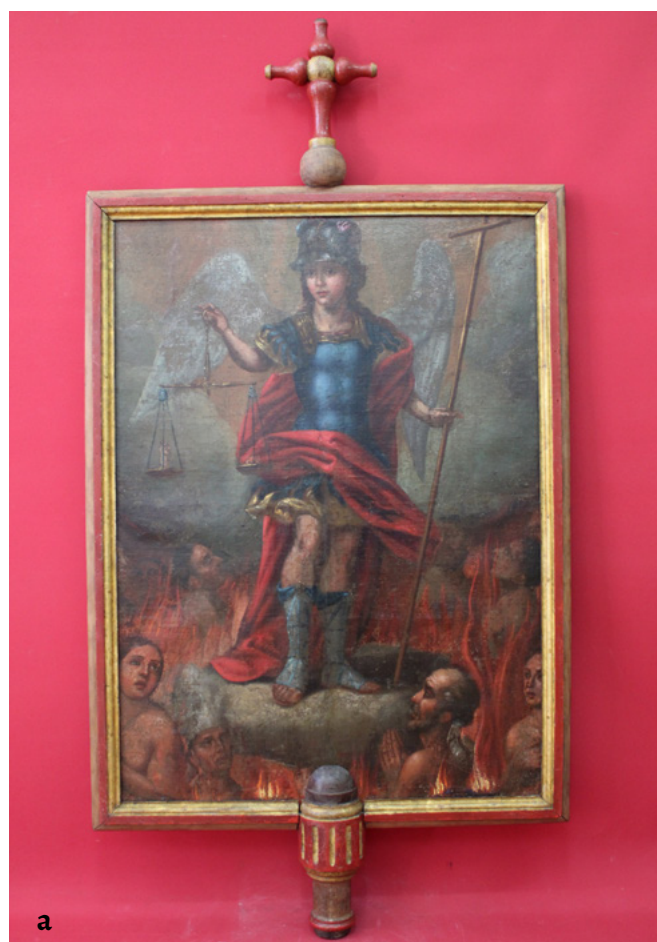


Figura 19. Bandeira processional após a intervenção: a) *São Miguel Arcanjo* e b) *Nossa Senhora do Rosário*.

No fim da intervenção, ressalta-se a importância de assegurar um correto método expositivo da bandeira processional de modo a garantir a sua preservação, evitando os danos resultantes de um mau acondicionamento, mas também a fim de enaltecer a sua importância e aspeto após a intervenção de conservação e restauro. Foi criado um sistema expositivo que resulta num cubo em madeira de castanho com um orifício para o encaixe da vara, cujo interior é reforçado com madeira maciça para a sustentação da peça (Figura 20).

Conclusão

A devolução da leitura da bandeira processional representando *São Miguel Arcanjo e Nossa Senhora do Rosário*, foi um processo contínuo, pautado por grande ponderação. Destaca-se, pela sua complexidade, os procedimentos de limpeza, o engradamento e a montagem do conjunto, resultantes da especificidade estrutural da peça.

A possibilidade da realização dos métodos analíticos contribuiu, de forma efetiva, para o estudo de alguns materiais e técnicas empregues, possibilitando uma caracterização mais detalhada da preparação, bem como de

alguns dos pigmentos utilizados. De igual modo, permitiu uma diferenciação mais precisa entre a matéria original, em contraste com os repintes e materiais aplicados em intervenções anteriores, tendo um papel substancial na definição da metodologia de conservação e restauro adotada, nomeadamente na extensão do levantamento do repinte.

Ressalta-se, igualmente, a importância desta intervenção como um processo de enaltecimento da obra, sublinhando a sua relevância cultural e artística, culminando na sua exposição na capela-mor da Igreja Matriz de Pinheiro, o seu local de proveniência.

REFERÊNCIAS

1. Rocca, S.; Guedes, N.; Roque, M.; Guerreiro, D., *Thesaurus: Vocabulário de objetos do culto católico*, Fundação da Casa de Bragança; Universidade Católica Portuguesa, Lisboa (2004).
2. Santa Casa da Misericórdia de Lagos, (s d), in 'Arquivo histórico e património artístico da Misericórdia de Lagos', <http://www.scmlagos.com/> (acesso em 2019-06-15).
3. Desterro, T.; Santos, G., *A Santa Casa da Misericórdia de Thomar. 500 anos de história (1510-2010)*, Santa Casa da Misericórdia de Tomar, Tomar (2010).
4. Pereira, P., *Arte Portuguesa. História essencial*, Círculo de Leitores, Lisboa (2011).
5. Pinto, A. L.; Meireles, F.; Cambotas, M., *História da Arte*, Porto Editora, Porto (2006).
6. Attwater, D., *Dicionário de Santos*, Publicações Europa-América, Sintra (1985).
7. Réau, L., *Iconografia del arte cristiano. Iconografia de la Biblia: Antiguo testamento*, Ediciones del Serbal, Barcelona (1996).
8. Réau, L., *Iconografia del arte cristiano. Iconografia de la Biblia: Nuevo testamento*, Ediciones del Serbal, Barcelona (1996).
9. Mayer, D., 'Identification of textile fibres found in common painting supports', in *Conservation of easel paintings*, ed. J. Stoner, R. Rushfield, Routledge, London (2012) 318-325.
10. Villarquide, A., *La pintura sobre tela I*, Editorial Nerea, Sán Sebastián (2004).
11. Ilvessalo-Pfaffli, M.-S., *Fiber atlas identification of papermaking fibres*, Springer, Berlin (1995).
12. Fitzhugh, E., 'Red lead and minium', in *Artists' pigments: A handbook of their history and characteristics*, vol. 1, ed. R. Feller, Cambridge University Press - National Gallery of Art, Cambridge - Washington (1986) 109-140.
13. Laver, M., 'Titanium dioxide whites', in *Artists' pigments: A handbook of their history and characteristics*, vol. 3, ed. E. Fitzhugh, National Gallery of Art - Archetype Publications, Washington - London (1997) 295-356.
14. Douma, M., *Pigments through the Ages* (2008), <http://www.webexhibits.org/pigments> (acesso em 2019-08-29).
15. Derrick, M. R.; Stulik, D.; Landry, J. M., *Infrared spectroscopy in conservation science, Scientific tools for conservation*, The Getty Conservation Institute, Los Angeles (1999).
16. Hradil, D.; Grygar, T.; Hradilová, J.; Bezdička, P., 'Clay and iron oxide pigments in the history of painting', *Applied Clay Science* **22**(5) (2003) 223-236, [https://doi.org/10.1016/S0169-1317\(03\)00076-0](https://doi.org/10.1016/S0169-1317(03)00076-0).
17. Calvo, A., *Conservación y restauración. Materiales, técnicas y procedimientos: de la A a la Z*, Ediciones del Serbal, Barcelona (2003).



Figura 20. Bandeira processional em exposição na capela-mor da Igreja Matriz de Pinheiro.

18. Lourenço, A. B., 'Composição e tecnologia da folha de ouro: os retábulos barrocos dos sécs. XVII e XVIII do noroeste de Portugal', dissertação de doutoramento, Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro, Aveiro (2018).
19. Almela, C.; Fernández, M., *Proyecto COREMANS. Criterios de intervención en pintura de caballete*, Ministerio de Cultura y Deporte, Madrid (2018), [file:///C:/Users/CHAM/Downloads/Proyecto_COREMANS_criterios_de_intervencion_en_pi%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/CHAM/Downloads/Proyecto_COREMANS_criterios_de_intervencion_en_pi%20(2).pdf). (acesso em 2021-10-01)
20. Calvo, A., *Conservación y restauración de pintura sobre lienzo*, Ediciones del Serbal, Barcelona (2002).
21. Ackroyd, P., 'The structural conservation of paintings on wooden panel supports', in *Conservation of easel paintings*, ed. J. H. Stoner, R. Rushfield, Routledge, Milton Park (2012) 453-478.
22. Ortiz, A., *Restauración de obras de arte: pintura de caballete*, Ediciones Akal, Madrid (2012).
23. Villarquide, A., *La pintura sobre tela II*, Editorial Nerea, San Sebastián (2005).
24. Viñas, S., *Teoría contemporánea de la restauración*, Editorial Síntesis, Madrid (2010).
25. Brandi, C., *Teoria do restauro*, Edições Orion, Amadora (2006).
26. Nicolaus, K., *Manual de restauración de cuadros*, Konemann, Eslovenia (1999).
27. Hackney, S., 'Paintings on canvas: lining and alternatives', *Tate Papers, Tate's Online Research Journal* (2004) 1-12, <https://www.tate.org.uk/research/publications/tate-papers/02/paintings-on-canvas-lining-and-alternatives> (acesso em 2019-08-29).
28. Appelbaum, B., *Conservation treatment methodology*, Butterworth-Heinemann/Elsevier, Oxford (2007).

RECEBIDO: 2020.9.08

REVISTO: 2021.4.22

ACEITE: 2021.10.20

ONLINE: 2021.10.31



Licenciado sob uma Licença Creative Commons

Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Para ver uma cópia desta licença, visite

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.pt>.

NORMAS PARA OS AUTORES

Princípios éticos

Tipos de manuscritos

Manuscritos

Referências bibliográficas

Submissão dos manuscritos

Avaliação dos manuscritos

Direitos

<https://conservarpatrimonio.pt/authors>

GUIDELINES FOR AUTHORS

Ethical guidelines

Types of collaboration

Manuscripts

References

Submissions

Refereeing

Rights

<https://conservarpatrimonio.pt/reviewers>

