



CONSERVAR PATRIMÓNIO

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

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

Quadrimestral
Triannual
Reg. 127342

Janeiro
January
2022

39

Fotografia da capa Cover photograph

*Análisis de las policromías mudéjares del Patio de las Doncellas.
Identificación de las intervenciones realizadas a lo largo
de su historia*, pp. 8-23.

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

Artigos Articles

- 8 **ANA I. CALERO-CASTILLO, ANA COBA PEÑA, OLIMPIA LÓPEZ CRUZ, ANA GARCÍA BUENO**
Análisis de las policromías mudéjares del Patio de las Doncellas. Identificación de las intervenciones realizadas a lo largo de su historia
Análise da policromia mudéjar do Patio de las *Doncellas*. Identificação das intervenções realizadas ao longo da sua história
Analysis of the mudejar polychrome decoration of the Patio de las *Doncellas*. Interventions carried out throughout its history
- 10 **JOÃO HENRIQUE MACEDO MARROCANO**
Cuidar para valorizar. Estratégias de preservação no âmbito do Mercado da Arte
Care to value. Preservation strategies in the Art Market's context
- 33 **TERESA LÓPEZ-MARTÍNEZ, FRANCISCO JOSÉ COLLADO-MONTERO, ANA GARCÍA-BUENO**
Ensayos de consolidación en pintura mural arqueológica: comparación de tratamientos en función de la técnica de ejecución
Ensaaios de consolidação em pintura mural arqueológica: comparação de tratamentos em função da técnica de execução
Consolidation tests in archaeological wall painting: comparing treatments depending on the painting technique
- 45 **MILENE GIL**
As pinturas a cal nos tratados e manuais técnicos da construção civil em Portugal entre 1880 e 1931 – uma revisão histórica
Lime paintings in treatises and construction technical manuals in Portugal from 1880 to 1931 – an historical review
- 61 **SARA BABO, JOANA LIA FERREIRA**
A survey of acrylic sheet in Portuguese art collections
Levantamento de obras de arte em chapa acrílica em coleções Portuguesas
- 71 **JOANA SILVA, SANDRA GARRUCHO, FILIPA CARVALHO**
Unveiling Roland Oliveira's photographic images: development of an unrolling and flattening treatment for silver gelatine 35 mm negative films
Revelando as imagens fotográficas de Roland Oliveira: desenvolvimento de um tratamento de desenrolamento e planificação para negativos 35 mm em gelatina e prata
- 81 **ANA MAFALDA CARDEIRA, ANA MARGARIDA CARDOSO, CRISTINA AZEVEDO TAVARES, FERNANDO ANTÓNIO BAPTISTA PEREIRA, ANTÓNIO CANDEIAS**
Analytical characterization of academic nude paintings from the Faculty of Fine Arts of the University of Lisbon
Caracterização material das pinturas de modelo nu da coleção da Faculdade de Belas-Artes da Universidade de Lisboa

Notas Notes

- 96 **ANDREIA PEREIRA, MÁRCIA VILARIGUES, INÊS COUTINHO**
Materiais de intervenção de conservação e restauro em vidro arqueológico – uma revisão bibliográfica
Archaeological glass conservation and restoration intervention materials – a literature review
- 114 **ROY ARTURO CASAÑAS RIGOLI**
Relevamientos fotogramétricos en colecciones arqueológicas y etnográficas del Instituto de Arqueología y Museo, Tucumán, Argentina
Levantamentos fotogramétricos em coleções arqueológicas e etnográficas do Instituto de Arqueologia e Museu, Tucumán, Argentina
Photogrammetric documentation on archaeological and ethnographic collections of the Institute of Archaeology and Museum, Tucumán, Argentina
- 126 **BENJAMÍN DOMÍNGUEZ-GÓMEZ**
Intervenciones acometidas en los retablos a lo largo de su historia: una propuesta de clasificación
Intervenções em retábulos ao longo da sua história: uma proposta de classificação
Interventions taken on altarpieces throughout their history: a proposal of classification

Intervenção Intervention

- 137 **ANTONI COLOMINA SUBIELA, VICENTE GUEROLA BLAY, ANASTASIA PAPENKOVA²⁰**
Aproximación técnica y proceso de conservación curativa y restauración de una gigante de cartón: “La Turca” del Corpus de Xàtiva
Abordagem técnica e processo de conservação curativa e restauro de um gigantone de papel machê: “La Turca” do Corpus de Xàtiva
Technical approach and curative conservation and restoration processes of a papier machê giant: “La Turca” from the Corpus de Xàtiva

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
JOANA PRUDÊNCIO
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

MATHILDA LARSSON COUTINHO

Investigadora, 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>

Análisis de las policromías mudéjares del Patio de las Doncellas. Identificación de las intervenciones realizadas a lo largo de su historia

ANA I. CALERO-CASTILLO^{1*} 
 ANA COBA PEÑA¹ 
 OLIMPIA LÓPEZ CRUZ¹ 
 ANA GARCÍA BUENO¹ 

1. Departamento de Pintura,
 Facultad de Bellas Artes. Universidad
 de Granada, Granada, España

*anacalero@ugr.es

Análise da policromia mudéjar do *Patio de las Doncellas*. Identificação das intervenções realizadas ao longo da sua história

Analysis of the mudejar polychrome decoration of the *Patio de las Doncellas*. Interventions carried out throughout its history

Resumen

Este trabajo se centra en el estudio de la policromía del Patio de las Doncellas en el Palacio de Pedro I (1356-1366), conjunto situado en el Real Alcázar de Sevilla. La decoración de este espacio ha tenido en su historia numerosas intervenciones, adaptándose a las modas y gustos de sus habitantes, lo que ha provocado un aspecto de las superficies actuales que difiere del original. Con el objetivo de identificar las diferentes policromías y de situarlas cronológicamente, a partir del análisis documental, trabajo de campo y estudio analítico, se ha llevado a cabo una investigación exhaustiva de las yeserías y el alfarje.

Resumo

Este trabalho centra-se no estudo da policromia do *Patio de las Doncellas* no Palácio de Pedro I (1356-1366), um complexo situado no Real Alcázar de Sevilha. A decoração deste espaço sofreu numerosas intervenções ao longo da sua história, adaptando-se à moda e aos gostos dos seus habitantes, o que levou a um aspecto actual das superfícies que difere do aspecto original. Com o objectivo de identificar as diferentes policromias e situá-las cronologicamente, foi realizada uma investigação exaustiva do reboco e do alfarje, com base na análise documental, trabalho de campo e estudo analítico.

Abstract

This work focuses on the study of the polychrome decoration of the *Patio de las Doncellas* in the Palace of Pedro I (1356-1366), part of the Real Alcázar de Sevilla ensemble. The decoration of this space has undergone many interventions throughout its history to adapt to the fashions of the time. Therefore, the current surfaces seen nowadays look nothing alike their original appearance. With the aim of identifying the different polychromies and chronologically dating them, an exhaustive research on the plasterwork and wooden decoration (carved-alfarje and not carved-freeze) has been carried out based on documentary research, fieldwork and analytical studies.

PALAVRAS CLAVE

Restauración
 Conservación
 Color
 Datación
 Yaserías
 Mudéjar

PALAVRAS-CHAVE

Restauro
 Conservação
 Cor
 Datação
 Estucagem
 Mudejar

KEYWORDS

Restoration
 Conservation
 Colour
 Dating
 Plasterwork
 Mudejar

Introducción

El Real Alcázar de Sevilla es uno de los conjuntos palatinos más importantes de España, prueba de ello fue su inclusión en el Patrimonio Mundial de la UNESCO en el año 1987. Su importancia radica en su constante transformación y en la relevancia de las diferentes edificaciones realizadas, que aun en base a construcciones y destrucciones sucesivas es armónica y equilibrada [1]. Estas continuas transformaciones también han afectado a sus decoraciones, por lo que en la actualidad es difícil precisar la originalidad y la cronología de lo que vemos. En este sentido, las investigaciones arqueométricas realizadas en otras zonas del palacio como son la Fachada de Pedro I [2], el patio del Yeso, del Sol [3-4] o el patio de Banderas entre otros [5], demuestran la complejidad y el desconocimiento que aún hoy en día se tiene de las decoraciones de estos espacios palatinos. Entre las construcciones que conforman el Real Alcázar, una de las más interesantes es el conocido como Palacio Mudéjar, mandado construir por el monarca Pedro I, quien sentía una enorme fascinación por lo árabe y al que unía una profunda amistad con el monarca Muhammad V. Dentro de este palacio, destacan dos construcciones sobre las demás; el patio de las Doncellas, de uso público y alrededor del cual se disponen las estancias principales del palacio, y el patio de las muñecas, de uso privado. Con el objetivo de profundizar en el conocimiento del color de las decoraciones de estos espacios y de determinar su estado de conservación, en el año 2011 se inició una investigación exhaustiva sobre la ornamentación del patio de las Doncellas, centrada en la decoración en madera y en las yeserías [6-7] focalizada en un cuarto de este patio (Figura 1).

Los objetivos fundamentales fueron determinar los restos de color conservados en ambos elementos arquitectónicos, determinando tanto su composición material, como su sucesión cronológica, con la finalidad de establecer los que corresponden a policromía original y los que son fruto de intervenciones posteriores.

El ocultamiento o la pérdida del color original tanto en la decoración de yeso como en la de madera de esta zona, ha estado ocasionada por intervenciones más o menos afortunadas, realizadas tanto por problemas de conservación, como por cambios de gusto. Mientras que en las yeserías actualmente se observa un aspecto general de color grisáceo/blanquecino y se distinguen pocos restos de color, la decoración en madera presenta tonos muy desvaídos (por estar muy perdidos y por la existencia de capas de color superpuestas).

Por todo esto, actualmente ambas superficies decorativas presentan una imagen bastante alejada del aspecto que debieron tener originalmente, que debió caracterizarse por un intenso y variado cromatismo, similar al que presentan los alicatados del mismo patio (Figura 2).

En este trabajo se presentan los resultados finales obtenidos en el estudio de la policromía de ambos soportes en el que se ha podido relacionar las intervenciones recogidas en el análisis documental con los materiales de los estratos pictóricos identificados (pigmentos, capas de preparación, aglutinantes, etc). Además, la información recogida ha permitido realizar una aproximación a los cambios de color producidos a lo largo de su historia, tanto en la decoración en madera (alfarje y friso) como en las yeserías de las galerías bajas.

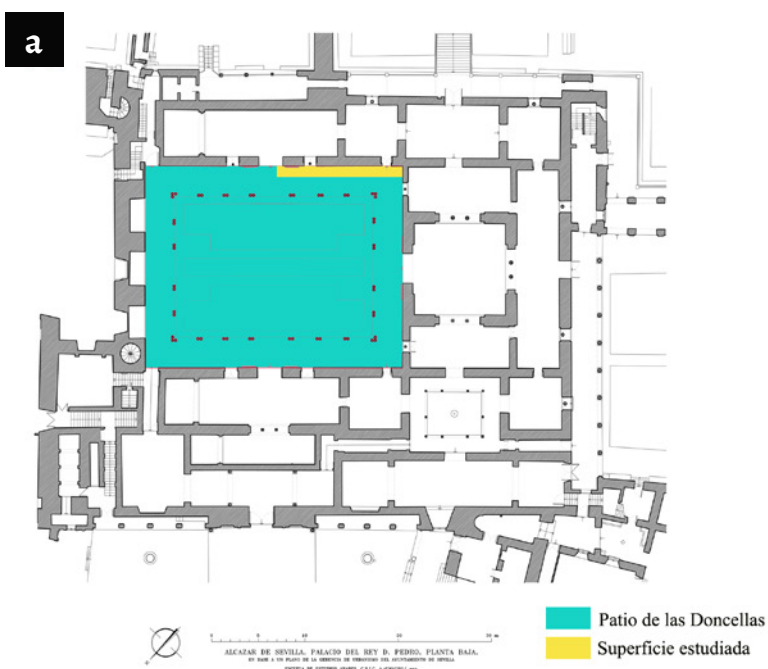


Figura 1. a) planimetría del palacio de Pedro I (Almagro, 2000) donde se señala el espacio estudiado; b) imagen general de la misma zona.

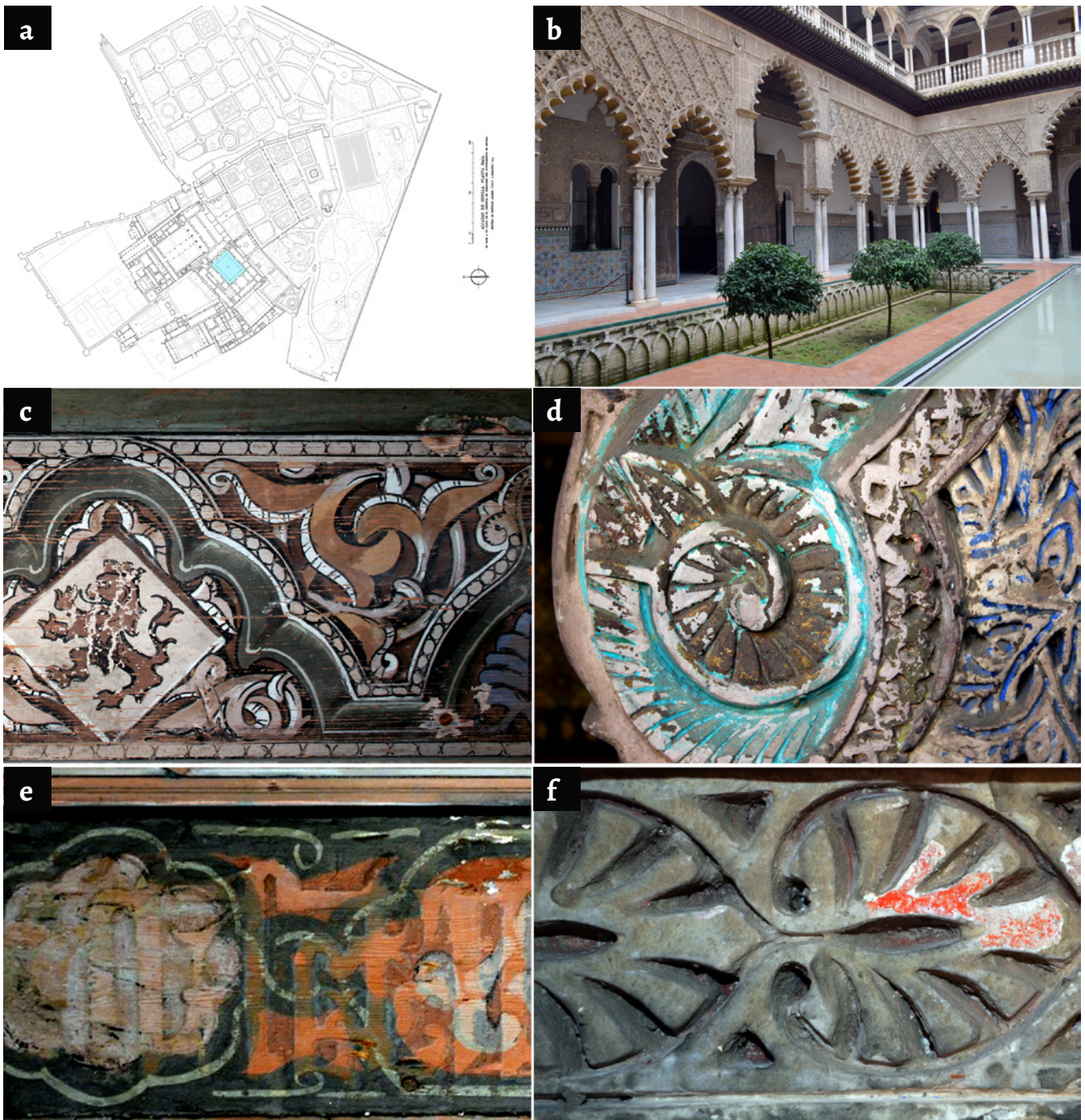


Figura 2. a) planimetría del Real Alcázar de Sevilla en la que se señala (azul) el conjunto del Patio de las Doncellas (Almagro, 2000); b) imagen actual de dicho patio; c) detalle de la decoración en madera; d) detalle de la decoración en yeso; e) identificación de intervenciones sucesivas en el friso de madera; f) cata efectuada en la yesería. Presencia de color debajo de la capa de color gris actual.

Materiales y métodos

Investigación documental

Este análisis era fundamental pues, como defiende Brogiolo [8] la arqueología estratigráfica por sí sola no es suficiente para interpretar el resultado de las diferentes etapas constructivas o campañas de color si no se complementa con el análisis histórico del espacio. Además, como recoge Cano-Cortés [9] uno de los aspectos fundamentales para la conservación del patrimonio mudéjar es la recopilación de las intervenciones

realizadas. La revisión de actuaciones poco afortunadas y las ejecutadas correctamente, permite evaluar en qué medida han afectado a la composición original y como inciden en su apariencia actual y en su conservación

Para ello se ha realizado una consulta bibliográfica amplia de los trabajos efectuados en este conjunto palaciego, tanto de carácter histórico ([10-17] entre otros), arqueométrico ([3, 5, 18-19]) o intervenciones de restauración [20] con el objetivo de recopilar la mayor información disponible de ambos elementos decorativos.

Muestreo

El análisis arqueométrico exigía tanto por sus dimensiones, como por su complejidad, un muestreo significativo de la zona. El principal problema radicaba en las dimensiones de la superficie decorativa objeto de estudio (121,21 m²), 43,25 m² en el caso de las yeserías y 77,96 m² en la decoración de madera. Dichas dimensiones obligaron a realizar una toma de muestras muy amplia que permitiera obtener resultados con garantías.

Con el objetivo de poder efectuar un estudio que aportara resultados muy concluyentes que pudieran ser extrapolados al resto del patio, se escogió la zona del muro sur/este que comprende la puerta de acceso al salón del techo de Carlos V, la ventana occidental, la puerta pequeña o de escape de este muro, así como toda la decoración (yeso y madera) que la circunda (Figura 2). Esta zona se consideró especialmente interesante tanto por la relevancia de las salas a las que da acceso como por los indicios observados sobre la posibilidad de encontrar restos de las diferentes intervenciones.

El muestreo pudo realizarse gracias a la disposición de un andamiaje móvil y una cesta elevadora de mástil vertical con la que se pudo acceder a toda la superficie. Como criterio general, las muestras se tomaron de las zonas más representativas y con mayores restos de color, procurando en todo momento que la cantidad fuese la mínima imprescindible, evitando el posible deterioro estético de la obra.

A cada muestra se le asignó un código alfanumérico identificativo y se realizó una ficha de la misma en la que quedaba recogida toda la información relevante (situación, fecha, fotografías, análisis). Igualmente, cada una de las muestras fue depositada en un contenedor individual, protegidas de la contaminación, daños mecánicos o alteraciones durante su transporte y posterior almacenamiento, tal y como se recoge en la normativa existente [21].

Con estas condiciones se tomaron un total de 288 muestras, 155 del paramento de yesería, y 133 de la decoración en madera (Figura 2).

Técnicas analíticas

Para identificar de forma precisa la existencia de materiales originales debajo de las capas superpuestas, así como la naturaleza de las diferentes intervenciones, es imprescindible establecer una metodología rigurosa fundamentada en el estudio analítico de muestras puntuales mediante técnicas instrumentales. La información que se obtiene de la aplicación de estas técnicas analíticas permite individualizar pigmentos, aglutinantes y determinadas características texturales a través de los cuales se pueden relacionar con periodos artísticos concretos, resolviendo con ello cuestiones arqueológicas [9, 22-23] (Figura 3).

Microscopio estereoscópico

Es el primer análisis que se realiza a las muestras y sirve para seleccionar aquellas que pueden aportar mayor información. No requiere una preparación específica y permite realizar un análisis preliminar en el que pueden identificarse los estratos

existentes, así como sus características (tamaño de grano de algunos pigmentos, capas aislantes, láminas metálicas o la morfología del soporte). En nuestro caso se ha utilizado un microscopio estereoscópico Nikon smz 1000 con cámara incorporada al dispositivo (DS-U3 Digital Camera). Este análisis fue realizado en el laboratorio de investigación del Centro de Restauración de la Universidad de Granada.

Microscopio petrográfico

Para este análisis las muestras recogidas se prepararon en láminas delgado-pulidas, que han permitido su estudio tanto con luz reflejada como transmitida. Dicha preparación se realiza a partir de las secciones transversales de las muestras, adhiriéndolas en un portaobjetos, generalmente de metacrilato donde se pule la superficie hasta obtener una lámina delgada de unas micras de espesor. Esta técnica ha permitido precisar el número de capas y su espesor, así como el tamaño, la forma y el color de los granos de pigmentos. Los microscopios empleados han sido Carl Zeiss- Jena Jenalab y Olympus BX-o, el último de ellos con un sistema de microfotografía DP-20, ambos ubicados en el departamento de Mineralogía y Petrología de la Universidad de Granada.

Microscopía electrónica de barrido (SEM-EDX)

Esta técnica es fundamental para conocer la morfología de la muestra y a partir de la obtención de espectros de rayos X, su composición elemental. Las láminas delgadas pulidas, metalizadas con una fina capa de carbono, han sido analizadas en el Centro de Instrumentación Científica de la Universidad de Granada, empleando los microscopios Leo Gemini 1530 y Leo 1430 VP, ambos con sistemas de microanálisis por dispersión de energía de rayos X Inca 350 versión 17 de Oxford Instrument. En los microanálisis se ha utilizado una corriente de filamento 500 pA, 20 keV de energía del haz y 10 eV/ch de resolución espectral. Los mapas de rayos X se han adquirido con el segundo de los equipos nombrados, usando un 1nA de corriente de filamento y 20 eV/ch de resolución.

Difracción de Rayos X (DRX)

Se ha efectuado a 10 muestras procedentes de las yeserías, con la finalidad de conocer con precisión la composición del mortero original, ya que esta técnica permite estudiar la estructura de las sustancias cristalinas e individualizar los diferentes componentes (fases cristalinas). Para prepararlas, la muestra se muele en un mortero de ágata hasta obtener un polvo muy fino, colocando la cantidad necesaria en el portamuestras de aluminio. El equipo empleado, ubicado en el departamento de Mineralogía y Petrología de la Universidad de Granada, ha sido un difractor PANalytical X'Pert Pro con detector lineal de estado sólido X'Celerator. Las condiciones experimentales han sido las siguientes: radiación CuK α 45 Kv de potencial y 40mA de intensidad. Los diagramas de difracción se han realizado usando un barrido continuo entre 3° y 50° de 2 θ , 20 segundos de tiempo de medida en cada paso y una velocidad de barrido de 3° de 2 θ por minuto. Para el procesamiento de

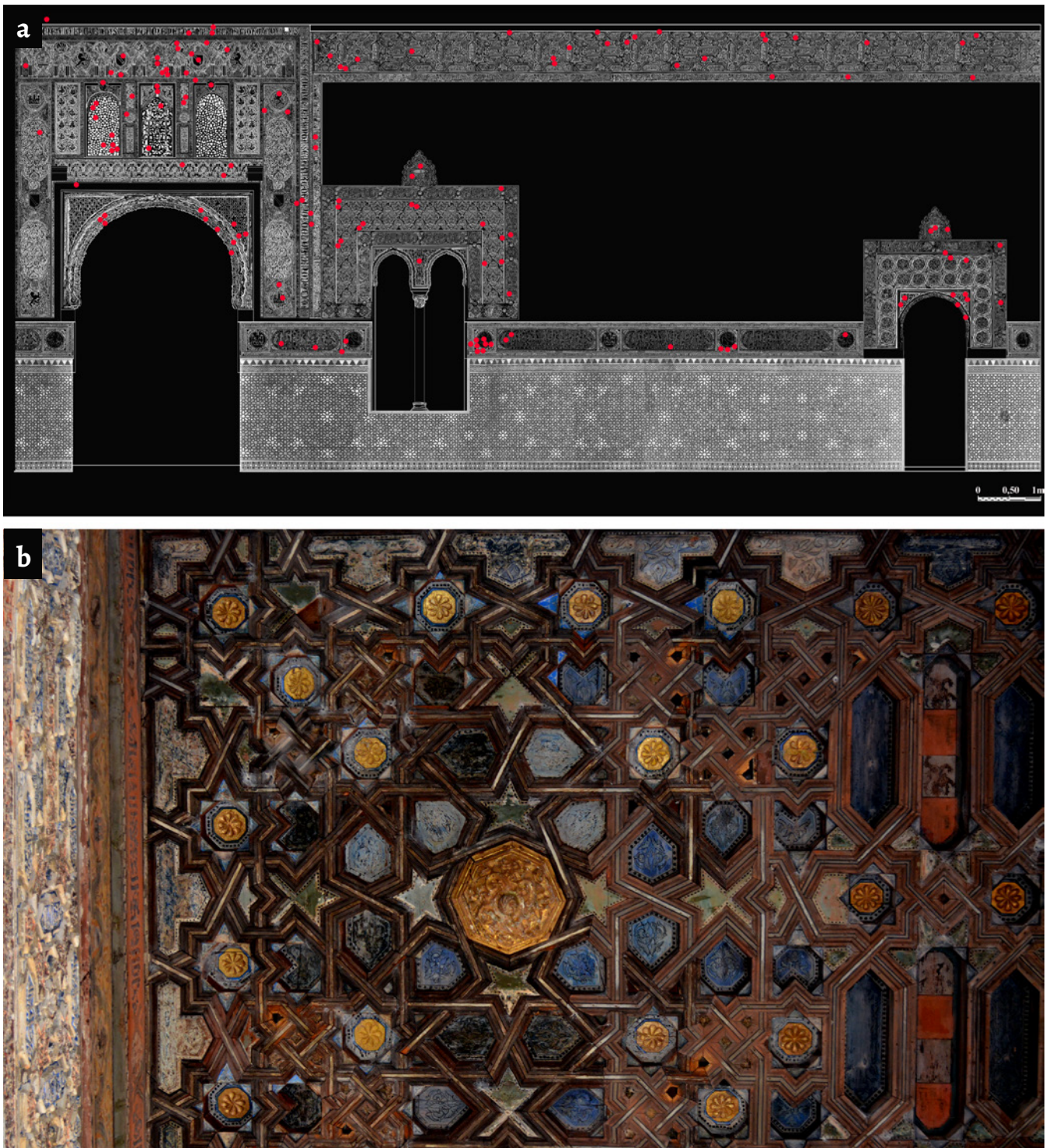


Figura 3. a) planimetría y señalización de muestras estudiadas de yeserías en el paramento sur/este; b) imagen general del alfarje estudiado.

los datos y la identificación de compuestos se ha utilizado el programa X Powder.

Cromatografía de gases con espectrometría de masas (CG/EM)

Las muestras estudiadas por esta técnica han sido examinadas previamente con ensayos microquímicos y de coloración selectiva por microscopía óptica que permiten hacer una primera aproximación a la identificación de aglutinantes,

barnices y adhesivos. Los métodos cromatográficos se utilizaron para separar los productos orgánicos existentes en los materiales artísticos, a pesar de su baja concentración. En este estudio se ha empleado la cromatografía en fase gaseosa con detector de espectrometría de masas (CG/EM), para la identificación directa de aceites secantes, resinas o ceras, o indirecta, vía hidrólisis de proteínas y polisacáridos, mediante la detección de los aminoácidos y monosacáridos resultantes.

Para ello se ha usado un cromatógrafo de gases Agilent 7890 A con detector de masas de monocuadrupolo Agilent 5975C MSD.

Método de análisis de sustancias lipófilas (aceites, resinas naturales, ceras)

Las muestras se trataron con el reactivo de metilación Meth-prep II. Se añadió a la muestra 25 µL de metanol y 15 µL de reactivo hidróxido de trimetilsulfoxonio. La mezcla fue calentada durante 2 horas a 65 °C. El volumen de inyección fue entre 1 y 5 µL. Las condiciones de trabajo fueron: inyector a 275 °C, modo *splitless* 2 min, detector (línea transferencia) a 300 °C, columna SP5 (5 % fenil silicona) de 30 m y 0,25 mm diámetro interno, flujo de helio (He) de 1 ml/min. Se empleó una rampa de temperatura tal como se describe a continuación: temperatura inicial 65 °C (2 min), rampa de 20 °C/min hasta una temperatura final de 300 °C (10 min).

Método de identificación de proteínas

Se llevó a cabo mediante una hidrólisis con HCl 6 M empleando un equipo de microondas y una derivatización con TBDMS-TFA en piridina de los ácidos grasos y aminoácidos resultantes. Para los hidratos de carbono el mismo hidrolizado se derivó con isopropanol-HCl y posteriormente con anhídrido trifluoroacético en acetonitrilo. Las condiciones de trabajo fueron: inyector a 290 °C, modo *splitless* 2 min, detector (línea transferencia) a 300 °C, columna SP5 (5 % fenil silicona) de 30 m y 0,25 mm diámetro interno, flujo de He de 1 ml/min. Se empleó una rampa de temperatura tal como se describe a continuación: temperatura inicial 85 °C (2 min), rampa de 10 °C/min hasta una temperatura final de 300 °C (15 min).

Espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR)

Esta técnica se empleó en combinación con la anterior para la identificación de moléculas orgánicas a partir de la determinación de la naturaleza química de las bandas y al ser una técnica espectroscópica está basada en la interacción de la radiación electromagnética con la materia [24]. En este caso, el sistema de preparación de muestras empleado ha sido el de la preparación de pastillas de bromuro potásico. Este método consiste en moler unos pocos miligramos de la muestra con bromuro potásico en mortero de ágata. La mezcla obtenida se prensa y se introduce en el compartimiento de muestras para obtener el espectro correspondiente, gracias al cual se puede obtener información acerca de la composición de la misma [25]. En este trabajo los análisis, se han llevado cabo entre 4400 cm⁻¹ y 370 cm⁻¹, en pastillas de KBr o mediante análisis superficial usando la técnica UATR (Universal Attenuated Total Reflectance).

Tanto los análisis de cromatografía de gases como los de espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier fueron realizados en el laboratorio Larco Química y Arte, S. L..

Correlaciones estratigráficas

La identificación de los procesos y materiales empleados en ambas decoraciones no solo ayuda a conocer la naturaleza de

los mismos, sino también a determinar las causas que llevaron a modificar las técnicas y su uso. Así, un estudio muy profundo de los estratos identificados ha permitido vincular entre sí las capas pictóricas de las diferentes muestras, posicionándolas en una cuadrícula definida (Figura 4). Determinados los diferentes niveles de intervención en función de los materiales identificados en los estratos, estos se han relacionado con la información obtenida de la documentación histórica, permitiendo establecer una cronología bastante aproximada de las intervenciones efectuadas a lo largo del tiempo y de los materiales empleados.

Este tipo de estudios resulta muy complejo debido tanto al número de estratos y a la heterogeneidad de materiales presentes, como a la sucesión de intervenciones realizadas, en ocasiones no documentadas. Así, la metodología utilizada, puesta a punto por López Cruz et al [2] ha permitido comprobar en ambos casos que tanto la decoración en madera como la de yeso han sido intervenidas en varios momentos históricos. Así, a pesar de la dificultad, este método ha permitido verificar que en más de 90 muestras se conservan estratos originales ocultos en la actualidad por intervenciones posteriores. Este hecho además se ha podido confirmar con las catas de limpieza efectuadas *in situ* en el monumento, en las que se ha verificado tanto la delicadeza del relieve en el caso de las yeserías, como del color en ambas decoraciones.

Resultados y discusión

Investigación documental

Como residencia real, las intervenciones acometidas en este espacio han sido constantes a lo largo de la historia, realizándose en la mayor parte de los casos, con el objetivo de mantener un buen estado y apariencia del mismo. En general, se puede afirmar que las intervenciones están bien documentadas, como demuestran los archivos conservados en el Real Alcázar, estudiados en profundidad por diversos autores como [1, 13, 16-17, 19, 26], así como en las publicaciones periódicas efectuadas por el Patronato del Real Alcázar de Sevilla desde el año 2000. Sin embargo, hay que añadir que puede haber intervenciones no documentadas, bien por la poca relevancia de la actuación o porque no se considerara oportuno en su momento. En ese sentido hay que recordar que el concepto actual de restauración, en el que este tipo de operaciones se acompañan siempre de un proyecto, una memoria de restauración y se abordan sobre unos criterios internacionales, es relativamente reciente en el tiempo.

Yeserías

Las yeserías se disponen en este espacio alrededor de las ventanas y las puertas de forma similar a las de los conocidos como “*arrabaes*” y fueron realizadas por artesanos sevillanos, granadinos y toledanos en la construcción original del palacio, mandado edificar por Pedro I [26-27]. Como consta en la puerta toledana del Salón de embajadores, las obras del Palacio

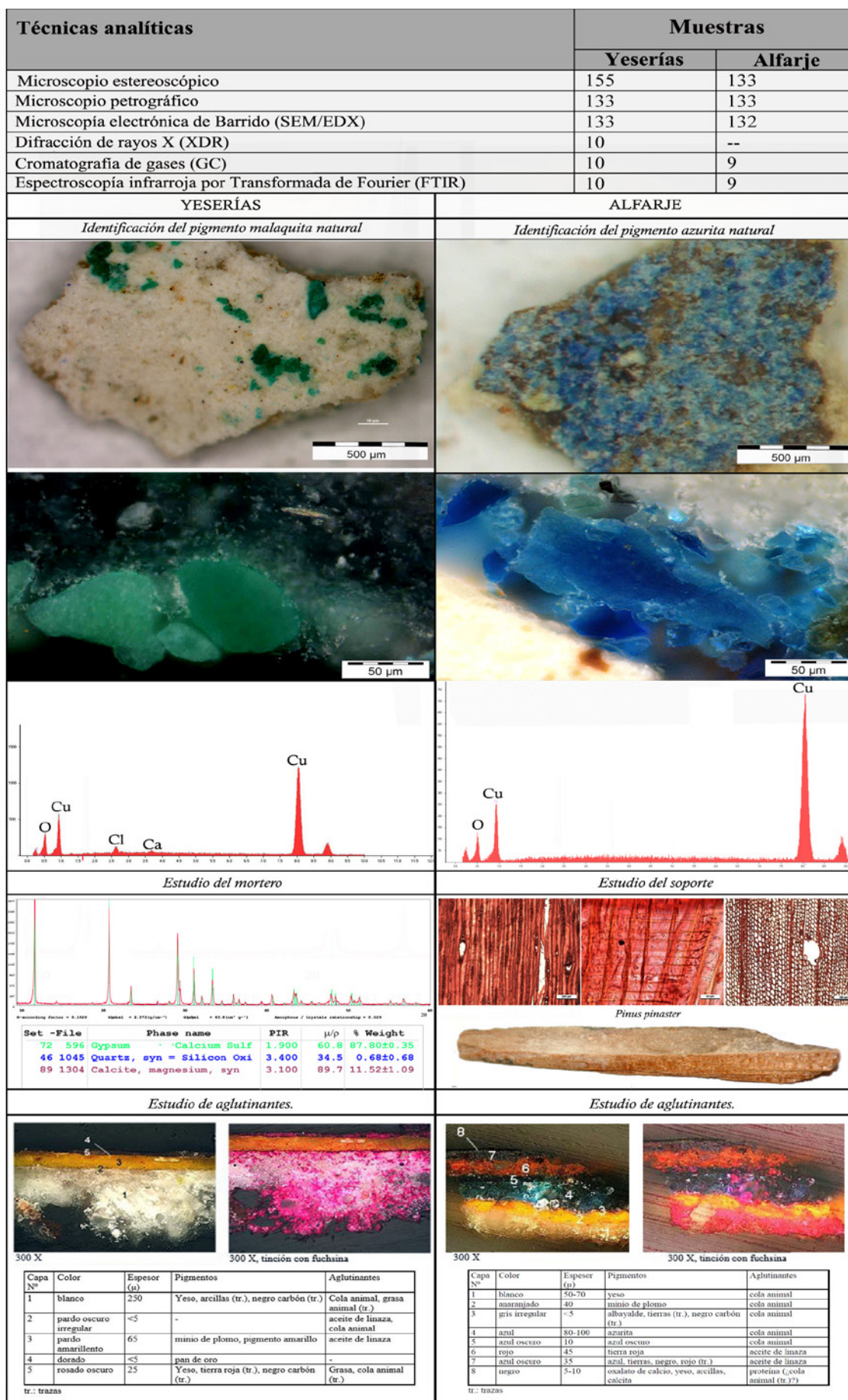


Figura 4. Relación de muestras estudiadas y técnicas empleadas para el estudio. Ejemplo de identificación del pigmento azurita natural en yeserías y madera, análisis del material de base (mortero de yeso y madera) y análisis de aglutinantes en ambas decoraciones.

Mudéjar finalizan en el año 1366 [18]. En periodos posteriores se distinguen obras menores como son las ejecutadas en época de los Reyes Católicos y de su nieto, el emperador Carlos V, en las que se reparan, se doran elementos y se incorporan arrocabes y escudos de manera puntual [1, 28]. Durante el reinado de Felipe II (1556-1598), se construye la galería superior con mármoles italianos y yeserías de carácter clásico, incorporando también yeserías clásicas en las arquerías del patio [29]. También en este periodo se detectan daños puntuales en las yeserías de los paramentos internos, realizándose reparaciones y limpiezas en aquellas zonas que lo precisaban [1].

En años posteriores no se citan actuaciones directas sobre las yeserías hasta los años 1894-1899 donde se realiza una importante intervención sobre las policromías de la fachada del Palacio en las que interviene la Academia de San Fernando marcando ciertas directrices con el objetivo de evitar las desafortunadas intervenciones de épocas precedentes. En este sentido, Chávez González [14], destaca que es muy posible que esta intervención se hubiera realizado también en otras zonas, pero que la importancia de la fachada habría eclipsado documentalmente los datos de cualquier otra tarea que hubiera precisado apoyo económico. En años más recientes, tras la publicación de las primeras *cartas del Restauo* italianas o la *Teoría del Restauo* de Césare Brandi no se encuentra ningún informe de restauración, así como ninguna investigación científica publicada referente al estado de conservación de las decoraciones en yeso de esta zona concreta, de lo que se deduce que no se ha realizado ninguna actuación de restauración del Patrimonio con criterios modernos.

En la actualidad se está revisando el estado de conservación de este patio y se están llevando a cabo las primeras operaciones de consolidación del revestimiento de yeso.

Decoración en madera (Alfarje y friso)

La decoración en madera de las galerías bajas del patio de las Doncellas, al igual que las yeserías descritas anteriormente, fue realizada durante la construcción inicial del palacio de Pedro I (1356-1366), e igualmente de la mano de artesanos sevillanos, granadinos y toledanos [1, 13]. Tras su construcción, el alfarje es intervenido en varias ocasiones, con la finalidad de ser reparado o adaptado al gusto de la época. La primera de las intervenciones posteriores está documentada en 1477, durante el reinado de los Reyes Católicos ya que los monarcas se alojan en el alcázar en diversas ocasiones por los enfrentamientos con el reino de Granada [33]. En una de estas intervenciones, en la que se enfatiza la planta alta del palacio, el alfarje sufre deterioros considerables por lo que se lleva a cabo su reparación, así como la inclusión de escudos representativos de estos reyes en la decoración del alfarje.

La siguiente fase de intervenciones llega con Felipe II en 1570, cuando ocupa el conjunto y se realizan numerosas obras, centradas en concluir las ya iniciadas por su padre y renovar aquellas zonas que se encontraban en peor estado de conservación, tratando de dar cohesión, unidad y un aspecto

moderno al palacio mediante la intercomunicación de los núcleos que lo componen [1, 28]. En lo referente al alfarje, a lo largo del año 1560 se acometió la reparación de éste de la mano del maestro mayor de carpintería Juan de Simancas basada en retoques puntuales en algunos de los elementos decorativos del techo, así como en los emblemas de los Reyes Católicos [1]. Durante el tiempo que duraron las obras en los corredores bajos, el alfarje fue apuntalado para poder efectuar el cambio de columnas y por tanto intervenido igualmente por el mismo maestro mayor de carpintería [1].

No será hasta el siglo XIX cuando se realicen nuevas intervenciones, conocidas a día de hoy gracias a las investigaciones de Chávez González [14]. En lo que respecta al alfarje, se llevan a cabo dos intervenciones generalizadas durante este periodo. La primera de ellas se conoce por los informes redactados en 1848 por parte del restaurador Joaquín Béquer que consideran necesaria la limpieza de sus elementos, realizar algún repinte puntual y restaurar la techumbre que se encontraba mal conservada en algunas partes. Sin embargo, un documento redactado en 1855 describe las obras que se habían realizado hasta el momento en el patio de las Doncellas y no menciona nada en referencia al alfarje, lo que hace pensar que no fue intervenido a pesar de estar recogido de forma tan explícita en los diferentes informes y presupuestos realizados [14].

Finalmente, entre 1854-1857 se acomete un considerable número de intervenciones en el Alcázar, que quedan recogidas en un informe redactado en este último año [14]. En cuanto a techumbres, todas aquellas que componen el palacio, fueron aseguradas y conservadas por su valor y proximidad con el estilo islámico. Para ello se renovaron estructuras, tirantas y herrajes interiores, interviniendo en los aspectos decorativos, rehaciendo casetones desprendidos, frisos y cornisas incompletas [14]. En las reformas de estos años se encontraron numerosos restos orientales, por lo que se toma una actitud basada en el respeto, incluso restaurando a través de la imitación de estos restos para conseguir un conjunto uniforme en cuanto a estilo [14].

Materiales policromados: Yeserías y maderas

Los resultados obtenidos de los análisis efectuados a las 288 muestras han permitido conocer los restos de color y la composición material de la decoración policroma del patio de las Doncellas. Los datos obtenidos permiten afirmar que, en un porcentaje considerable de muestras, se conservan restos de la decoración original. En ambos casos esta decoración está realizada con materiales de especial riqueza como azurita natural, cinabrio o malaquita natural, coincidentes mayoritariamente con los presentes en obras de similar cronología de este palacio como es el caso de la fachada del Palacio de Pedro I [15] o de otros conjuntos como la Alhambra [34-37], el Cuarto Real de Santo Domingo de Granada o el oratorio de la Madraza de Yūsuf I, también en Granada [38-39]. Las intervenciones posteriores, ejecutadas en su mayor parte en el siglo XIX, se caracterizan por el uso de pigmentos

Tabla 1. Resumen de los materiales identificados.

Yeserías	Madera (friso y alfarje)	Técnicas de análisis empleadas para su identificación
Pigmentos		
Rojo óxido de hierro. F_2O_3 Rojo de plomo. Pb_3O_4 Cinabrio/Bermellón. HgS	Rojo óxido de hierro. F_2O_3 Rojo de plomo. Pb_3O_4 Cinabrio/Bermellón. HgS	Microscopio estereoscópico Microscopio petrográfico Microscopio electrónico de barrido
Azurita natural. $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$ Azurita sintética. $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$ Ultramar artificial $Na_3Ca(Al_3Si_3)O_{12}S$	Azurita natural. $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$ Azurita sintética. $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$ Azul de Prusia. $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ Ultramar artificial. $Na_3Ca(Al_3Si_3)O_{12}S$	
Malaquita natural. $Cu_2(CO_3)(OH)_2$ Verde esmeralda. $Cu(AsO_2)_2 \cdot Cu(CH_3COO)_2$	Malaquita natural. $Cu_2(CO_3)(OH)_2$ Verde de Cromo Cr_2O_3 (Óxido de cromo anhidro) $Cr_2O_3 \cdot 2H_2O$ (Óxido de cromo hidratado) Verde esmeralda. $Cu(AsO_2)_2 \cdot Cu(CH_3COO)_2$	
Ocre amarillo. F_2O_3 Amarillo de Plomo. Pb_2O_3 Amarillo de Cromo. $PbCrO_4 \cdot PbSO_4$	Ocre amarillo. F_2O_3 Amarillo de Plomo. Pb_2O_3 Oropimente. As_2S_3 Amarillo de Cromo. $PbCrO_4 \cdot PbSO_4$	
Blanco de plomo. $Pb_3(CO_3)_2(OH)_2$ Blanco de zinc. ZnO .	Blanco de plomo. $Pb_3(CO_3)_2(OH)_2$ Blanco de zinc. ZnO . Blanco de Bario. $BaSO_4$	
Negro de hueso. $Ca_3(PO_4)_2$	Negro de hueso. $Ca_3(PO_4)_2$ Negro Carbón. C	
Mortero		
Componente mayoritario de yeso ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) que en el caso de tres muestras llegó a ser un 100%. Junto a este componente se identifica cal-cita y tierras de diversa procedencia en proporción minoritaria.	<i>Pinus pinaster</i> correspondiente a la familia de Pinaceae	MORTERO: Técnica fundamental: difracción de rayos X. Técnicas complementarias: Microscopio estereoscópico, microscopio petrográfico y microscopio electrónico de barrido.
MADERA: Análisis antracológico Microscopio estereoscópico Microscopio óptico con luz transmitida y reflejada.		
Aglutinantes		
Cola animal Aceite, resina	Cola animal Aceite, resina	Espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier. Cromatografía de gases.

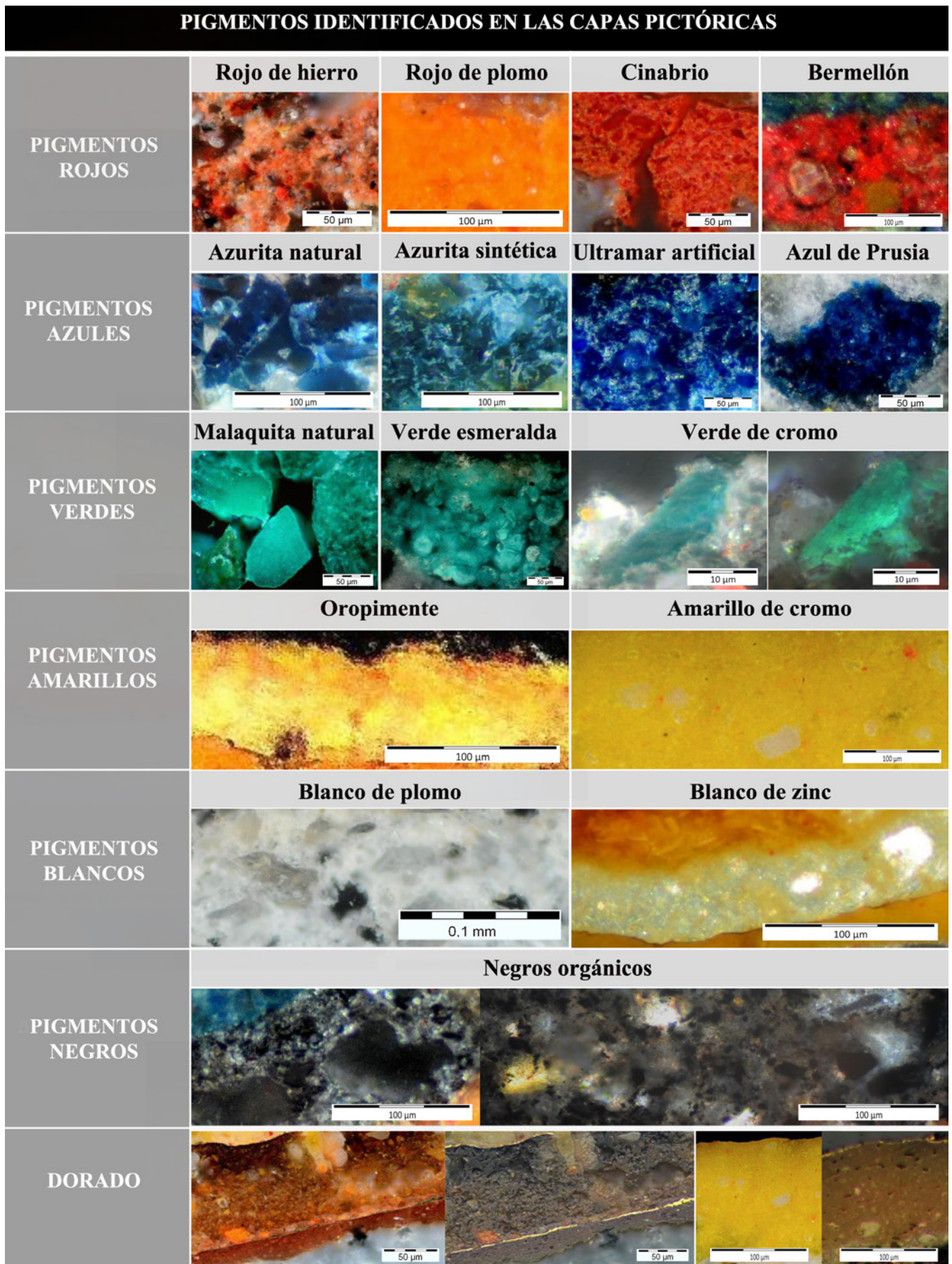


Figura 5. Materiales identificados en la policromía del Patio de las Doncellas (yeserías y decoración en madera).

sintéticos (verde esmeralda, amarillo de cromo o azul de Prusia entre otros), propios de la revolución industrial [40] lo que ha permitido datar estas intervenciones con total fiabilidad (Figura 5 y Tabla 1).

Pigmentos identificados en las capas pictóricas

Rojo óxido de hierro (Fe_2O_3) En yeserías aparece tanto en estratos profundos como superficiales. En las capas internas se identifica en la mayoría de los casos asociado a calcita, silicatos o cuarzo, formando capas de preparación o base para la policromía. En los estratos superficiales aparece solo, o bien mezclado con otros pigmentos para dar cuerpo a la capa pictórica y abaratar costes. En maderas además se emplea mezclado con otros pigmentos en el dorado a la sisa.

Rojo de plomo (Pb_3O_4) Es uno de los pigmentos más empleados tanto en yeserías como sobre maderas, se identifica tanto en las capas profundas como en policromías posteriores, lo que demuestra su uso a través del tiempo. Se utiliza tanto como capas de base de las policromías, como en acabados cromáticos en sí mismos.

Cinnabar/Vermilion (HgS) Este pigmento se identifica tanto en los estratos profundos como en los superficiales de las yeserías y las maderas. Hay que destacar que en los estratos internos es muy probable que se haya utilizado la variedad natural, pues se ha comprobado que el tamaño de grano es bastante heterogéneo y de dimensiones considerables que llegan hasta las 42 μ lo que correspondería a la molienda artesanal. En estratos superpuestos se identifica mezclado con otros pigmentos como rojo de plomo o tierra roja.

Azurita natural ($\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$) Tanto en yeserías como en maderas, se identifica en capas profundas, asociado siempre a estratos originales. Presenta cristales bien diferenciados tanto en el microscopio óptico como en el electrónico con formas angulares e irregulares, y tamaños variables. En casos puntuales el pigmento se observa degradado, tomando una tonalidad verde clara especialmente por los bordes que se corresponde a una transformación de este color en hidroxicloriguro de Cu, tipo atacamita $\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$ que se atribuye a las condiciones ambientales húmedas, un pH alto y a la presencia de cloro en el ambiente [41].

Azurita sintética ($\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$) Es un pigmento empleado desde el siglo XVII por lo que su identificación en ambas decoraciones contribuye a establecer la cronología relativa de los estratos en los que se identifica. Aparece solamente en los estratos mas superficiales mezclado con blanco de plomo o azul ultramar sintético, sustituyendo a la azurita natural de la policromía original.

Azul de Prusia ($\text{C}_{18}\text{Fe}_7\text{N}_{18}$) Únicamente se ha identificado en la policromía sobre madera. Fue descubierto en el año 1704 por Diesbach en Berlín, sin embargo, no será hasta 1730 cuando se conozca el procedimiento de fabricación y en 1750 cuando se fabrique y emplee a gran escala [42]. Su uso en la policromía del alfarje, dada su cronología, sitúa las intervenciones correspondientes en el siglo XIX. Su empleo es minoritario y siempre aparece mezclado con otros pigmentos como la azurita

sintética, presentando una granulometría muy pequeña que dificulta su determinación mediante microscopía óptica.

Ultramar artificial $\text{Na}_{10}\text{Si}_6\text{Al}_6\text{O}_{24}\text{S}_2$. Forma parte de los pigmentos industriales, siendo elaborado por primera vez en Francia en 1828 [43] lo que proporciona información muy importante para el análisis cronológico. En yeserías, en todos los casos, se identifica en estratos superficiales solo o mezclado con blanco de plomo, blanco de titanio, azurita artificial o verde esmeralda. Igualmente, en maderas, aparece en los estratos más superficiales mezclado con azul de Prusia, óxidos de hierro o con azurita sintética.

Malaquita ($\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$) En las yeserías se identifica en estratos profundos, principalmente en las zonas de las celosías. Este pigmento es muy característico ya que presenta un tamaño de partícula considerable, distinguiéndose cristales que superan las 100 μm en la mayor parte de los casos de color verde claro muy saturado. En los estratos superficiales es sustituido por el pigmento verde esmeralda.

Verde esmeralda ($3\text{Cu}(\text{AsO}_4)_2 \cdot \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$) Fabricado por primera vez en el 1814 por Wilhelm Sattler, su empleo se abandona en pocos años debido a su toxicidad, lo que contribuye a aportar una cronología muy precisa a los estratos en los que se identifica. En yeserías aparece en los niveles más externos, asociado en muchos casos a otros pigmentos industriales como el azul ultramar o el blanco de titanio. En maderas tampoco aparece de forma individualizada formando un estrato compacto y homogéneo, sino que se encuentra combinado con otros pigmentos como el amarillo de cromo o el azul de Prusia. La individualización de sus formas cristalinas mediante el microscopio óptico es bastante evidente puesto que se observan cristales con formas esferulíticas de tamaños regulares que oscilan entre los 5-30 μm de diámetro aproximado, típicas de este material.

Verde de cromo (Cr_2O_3) Únicamente se identifica en la policromía en madera y siempre en el último estrato. No se suele aplicar de forma exclusiva, sino formando mezclas con otros pigmentos como el amarillo de cromo, el carbonato cálcico, los óxidos de hierro o el sulfato de bario, con el fin de modificar su tonalidad y/o aportarle mayor estabilidad.

Oropimente (As_2S_3) Este pigmento se identifica exclusivamente en la decoración en madera. Por su heterogeneidad en las partículas que lo conforman se puede afirmar que se trata de pigmento natural que se caracteriza en este caso por hallarse en estratos profundos y presentar un color amarillo intenso que vira a tonos naranjas. Se suele identificar mezclado con carbonato cálcico, posiblemente para aportarle una tonalidad más clara.

Litargirio (PbO) En yeserías se identifica mezclado con blanco de plomo como base para la aplicación del oro.

Amarillo de cromo (PbCrO_4) En yeserías siempre se encuentra como base del dorado, mezclado con blanco de plomo y probablemente con litargirio, utilizado este último como secativo del aglutinante oleoso. En maderas se identifica en tres tipos de estratos. Por un lado, aparece mezclado con pigmentos de óxido de hierro ocre y rojos en una baja

proporción con la finalidad de conseguir una tonalidad mas anaranjada. Por otro, mezclado con azul de Prusia con el objetivo de obtener una coloración verde, y finalmente, en capas de preparación a la sisa como base de dorados. En todos los casos se aprecia su morfología característica, presentando agujas con un tamaño equivalente a 1 µm.

Blanco de plomo (Pb₃(CO₃)₂(OH)₂) En ambas decoraciones se identifica tanto en estratos internos como en superficiales. En los internos suele emplearse como una capa de base para la aplicación de la policromía y en los externos para aclarar tonos de pigmentos como el azul ultramar artificial o el verde esmeralda.

Blanco de zinc (ZnO) El blanco de zinc es un óxido de este metal, que se emplea como pigmento en policromías a partir del siglo XVIII. La identificación de este pigmento en la decoración en madera la encontramos limitada a la capa de preparación de

intervenciones recientes en algunas zonas doradas, presentando partículas muy finas y redondeadas, con un tamaño entre 0,25 y 1 µm. Como en el caso de blanco de plomo, en yeserías se utiliza mezclado con otros pigmentos como el azul ultramar o el verde esmeralda.

Negro orgánico (hueso) En yeserías solo se ha identificado en el último nivel, mezclado con otros pigmentos industriales como azul ultramar o verde esmeralda. Las muestras en las que se identifica corresponden a zonas de mayor relieve y se emplea como perfilado de determinados elementos decorativos, generalmente para destacarlos sobre el fondo. En la decoración en madera, el negro de carbón presenta un aspecto homogéneo y compacto y suele emplearse de forma conjunta con otros pigmentos añadidos con el fin de aportarle consistencia y acelerar su secado, constituyendo así una mezcla heterogénea.

Tabla 2. Relación cronológica de las intervenciones identificadas en la decoración arquitectónica (madera y yeserías de los paramentos internos).

Nivel	Actuaciones	Alfarje	Yeserías	Referencias documentales
V	Intervención (1894-1899)	Intervenciones puntuales en ciertas zonas y adición de dorados.	Incorporación sistemática de dorados de gran calidad, realizados sobre una base fundamentalmente de amarillo y cromo.	[1, 14]
IV	Intervención (1843-1858)	En una primera fase intervenciones puntuales en zonas con problemas de conservación, posteriormente reparación y repolicromado del alfarje y el friso.	Se intentan limpiar las yeserías para recuperar la policromía anterior y al no conseguir recuperarla se vuelven a pintar con colores estridentes incorporándose dorados.	[30, 32]
III	Intervención (1805-1816)	No se realiza en la decoración en madera	Intervención ejecutada con la finalidad de ocultar la policromía de las yeserías para adaptar su apariencia a los presupuestos neoclasicistas.	[14, 30-31]
II	Intervención (1477-1572)	Reparación y repolicromado generalizado del alfarje. Inclusión de dos emblemas heráldicos representativos de los Reyes Católicos (1477). En años posteriores se realizan intervenciones puntuales encaminados a solventar problemas de conservación debido a la ejecución de la galería superior (1560-1572)	No se interviene de forma generalizada. Las yeserías de los paramentos internos mantienen el escudo de la banda identificativo del anterior monarca (Pedro I) así como los emblemas heráldicos de Castilla y León, mientras que en las yeserías de las arquerías se incorporan los emblemas de Carlos V. En años posteriores se realizan intervenciones puntuales que en ningún caso suponen una intervención general.	[1, 32]
I	Color original (1356-1366)	Construcción inicial del alfarje. Primeros estratos indicativos de policromía posiblemente original.	Decoración general del paramento decorativo en yeso mediante la técnica del molde. En casos puntuales se identifica la talla. Aplicación de la primera policromía.	[1, 12, 44]

Ejemplo de ello es la adición de óxido de plomo, como litargirio, que actúa de secativo del negro carbón en técnicas al óleo.

Aglutinantes

Aglutinantes de yeserías

Los resultados analíticos de las 12 muestras analizadas han puesto de manifiesto que a lo largo del tiempo se han utilizado los mismos aglutinantes en los sucesivos estratos. De esta forma, se ha comprobado que la cola animal se ha usado, tanto en los estratos de policromía más profundos, entre las que se encuentran las originales, como en las intermedias y superficiales, coincidentes con intervenciones modernas.

En casos puntuales, y siempre asociados a dorados, se han identificado otro tipo de aglutinantes, como aceite de linaza y resina de colofonia, estos materiales se emplearon como adhesivos para fijar las láminas de oro.

Aglutinantes del alfarje

Se analizaron nueve muestras en las que identificaron dos técnicas pictóricas.

En los estratos más profundos se detecta una técnica al temple a base de cola animal. En los más recientes, se emplea una técnica óleo-resinosa, preparada con una mezcla de aceite de linaza y resina de colofonia. En la capa de preparación de las policromías modernas también se identifica cola animal. Asimismo, se emplea una técnica óleo-resinosa como base y adhesivo de los estratos metálicos.

Correlaciones estratigráficas

La metodología aplicada en el trabajo ha permitido establecer un total de 5 niveles de policromía, que en ocasiones incluyen tanto capas pictóricas como de preparación o bases de dorado (Tabla 2).

El **nivel 1 (color original 1356-1366)**, tanto en las yeserías como en el alfarje está constituido por materiales de una gran calidad y constituye la primera policromía efectuada en la decoración del patio, probablemente terminada en torno al año 1366. Mientras que en el alfarje se observan restos de un acabado cromático muy básico con blancos, rojos y plata, en las yeserías se conservan restos de una decoración mas compleja con una gama cromática bastante amplia en la que se detectan pigmentos blancos, rojos, azules, verdes y amarillos propios de la época (Figura 6). En ambos casos, aunque el número de muestras ha sido considerable y su localización se hizo tratando de obtener todas las posibles variantes, no se puede descartar que puedan quedar ocultos, restos mínimos de pigmento desaparecidos, por el tiempo o, por labores de resaneo, antes de acometer nuevas intervenciones, como ocurre en la fachada de este palacio [2].

El **nivel 2 (1477-1572)**, tal y como se muestra en la documentación histórica, se puede relacionar claramente con el reinado de los reyes Católicos y su llegada al Alcázar. Mientras que en las yeserías no se efectúan intervenciones generales de repolicromado, sino pequeñas actuaciones encaminadas a

resolver problemas puntuales de conservación, el caso del alfarje es bien distinto, pues en este momento se realiza un repolicromado generalizado con el objetivo de integrar los emblemas heráldicos representativos de estos monarcas añadidos en el año 1477.

El **nivel 3 (1805-1816)** es una de las intervenciones mas claras y de las que existe una documentación histórica mas abundante. Únicamente se efectúa en las yeserías y consistió en cubrir con un encalado toda la decoración, con el objetivo de ocultar el deterioro de los colores originales y dotar al edificio de una apariencia mas acorde con los gustos del neoclasicismo imperante [14, 30-31]. Como consecuencia de la misma, el aspecto cromático original de las yeserías se perdería por completo.

El **nivel 4 (1834-1858)**, al igual que la anterior, esta intervención está fuertemente marcada por la actuación en las yeserías. Mientras que en el alfarje se realizan retoques puntuales encaminados a solventar problemas de conservación procedentes de la cubierta, las yeserías vuelven a sufrir una intervención generalizada. Numerosas fuentes documentales [1, 30, 32]; afirman que en este momento se intentan limpiar las yeserías con el objetivo de recuperar los colores originales, ocultos por la capa de cal aplicada entre los años (1805-1816) [14]. Sin embargo, al no poder eliminar la capa de cal se vuelven a pintar con colores estridentes y chillones intentado conseguir la apariencia fantástica que se creía que tenía en el momento de su creación. Estas referencias coinciden con los materiales identificados en este nivel, donde se distinguen azules de ultramar sintético, amarillos de cromo, verdes esmeraldas o dorados sobre base de aceites y barnices. Todos ellos materiales propios de la revolución industrial y por tanto con una cronología muy precisa.

El **nivel 5 (1894-1899)**, es el más superficial y presenta una complejidad mayor que los anteriores. En este nivel no existen referencias documentales precisas que recojan ninguna intervención concreta en el patio de las Doncellas. Sin embargo, por sus características se ha podido relacionar con otras intervenciones efectuadas en el conjunto. Según refiere Chávez González [14], la gran intervención efectuada en la fachada podría haber eclipsado documentalmente otras actuaciones efectuadas en el resto del Palacio. En este sentido, las investigaciones realizadas en la fachada [2, 9] han permitido constatar que los materiales presentes en la policromía de la fachada coinciden con los identificados tanto en el alfarje como en las yeserías. Esta capa se caracteriza por la utilización de pigmentos industriales (verde esmeralda, verde de cromo, amarillo de cromo), pero fundamentalmente por la incorporación sistemática de dorados con el objetivo de dotar de un nuevo esplendor al palacio (Figura 6).

Conclusiones

De este estudio pueden extraerse algunas conclusiones relevantes.

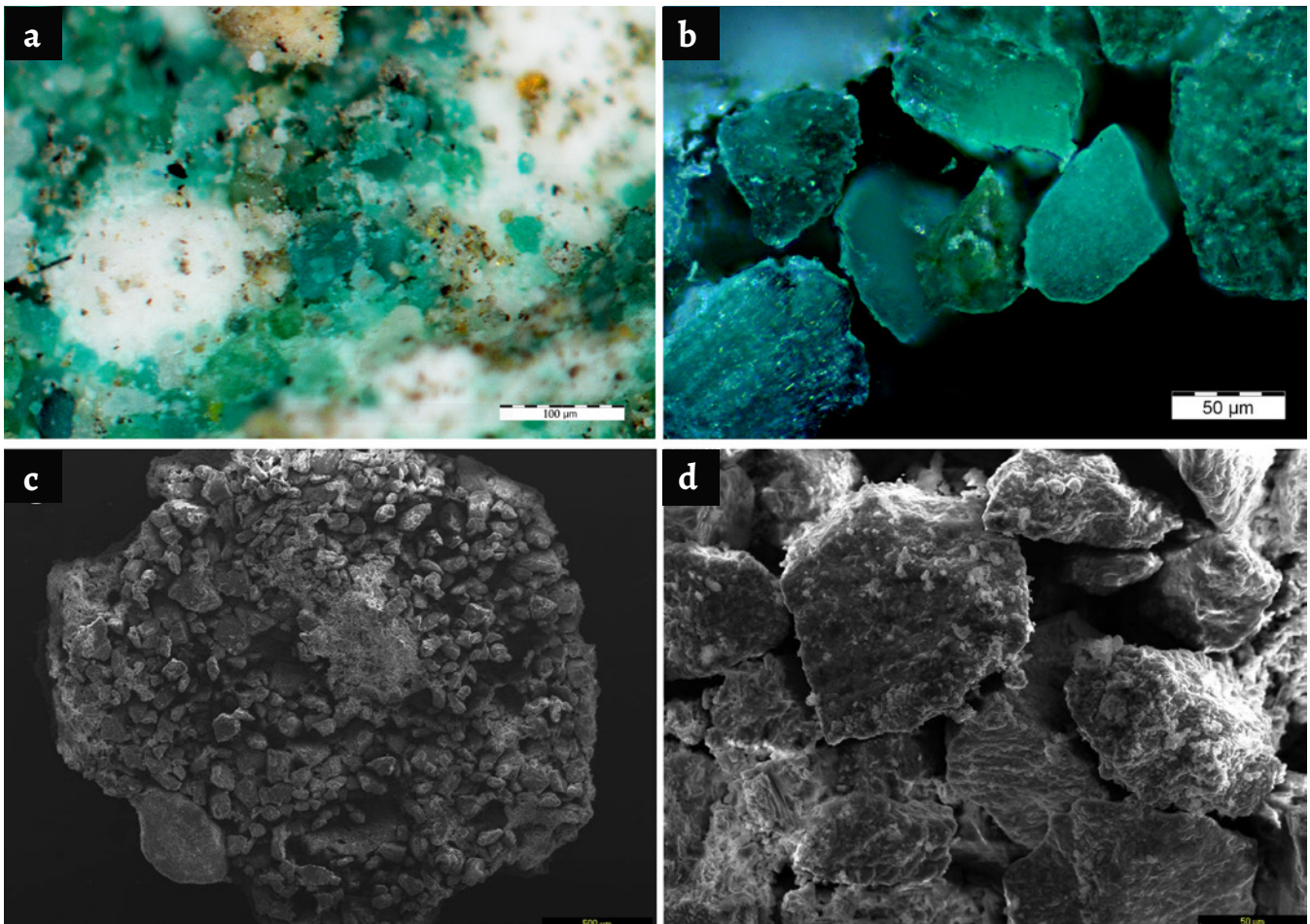


Figura 6. Identificación del pigmento verde malaquita en la muestra PDY30: *a)* imagen de microscopía estereoscópica de la muestra en la que se identifica dicho pigmento; *b)* imagen de microscopía petrográfica de los cristales del pigmento en la muestra preparada en lámina delgada; *c)* imagen de microscopía electrónica de barrido de la muestra sin preparar; *d)* imagen de detalle de los cristales de pigmento identificados.

En primer lugar, los datos recopilados permiten afirmar la existencia de una amplia variedad de materiales empleados en la decoración policroma de este patio. Entre ellos destacan materiales de una considerable calidad y de uso histórico; situado en los estratos más profundos de los que en algunas zonas no se conservan restos; y materiales de época industrial, con calidades propias de este periodo, empleados en las intervenciones realizadas en el siglo XIX que ocultan la policromía original, tanto del alfarje como de las yeserías.

Como se ha expuesto, la puesta a punto de una metodología basada en correlaciones estratigráficas ha permitido establecer un total de cuatro intervenciones posteriores a la decoración original.

Tanto en la decoración en madera como en yeso, la antigüedad cronológica del primer nivel de policromía, su deterioro y las intervenciones posteriores realizadas (limpiezas agresivas, resaneos, repolicromados o problemas en las cubiertas en el caso del alfarje) hacen que sean muy escasos los restos identificados correspondientes a la primera policromía. A pesar de ello, en ambos casos se puede afirmar que se utilizó una pintura al temple de cola con pigmentos de

una gran calidad como el cinabrio, la malaquita natural, la azurita natural o la plata.

Respecto a posibles cambios de color, las correlaciones estratigráficas efectuadas demuestran que en las muestras seleccionadas, generalmente se mantuvo el acabado cromático del paramento, a pesar de que en las intervenciones posteriores se utilizaran materiales diferentes normalmente de menor calidad. En la mayor parte de los casos en los que se detectan cambios de color en una misma estratigrafía (salvo casos puntuales), estos corresponden a contaminaciones adyacentes o a detalles de la decoración. Este hecho es muy significativo pues se corresponde con los resultados obtenidos en la fachada de Pedro I [9], por lo que hay que suponer que fue una de las pautas seguidas en el tratamiento de los revestimientos del palacio. Igualmente, en la última intervención pictórica ejecutada en la decoración arquitectónica del patio (fecha entre 1894-1899), se identifica una incorporación sistemática de dorados, de una gran calidad (en los que el estrato de oro presenta una composición próxima al 100 %) lo que evidencia el interés por la preservación de la decoración y la suntuosidad de los espacios, aún cuando estos

elementos decorativos se encuentran a una considerable altura y por lo tanto muy lejos de la visión del espectador.

Finalmente, consideramos que este estudio permite contribuir al conocimiento y puesta en valor de la decoración arquitectónica hispanomusulmana, aún hoy muy desconocida, además de concienciar sobre la necesidad de preservar y llevar a cabo el mantenimiento de este tipo de decoraciones, tanto de las conservadas en el Real Alcázar de Sevilla como en otros monumentos de similar cronología.

Agradecimientos

Queremos hacer constar nuestro agradecimiento al Patronato del Real Alcázar de Sevilla y a sus directores por permitir la realización del estudio que se presenta, así como a la gestión del Dr. Antonio Almagro Gorbea, de la Escuela de Estudios Árabes (CSIC) de Granada. Asimismo agradecer a todas aquellas personas que han colaborado de una forma u otra en el análisis de muestras, entre ellas a la Dra. Rocío Márquez Crespo del CIC, al Dr. Nicolás Velilla Sánchez del Departamento de Mineralogía de la Universidad de Granada y al del Dr. Enrique Parra Crego de la empresa Larco Química y Arte.

Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad y por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) en el marco del Proyecto de Investigación “Estudio científico y tratamientos de conservación de revestimientos arquitectónicos de época romana a medieval” (HAR2015-66139-P) así como por los proyectos del Ministerio de Innovación y Ciencia denominados “Decoración arquitectónica de tradición Islámica. Materiales y técnicas de ejecución” (HAR 2011-27598) y el proyecto I+D+i en el marco de los programas estatales de generación de conocimiento y fortalecimiento científico y tecnológico del sistema de I+D+i y de I+D+i orientada a los retos de la sociedad “Estudio de materiales y técnicas de ejecución, ensayos de tratamientos de conservación-restauración y aplicaciones 3D de revestimientos decorativos del patrimonio (PID2019-105706GB-I00). Igualmente agradecer al IP de estos proyectos, D. Víctor J. Medina Flórez, su asesoramiento y dirección en el trabajo realizado.

REFERENCIAS

- Marín Fidalgo, A. M., *El Alcázar de Sevilla bajo los Austrias*, Guadalquivir, Sevilla (1990).
- López Cruz, O.; García Bueno, A.; Medina Flórez, V.J.; Sánchez Navas, A.; Velilla, N., ‘Pictorial materials used in the polychrome decorations of the façade of the palace of king Pedro I (The Royal Alcázar of Seville, Spain)’, *Materiales de construcción* **65**(318) (2015) e054, <http://10.3989/mc.2015.04314>.
- Blasco-López, F.; Alejandre Sánchez, F., ‘Las yeserías del Patio del Sol del Real Alcázar de Sevilla: Caracterización y cronología’, *Informes de la construcción* **530** (65) (2013) 175-182, <https://doi.org/10.3989/ic.12.014>.
- Alejandre Sánchez, F. J.; Blasco-López, F. J.; Martín del Río, J., ‘Evolución de las yeserías de los Patios del Yeso y del Sol del Real Alcázar de Sevilla a través de las fuentes escritas, reforzadas por ensayos de caracterización’, in *Actas del Sexto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, Instituto Juan de Herrera, Valencia (2009) 201-209.
- Duran, A., Perez-Rodriguez, J. L.; de Haro, M. J.; Franquelo, M. L.; Robador, M. D., ‘Analytical study of Roman and Arabic wall paintings in the Patio De Banderas of Reales Alcázares Palace using non-destructive XRD/XRF and complementary techniques’, *Journal of Archaeological Science* **38**(9) (2011) 2366-2377, <https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.04.021>.
- Calero-Castillo, A. I.; García-Bueno, A.; López-Cruz, O.; Medina Flórez, V. J., ‘Las yeserías del Patio de las Doncellas del Real Alcázar de Sevilla. Avance de resultados de la caracterización de materiales y la técnica’, *Al-Qan ara* **37** (2016) 129-141, <https://doi.org/10.3989/alqantara.2016.006>.
- Calero-Castillo, A. I.; García Bueno, A.; López Cruz, O.; Medina Flórez, V. J., ‘La policromía original de las yeserías del Patio de las Doncellas del Real Alcázar de Sevilla. Materiales constitutivos y técnicas de ejecución’, *Arqueología y Territorio Medieval* **24** (2017) 255-290, <https://doi.org/10.3989/alqantara.2016.006>.
- Brogiolo, G. P., ‘Arqueología estratigráfica y restauración’, *Informes de la Construcción* **46**(435) (1995) 31-36.
- Cano-Cortés, P., ‘Metodología para la conservación del Patrimonio Mudéjar’, *Boletín de Monumentos Históricos* **26** (2011) 123-134.
- López Cruz, O.; García Bueno, A.; Medina Flórez, V. J., ‘Evolución del color en el alero de la fachada del rey D. Pedro I, Real Alcázar de Sevilla. Aportaciones del estudio de materiales a la identificación de las intervenciones de restauración a lo largo de su historia’, *Arqueología de la Arquitectura* **8** (2011) 163-178, <https://doi.org/10.3989/arqarqt.2011.10016>.
- Fernández-Puertas, A., ‘El fenómeno mudéjar en la decoración de yesería de sus edificios’, *Miscelánea de Estudios árabes y Hebraicos. Sección Árabe Islam* **33** (1984) 189-202.
- De los Ríos, R., *Sevilla pintoresca, ó, descripción de sus más celebres monumentos artísticos*, Francisco Alvarez y Ca, Sevilla (1844).
- Marín Fidalgo, A. M., *Guía de los Reales Alcázares de Sevilla*, Guadalquivir, Sevilla (1990).
- Chávez González, M., *El Alcázar de Sevilla en el siglo XIX*, Patronato del Real Alcázar de Sevilla, Sevilla (2004).
- López Cruz, O., ‘La policromía de la fachada del palacio de Pedro I en el Real Alcázar de Sevilla’, Tesis doctoral, Universidad de Granada, Granada (2012).
- Cómez, R., *El Alcázar del Rey Don Pedro*, Diputación de Sevilla, Área de cultura y deportes, Sevilla (2006).
- Fernández Aguilera, S., ‘Origen del Palacio de Pedro I en el Alcázar de Sevilla: el mirador hoy llamado de los Reyes Católicos’, *Archivo Español de Arte* **88**(352) (2015) 331-348.
- Tabales Rodríguez, M., ‘El Patio de las Doncellas del palacio de Pedro I de Castilla. Génesis y transformación’, *Apuntes del Alcázar de Sevilla* **6** (2005) 25-29.
- Rodríguez Moreno, C., ‘Reconstrucción virtual del palacio medieval de Pedro I en los Reales Alcázares de Sevilla: “the architects cut”. Virtual reconstruction of the Medieval Palace of Pedro I in the Royal Alcázares of Seville. The Architect’s Cut’, *Virtual Archaeology Review* **9** (2013) 28-34.
- Pérez Ferrer, J. C.; Fernández Aguilera, S., ‘Restauración del techo de la alhanía de la Antigua Capilla del Palacio Mudéjar del Alcázar de Sevilla’, *Apuntes del Alcázar de Sevilla* **17** (2016) 112-133.
- UNE- EN 16085. (Normalización Española) Conservación del patrimonio cultural. Metodología para la toma de muestras de materiales del patrimonio cultural. Reglas generales. Conservation of Cultural Property (2014).

22. Cardell-Fernández, C.; Navarrete-Aguilera, C., 'Pigment and plasterwork analyses of Nasrid polychromed lacework stucco in the Alhambra (Granada). Spain', *Studies in conservation* **3** (51) (2006) 161- 176, <https://doi.org/10.1179/sic.2006.51.3.161>.
23. Sever Tkapin, A.; Ropret, P.; and Bukovec, P., 'Determination of pigments in colours layers on walls of some selected historical buildings using optical and scanning electron microscopy', *Materials Characterization* **58**(11-12) (2007) 1138-1147, <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2007.05.013>.
24. Gómez, M. L., *La restauración. Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*, Cátedra, Cuadernos de arte, Madrid (2008).
25. Gutiérrez, F., 'Aplicación de la espectrometría infrarroja al análisis químico de los bienes culturales', *Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico* **5** (18) (1997) 56-60.
26. Almagro Gorbea, A., 'Los reales alcázares de Sevilla', *Artigrama* **22** (2007) 155-185.
27. Pavón Maldonado, B., *El arte hispanomusulmán en su decoración geométrica. Una teoría para un estilo*, Agencia española de cooperación internacional, Madrid (1989).
28. Zolle Belegón, L., *Los alcázares reales en la época de los Austrias*, Edilupa Ediciones, Madrid (2003).
29. Morales Martínez, A. J., 'El Alcázar del Rey Don Pedro y los palacios mudéjares sevillanos', in *Arte mudéjar en Aragón, León, Castilla, Extremadura y Andalucía*, ed. M. C. Lacarra-Ducay, Institución Fernando el Católico, Diputación de Zaragoza, Zaragoza (2006) 233-260.
30. De los Ríos, R., *Inscripciones árabes de Sevilla*, Imprenta T. Fortanet, Madrid (1875)
31. Cañas Palop, C., *El palacio de Don Pedro I y sus armaduras de cubiertas. Una mirada hacia lo más alto*, Universidad de Sevilla, Fundación Focus Abengoa, Sevilla (2010).
32. Gestoso Pérez, J., *Sevilla monumental y artística*, Escuela tipográfica salesiana, Sevilla (1889).
33. Lleo Cañal, V., *El Real Alcázar de Sevilla*, Lunwerg editores, Madrid (2002).
34. Arjonilla, P.; Domínguez-Vidal, A.; Correa-Gómez, E.; Rubio-Domene, R.; Lluveras-Tenorio, Amma.; Áyora-Cañada, M.J.; Colombini, M.P., 'Characterization of organic materials in the decoration of ornamental ensemble using gas-chromatography/mass spectrometry (CG/MS)', *Microchemical Journal* **40** (2018) 14-23, <https://doi.org/10.1016/j.microc.2018.03.036>.
35. Rubio, R., *Yeserías de la Alhambra. Historia, técnica y conservación*, Universidad de Granada, Granada (2011).
36. Cardell, C.; Rodríguez-Simon, L.; Guerra, I.; Sánchez-Navas, A., 'Analysis of Nasrid polychrome carpentry at the Hall of the Mexuar Palace, Alhambra complex (Granada, Spain), combining microscopic, chromatographic and spectroscopic methods', *Archaeometry* **51** (4) (2009) 637-657, <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2008.00438.x>.
37. García Bueno, A.; Medina Flórez, V.; Gómez Segura, A., 'La policromía de los fragmentos de yeso almacenados en los depósitos del museo de la Alhambra', in *16th International Meeting on Heritage Conservation. Preprints of the Papers to the Valencia Congress*, UPV, Valencia (2006) 1601-1615.
38. García Bueno, A., Medina Flórez, V.J., González Segura, A., 'La policromía de las yeserías de la Madraza de Yüsuf I, Granada. Primeras aportaciones del estudio de materiales para la localización de zonas originales y añadidos', *Al-Qantara* **31** (2010) 245-256.
39. Ramos Molina, J., 'Estudio de materiales y técnicas constructivas de elementos singulares en el Palacio de la Madraza. Protocolo de actuación', Tesis doctoral, Universidad de Granada, Granada (2016).
40. Kroustallis, S., 'El color de las palabras: problemas terminológicos e identificación de los pigmentos artificiales', in *Fatto d'archimia. Los pigmentos artificiales en las técnicas pictóricas*, eds. S. Kroustallis y M. del Egado, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Madrid (2012) 53-68.
41. López Cruz, O. Velilla, N., 'Alteración de Pigmentos Arsenicales en Policromías de Edificios Históricos (Real Alcázar de Sevilla). Influencia del cloro', *Macla. Revista de la sociedad española de mineralogía* **19** (2014).
42. Doerner, M., *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*, Reverte, Madrid (1998).
43. San Andrés Moya, M., 'Química moderna y producción de nuevos pigmentos', in *Fatto d'archimia. Los pigmentos artificiales en las técnicas pictóricas* eds. S. Kroustallis y M. Del Egado, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Madrid (2012) 25-53.
44. Pavón Maldonado, B., *El arte hispanomusulmán en su decoración geométrica. Una teoría para un estilo*, Agencia española de cooperación internacional, Madrid (1989).

RECIBIDO: 2020.01.17

REVISTO: 2020.12.17

ACEPTADO: 2020.12.19

ONLINE: 2021.05.04



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>.

JOÃO HENRIQUE MACEDO
MARROCANO

Antiques and Crafts, Arte
Contemporânea/ Conservação e
Restauro
antiques.geral@gmail.com

Cuidar para valorizar. Estratégias de preservação no âmbito do Mercado da Arte

Care to value. Preservation strategies in the Art Market's context

Resumo

No mercado da arte, é real a possibilidade de a conduta a adotar na preservação da arte contemporânea, não ser possível de aplicar sem haver cisão com as diretrizes da conservação e restauro. O objetivo deste estudo é analisar se, por um lado, as orientações profissionais mais preeminentes se enquadram na lógica do mercado ou se, por outro lado, é possível encontrar no seu elenco divergências e/ou motivos de reserva da prática comercial. O trabalho confrontou os fundamentos das diretrizes com os objetivos práticos do mercado, analisando qualitativamente as ilações com o testemunho pessoal de agentes do mercado nacional sobre a problemática levantada. Dessa análise, foi possível identificar a necessidade de modelos de diagnóstico equilibrados com a salvaguarda da circunstância comercial dos bens, procurando-se desenvolver uma linha de orientações de diagnóstico que ofereça utilidade analítica ao conservador restaurador, em atuações no contexto do mercado da arte contemporânea em Portugal.

Abstract

In the art market, it is a real possibility that the conduct to be adopted in the preservation of contemporary art cannot be put into practice without secession with the conservation and restoration guidelines. The aim of this study is to analyse if the most prominent professional guidelines fit into the market framework, or if it is possible to find divergences or reasons to lay aside in commercial practice. The work compared the fundamental guidelines with the practical objectives of the art market, qualitatively analyzing the results with the personal testimony collected from the agents of the national market on the issue raised. From this analysis, it was possible to identify the need for diagnostic models balanced with the safeguard of the commercial circumstance of the assets, seeking to develop a line of diagnostic guidelines that offer analytical usefulness to the conservator, in actions in the context of the contemporary art market in Portugal.

PALAVRAS-CHAVE

Arte Contemporânea
Conservação e restauro
Mercado da Arte
Modelo de atuação

KEYWORDS

Contemporary art
Conservation and
restoration
Art market
Acting model

Introdução

No mundo da arte contemporânea, a legitimação de uma obra como objeto de fruição estética e significação intelectual, é acompanhada por uma correspondência de mercado que define um valor financeiro a um trabalho. É um valor que resulta principalmente da valorização económica da credibilização estética dos trabalhos e dos artistas, pelos diversos agentes intervenientes no mercado da arte contemporânea [1].

Na avaliação desse valor financeiro, o principal fator de valorização tem diretamente a ver com o valor e com a quantidade de bens, de determinado autor, que recentemente foram comercializados no mercado da arte [2].

No entanto, podem convergir no fator principal, imensos condicionalismos que não permitem que este seja utilizado isoladamente e de forma inequívoca. Questões como a fiabilidade da informação recolhida, a quantidade de informação disponível, a atualidade da informação e a garantia que esta provém de bens efetivamente negociados, podem adicionar insegurança a uma avaliação [3].

Nestes casos, existe a necessidade de complementar a informação do fator principal com a análise dos fatores suplementares de avaliação, que em especial, prestam atenção às seguintes realidades: a autenticidade, a autoria, o estado de conservação, a raridade, a novidade, a estética/beleza, os materiais, as técnicas utilizadas, a qualidade, a comercialidade, a história, a proveniência, a moda, o momento. Numa avaliação nem sempre será necessária a aplicação de todos os fatores suplementares de avaliação. Apenas aquele (ou aqueles), que se revele útil à obtenção do valor de mercado de um determinado bem, será tido em consideração numa avaliação. Ao avaliador, pela sua experiência e conhecimento, caberá identificar a qual (ou a quais) irá recorrer [3, pp. 103-108].

O estado de conservação de uma obra é, na verdade, um fator de avaliação tido pelo mercado da arte como de extrema importância na sua valorização económica e comercial. Por definição, quanto maior for o estado de conservação de um bem, maior será o seu valor de mercado, em relação a outros bens iguais ou semelhantes em pior estado de conservação [4, p. 144]. Eventuais restauros numa obra conduzem a uma desvalorização em relação a outros trabalhos não restaurados. Certamente que existem diversos graus de intervenção, porém, é evidente que quanto menor for a sua extensão numa obra, menor será a sua desvalorização. Isto não significa que um bem em mau estado de conservação e não intervencionado, seja mais valioso que uma obra restaurada – desde que o grau da intervenção não desvirtue a leitura das características identificativas do objeto. O que significa, é que é mais valiosa uma obra em perfeito estado de conservação não intervencionada, que outra semelhante mas com sinais de intervenção [3, pp. 104-105].

Sendo o estado de conservação um fator fundamental na valorização da esfera económica de uma obra, é natural que este aspeto proporcione matéria de reflexão e de discussão entre os agentes do mercado (em particular os agentes comerciais). Desde logo, pela forma como os condicionalismos desse

fator, podem influenciar, entre outras, questões importantes para o mercado como: a estabilidade do valor financeiro de um trabalho, a sua visibilidade nos mecanismos de promoção e de venda, a sua procura comercial, a necessidade de ceder a vantagens negociais e de escoamento, e a disponibilidade de recursos essenciais à sua conservação imediata e à sua preservação futura – quer em circunstâncias comerciais, quer em outros tipos de contextos.

Como fica evidente, para os agentes que lidam diretamente com a compra e venda de arte, uma intervenção terá que assegurar, nos seus objetivos, além da preservação de todas as dimensões intrínsecas do objeto, que os tratamentos e as suas linhas orientadoras não comprometam, em nenhuma circunstância, os seus fatores de valorização – sob pena de uma obra e/ou o autor perderem o interesse comercial atual e a sua valorização futura.

A delimitação das operações de conservação e restauro já preveem, nos seus fundamentos, que quer as características formais dos objetos, quer os contextos e as circunstâncias em que se inserem, sejam analisados com a mesma ponderação e equilíbrio entre as duas dimensões. Apesar disso, e sendo óbvio que cada obra deverá ter os tratamentos especificamente delineados para ela, no contexto de mercado da arte contemporânea, é real a possibilidade de a conduta clássica de atuação sobre o património cultural, poder ser encarada com alguma reserva pelos agentes de mercado, sobretudo, por insuficiência de pressupostos deontológicos que enquadrem critérios de atuação indicados às necessidades e às expectativas esperadas na preservação da esfera económica e comercial de uma obra contemporânea. Além disso, e paralelamente, observa-se também que as exigências de preservação da arte contemporânea, *per se*, [5] e as diferentes circunstâncias comerciais e de valorização económica que envolvem este segmento artístico, nem sempre deixam espaço de manobra, nos objetivos de atuação previstos, para que ocorram intervenções sem o risco de cisão com alguns dos paradigmas das diretrizes profissionais da conservação e restauro.

O objetivo deste estudo, é demonstrar pelos temas levantados se, por um lado, os aspetos mais preeminentes das diretrizes profissionais se enquadram inteiramente na lógica comercial da arte contemporânea ou se, por outro lado, é possível encontrar nos seus fundamentos divergências com a cultura comercial e/ou motivos de reserva às suas propostas, por parte do mercado da arte.

A metodologia do trabalho incidiu na confrontação teórica dos fundamentos das orientações profissionais com os objetivos práticos da preservação da arte contemporânea na atividade do sistema do mercado da arte, tentando-se nessa articulação, interpretar e tornar coerentes, em sínteses quantitativas e qualitativas, os dados sobre as relações de abrangência, reserva, ou divergência, entre as duas dimensões. Como forma de avaliar o rigor qualitativo das ilações retiradas, procurou-se, posteriormente, confrontar esses dados com as experiências concretas dos agentes comerciais sobre a problemática da preservação no valor de uma obra, através da

recolha dos testemunhos pessoais de um grupo de agentes do mercado da arte contemporânea nacional (primário e secundário). Desses depoimentos, foi também possível conhecer as práticas reais, os interesses e os critérios objetivos que, cada uma dessas formas de atividade tem perante a preservação de uma obra, na sua dupla dimensão estética e económica. Esta informação foi considerada uma mais-valia acessória a este estudo, sobretudo, pelo complemento empírico que facultou às sínteses realizadas. Além disso, por ser um tipo de dados que continuam, em grande medida, a ser disseminados em contextos privados (e privilegiados), de natureza pessoal e/ou comercial, devido à propensão dos *players* do mercado para um certo sigilo e cumplicidade de ligações [6], considerou-se ser importante a divulgação dessa informação, como forma de difundir conhecimento empírico que pode ser explorado no recenseamento sistemático de dados sobre a preservação da arte contemporânea na atividade do sistema do mercado da arte, e na elaboração de análises quantitativas mais amplas, que interpretem o objeto em estudo, em termos da sua qualificação, de forma concreta e acessível.

O interesse dos dados das experiências concretas dos agentes comerciais sobre a problemática da preservação no valor de uma obra, porém, não se esgotou aqui. Sucedeu que dessa informação, foi ainda possível perceber que, em algum momento na atividade prática de convivência real com a compra, venda ou aquisição de arte contemporânea, a necessidade de modelos de diagnóstico equilibrados com a salvaguarda da circunstância financeira e comercial dos bens se revela (ou revelou), de extrema importância e utilidade no contexto do mercado da arte.

Este tema de particular interesse para o mercado e ainda pouco diferenciado no âmbito da conservação e restauro, foi também ponderado à luz deste estudo, procurando-se sintetizar os dados da pesquisa numa proposta de orientações de diagnóstico, que acomodem nos seus pressupostos, um equilíbrio entre a conduta clássica de preservação e as necessidades práticas de salvaguarda económica de uma obra de arte contemporânea. No tratamento da informação, foi seguido o exemplo do projecto “The Decision-Making Model for the Conservation and Restoration of Modern and Contemporary Art” [7], apresentado em 1999, e desenvolvido da parceria entre a Foundation for the Conservation of Contemporary Art (SBMK) e a Netherlands Institute for Cultural Heritage (ICN), durante o projeto “Conservation of Modern Art” (1996-97), estudo que marcou o início de uma rede de investigação em torno da questão da conservação da Arte Contemporânea [8, p. 174].

Considera-se que a avaliação individual (ou global) dos aspetos da proposta, podem oferecer ferramentas analíticas úteis ao conservador restaurador quer no estudo das características formais de valorização de uma obra, quer na ponderação de modelos de atuação que acautelem a preservação da sua esfera económica, quer no desempenho de uma intervenção (e da atividade profissional), no sistema do mercado da arte nacional. Além disso, e tendo em conta o crescente volume de transações de obras no mercado da arte

contemporânea [9], a existência de modelos de intervenção desta natureza, poder-se-á constituir como uma novidade necessária à criação de confiança no mercado na valorização económica de uma obra, após uma intervenção.

Abrangência e limites éticos da conservação e restauro no mercado da arte contemporânea

Nas diretrizes profissionais da ECCO, (European Confederation of Conservator-Restorers’ Organizations) [10], encontram-se as definições, os princípios e as orientações da conduta ética da atividade profissional do conservador restaurador.

Na definição que é feita do papel do conservador restaurador: a função essencial da sua atuação é contribuir para a perfeita perceção, apreciação e compreensão de um bem, no seu contexto ambiental, no seu significado ou nas suas propriedades físicas [10]. É um papel que se ajusta totalmente ao sentido do mercado da arte contemporânea, desde que, claro está, o conservador restaurador possua a capacidade e experiência para tal.

A responsabilidade profissional que é atribuída ao conservador restaurador perante o património e os bens culturais, o proprietário ou responsável legal, o autor ou criador, o público, e para a posteridade [10, Preâmbulo], é outro aspeto gerador de confiança pelo mercado, no sentido em que a correta preservação dos bens está protegida por uma conduta profissional que, à partida, garante os mais elevados padrões de qualidade nas intervenções e, em última análise, é também motivo de credibilização do próprio mercado e dos profissionais da área [3, pp. 21-22].

A obrigação de respeitar o significado estético, histórico e espiritual e a integridade física dos bens culturais [10, Art. 5], em consideração com as exigências da utilização social dos bens culturais [10, Art. 6], são também orientações onde é possível encontrar implícita a faceta de mercado.

Na verdade, a produção artística sempre se destinou (e continua a destinar), ao mercado da arte seu contemporâneo [3, p. 14]. Deste modo, uma intervenção que tenha em atenção a preservação das várias significações de uma obra, mais não é que manter as suas características identificativas e culturais, as quais determinam, nos termos do mercado, o seu valor económico e a sua posição negocial.

No que respeita à distinção que as diretrizes fazem das outras áreas de atuação sobre o património cultural, estas preveem que o conservador restaurador tendo como papel principal a preservação, não atue na criação de novos objetos ou na manutenção ou reparação de objetos com sentido funcional [10, II].

A conservação e restauro da arte contemporânea compõe-se de muitas circunstâncias, em que não é possível devolver a uma obra a sua melhor compressão, perceção e apreciação, sem que os procedimentos não impliquem a reparação ou a substituição de elementos de sentido funcional, muitas vezes de importância central nas obras.

Por exemplo, nas instalações e na *media art*, esta limitação é evidente. Em ambos os casos, as formas são constituídas por diferentes componentes que, podem ou não estar ligados entre si. O que poderá acontecer é que, quando um elemento deixa de funcionar, os outros também falham, havendo necessidade de ser substituído. Há ainda muitas peças que, além de terem na sua significação o apelo aos sentidos visuais, apresentam também o recurso ao movimento e ao som, como parte integrante do todo da obra sendo, portanto, fundamentais para a experiência total da composição.

Embora seja possível considerar que uma obra diminuída não está em nada destruída, porque continua a ser a expressão do artista [11], ao nível do mercado, contudo, o seu valor não terá certamente a mesma posição de outras obras com a mesma importância, e que mantêm intactas as suas características físicas e o seu significado artístico. Assim, no mercado da arte contemporânea, não devolver aos objetos a sua ligação material, se quisermos pelo respeito pelos seus momentos históricos, pode colocar em causa a sua dimensão estética, à qual compete sempre a precedência [12] – neste caso, enquanto fator de valorização dos bens e, por conseguinte, da sua posição comercial.

O conservador restaurador pode também propor ao responsável legal, quando a preservação da peça seja incompatível com a sua utilização social, a realização de uma reprodução se for solução [10, Art. 16].

Apesar de ser um recurso que visa a salvaguarda dos bens culturais, não pode deixar de ser considerado que, a originalidade e a autenticidade, que se procura na arte contemporânea (e numa obra de arte em geral), enquanto fenómeno estético se perdem. Além disso, na arte contemporânea, existem trabalhos em que houve manifesta intenção do artista para que o seu potencial artístico fosse efémero, encontrando o seu sentido expressivo nesse mesmo facto [13]. Há também artistas que se interessam pela degradação dos seus trabalhos, utilizando nas suas obras materiais perecíveis como o sabão, pastilhas, cinza ou sal. Outros fazem cópias das suas composições, já de forma a responder a problemas de conservação que venham a ocorrer [14]. São ainda criadas obras performativas para uma única situação, em que a sua variável de sucesso é o seu consumo, não havendo significado na sua preservação [15].

As reproduções na arte contemporânea, com a especificidade própria da preservação, são soluções indiscutidas pelo mercado, dado que, e por si só, é uma decisão que entra em oposição com fatores de valorização como a autoria e a autenticidade. Ambos os aspetos são determinantes para a valorização económica de uma obra. Uma obra de arte tem de ser autêntica e só estes objetos terão um verdadeiro valor no mercado da arte. Da mesma forma, a autoria é também um fator fundamental de valorização – até porque no mercado, os diferentes autores, obtêm cotações distintas [16]. Sobretudo aquando da aquisição, como facilmente se percebe, uma reprodução é uma solução da ética profissional pouco adequada à própria essência do mercado da arte, que procura bens genuínos.

Reservas à ética dos tratamentos do ponto de vista comercial

No mercado da arte contemporânea, uma obra tem de apresentar um perfeito estado de preservação de todas as suas características. Só assim é garantida a manutenção do seu valor económico, a sua aceitação em praça e a sua posição negocial - da obra e dos respetivos agentes de mercado.

Nas diretrizes profissionais, é possível identificar algumas orientações de conduta sobre o património cultural que, do ponto de vista comercial, suscitam alguma reserva na sua aplicação. Por exemplo, a obrigação de que, tanto quanto possível, os materiais usados numa intervenção sejam fáceis e totalmente reversíveis [10, Art. 9], para que, se necessário, a peça possa voltar à sua condição original antes da intervenção, é um compromisso da ética profissional que, no contexto do mercado, tem de ser encarado com maior flexibilidade.

De facto, na operação de remoção de um tratamento (por exemplo consolidações ou preenchimento de lacunas), existe sempre a possibilidade prática dessa mesma intervenção ser danosa para o bem. Por vezes, o grau de penetração dos materiais, ou então o *stress* da operação sobre a peça, pode acarretar outras consequências para a integridade de uma obra [17]. Depois, não pode deixar de ser considerado que, tratamentos que envolvam elementos estruturais ou de funcionamento mecânico de significado fundamental, a serem removidos, o bem perderá, como é evidente, a sua perfeita perceção, apreciação e compreensão.

O paradigma da reversibilidade numa intervenção em trabalhos caracterizados por expressividades artísticas com recurso a elementos luminosos, de movimento ou sonoros, será muito difícil de conciliar com a própria essência material dos elementos que promovem esses aspetos, sem que o valor estético e económico dessas composições fique em risco.

Do mesmo modo, em obras compostas por materiais heterogêneos, muitas vezes de natureza química e física diferente [18], pode ocorrer que na procura da reversibilidade, um tratamento não se ajuste à totalidade da peça, havendo a necessidade de ter de se adequar comportamentos distintos aos diversos materiais. São situações delicadas, onde existe a possibilidade, de na coordenação das várias decisões, estas poderem opor-se ou interferir entre si, ou então no todo da obra, não contribuindo o conceito da reversibilidade, nestes casos, para a preservação dos bens.

A expectativa natural do mercado da arte é que os tratamentos sejam definitivos e resolutivos dos decaimentos identificados, de forma a restituir ao potencial orgânico de uma obra, todos os seus fatores de valorização. Deste modo, sempre que a procura da reversibilidade nos tratamentos não satisfizer os objetivos do que é esperado da preservação material de uma obra, é natural que ocorram reservas no mercado da arte à sua aplicação, devido a existir sempre a possibilidade material, de o valor dos trabalhos e a posição negocial dos agentes, ser de alguma forma diminuída e/ou comprometida.

A orientação de os tratamentos de conservação se limitarem ao estritamente necessário [10, Art. 8], é um princípio de atuação que no âmbito do mercado da arte se torna controverso, dado que por vezes as intervenções estão longe de ser mínimas. Por exemplo, um trabalho que sofra decaimentos que perturbem a sua leitura e fruição estética (como um rasgão, um destacamento, lacunas, avarias etc.), e que receba apenas tratamentos de conservação (preventiva ou curativa), tem certamente uma menor aceitação para colocação em praça. Esta situação sucede, devido ao facto do seu estado de preservação, não possibilitar a mesma posição de valor de mercado nem suscitar o mesmo interesse dos públicos, em comparação com obras de igual ou semelhante importância autoral [19], estética e valor financeiro, mas em perfeito estado de conservação.

São situações que o mercado procura mesmo evitar, uma vez que, nestes objetos, incide sempre o risco de virem a revelar-se bens de mais árdua aquisição, muitas vezes havendo necessidade de ceder a vantagens económicas ou negociais para haver interesse, o que em última análise, prejudica o valor de mercado do trabalho, do autor e a atividade dos agentes económicos.

Se na aplicação de tratamentos de restauro na arte “tradicional”, existe sempre a possibilidade de serem encarados como reconstruções ou falseamentos históricos, na arte contemporânea, o critério terá de necessariamente ser mais flexível, para não se correr o risco de se criarem interferências visuais inadequadas à apreciação estética de uma obra [20, p. 5], com consequências para o seu valor económico. De igual forma, as opções por trabalhos diferenciados, claramente distinguidos a olho nu e que apenas diminuem a perceção visual dos decaimentos nos bens [12 pp. 85-90], constituem-se como propostas que diminuem o sentido das conceções de modernidade e novidade que revestem a arte contemporânea, *per si*, na sua dupla dimensão estética e social [21].

Na prática, o mercado da arte contemporânea encontra a sua essência na procura constante pela novidade estética e pela descoberta autoral. Apresentar em praça obras com marcas de um passado, é algo que, naturalmente, se torna pouco atraente para o consumidor e para a prática comercial. Além disso, neste tipo de intervenção, existe ainda o risco de se poder perturbar as qualidades estéticas pensadas pelo artista (ou então interferir com o valor semântico que foi colocado nos diferentes aspetos da obra), dando origem a desvirtuamentos da intenção do autor [22] e a resultados negativos na posição estética e económica da obra - e no seu valor na compreensão global do trabalho do autor. Na verdade, a maior perda financeira num trabalho, não se prende muitas vezes com a intervenção direta, mas antes com a desvalorização após o dano. É assim indispensável minimizar a sua desvalorização [23].

Os objetivos dos agentes de mercado perante um problema de conservação

Os diversos agentes, como é natural, têm diferentes práticas e interesses no sistema do mercado da arte. Consoante as suas

atividades, a finalidade das suas estratégias de preservação, procurará ir ao encontro dos interesses económicos, comerciais, sociais, estéticos ou culturais que, naquele momento, detêm numa obra de arte em concreto.

É das particularidades objetivas que cada uma dessas formas de atividade tem perante a preservação de uma obra, que decorrem as experiências empíricas levantadas junto dos agentes envolvidos neste estudo. Na sua seleção, procurou-se, na medida do possível, envolver agentes de perfil com o máximo de envolvimento, reconhecimento e experiência prática e temporal, nas atividades do colecionismo e de compra e venda de obras de arte contemporânea em Portugal, em particular, em Lisboa, no ano de 2017. Foram recolhidos testemunhos de oito agentes do mercado e que desenvolvem a sua atividade quer no mercado primário, quer no mercado secundário, quer em ambos (os colecionadores). Entre os agentes do mercado primário, recolhemos depoimentos de três agentes, nomeadamente, da Curadora Graça Rodrigues, à época representante da Perve Galeria, da Diretora-Curadora Alda Galsterer, da Galeria Belo-Galsterer, e do Galerista Mário Teixeira da Silva, da Galeria Módulo Centro Difusor de Arte. Do mercado secundário, obtivemos o testemunho de responsáveis de duas leiloeiras, a Especialista em Arte Moderna e Contemporânea Sara Andrade, da leiloeira Palácio do Correio Velho, Leilões e Antiguidades S. A., e da Diretora Leonor Alvim, da Cabral Moncada Leilões. Relativamente aos colecionadores, foram recolhidos depoimentos de quatro, nomeadamente de José Carlos Santana Pinto, Luís Ferreira, Alberto Gaetano e do também colecionador Mário Teixeira da Silva.

A recolha dos depoimentos ocorreu segundo um critério semi-estruturado e livre, não havendo constrangimentos à liberdade de relacionamento de factos ou de raciocínios em mote, de acordo com a própria valoração das experiências dos agentes, o que confere aos assuntos abordados, apesar da natureza individual, um enorme valor documental e de informação imediata direta, sobre o tema da preservação do valor de uma obra de arte contemporânea.

Os colecionadores, por atuarem constantemente no mercado e contactar com os seus diversos agentes, estão, certamente, mais sensibilizados para a problemática da conservação e restauro da arte contemporânea. Além disso, como detêm um conhecimento profundo sobre arte, podem, à partida, ter escolhas mais criteriosas em relação à dimensão de uma intervenção, na metodologia a adoptar ou na intenção valorativa que pretendem que os tratamentos tenham em especial atenção - tanto na obra, como na sua importância na dinâmica da coleção e no seu valor económico.

A experiência de colecionar obras de arte contemporânea engloba, normalmente, a construção de um trabalho curatorial que não é indiferente às cautelas de preservação das obras (e da coleção). Essas preocupações repercutem-se desde a constituição das condições do acervo, ao cuidado na eleição dos locais de exposição, ou ainda, nas circunstâncias de cedência. No entanto, e sempre que possível, parece ser prática, entre os colecionadores, procurarem evitar a ter que

lidar com fatores de conservação, existindo, em alguns casos, a opção clara de não incluir nas coleções obras efêmeras ou de *trashart*, pelos inevitáveis problemas de conservação que acarretam e pelos elevados recursos económicos que a preservação destes trabalhos, normalmente, implica [24].

Apesar de os colecionadores serem agentes do mercado com sensibilidade para a problemática da preservação de uma obra, aparentemente, esta situação não impede, talvez devido ao vasto entendimento específico que detêm sobre os bens que possuem e sobre a globalidade da sua coleção, que muitas vezes sejam os próprios os conservadores das suas obras, efetuando pequenos trabalhos de restauro como retoques, ou de conservação curativa como colagens de destacamentos [25]. O objetivo fundamental desta circunstância será minimizar (ou resolver) os danos da obra, de forma a não ferir a experiência estética que deu origem à aquisição do bem. No entanto, em alguns colecionadores, este propósito poderá ter também implícito a restituição do valor financeiro da obra, como parte integrante da sua experiência estética [26]. Apesar disso, nem sempre fica claro que a reposição do valor financeiro de uma obra, se constitua também como uma condição essencial à reposição da experiência estética, sobretudo, porque certamente existirão obras de importância fundamental nas experiências estéticas dos colecionadores, e que dificilmente voltaram a entrar no circuito comercial [26, p. 5].

O galerista é um agente do mercado com um profundo conhecimento das obras que tem em mãos. Ele é o “apostador”, o divulgador, o promotor, o avaliador e o *marchand* dos trabalhos artísticos. É a pessoa que, a seguir ao autor, deterá por certo, o conhecimento mais completo de todas as dimensões que caracterizam a sua obra.

Como é um agente económico de forte pendor cultural, a forma como encara uma intervenção estará, *a priori*, muito próxima da deontologia da conservação e restauro. No entanto, não podemos esquecer que o papel do galerista é transacionar arte, sendo portanto, previsível que na sua atividade, os aspetos económicos se aproximem dos valores culturais e vice-versa.

Com efeito, é comum haver clientes que, pela natureza das suas atividades (como instituições culturais ou sociais), apresentam na abrangência dos seus interesses numa obra, também preocupações com as vicissitudes de preservação do bem, solicitando na sua aquisição os relatórios técnicos das intervenções que possam ter ocorrido, como parte integrante da historicidade da peça [27].

Esta aproximação à ética da conservação e restauro, não significa, contudo, um acompanhamento fiel das diretrizes profissionais ou dos seus modos de atuação. A necessidade de manter perfeita a compreensão de um bem e o seu valor económico leva a que seja comum entre estes agentes, a preferência por intervenções com estratégias de atuação em torno de trabalhos miméticos e impercetíveis, em detrimento de intervenções mínimas (preventivas ou curativas), pouco aceitáveis na dinâmica do mercado [28]. E mesmo que o grau de decaimentos sejam, em muitos casos, difíceis ou impossíveis

de reverter (como manchas de humidade ou pingos de acidez em desenhos e serigrafias), a opção dos galeristas tenderá sempre para modos de atuação que eliminem ao limite o risco de o estado de conservação dificultar uma transação [29] – o que normalmente significa, a preferência pelos tratamentos de restauro. No entanto, e como é evidente, esta necessidade excluirá, liminarmente, os atropelos grosseiros à perceção estética, à conceção material e à pertença autoral de um trabalho, pelas óbvias consequências económicas, comerciais e patrimoniais que se percebem mas, sobretudo, pelos processos judiciais de direitos de autor que daí podem advir [30].

Esta escolha dos galeristas por estes objetivos de intervenção resulta da realidade prática de uma obra com sinais de danos (mesmo que estabilizados), ver o seu valor de venda e a sua “comercialidade” comprometida, em comparação com obras de igual ou semelhante importância autoral, artística ou financeira, mas em perfeito estado de conservação. O que importa é que a face compositiva mantenha todos os seus fatores de valorização [28], só assim será mantida a posição do valor de mercado da obra, do autor e a estabilidade da atividade do galerista [29].

No mundo leiloeiro, parece ser generalizada a recomendação permanente para que se procure assegurar, em todas as circunstâncias, o recurso a profissionais da conservação de comprovado rigor e exigência, que garantam a observância das melhores e mais exigentes práticas internacionais de restauro, quer do ponto de vista deontológico, quer do ponto de vista técnico, quer em geral, quer em particular, perante cada caso concreto (como é o caso da arte contemporânea), o que por definição, impede juízos generalistas *a priori* [30].

Apesar disso, não podemos esquecer que para as leiloeiras, as peças que colocam em praças são bens transacionáveis, refletindo o preço a que vão a mercado, por princípio, a avaliação resultante da análise dos seus fatores de valorização [3, pp. 100-120]. Sendo o estado de conservação um desses fatores, é natural que o valor de mercado de um bem seja também determinado em função das variadas características que, direta e indiretamente, nele concorrem [31]. Por conseguinte, sempre que o mercado leiloeiro se depara com obras com necessidade de intervenção ou com evidentes sinais de intervenções anteriores, estes fatores reflectir-se-ão, necessariamente, num valor de estimativa inferior [32].

Conforme referimos, para as leiloeiras, as peças que colocam em praças são bens transacionáveis, assim, os constrangimentos que possam existir (pelas empresas leiloeiras) à sua colocação em praça, derivados de problemas de conservação, apenas ocorrerão se, esse fator, implicar quer uma acentuada redução do valor de estimativa, quer elevados recursos de preservação na promoção, quer uma fraca capacidade de escoamento.

No caso da arte contemporânea, acresce ainda que, uma leiloeira ao colocar no mercado uma obra com nítidas interferências na conservação da sua significação estética e pertença autoral, corre o sério risco de o artista não querer reconhecer a obra como sua [33], sendo uma situação que compromete por completo um determinado negócio, e que perturba, de

forma evidente, a confiança dos autores e consumidores quer na empresa, quer na atividade do setor no mercado da arte.

Assim, no mercado secundário da arte contemporânea, apesar de, na generalidade, se observarem as melhores e mais exigentes práticas internacionais de conservação e restauro, tudo indica que apenas as intervenções que não desrespeitem a correta apreciação das obras e da sua autoria, não terão consequências no valor de mercado de um bem e na sua aceitação em praça, o que nem sempre significa, como temos demonstrado, o seguimento fiel dos fundamentos das diretrizes profissionais da conservação e restauro.

Orientações de diagnóstico

O desenvolvimento de orientações de diagnóstico constitui-se neste estudo, como uma linha de análise para que na preservação dos objetos, se procure também equilibrar a salvaguarda da sua circunstância financeira e comercial.

Sendo certo que não existem modelos ideais, mas antes a ponderação de um leque de soluções possíveis a adotar, de forma multidisciplinar, em função de determinadas circunstâncias de preservação, na delimitação de tratamentos em obras contemporâneas no contexto de mercado da arte, será prudente fundamentar os referenciais dos seguintes pressupostos:

- 1) Estéticos e de significação artística
 - Ter presente se a intervenção influenciará a expressividade estética da obra e a intenção do artista (nas dimensões estéticas, semântica, material e de contexto dos mesmos na composição).
 - Avaliar em que medida a obra poderá ficar alterada na sua correta perceção, apreciação e compreensão com os tratamentos.
 - Reconhecer quais os fatores estéticos e concetuais, que valorizam financeiramente a obra, e que serão influenciados pelos tratamentos.
- 2) Autenticidade
 - Consultar, a existir, o certificado de autenticidade e a informação que possa conter.
 - Avaliar o impacto dos tratamentos no aspeto original da obra e na sua narrativa.
 - Conhecer que características da originalidade da obra são procuradas pelo mercado e como as salvar na intervenção.
 - Avaliar se a intervenção causará perturbações no traço e na criatividade do trabalho, com consequências para o seu valor de mercado.
- 3) Historicidade
 - Identificar se existem na obra marcas de participação em momentos culturais de relevo ou a pertenças sociais importantes, e que valorizam financeiramente o bem no mercado.
 - Avaliar se os tratamentos comprometem esses aspetos economicamente valorativos.
- 4) Funcionalidade
 - Entender se a intervenção colocará em causa elementos funcionais do bem, importantes no seu significado e valor económico.
- 5) Importância da obra no mercado
 - Reconhecer todos os aspetos do trabalho e do seu valor comercial, que se encontrem diminuídos pelo estado de conservação.
 - Avaliar se a proposta de intervenção se ajusta aos problemas do mercado do bem devido ao seu estado de conservação.
 - Apreciar se o valor financeiro da obra ficará salvaguardado com a intervenção.
- 6) Limitações/Possibilidades financeiras
 - Propor à discussão as situações em que a impossibilidade de reverter os decaimentos compromete o valor financeiro do bem.
 - Avaliar se o orçamento adequado aos tratamentos ultrapassava o valor de mercado da obra.
 - Perceber se as limitações orçamentais, a existirem, poderão fazer com que não se alcance a restituição do valor financeiro da obra.
- 7) Aspectos legais
 - Antes de a obra se tornar do domínio público, dar ao conhecimento e/ou obter a devida autorização para intervir, junto do autor ou dos seus descendentes [34].
- 8) Auscultação do artista e do seu intuito
 - Entrevistar, ouvir a opinião do artista quanto à proposta defendida.
 - Reavaliar e ajustar os tratamentos às preocupações a serem levantadas pelo artista.
 - Propor a colaboração do artista no acompanhamento e/ou na participação nos tratamentos.
- 9) Análise dos materiais e da técnica criativa
 - Identificar e conhecer os materiais e as técnicas utilizadas na produção do bem.
 - Avaliar se existem materiais ou técnicas de significado semântico nas obras, e perceber a forma como são ou não valorizados pelo mercado.
 - Propor os materiais e as técnicas dos tratamentos de forma a repor o valor financeiro da peça.
- 10) Avaliar as consequências dos decaimentos no valor financeiro do bem
 - Auscultar a opinião dos agentes do mercado sobre os problemas de conservação e as suas preocupações sobre a preservação.
 - Estimar a percentagem de valor financeiro que a obra perdeu com os decaimentos [4].
 - Apresentar uma proposta de tratamento que vá ao encontro da restituição financeira do bem.
- 11) Ajuste deontológico à preservação para o mercado
 - Perceber, caso a caso, se a exigência da preservação

intrínseca da obra e/ou dos seus fatores de valorização, interferem com a deontologia da conservação e restauro.

- Procurar soluções conciliadoras entre a ética profissional e as necessidades de intervenção do bem.
- No caso da especificidade dos tratamentos “ultrapassarem” os limites éticos, haver a garantia de que todo o trabalho é documentado e que os tratamentos e os materiais utilizados na intervenção, não vão de forma alguma comprometer no futuro a preservação do bem, novas intervenções e a manutenção do valor financeiro da obra.

Considerações finais

O estudo realizado mostra que a preservação de uma obra contemporânea, no contexto do mercado da arte, é um assunto com uma especificidade que desafia muitos dos fundamentos das diretrizes profissionais. É uma situação que decorre, sobretudo, do facto de o aspeto económico do valor da obra e da transação, estar ligado à perfeita condição do bem enquanto objeto de fruição artística e intelectual, sendo, portanto, evidente que da parte do mercado e dos seus agentes, as preocupações com a preservação dos fatores de valorização dos bens, sejam essenciais em eventuais tratamentos.

Neste cenário, o conservador restaurador terá que conferir e avaliar aquele (ou aqueles), que, pelo seu decaimento e/ou diminuição, comprometem o valor financeiro de um bem, tentando conciliar nos tratamentos a preservação das características intrínsecas dos objetos e dos seus fatores de valorização económica. É a partir dessa compreensão que se poderão definir os objetivos da intervenção e projetar as linhas gerais dos tratamentos, que na medida do possível, deverão acomodar os melhores critérios deontológicos.

E visto que a perda financeira num trabalho, não se prende muitas vezes com a intervenção direta, mas antes com a desvalorização após o dano, em cada atuação, os tratamentos a realizar terão que, necessariamente, se fundir na significação da produção estética e na realização material do autor, porque a obra é parte viva da sua história, do seu trabalho e da sua importância económica, cultural e social, como artista.

A decisão de elaborar uma linha de orientações teóricas de diagnóstico, com preocupações e salvaguarda económica, procurou refletir numa resposta a uma “lacuna” na formação dos conservadores restauradores, manifestada pelo universo dos agentes envolvidos neste estudo. Convém, no entanto, que se perceba bem, que sendo o tema da preservação económica da arte contemporânea, ainda pouco estudado e debatido à luz da conservação e restauro em Portugal, poderá, como é óbvio e até desejável, ser objeto de novas perspetivas que se debrucem sobre o tema de forma ainda mais sistemática.

Importa ainda salientar que, por mais fundamentada que seja a opinião de um profissional da conservação sobre uma

obra, muitas vezes a problemática do seu valor económico não é uma competência sua, sendo necessário recorrer à opinião dos agentes do mercado e à colaboração dos artistas na elaboração dos critérios fundamentais para uma intervenção.

É a partir dessa análise, também ela multidisciplinar, que o conservador restaurador deverá escolher os procedimentos de intervenção mais adequados para o restabelecimento do valor comercial dos bens, devendo registar explicitamente em relatório técnico os fundamentos das opções tomadas.

Agradecimentos

O autor agradece aos agentes do mercado da arte envolvidos que, tanto representando as instituições onde trabalham como a título individual, se disponibilizaram a contribuir para a evolução do trabalho; do mesmo modo, e em especial, à Dra. Adelaide Duarte da FCSH/UNL, e ao Dr. Miguel Cabral de Moncada, da Cabral Moncada Leilões, em Lisboa, pelos comentários, revisões e conselhos à primeira versão do texto.

REFERÊNCIAS

1. Simões, P. D. R., ‘O Mercado da Arte Moderna e Contemporânea em Portugal (2005-2013)’, Dissertação de Doutoramento, Departamento de História de Arte, Universidade de Lisboa (2016), <http://repositorio.ul.pt/handle/10451/24329> (acesso em 2019-03-01).
2. McNulty, T., *Art Market Research: a guide to methods and sources*, 2ª Ed, McFarland & Company, Inc., Publishers, Jefferson North Carolina (2014).
3. Moncada, M. C. de, *Obras de Arte, Guia de Mercado, Identificação, Peritagem, Avaliação, Venda, Compra, Partilhas e Conservação de obras de Arte*, edição policopiada, Instituto Politécnico de Tomar (s.d.).
4. Rodriguez, A. T., ‘El Estado de Conservación como Pilar en la Valoración Económica’, *La Albolafia: Revista de Humanidades y Cultura* 20 (2020) 141-162, <http://albolafia.com/trab/La%20Albolafia%2020.pdf> (acesso em 2021-01-19).
5. Macedo, R. A. S. P. de, ‘Desafios da Arte Contemporânea à Conservação e Restauro Documentar a Arte Portuguesa dos Anos 60/70’, Dissertação de Doutoramento, Departamento de Conservação e Restauro, Universidade NOVA de Lisboa, Monte de Caparica (2008) 37-42 <http://hdl.handle.net/10362/13743> (acesso em 2021-01-18).
6. Adam, G., *Big Bucks. The explosion of the Art Market in the 21st Century*, Lund Humphries, Surey (2014).
7. Foundation for the Conservation of Modern Art, ‘The Decision-Making Model for the Conservation and Restoration of Modern and Contemporary Art’, Foundation for the Conservation of Modern Art/ Netherlands Institute for Cultural Heritage, 1999, <https://sbmk.nl/source/documents/decision-making-model.pdf> (acesso em 2021-01-19).
8. Bailão, A.; Carvalho, C.; Albuquerque, M.; Aleixo M.; Matos, M.; Varela, P.; Torres, S.; Porpora, D., ‘A entrevista como ferramenta de conservação de arte contemporânea: artista versus conservador-restaurador’, *Ge-conservación* 15 (2019) 172-182, <https://doi.org/10.37558/gec.v15i0>.
9. McAndrew, C., *The Art Market Report*, Art Basel & UBS, Basel (2018), https://d2u3kfw92fz7u7.cloudfront.net/Art%20Basel%20and%20UBS_The%20Art%20Market_2018.pdf (acesso em 2021-01-10).

10. E.C.C.O. *Directrizes Profissionais I, II e III*, <http://www.arp.org.pt/profissao/etica.html> (acesso em 2019-02-17).
11. Amado, R., *Mercado da Arte Moderna em Portugal*, Artes Gráficas - Lello & Irmão, Porto (1982).
12. Brandi, C., *Teoria do Restauro*, Edições Orion, Amadora (2006).
13. Basto, M., 'Arte Contemporânea: quais os critérios', *Pedra e Cal* **26** (2005) 22-24.
14. Marmeleira, J., 'Tempo da arte contemporânea', *L+Arte* **37** (2007) 70-73.
15. Faro, P., 'Apagar a forma', *L+Arte* **34** (2007) 48-53.
16. Becker, H. S., *Mundos da Arte*, Livros Horizonte, Lisboa (2010).
17. Barbara A., 'Criteria for Treatment: Reversibility', *JAIC online* **26**(2) (1987) 65-72, <https://cool.culturalheritage.org/jaic/articles/jaic26-02-001.html> (acesso em 2017-11-26).
18. Campos, M. M. L. C. de, 'Conservação na Arte Contemporânea, Curadoria como possível estratégia de conservação? Estudo de duas obras apresentadas na exposição Alternativa Zero', Dissertação de Mestrado em Estudos Curatoriais, Universidade de Lisboa, Lisboa (2011) <http://hdl.handle.net/10451/3691> (acesso em 2021-01-19).
19. Velthuis, O., *Talking Prices, Symbolic Meanings of prices on the Market of the Contemporary Art*, Princeton University Press, Princeton (2005).
20. Ávila, M. J., 'A conservação da arte contemporânea: um novo desafio para os museus', *@pha.Boletim* **5** (2007), <http://www.apha.pt/wp-content/uploads/boletim5/3-MariaJesusAvilaConservacao.pdf> (acesso em 2019-03-01).
21. Serpa, L., 'Sobre o Sistema de Mercado de Arte em Portugal e os seus Agentes', *OBS, Publicação periódica do Observatório das Actividades Culturais* **14** (2005) 2-24, <http://www.jorgebarretoxavier.com/documentos/cadernosTematicos/Arte/2005%20O%20Mercado%20da%20Arte%20em%20Portugal%20OAC.pdf> (acesso em 2019-03-18).
22. Carvalho, H. F. de, 'Uma Metodologia de Conservação e Restauro para a Arte Contemporânea', in *Arte Contemporânea: Preservar o quê?*, ed. C. Freire, Seminário Internacional: Arte Contemporânea: Preservar o quê?, Museu de Arte Contemporânea da Universidade de São Paulo, São Paulo (2014) 17-30, <https://issuu.com/geaccmac/docs/preservar-o-que> (acesso em 2019-05-01).
23. Baptista, G., 'O seguro enquanto protecção financeira das obras de arte', in *Os Leilões e o Mercado da Arte em Portugal. Estrutura, História, Tendências*, eds. A. Fernandes, L. U. Afonso, SRIBE, Lisboa (2012) 151-157.
24. Ferreira, L., Comunicação pessoal, Cadeira Colecionadores na Primeira Pessoa e Divulgar de Coleções, Pós Graduação Mercados da Arte e Coleccionismo, FCSH, Universidade NOVA de Lisboa, Lisboa, 2018-03-08.
25. Pinto, J., C., S. Comunicação Pessoal, Museu do Chiado, Lisboa, 17 de novembro (2017).
26. Marrocano, J., 'O Colecionador: Práticas e modelos de aquisição no Mercado da Arte', *Convergências - Revista de Investigação e Ensino das Artes* **13**(26) (2020), <http://convergencias.esart.ipcb.pt/?p=article&id=377> (acesso em 2021-01-18).
27. Rodrigues, G., Comunicação Pessoal, Perve Galeria, Lisboa, 16 de novembro (2017).
28. Silva, M. T. da, Comunicação Pessoal, Galeria Módulo, Lisboa, 29 de novembro (2017).
29. Galsterer, A., Comunicação Pessoal, Galeria Belo - Galsterer, Lisboa, 23 de novembro (2017).
30. Rato, V., 'A Destruição da Pintura Verde', *Ípsilon - Jornal O Público* (15 de Março de 2020), https://content.gulbenkian.pt/wp-content/uploads/2020/10/06192625/VRato_PublicoVI_20200315_web.pdf (acesso em 2021-01-20).
31. Alvim, L., Cabral Moncada Leilões, Comunicação Pessoal, Lisboa, 7 de dezembro (2017).
32. Andrade, S., Palácio do Correio Velho, Leilões e Antiguidades S. A., Comunicação Pessoal, Lisboa, 4 de maio (2019).
33. Rato, V., 'Sabe o que fica de uma obra à qual o artista retira a autoria? "Nada"', *Ípsilon - Jornal O Público* (23 Outubro de 2013).
34. *Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos*, Secção II, Capítulo IV e VI, Art^{os} 31, 38, 39, 56 e 59, <https://dre.pt/web/guest/legislacao-consolidada/-/lc/34475475/view> (acesso em 2021-01-18).

RECEBIDO: 2020.5.9

REVISTO: 2021.1.7

ACEITE: 2021.2.10

ONLINE: 2021.4.30



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>.

Ensayos de consolidación en pintura mural arqueológica: comparación de tratamientos en función de la técnica de ejecución

Ensaaios de consolidação em pintura mural arqueológica: comparação de tratamentos em função da técnica de execução

Consolidation tests in archaeological wall painting: comparing treatments depending on the painting technique

TERESA

LÓPEZ-MARTÍNEZ * 

FRANCISCO JOSÉ

COLLADO-MONTERO 

ANA GARCÍA-BUENO 

1. Departamento de Pintura,
Facultad de Bellas Artes Alonso
Cano, Universidad de Granada,
Avenida de Andalucía S/N, C.P.:
18071, Granada, España

* tlopez@ugr.es

Resumen

Para la pintura mural de procedencia arqueológica, la consolidación resulta un tratamiento de gran importancia debido al estado de conservación que suele presentar, en el que la descohesión del mortero y la pulverulencia de la capa pictórica son habituales. El objetivo de este trabajo ha sido evaluar los ensayos de consolidación que se han efectuado sobre fragmentos descontextualizados pertenecientes a cinco revestimientos murales distintos (procedentes de diversas épocas y que presentan diferencias notorias tanto en su estado de conservación como en su técnica de ejecución). Para ello, se han comparado dos de los tratamientos más empleados en consolidación de revestimientos arqueológicos, como son una resina acrílica y silicato de etilo, con dos tratamientos de reciente incorporación al mercado y que emplean nanopartículas, como nanocales y nano silicato de etilo, junto con un tratamiento de bioconsolidación empleado, hasta el momento, principalmente para la consolidación de material pétreo: la carbonatogénesis bacteriana.

PALABRAS CLAVE

Pintura mural
Consolidación
Resina acrílica
Silicato de etilo
Nanocales
Carbonatogénesis
bacteriana

Resumo

Para a pintura mural de procedência arqueológica, a consolidação é um tratamento de grande importância devido ao estado de conservação que as pinturas costumam apresentar, no qual a falta de coesão da argamassa e a pulverização da camada pictórica são comuns. O objetivo deste trabalho foi avaliar ensaios de consolidação que foram realizados em fragmentos descontextualizados pertencentes a cinco revestimentos de murais distintos (procedentes de diferentes épocas e que possuem diferenças notórias quanto ao seu estado de conservação e quanto à sua técnica de execução). Para isso, compararam-se dois dos tratamentos mais utilizados na consolidação de revestimentos arqueológicos, uma resina acrílica e um silicato de etilo, com dois tratamentos que foram recentemente incorporados no mercado e que utilizam nanopartículas, como nano-cal e de nano-silicato de etilo, juntamente com um tratamento de bioconsolidação utilizado, até ao presente, principalmente para a consolidação de material pétreo: precipitação de carbonato de cálcio bioinduzido.

PALAVRAS-CHAVE

Pintura mural
Consolidação
Resina acrílica
Silicato de etilo
Nano-cal
Carbonato de cálcio
bioinduzido

Abstract

Consolidation is a treatment of great importance for archaeological wall paintings due to their state of preservation, in which the lack of cohesion of the mortar and the pulverulence of the pictorial layer are common. The objective of this work has been to evaluate consolidation tests that have been carried out on decontextualized fragments belonging to five different wall paintings (from different periods and with differences in their state of conservation and in their painting techniques). For this, two of the most used treatments in consolidation of archaeological coatings, such as an acrylic resin and ethyl silicate, have been compared with two treatments that use nanoparticles, such as nanolimes and nano ethyl silicate, together with a bioconsolidation treatment used until present mainly for the consolidation of stone material: bacterial carbonatogenesis.

KEYWORDS

Wall painting
Consolidation
Acrylic resin
Ethyl silicate
Nanolime
Bacterial
carbonatogenesis

Introducción

El trabajo que aquí se expone responde a la problemática de conservación e intervención que presentan las pinturas murales de procedencia arqueológica. Dichas obras han permanecido durante siglos en unas condiciones adversas pero invariables y, por tanto, se ha establecido un equilibrio en ellas que se ve interrumpido en el momento de su extracción; con la ruptura de dicho equilibrio se originan procesos de alteración que provocan el aceleramiento de su deterioro, el cual se traduce, sobre todo, en descohesión del mortero y pulverulencia de la capa pictórica.

Es por ello que, si bien existen otros tratamientos importantes que forman parte de la intervención de una pintura mural, como por ejemplo, las reintegraciones matérica y cromática o la limpieza, en el caso concreto de la restauración de revestimientos de procedencia arqueológica los tratamientos de consolidación adquieren una primordial relevancia.

Los tratamientos de consolidación, además, plantean una problemática específica, tanto en las intervenciones de urgencia como en otras definitivas. Por ejemplo, en el caso de las resinas acrílicas, habitualmente empleadas, se presentan considerables inconvenientes, sobre todo por la pérdida de permeabilidad de la superficie pictórica y por el cambio que ocasionan en su índice de refracción, lo que se traduce en reducción de porosidad y modificación del color [1]. Estas cuestiones exigen la realización de pruebas y ensayos para hacer una elección adecuada tanto del consolidante como del disolvente empleado para su disolución y, también, del proceso de aplicación.

Por ello, se han realizado ensayos de consolidación en fragmentos descontextualizados pertenecientes a cinco revestimientos murales distintos. Los objetivos de este trabajo han sido los siguientes: 1) valorar de forma objetiva los posibles tratamientos a emplear y seleccionar aquellos que pueden considerarse más adecuados y compatibles con los materiales originales; 2) comprobar el grado de eficacia de los tratamientos seleccionados; 3) confrontar el efecto de los mismos para poder establecer una valoración definitiva con plenas garantías tanto en la elección de productos consolidantes como en la de procedimiento de aplicación.

Metodología

En trabajos de este tipo es necesario emplear una metodología específica, orientada a la consecución de los objetivos anteriormente mencionados. Su aplicación rigurosa resulta imprescindible para que sea posible establecer conclusiones seguras y fiables.

Revisión bibliográfica

En primer lugar se ha realizado una extensa revisión bibliográfica que ha abarcado tanto manuales clásicos y de referencia en el ámbito de la restauración de pintura mural [2] como actas de congresos nacionales e internacionales [3-5] así como

artículos científicos que recogen las últimas investigaciones realizadas en este campo.

Con ella, se ha buscado escoger los tratamientos más adecuados a emplear así como analizar los distintos procedimientos de aplicación y los diferentes métodos para la evaluación objetiva de los ensayos.

Selección de casos de estudio

Para la realización de estos ensayos de tratamiento se han escogido fragmentos descontextualizados pertenecientes a revestimientos murales pintados de procedencia arqueológica. Dichos fragmentos tienen unas dimensiones reducidas, que oscilan entre 7 × 5 cm del fragmento más grande a 4 × 2 cm del fragmento más pequeño y un grosor que varía entre 2 y 5 cm. Proviene de dos provincias que pertenecen a un contexto geográfico próximo: Jaén (Conjunto Arqueológico de Cástulo) y Córdoba (capital), ambas en Andalucía (España). Su cronología, además, abarca diferentes épocas: romana, tardoantigua, emiral y califal.

La realización de estos ensayos sobre material original en lugar de sobre probetas (en las que se reproducen materiales y procedimientos técnicos) presenta ciertos inconvenientes, sin embargo tiene ventajas muy significativas, circunstancia por la que se optó finalmente por elegir este tipo de muestras. En este sentido, el envejecimiento y deterioro que sufren los fragmentos originales es heterogéneo ya que, a pesar de encontrarse en una misma excavación, las condiciones de conservación pueden variar bastante; esto supone un inconveniente al realizar un análisis cuantitativo de manera sencilla, debido a que cada fragmento puede presentar diferencias con respecto al otro, aun perteneciendo al mismo revestimiento mural. Por el contrario, aunque las probetas sometidas a procesos de envejecimiento acelerado muestren un deterioro más homogéneo, ofrecen resultados que poco tienen que ver con los que presenta el material real, por lo que la información obtenida será orientativa y, desde luego, menos fiable que la proporcionada por muestras originales. Por ello se ha decidido la evaluación de los distintos ensayos sobre material original descontextualizado, permitiendo ensayar una metodología de trabajo en la que se prevén unos resultados muy similares a los que se obtendrían en obras reales de las mismas características [6].

Elección y aplicación de los tratamientos a emplear

En función de la bibliografía consultada, de la investigación previa de nuestro equipo y de las características del material se han escogido cinco tratamientos de consolidación para evaluar.

Es importante aclarar previamente que, dada la amplitud de significados que presenta el término de “consolidación” [7], en este trabajo se emplea como sinónimo de tratamientos de fijación, buscando que los productos actúen como consolidante de la capa pictórica y del estrato más superficial del mortero.

Para los ensayos que aquí se presentan se han escogido cinco tratamientos: resina acrílica y silicato de etilo [1], ambos de amplia tradición en consolidación de material arqueológico, un tratamiento experimental de bioconsolidación, la

carbonatogénesis bacteriana [8], y dos productos de reciente incorporación al mercado, que emplean nanopartículas, como son las nanocales y el nanosilicato de etilo [9-10]. Estos tratamientos han sido aplicados tras realizar una limpieza mecánica a todos los fragmentos, con el objetivo de eliminar los depósitos terrosos y las concreciones que ocultaban la capa pictórica. A continuación se indican las características de los consolidantes empleados y su modo de aplicación; tanto éste como el porcentaje del producto empleado se han establecido en función de lo recomendado por el fabricante así como por lo indicado en la literatura consultada:

- Resina acrílica: se ha empleado Paraloid B72, resina acrílica al 100 % a base de etil-metacrilato, distribuido por la casa comercial CTS. Se ha extendido por impregnación con pincel de pelo suave, interponiendo papel japonés sobre la capa pictórica para protegerla, realizando una aplicación al día, durante tres días consecutivos. La resina ha sido preparada al 5 % en una dilución de TACO 8, una mezcla de disolventes de volatilidad media compuesta por alcohol isopropílico, octano y acetona en una concentración de 45 %, 32 % y 23 %, respectivamente, ideada por los profesores Maurizio Coladonato y Fabio Talarico, del Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro (ISCR) de Roma, como sustituto menos tóxico a disolventes orgánicos como el tolueno o el nitrocelulósico [11];
- Silicato de etilo: se ha empleado Estel 1000, silicato de etilo con una viscosidad de 10 cp. a 25 °C y con un contenido en materia activa del 75 %. Lo comercializa igualmente la empresa CTS, preparado directamente en solución en White Spirit D40. El método de aplicación ha sido igual que el anterior aunque, en este caso, el producto ha sido empleado al 100 % de su concentración;
- Nanocales: se ha utilizado Nanorestore, un consolidante superficial a base de hidróxido de calcio nanofásico en dispersión con alcohol isopropílico, distribuido también por la empresa CTS. Se ha aplicado con una concentración del 25 % en una mezcla de alcohol isopropílico y agua destilada, en proporción 1:1 y, en este caso, por nebulización. Se ha realizado una aplicación al día durante seis días consecutivos;
- Nanosilicato de etilo: se ha empleado Nano Estel, una dispersión acuosa coloidal de sílice de dimensiones nanométricas, también comercializado por la empresa CTS. Ha sido aplicado diluido al 10 % en agua destilada mediante impregnación por pincel, protegiendo la capa pictórica con papel japonés y realizando, al igual que en los casos anteriores, una aplicación diaria durante tres días consecutivos;
- Bioconsolidación: se ha utilizado la carbonatogénesis bacteriana, tratamiento desarrollado por el Departamento de Microbiología de la Universidad de Granada y que se basa en la formación de minerales mediante un proceso biológico. Para ello, se ha aplicado una solución nutritiva M-3P [12], responsable de la activación de la microbiota presente en los morteros históricos. En este caso, el tratamiento se ha ensayado sobre dos fragmentos pertenecientes a cada tipo de revestimiento: en ambos se ha aplicado por nebulización,

realizando tres aplicaciones al día hasta saturación de la capa pictórica durante siete días consecutivos; además, en uno de ellos, buscando focalizar más la acción del consolidante en la policromía para propiciar su fijación, se ha aplicado, una semana después, un *impacco* de pulpa de celulosa impregnado en solución nutritiva sobre la capa pictórica durante dos horas, interponiendo igualmente papel japonés para su protección y para facilitar la retirada del *impacco*.

De este modo, cada tratamiento ha sido aplicado en un fragmento correspondiente a uno de los cinco revestimientos estudiados, obteniéndose cinco series (una por cada pintura mural) con siete fragmentos cada uno (uno por cada tratamiento aplicado y un séptimo que se ha dejado como testigo sin tratar).

Evaluación de los tratamientos

Una vez aplicados los tratamientos, se ha procedido a la evaluación de los mismos mediante métodos descritos a continuación. Existen numerosos métodos para la evaluación de tratamientos de consolidación (resistencia a la abrasión, pruebas de envejecimiento, resistencia a la perforación, etc.); sin embargo, muchos de ellos no son idóneos para el caso que aquí se propone debido a las características y limitaciones de las muestras utilizadas. Así, por ejemplo, el ensayo de permeabilidad al vapor de agua, no se ha podido realizar por el tamaño irregular que presentaban los fragmentos, mientras que el de resistencia a la perforación con DRMS (*drilling-resistance measurements*) resulta inviable por las dimensiones de los mismos, cuya superficie resulta insuficiente en muchos de los casos.

Documentación fotográfica

Uno de los aspectos básicos que se deben evaluar es la posible modificación de las características estéticas que el tratamiento puede ocasionar. Para ello se ha llevado a cabo una extensa documentación fotográfica de todos los fragmentos durante las distintas fases del ensayo, prestando especial atención en documentar el estado inicial y el estado final de cada fragmento.

Para el correcto registro fotográfico que posteriormente permitiera la comparación de las diferentes tomas fotográficas, toda la documentación se ha llevado a cabo colocando junto a los fragmentos una escala y una carta de color y empleando las mismas condiciones de iluminación. Para ello se ha utilizado una cámara fotográfica Nikon D5300 con pantalla abatible y un objetivo AF-S Nikkor 18-105 mm con VR y una mesa de reproducción.

Test de solubilidad

Las pruebas de solubilidad suponen un examen básico ante cualquier intervención de restauración [13]. Es por ello que se ha empleado para la comprobación del efecto consolidante de los distintos tratamientos aplicados.

Para ello, se ha frotado un hisopo de algodón humedecido en agua destilada sobre la superficie pictórica de cada fragmento, realizando siempre tres rotaciones sobre la misma zona. Los resultados obtenidos han sido documentados fotográficamente

posicionando cada hisopo sobre un fondo de tono neutro y empleando las mismas condiciones anteriormente detalladas.

Al confrontar los hisopos procedentes de cada fragmento consolidado con el correspondiente a la prueba de solubilidad realizada al fragmento testigo de cada serie ha sido posible comprobar el efecto consolidante de cada tratamiento; en este sentido, los hisopos que resultan manchados tras la prueba de solubilidad corroboran que el tratamiento de consolidación no ha sido suficientemente efectivo en ese caso.

Ensayos de absorción de agua por capilaridad

Otro de los métodos de evaluación seguidos ha sido la realización de un ensayo de absorción de agua por capilaridad normalizado (UNE-EN 15801) [14]. Éste se ha visto nuevamente condicionado por la heterogeneidad de las dimensiones de los fragmentos empleados en el ensayo, por lo que ha sido necesario, en primer lugar, calcular la superficie pictórica de cada uno de ellos. Una vez obtenido ese dato, los fragmentos han sido precondicionados en un desecador durante 24 horas antes de la realización del ensayo.

Para la evaluación se ha posicionado en el fondo de un recipiente hermético de metacrilato un lecho permeable seco de papel de 4 cm de espesor y se ha añadido agua destilada hasta la saturación del mismo; se ha prestado especial atención a que el nivel de agua no alcanzase la superficie superior del lecho y a que se mantuviese constante durante todo el ensayo. Se ha realizado una pesada inicial de cada fragmento (mo) y se han colocado en el recipiente, sobre el lecho permeable, con la capa pictórica hacia abajo, poniendo simultáneamente un cronómetro en marcha. Para medir la absorción de agua, pasado el tiempo estipulado, se ha sacado cada fragmento del medio, se ha eliminado toda el agua adherida a su superficie tamponando con un papel secante humedecido y se ha pesado; los intervalos de tiempo estipulados para ello han sido 5, 10, 30 y 60 minutos. Tras el ensayo, los fragmentos se han dejado secar en una estufa a 50 °C durante 1 hora.

Finalmente, los datos obtenidos han sido representados, tal y como indica la norma, en una curva de absorción de agua por capilaridad, indicando la cantidad de agua absorbida por cada fragmento por unidad de superficie (kg/m^2) en función de la raíz cuadrada del tiempo ($t^{1/2}$).

Evaluación textural y elemental mediante microscopía electrónica de barrido de alta resolución

Se ha realizado un análisis pormenorizado tanto textural y estructural como elemental de muestras procedentes de los distintos fragmentos mediante microscopía electrónica de barrido de alta resolución (HRSEM). Con este análisis se ha perseguido obtener datos precisos de la distribución de los consolidantes sobre las muestras tratadas, tanto en superficie como en profundidad, detectando diferencias entre las muestras consolidadas y las muestras testigo sin consolidar (porosidad, cambios de composición, grado de penetración del consolidante, etc), así como posibles alteraciones o particularidades

de los tratamientos, tales como la morfología de la película que forman y sus características.

Para ello se ha empleado un microscopio electrónico de barrido de presión variable de alta resolución Zeiss SUPRA 40VP, equipado con sistema de microanálisis por energía dispersiva de rayos X (EDX) con detector de gran superficie X-Max 50 mm, mediante el que se han obtenido dos tipos de imágenes: 1) una mediante electrones secundarios (SE) que ofrece información topográfica de la superficie, resultando una imagen de mayor contraste y detalle; 2) otra obtenida mediante la detección de electrones retrodispersados (BSE) que ofrece información composicional de la muestra mediante una imagen plana en blanco y negro donde las zonas más claras son las que presentan elementos con mayor número atómico.

Se han tomado micromuestras de cada uno de los fragmentos empleados en el ensayo y han sido preparadas en un portamuestras con la ayuda del microscopio estereoscópico. Cada micromuestra se ha dividido en dos mitades, que han sido colocadas en un mismo soporte, uno en posición horizontal y otro en posición vertical, de forma que fuese posible analizar tanto la capa pictórica como el perfil del corte (Figura 1). Una vez montadas, y antes de ser metalizadas con carbono, las muestras han sido fotografiadas mediante microscopía estereoscópica para así disponer de una referencia visual en color de cada una de ellas, que permitiera, posteriormente, localizar exactamente la zona a estudiar en cada momento.

Se ha seguido una metodología de estudio similar en cada una de las muestras, que ha consistido, en primer lugar, en la obtención de imágenes de diferente resolución de la superficie de la muestra estudiada ($100\times$, $500\times$, $1500\times$, $5000\times$, $15000\times$); aquellas zonas que se consideraban de mayor interés o que podrían aportar información relevante también han sido fotografiadas empleando aumentos distintos y variando según las características de la muestra entre tomar la fotografía a 5 kV o 20 kV. En segundo lugar, se han realizado análisis elementales tanto en la superficie como en el perfil de la muestra, y se han efectuado algunos mapas de distribución de elementos, bajo las siguientes condiciones: 510 píxeles, *binning factor*, resolución 1024 píxeles, 34 frames, 20 kV, 100 microsegundos, 13,6 *duel time*.

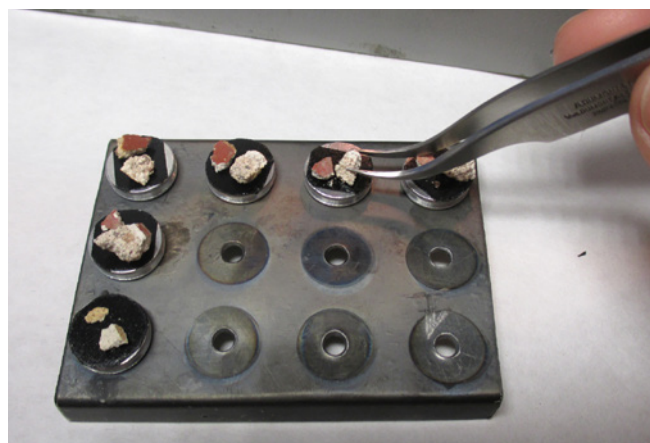


Figura 1. Preparación de muestras para el análisis mediante HRSEM.

Análisis de las variaciones del color de la capa pictórica

El último aspecto a evaluar han sido los cambios de color que cada tratamiento ha ocasionado en la capa pictórica. Para ello, se han realizado cuatro medidas de color en cada uno de los fragmentos, en dos momentos distintos: antes y después de la aplicación del consolidante.

Las mediciones se han realizado con un espectrofotómetro Konica-Minolta CM-2600d, con las siguientes condiciones de medición: geometría de iluminación difusa y detección a 8°, componente especular excluida (SCE), área de apertura del instrumento de 3 mm, opción de iluminación con UV 0 %, iluminación estándar CIE D65 y observador colorimétrico estándar CIE 1964. La gestión de los datos se ha efectuado con el programa Spectramagic NX Pro Color Data, proporcionado por Konica Minolta y la calibración del instrumento se ha llevado a cabo usando la placa de calibración blanca CM-A145, para el máximo de claridad, y la caja de calibración del cero CM-A32, para el mínimo de claridad, proporcionadas por el fabricante del espectrofotómetro.

Empleando el espacio de color CIELAB, definido por la *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE) en 1976, se han analizado tanto la variabilidad del color de las muestras medidas como las diferencias de color registradas tras la aplicación del tratamiento. En primer lugar, se ha calculado el valor denominado "diferencia de color promedio respecto del promedio" (*Mean Color Difference from the Mean, MCDM*) en unidades CIELAB según la ecuación de Berns [15]. En segundo lugar, se ha calculado la diferencia de color siguiendo la fórmula CIELAB $\Delta E^*_{ab,10}$. Si bien la fórmula de diferencia de color CIEDE 2000 (ISO/CIE 116-6:2014) es actualmente la recomendada por la ISO y por la CIE para determinadas condiciones de referencia, en este caso, al no cumplirse todas las condiciones requeridas se ha considerado oportuno emplear la fórmula de diferencia de color CIELAB que es, por otro lado, la más difundida en el campo de la investigación del patrimonio cultural [16-17].

Una vez efectuado los cálculos y gestionados los datos, los resultados se han representado en gráficas para facilitar su comparación y discusión.

Casos de estudio

Como se ha indicado en la metodología, para la realización de los ensayos de consolidación se han escogido fragmentos

procedentes de cinco revestimientos murales (Figura 2); éstos presentan cronología diversa y características propias, lo que ha permitido evaluar el comportamiento de cada tratamiento no solo de manera individualizada sino, también, en comparación con los aspectos comunes que presenta cada pintura mural.

Revestimientos empleados en los ensayos

Los dos primeros revestimientos escogidos para este ensayo proceden del conjunto arqueológico de Cástulo, en la provincia de Jaén; en este trabajo se han empleado fragmentos descontextualizados, pero se conserva gran cantidad de pintura *in situ*, por lo que la información disponible de los revestimientos es muy amplia, tanto en lo que respecta a los materiales como a la estructura y condiciones de conservación. Asimismo, se han escogido tres pinturas murales de la ciudad de Córdoba; en este caso sólo se ha tenido acceso a fragmentos descontextualizados (a diferencia de los revestimientos castulonenes que formaban parte de otro estudio desarrollado por el grupo de investigación y del que, como se acaba de mencionar, se tenía acceso al conjunto de los revestimientos), por lo que la caracterización de materiales y técnica de ejecución de los revestimientos procedentes de Córdoba se limita a los fragmentos empleados en el ensayo.

Pinturas murales de época romana de Cástulo (CR)

El primero de los revestimientos escogidos corresponde a la decoración parietal de la Sala del Mosaico de los Amores del conjunto arqueológico de Cástulo (Linares, Jaén); unas pinturas de época romana datadas a finales del siglo I EC [18-19]. Presentan cuatro estratos de mortero de cal, cuyo árido está constituido por cuarzo, dolomita, feldespato potásico, plagioclasas y moscovita, como es habitual su grosor y la granulometría del árido disminuyen conforme se acercan a la superficie. Están ejecutadas al fresco, con algunas zonas que posiblemente hayan sido realizadas al seco aunque concretamente las de estas muestras no lo son ya que corresponden al fondo de la pintura, y siguiendo la técnica de las *politiones*, el espatulado de la superficie que favorece una mayor carbonatación y proporciona un aspecto brillante y pulido a la capa pictórica [18].

Pinturas murales de época tardoantigua de Cástulo (TA)

El segundo de los revestimientos escogidos corresponde a unas pinturas murales datadas a mediados del siglo IV EC que decoran un patio interior de un edificio paleocristiano

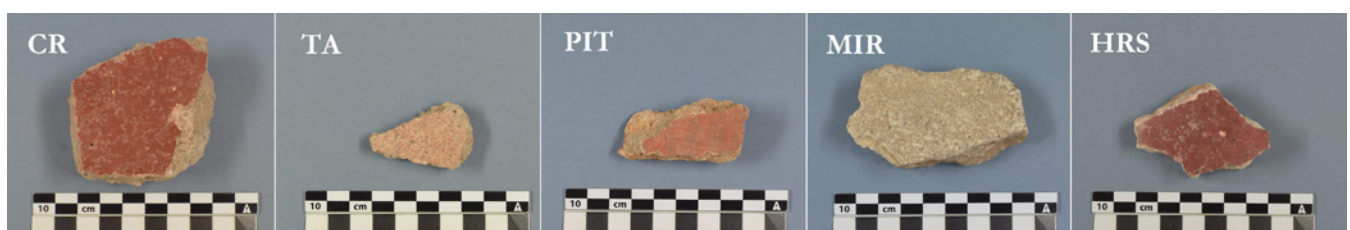


Figura 2. Ejemplo de fragmentos empleados en los ensayos de consolidación procedentes de los distintos revestimientos murales seleccionados (CR – Romanas, Cástulo; TA – Tardoantiguas, Cástulo; PIT – Romanas, Córdoba; MIR – Emirales, Córdoba; HRS – Califales, Córdoba).

procedente, también, del conjunto arqueológico de Cástulo [20]. A diferencia de las pinturas de época romana, éstas presentan un solo estrato de mortero, y por tanto con un espesor total del soporte que disminuye considerablemente; la composición mineralógica es la misma, aunque varía la proporción de cada tipo de árido. Están igualmente ejecutadas al fresco empleando una paleta romana de una gama cromática más reducida. En este caso la superficie no se presenta espatulada.

Pinturas murales de época romana de Córdoba (PIT)

Los fragmentos más antiguos de Córdoba proceden de la excavación arqueológica de Parque Infantil de Tráfico [21] y presentan tres estratos de mortero, también de cal y con un árido compuesto por cuarzo, dolomita, feldespato potásico, plagioclasas y moscovita. Los pigmentos identificados son igualmente los de la paleta romana. Asimismo, han sido ejecutadas al fresco siguiendo la técnica de las *politiones*, por lo que la superficie también se presenta pulida.

Pinturas murales de época emiral de Córdoba (MIR)

Se han realizado los ensayos sobre fragmentos pertenecientes a revestimientos de época emiral procedentes de la excavación de Miraflores, en la localidad de Córdoba, datados en el siglo VIII EC [22]. En este caso presentan un solo estrato de mortero compuesto, como en los casos anteriores, por calcita, cuarzo, dolomita, feldespato potásico, plagioclasas y moscovita, aunque en este caso la proporción de calcita es mucho mayor con respecto al resto de los áridos. Se han identificado pigmentos ya reconocidos en los revestimientos anteriores aplicados siguiendo la técnica al fresco. Como ocurría en las pinturas tardoantiguas, la superficie no ha sido espatulada.

Pinturas murales de época califal de Córdoba (HRS)

Por último, se seleccionaron revestimientos de época califal procedentes de la excavación de Hospital Reina Sofía (Córdoba) datados en el siglo X EC [23]. Estos revestimientos presentan también un solo estrato de mortero, aunque su composición varía en este caso, reduciéndose el árido úni-

camente a la presencia de calcita y cuarzo. Igualmente, han sido ejecutadas al fresco empleando para ello un único pigmento, el rojo de hierro o hematites. En este caso, también fue espatulada la superficie.

Estado de conservación

Para la correcta evaluación de los tratamientos de consolidación es necesario determinar el estado de conservación de cada uno de los revestimientos que se van a tratar; en este caso, es semejante en todos los fragmentos, aunque presentan algunas peculiaridades.

En todos los casos destacan dos alteraciones principales, el estado pulverulento de la capa pictórica y la descohesión del mortero, aunque el grado de alteración de los mismos varía. En este sentido se puede indicar, en primer lugar, que el deterioro de la capa pictórica resulta más acusado en los revestimientos de época tardoantigua y emiral (TA y MIR), habiéndose perdido en ocasiones casi la totalidad del pigmento; en segundo lugar, que los revestimientos romanos de Cástulo y los de época califal son los que inicialmente muestran una mayor pulverulencia de la capa pictórica (CR y HRS); y, finalmente, que los revestimientos tardoantiguos son los que presentan un mayor grado de fragmentación del soporte (TA). Asimismo, es necesario señalar que las condiciones de humedad y temperatura en las que se encontraban almacenados los revestimientos de Córdoba eran muy extremas y, por tanto, más desfavorables que las condiciones en las que se hallaban las pinturas castulonenses.

Resultados

Como se ha indicado en la metodología, cada tratamiento ha sido aplicado sobre un fragmento perteneciente a cada uno de los revestimientos indicados, dando lugar a cinco series de siete fragmentos cada una (Tabla 1). Se han realizado dos valoraciones según cada método de evaluación: por un lado, se ha comparado el comportamiento general de los fragmentos que pertenecen a cada revestimiento y, por otro, se ha evaluado cada tratamiento en sí mismo.

Tabla 1. Fragmentos empleados en los ensayos de consolidación y tratamiento aplicado a cada uno de ellos.

Tratamiento	Cástulo		Córdoba		
	Romanas	Tardoantiguas	Romanas	Emirales	Califales
Carbonatogénesis	CR1	TA1	PIT1	MIR1	HRS1
Carbonatogénesis + <i>impacco</i>	CR2	TA2	PIT2	MIR2	HRS2
Paraloid B72	CR3	TA3	PIT3	MIR3	HRS3
Estel 1000	CR4	TA4	PIT4	MIR4	HRS4
Nano Estel	CR5	TA5	PIT5	MIR5	HRS5
Nanorestore	CR6	TA6	PIT6	MIR6	HRS6
Testigo	CR7	TA7	PIT7	MIR7	HRS7

Documentación fotográfica

Si bien la documentación fotográfica del estado inicial y final de los fragmentos no resulta un método de evaluación objetivo en sí mismo, permite tener una primera visión global del efecto que tienen los distintos tratamientos sobre la capa pictórica. Además, ha supuesto una herramienta auxiliar fundamental para entender e interpretar algunos de los resultados obtenidos en otras evaluaciones. Es el caso, por ejemplo, del valor *MCDM* empleado en el análisis colorimétrico, que se expondrá más adelante, que mostraba una mayor homogeneidad del color de la capa pictórica tras el tratamiento de carbonatogénesis en los revestimientos de época romana castulonenés (CR) y en los de época califal (HRS); al revisar la documentación fotográfica se ha podido observar, coincidiendo con el valor de *MCDM* citado, que dichos fragmentos presentaban antes de la consolidación restos de concreciones que provocaban una mayor heterogeneidad de la apariencia de color, mientras que dichos depósitos resultaban menos evidentes tras la aplicación del tratamiento, lo que se traduce en una mayor homogeneidad cromática (Figura 3).

Test de solubilidad

En primer lugar se debe recalcar que la eficacia de esta evaluación, considerando un examen *a visu* con luz visible, depende del color de la capa pictórica. En este sentido, resultan más patentes los resultados de las pruebas realizadas sobre fragmentos de policromía roja (CR, PIT y HRS) (Figura 4); por el contrario, en los fragmentos procedentes del revestimiento emiral (MIR) los resultados no han sido concluyentes debido al color de su capa pictórica (amarillo claro y blanco).

El test de solubilidad ha evidenciado que los revestimientos de época romana de Córdoba (PIT) son los que menor pulverulencia inicial presentaban y que, por el contrario, los de época romana de Cástulo (CR) son los que manifestaban una mayor descohesión de la capa pictórica.

En cuanto a los tratamientos, los que peor resultado han dado en esta evaluación son los de bioconsolidación y las nanocales; por el contrario, los fragmentos tratados con resina acrílica y con nanosilicato de etilo son los que mejores resultados arrojan, presentando una menor pulverulencia final; en ambos casos, y según se puede ver en los análisis de HRSEM (descrito a continuación), estos tratamientos han formado un estrato superficial nuevo sobre la capa pictórica.

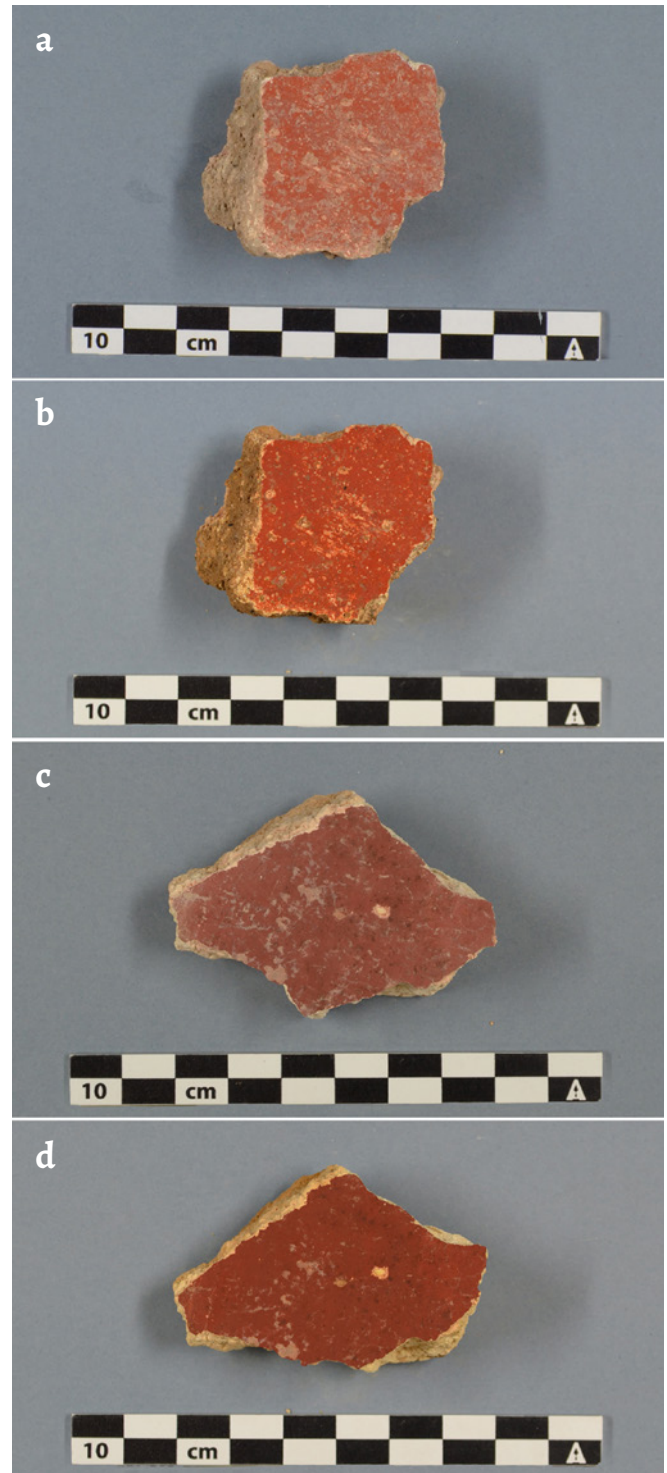


Figura 3. Fragmentos empleados en los ensayos de tratamientos: a) fragmento CR1 antes del tratamiento; b) fragmento CR1 después del tratamiento; c) fragmento HRS1 antes del tratamiento; d) fragmento HRS1 después del tratamiento.

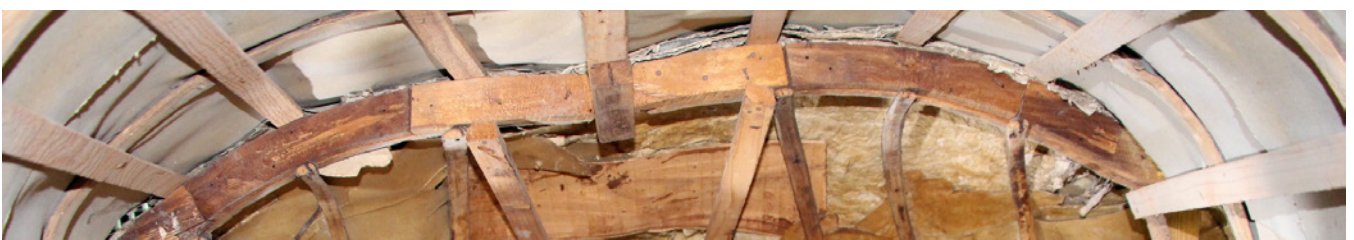


Figura 4. Prueba de solubilidad realizada a los fragmentos procedentes del revestimiento de época romana de Cástulo (CR).

Ensayo de absorción de agua por capilaridad

Una vez realizado el ensayo de absorción, el primer aspecto que destaca es la diferencia de comportamiento entre los fragmentos procedentes de Cástulo y los de Córdoba; en general, se observa que los fragmentos castulonenes (CR y TA) absorben menos agua que los fragmentos cordobeses (PIT, MIR y HRS). Como se ha mencionado anteriormente, los fragmentos procedentes de Córdoba habían estado almacenados en unas condiciones más adversas que los de Cástulo, con unos niveles de humedad relativa bastante altos lo que ocasionó la posterior desecación en exceso de los mismos; dicha circunstancia ha podido provocar que estos revestimientos absorbiesen una mayor cantidad de agua en este ensayo. El segundo aspecto destacable es que los fragmentos de época emiral (MIR) presentan un comportamiento diferenciado frente al resto de los revestimientos, ya que en la mayoría de ellos los tratamientos han provocado disminuciones similares de la cantidad de agua absorbida.

Continuando con el análisis de los tratamientos, los fragmentos tratados con carbonatogénesis bacteriana son los que menor absorción de agua presentan; ello podría deberse a la creación de nuevos cristales de CaCO_3 que consolidan el material, haciéndolo más compacto; no se ha observado diferencia alguna entre los fragmentos tratados por nebulización y aquellos a los que se les ha aplicado posteriormente el *impacco* (Figura 5). Junto con la carbonatogénesis, los fragmentos tratados con Paraloid B72 son los que menos absorción de agua presentan; como se ha podido observar en las imágenes obtenidas mediante HRSEM, la resina acrílica forma en la superficie de la pintura una película impermeable que envuelve los granos de pigmento fijándolos entre sí, pero que dificulta la entrada de agua al interior del mortero. Por otro lado, no se observan diferencias apreciables entre el comportamiento de los fragmentos tratados con Estel 1000 y Nano Estel, aunque se documenta en la mayoría de los casos una menor absorción en los fragmentos tratados con nanosilicato (Figura 6); ello se debe, al igual que en el caso anterior, a la creación de un estrato superficial sobre la capa pictórica. Finalmente, el tratamiento con Nanorestore es el que muestra un comportamiento más irregular, siendo de los tratamientos que provocan una menor absorción de agua en los revestimientos castulonenses mientras que, por el contrario, es uno de los que más absorción muestra en los revestimientos procedentes de Córdoba.

Evaluación textural y elemental mediante HRSEM

Para la evaluación de los tratamientos mediante HRSEM se ha comenzado analizando las muestras testigo (sin tratar) procedentes de cada uno de los revestimientos. En ellas se ha podido identificar la presencia de hierro en la capa pictórica en la mayoría de los casos (CR, PIT, HRS y algunos fragmentos de TA); dado que ninguno de los tratamientos de consolidación aplicados emplea hierro en su composición, ha sido posible establecer dicho elemento como indicador de la capa pictórica.

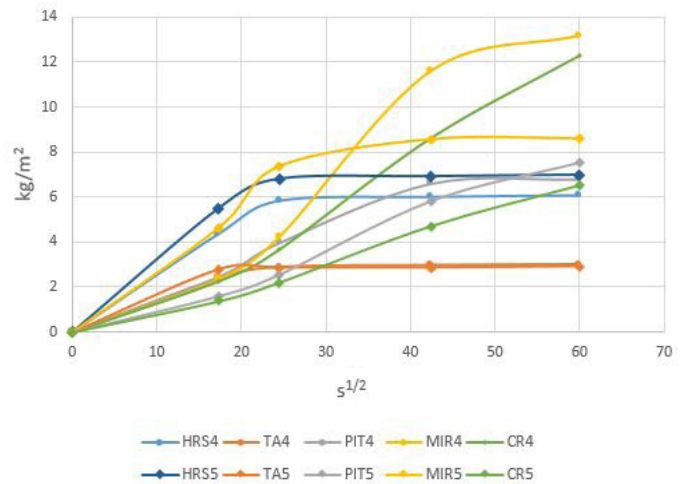


Figura 5. Resultados del ensayo de absorción por capilaridad de los fragmentos tratados con carbonatogénesis bacteriana (HRS1, TA1, PIT1, MIR1, CR1) y carbonatogénesis bacteriana con *impacco* (HRS2, TA2, PIT2, MIR2, CR2). Como se puede apreciar en la imagen no existe diferencia notable en el comportamiento de los fragmentos entre un tratamiento y el otro.

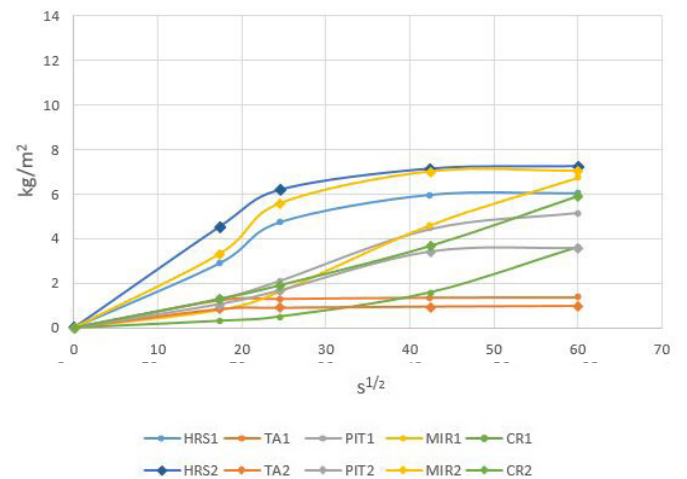


Figura 6. Resultados del ensayo de absorción por capilaridad de los fragmentos tratados con Estel 1000 (serie 4) y Nano Estel (serie 5). Tampoco se aprecian diferencias notables entre ambos tratamientos siendo en ocasiones el Nano Estel el que provoca una mayor absorción de agua (como en el caso de HRS) y, en ocasiones es el Estel 1000 el que presenta mayor absorción (como en el caso de CR).

El análisis de las muestras correspondientes a los dos tratamientos de carbonatogénesis se han podido observar dos aspectos fundamentales. En primer lugar, que la penetración del tratamiento podría alcanzar los 100 μm , ya que se han documentado bacterias calcificadas e identificado fósforo, elemento componente de la solución nutritiva que se aplica en el tratamiento, a dicha profundidad. En segundo lugar, que la aplicación del tratamiento mediante nebulización e *impacco* provoca una mayor presencia de cultivo en la superficie de la capa pictórica, lo que podría traducirse en una mayor actividad de las bacterias y, por consiguiente, una mayor consolidación, tal y como se aprecia en el análisis elemental del perfil efectuado a la muestra PIT2, donde el calcio queda por encima del hierro de la capa pictórica (Figura 7).

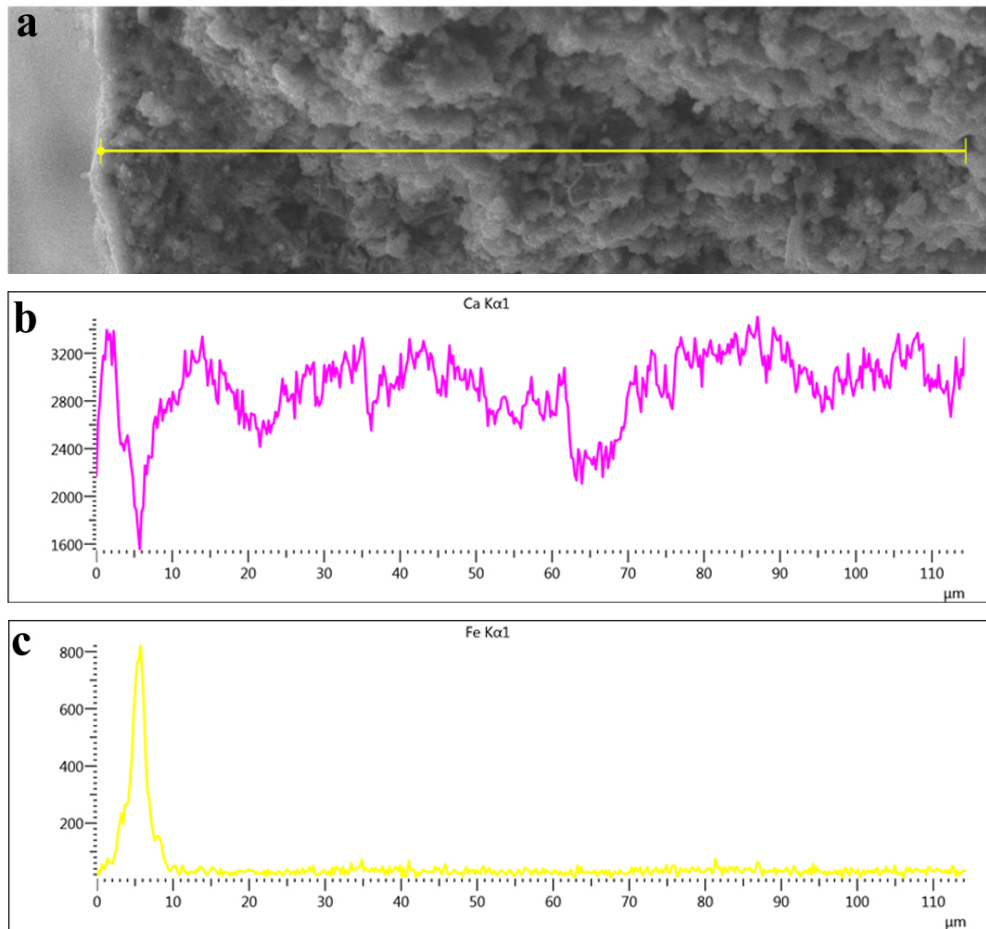


Figura 7. Análisis elemental del perfil de la muestra PIT2 consolidado con carbonatogénesis bacteriana aplicada mediante nebulización e *impacco*: a) imagen tomada mediante HRSEM de la superficie analizada, la línea amarilla corresponde a la zona donde se han tomado las medidas (line profile); b) distribución de calcio en cada uno de los puntos analizados del line profile; c) distribución de hierro en cada uno de los puntos analizados del line profile. Se aprecia una mayor presencia de calcio por encima de la capa pictórica que puede deberse a un proceso de recarbonatación en dicha zona resultado del tratamiento aplicado.

Por otro lado, en las muestras tratadas con Paraloid B72, se puede identificar la presencia de un estrato orgánico en la superficie, que recubre las partículas y que ya hemos mencionado en la evaluación del ensayo anterior (Figura 8). Dicho estrato se aprecia con mayor claridad en los revestimientos de época romana y califal, mientras que en los de época tardoantigua y emiral (TA y MIR), al ser la capa pictórica más porosa y no estar espatulada, el consolidante tiene una mejor impregnación y no queda tan en superficie.

Los tratamientos con Estel 1000 y con Nanorestore son los que menos cambios morfológicos y composicionales han provocado en las muestras. Documentándose, en el caso del silicato de etilo, una penetración de 20 μm y en el caso de las nanocales, de 50 μm ; si bien estos datos solo se han observado en una muestra procedente de cada tratamiento, por lo que no se puede afirmar que los tratamientos alcancen dicha profundidad de forma general en el resto de los revestimientos.

Finalmente, en las muestras tratadas con Nano Estel, a excepción de las correspondientes a los revestimientos tardoantiguos (TA), se aprecia una capa de consolidante de unos 19 μm de espesor, que se ha craquelado en la parte más externa

(en torno a los 4 μm de espesor) provocando que toda la superficie se vea craquelada (Figura 9).

Análisis de las variaciones del color de la capa pictórica

El primer aspecto colorimétrico evaluado ha sido la variabilidad del color, es decir, la heterogeneidad de las muestras mediante la MCDM, anteriormente mencionada. Ésta se ha analizado en cada serie de fragmentos según su procedencia, en las muestras de referencia sin consolidar y en las muestras consolidadas con los distintos tratamientos (Tabla 2). Tal y como se ha indicado ya, el promedio de la variabilidad del color es ligeramente superior en las muestras no consolidadas, lo que indica que la consolidación no introduce heterogeneidades en el color sino que, más bien, lo homogeneiza aunque levemente.

El segundo aspecto analizado ha sido la diferencia de color CIELAB ($\Delta E^*_{a,b,10}$) de las muestras antes y después de la aplicación del consolidante atendiendo, nuevamente, a dos criterios: tratamiento de consolidación y tipo de revestimiento (Figura 10b). En todos los casos se han registrado,

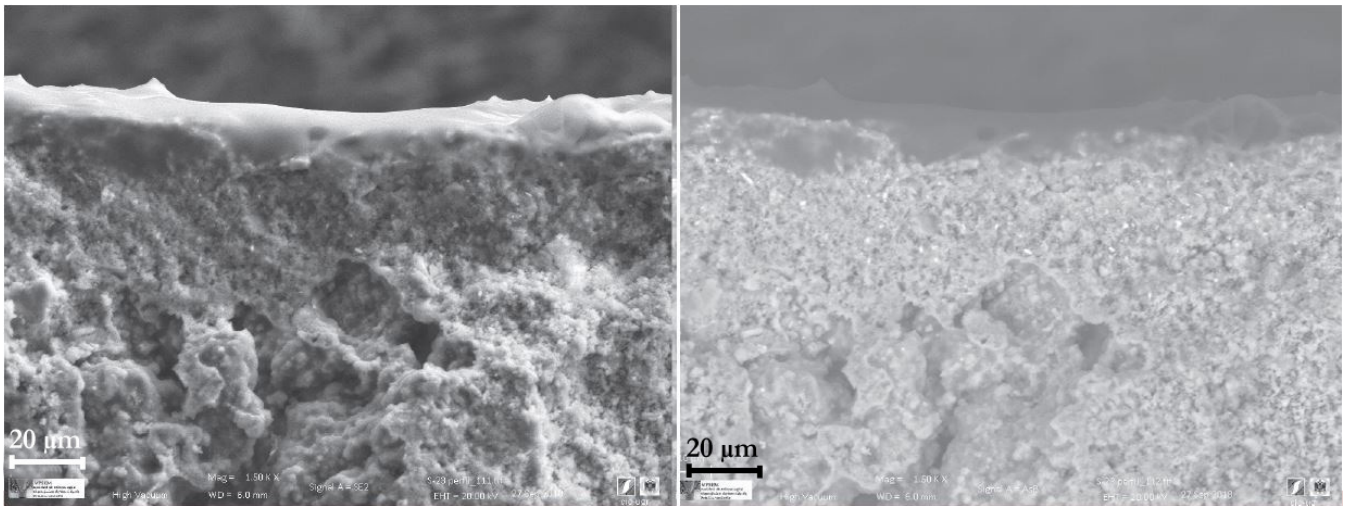


Figura 8. Análisis mediante HRSEM del perfil de la muestra CR3 tratada con Paraloid B72 donde se aprecia la capa orgánica que el consolidante forma en superficie: a) Imagen tomada con SE; b) imagen tomada con BSE.

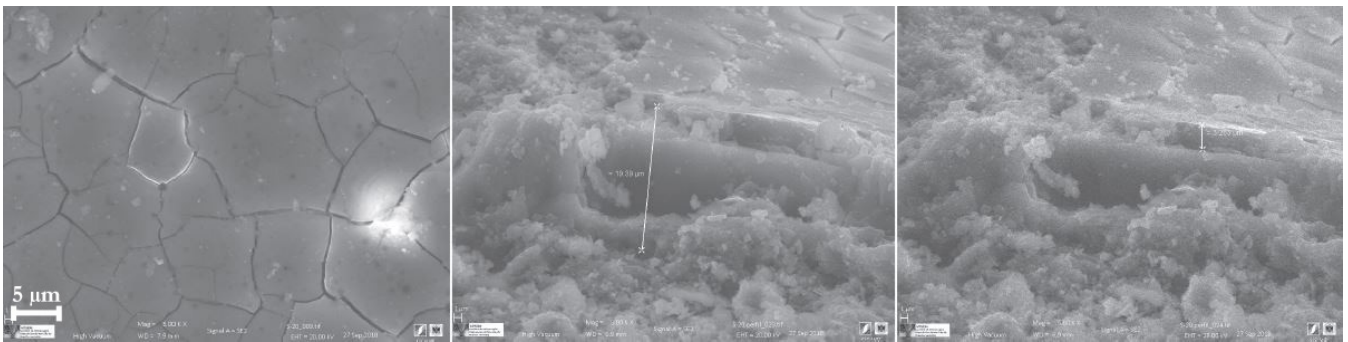


Figura 9. Análisis mediante HRSEM de la muestra PIT5 tratada con Nano Estel donde se aprecia: a) la superficie craquelada; b) el espesor de la capa total, de 19.4 µm; c) y de la parte craquelada, de 4 µm (Imágenes tomada con SE).

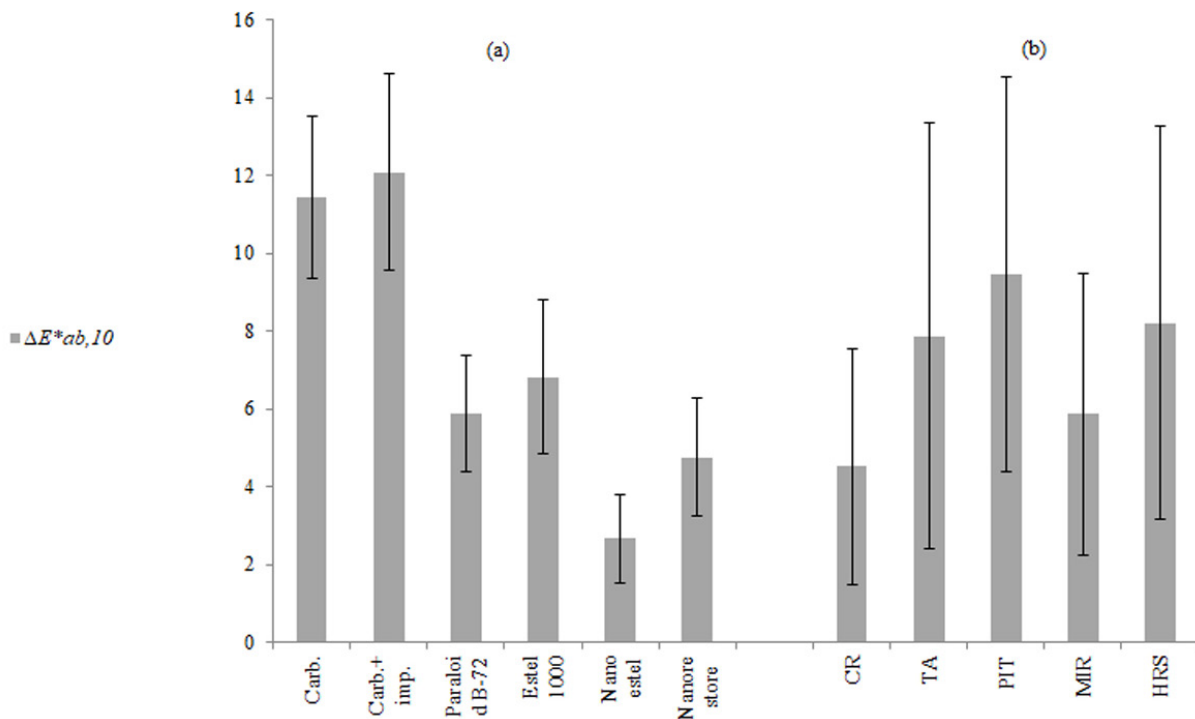


Figura 10. Valores promedio y desviación estándar (barras de error) de las diferencias de color CIELAB ($\Delta E^*_{ab,10}$) entre las muestras sin consolidar y consolidadas según cada tratamiento (a) y según la procedencia de cada muestra (b).

Tabla 2. Promedio y desviación estándar de los valores MCDM (en unidades CIELAB) para cada serie de muestras en función de los siguientes criterios: procedencia y período (CR, TA, PIT, MIR y HRS), muestra de referencia sin consolidar (SC), muestras consolidadas de los diferentes tratamientos y conjunto de muestras consolidadas (C).

Procedencia	SC	Carb.	Carb. + <i>impacco</i>	Paraloid B72	Estel 1000	Nano Estel	Nanorestore	C
CR	2,0	1,1	1,2	1,7	1,8	1,4	2,4	1,6
TA	3,2	5,1	5,6	2,2	1,9	1,4	4,2	3,4
PIT	1,8	0,7	2,8	3,3	2,3	1,8	2,3	2,2
MIR	2,4	2,2	3,0	3,0	4,2	1,5	1,6	2,8
HRS	2,3	0,5	1,3	1,5	1,0	1,3	1,6	1,2
Promedio	2,3	2,1	2,5	2,1	2,0	1,5	2,4	2,1
Desv. est.	1,2	2,0	1,7	0,8	1,2	0,2	1,1	1,2

tras la consolidación, cambios de color claramente perceptibles, superiores a 2,0; se consideran perceptibles por personas con visión normal del color, valores de diferencia de color en torno a 1,0 unidades CIELAB [24]. En función del tratamiento, la bioconsolidación es el que mayor cambios de color ha producido, mientras que el nanosilicato de etilo el que menos; por otro lado, en función del revestimiento, las pinturas murales de época romana de Córdoba (PIT) son los que más cambios de color han evidenciado, siendo las que menos pulverulencia inicial presentaban, frente a las de época romana de Gástulo (CR) que son las que menos han variado su color, siendo asimismo las que mayor pulverulencia inicial presentaban.

Se ha analizado, también, de manera desglosada las diferencias de claridad, croma y tono CIELAB (ΔL^*_{10} , $\Delta C^*_{ab,10}$ y $\Delta H^*_{ab,10}$ respectivamente) (Figura 11 y 12). En este sentido, todos los consolidantes han provocado un oscurecimiento de la capa pictórica, a excepción del tratamiento con nanocales; del mismo modo, se ha evidenciado un incremento de colorido o pureza de color general en todos los casos; finalmente, se ha documentado un viraje mínimo de tono tras la aplicación de los tratamientos.

Conclusiones

Tras la evaluación de los distintos ensayos de consolidación ha sido posible establecer diversas conclusiones.

En primer lugar, existe un cambio de comportamiento de los consolidantes en función de las características del revestimiento. En este sentido, se ha evidenciado una mayor variación del color de la capa pictórica tras la aplicación del tratamiento en los revestimientos que menos pulverulencia inicial presentaban, y viceversa. Se ha documentado una mayor absorción de agua por capilaridad en los fragmentos cordobeses, que habían estado sometidos a unas condiciones de humedad y temperatura más extremas; y, además, se ha registrado un cambio de comportamiento en las pinturas cuya superficie no se presenta espatulada, ya que en ellas el tratamiento no suele dejar un estrato

superficial tan patente como en el caso de las que sí lo están.

En segundo lugar, ningún tratamiento de consolidación ha destacado de manera positiva en todos los aspectos evaluados, aunque sí han presentado aspectos comunes como por ejemplo la homogeneización del color de la capa pictórica o que provocan un cierto oscurecimiento de la policromía. Respecto a las pruebas de solubilidad y al estudio colorimétrico, los consolidantes más empleados habitualmente, tanto la resina acrílica como el silicato de etilo, son los que presentan unos resultados más equilibrados; sin embargo, presentan algunos inconvenientes evidentes como la creación de un estrato orgánico superficial poco permeable en el caso de la resina acrílica o el posible agrietamiento de la superficie en el caso del silicato de etilo, que no pueden dejar de tenerse en cuenta. Por otro lado, el empleo de tratamientos basados en nanopartículas ha evidenciado, en ciertos aspectos, una mejora en cuanto a los tratamientos tradicionales pero, en otros aspectos, han supuesto peores resultados como la creación de un estrato superficial que se craquela en el caso del nanosilicato de etilo o el escaso nivel de consolidación que hace que permanezca la pulverulencia en los tratados con nanocales. Finalmente, el tratamiento de bioconsolidación presenta numerosas ventajas en cuanto a la consolidación de morteros se refiere, pero para la fijación de policromía todavía presenta algunas desventajas como el cambio cromático que producen y su escaso nivel de consolidación de la capa pictórica. Por otra parte, no se han documentado diferencias significativas entre la aplicación del tratamiento exclusivamente mediante nebulización o mediante nebulización e *impacco*, a pesar de haberse registrado, en el segundo caso, una mayor presencia de cultivo en la superficie.

Se evidencia que no existe el tratamiento ideal para todos los casos, sino que en función de la problemática concreta de cada revestimiento se deberá optar por un tratamiento u otro. Del mismo modo, queda patente la necesidad de continuar con la investigación en este campo, optimizando los tratamientos tradicionalmente empleados e implementando aquellos de nueva incorporación al mercado.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a D. Marcelo Castro, director del Conjunto Arqueológico de Cástulo, y a D. Juan F. Murillo, director de la Oficina de Arqueología de la Gerencia de Urbanismo del Ayuntamiento de Córdoba. Asimismo, a las doctoras María Teresa González Muñoz y Fadwa Jroundi, del Departamento de Microbiología de la UGR, a la doctora Isabel Guerra Tschuschke, del Centro de Instrumentación Científica de la UGR y a la doctora Susanna Bracci del Istituto per la Conservazione e la Valorizzazione dei Beni Culturali (actual ISPC-CNR). Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad y por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) en el marco del Proyecto de Investigación HAR2015-66139-P.

REFERENCIAS

- Moreno Cifuentes, M., 'La consolidación de revestimientos murales en yacimientos arqueológicos', in *Técnicas de consolidación en pintura mural – Actas del Seminario Internacional sobre la consolidación de pintura mural celebrado en Aguilar del Campoo (Palencia)*, Fundación Santa María la Real, Aguilar del Campoo (1998) 53-75.
- Mora, P.; Mora, L.; Philippot, P., *La conservazione delle pitture murali*, 2nd ed., Editrice Compositori, Bologna (2003).
- Martín Gil, M.; Gayo, L.; Bueso, M.; Suárez, M.J. (ed.), *Actas La Ciencia y el Arte VII*, Ministerio de Cultura y Deporte, Madrid (2018).
- Gruppo Italiano International Institute for Conservation (ed.), *Lo Stato dell'Arte 17*, Volume degli atti, Matera (2019).
- Scienza Beni Culturali (ed.), *Actas 36° Convegno Internazionale Scienza e Beni Culturali*, Venezia (2020).
- Jroundi, F.; González-Muñoz, M.T.; García-Bueno, A.; Rodríguez-Navarro, C., 'Consolidation of archaeological gypsum plaster by bacterial biomineralization of calcium carbonate', *Acta Biomaterialia* **10** (2014) 3844-3854, <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2014.03.007>.
- Calvo, A., *Conservación y Restauración: Materiales, técnicas y procedimientos de la A a la Z*, Ediciones del Serbal, Barcelona (1997).
- Jroundi, F.; Fernández Vivas, A.; Rodríguez-Navarro, C.; Bedmar, E.; González-Muñoz, M.T., 'Bioconservation of deteriorated monumental calcarenite stone and identification of bacteria with carbonatogenic activity', *Environmental Microbiology* **60** (2010) 39-54, <https://doi.org/10.1007/s00248-010-9665-y>.
- Costa, E.; Dei, L.; Giovagnoli, A.; Iole, M., 'Studio di consolidanti nanometrici per il consolidamento della pellicola pittorica dei dipinti murali', *Atti Convegno IGIIC* (2007) 193-198.
- Gómez-Villalba, L. S.; López Arce, P.; Fort González, R.; Álvarez de Buergo, M., 'La aportación de la nanociencia en la conservación de bienes del patrimonio cultural', *Patrimonio Cultural de España* **4** (2010) 43-56.
- Coladonato, M.; Scarpitti, P. 'Notas sobre el Triángulo Interactivo de los solventes y de la Solubilidad', notas, Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro, (2008).
- Jroundi, F.; Bedmar, E.J.; Rodríguez-Navarro, C.; González-Muñoz, M. T., 'Consolidation of ornamental Stone by microbial carbonatogenesis', *Global Stone Congress* (2010) 1-5.
- Vázquez, E.; Bueno, J., 'Protocolo de actuación para el análisis del patrimonio documental y bibliográfico desde el aula de restauración de obra gráfica de la Facultad de Bellas Artes, Universidad de Sevilla', *Estudio y Conservación del Patrimonio Cultural. Actas Málaga* (2015) 115-118.
- AENOR, 'Conservación del patrimonio cultural. Métodos de ensayo. Determinación de la absorción de agua por capilaridad', *UNE-EN 15801 Norma europea* (2009).
- Berns, R. S., *Billmeyer's and Saltzman's principles of color technology*, John Wiley & Sons, New York (2002).
- Collado-Montero, F. J.; Calero-Castillo, A. I.; Melgosa, M.; Medina-Flórez, V. J., 'Colorimetric evaluation of pictorial coatings in conservation of plasterworks from the Islamic tradition', *Studies in Conservation* **64**(2) (2019) 90-100, <https://doi.org/10.1080/00393630.2018.1460924>.
- Prestileo, F.; Bruno, G.; Alberghina, M. F.; Schiavone, S.; Pellegrino, L., 'I mosaici della villa romana del Casale di Piazzola Armerina: il contributo della indagine colorimetriche per la stesura del protocollo di intervento', *Quaderni di Fotonica e Ottica – Colore e Colorimetria. Contributi multidisciplinari* **16** (2007) 45-55.
- López-Martínez, T.; López-Cruz, O.; García-Bueno, A.; Calero Castillo, A.I.; Medina Flórez, V.J., 'Las pinturas murales de Castulo. Primeras aportaciones a la caracterización de materiales y técnicas de ejecución', *Lucentum* **35** (2016) 155-170, <https://doi.org/10.14198/LVCENTVM2016.35.08>.
- Calabria Salvador, I.; Zalbidea Muñoz, M. A., 'Estudio de las pinturas murales de la sala del Mosaico de los Amores de la ciudad ibero-romana de Cástulo', *Ge-Conservación* **16** (2019) 45-61, <https://doi.org/10.37558/gec.v16i0.663>.
- López-Martínez, T.; Medina-Flórez, V. J.; García-Bueno, A., 'Decoración parietal de un edificio paleocristiano en el Conjunto Arqueológico de Cástulo', *I Simposio anual de Patrimonio Natural y Cultural ICOMOS España*, Editorial Universitat Politècnica de València (2021) 139-147, <https://doi.org/10.4995/icomos2019.2019.11698>.
- Castro del Río, E.; Pizarro Berengena, G.; Sánchez Ramos, I., 'El conjunto arqueológico del Parque Infantil de Tráfico de Córdoba. La ocupación tardoantigua del suburbium occidental de Colonia Patricia Corduba', *Anales de Arqueología Cordobesa* **17** (2006) 103-118, <https://doi.org/10.21071/aac.voi.8196>.
- Casal García, M. T.; Bermúdez, J. M.; León, A.; González, M.; Castro, E.; Murillo, J. F.; Vargas, S.; Rodero, S.; Sánchez, S.; Canovas, A.; García, B.; Gutiérrez, M. I.; León, E.; Pizarro, G.; Rodríguez, M. C.; Salinas, E.; Sánchez, I.; Soriano, P., 'Informe-memoria de la I.A.U. en el S.G. SS-1 (Parque de Miraflores y Centro de Congresos de Córdoba). Segunda fase', *Anuario Arqueológico de Andalucía* **1** (2003) 343-356.
- Murillo Redondo, J. F.; Casal García, M. T.; Cánovas Ubera, A.; García Matamala, B.; Salinas Pleguezuelo, E., *Informe preliminar de la actividad arqueológica preventiva para la ampliación del Hospital Universitario Reina Sofía y la construcción del Centro de Investigación Biométrica de la UCO*, Gerencia de Urbanismo, Ayuntamiento de Córdoba, Córdoba (2009).
- Huang, M.; Liu, H.; Cui, G.; Luo, M.; Melgosa, M., 'Evaluation of threshold color differences using printed samples', *Journal of the Optical Society of America A* **29** (2012) 883-891, <https://doi.org/10.1364/JOSAA.29.000883>.

RECIBIDO: 2020.6.8

REVISTO: 2021.3.2

ACEPTADO: 2021.3.13

ONLINE: 2021.3.16



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons

AtribuciónNoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

Para ver una copia de esta licencia, visite

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

As pinturas a cal nos tratados e manuais técnicos da construção civil em Portugal entre 1880 e 1931 – uma revisão histórica

MILENE GIL 

Laboratório HERCULES, Palácio do Vimioso.

milenegil@uevora.pt

Lime paintings in treatises and construction technical manuals in Portugal from 1880 to 1931 – an historical review

Resumo

Uma revisão à técnica da pintura a cal é feita com base em cinco tratados e manuais técnicos da construção civil que, publicados em Portugal entre 1880 e 1930, eram, ou tornaram-se, referência no ensino técnico e profissional. O objetivo é dar a conhecer a história de um dos géneros de pintura mais praticados nas edificações portuguesas até cerca de 1960 e cujos testemunhos, ainda remanescentes em centros históricos, importa estudar para fins de registo e trabalhos de reabilitação. O levantamento efetuado permitiu apurar detalhes dos executantes, dos materiais e do saber-fazer que ainda hoje são pouco conhecidos, e realçar a mudança de paradigma do que outrora chegou a ser considerado um tipo de pintura grosseira que só dava tons rudimentares e monótonos.

Abstract

A review of the lime painting technique is made based on five treatises and construction technical manuals that were published in Portugal between 1880 and 1930 and were or became a reference in technical and professional education. The goal is to document the history of one of the most popular types of painting in Portuguese building heritage until about 1960, whose testimonies still remaining in historic centers should be studied for the purposes of registration and rehabilitation works. This survey enabled to ascertain details of the executants, of the materials and the know-how which are still little known today and to highlight the paradigm shift from what was once considered a type of coarse painting that only gave rudimentary and monotonous tones.

PALAVRAS-CHAVE

Pintura a cal
Património edificado
História
Caiadores
Materiais
Técnica

KEYWORDS

Lime painting
Building heritage
History
Lime washers
Materials
Technique

Introdução

Do ponto de vista da conservação e restauro são bem conhecidas as vantagens que resultam da aplicação de uma ou mais camadas de pintura nas edificações. Para além da sua função eminentemente estética, a camada cromática desempenha um papel sacrificial determinante na preservação dos materiais que lhe servem de suporte.

Para a pintura de edifícios, também apelidada na gíria por *pintura industrial* ou *pintura ordinária*, foram experimentadas e desenvolvidas ao longo dos séculos tintas de composição variada [1-2]. Entre elas, encontravam-se a *calda*, a *aguada* ou o *leite de cal* vulgarmente citadas nos tratados e manuais práticos de acabamentos da construção civil do final do século XIX e início do século XX [3-7].

Até cerca de 1962, as tintas com base de cal tiveram enquadramento nas normas portuguesas que regiam o sector das tintas e vernizes na categoria de tintas aquosas não emulsionadas (NP 42:1962) [8]. No entanto, com o passar dos anos, a sua classificação tornou-se vaga, sendo esta a situação atual nas normas europeias em vigor, de que são exemplo a EN 1062-1 e a EN 13300 [9-10].

Numa época em que as atenções em obras de reabilitação se voltam cada vez mais para a reintrodução de materiais compatíveis com os acabamentos antigos à base de cal, importa fazer uma revisão histórica sobre a temática com fundamento em seis autores que, entre 1880 e 1931, se debruçaram sobre a questão dos revestimentos por pintura nas edificações e cujas publicações eram (ou se tornaram) referência na área. Estes são Luiz Augusto Leitão, com o *Curso Elementar de Construções* (1896) [3]; David Xavier Cohen, com três edições das *Bases para Orçamentos* para empreitadas da construção civil, publicadas entre 1880 e 1913 [11-13]; Francisco Liberato Telles de Castro da Silva, em *A Decoração na Construção Civil, Pintura Simples* (1898) [4]; Paul Fleury, com o *Novo Tratado Usual da Pintura de Edifícios e Decoração*, editado em língua portuguesa em 1903 [5]; João Emílio dos Santos Segurado, com *Materiais de Construção* (1923) [6] e, por último, Carlos Alberto Correia, em *Pinturas e Fingidos* (1931) [7]. O objetivo é dar a conhecer como eram encaradas as pinturas com base de cal no ensino técnico e na prática da profissão, a formação e posição hierárquica dos executantes, materiais empregues e modos de operar. Os dados obtidos permitem ter uma visão integradora da temática em termos históricos e da sua forma de atuar que ainda hoje são pouco conhecidos no panorama nacional.

Considerações sobre a pintura a cal

No final do século XVIII e início do século XX, eram quatro os géneros de pintura decorativa mais citados nos tratados e manuais técnicos da construção civil. Carlos Alberto Correia enumera-as da seguinte forma em 1931 [7, p. 116]:

"A caição, pintura com leite de cal que pôde ser natural ou córada;

A tempera, pintura a cola que é córada por mistura das côres com agua e cola;

A pintura a óleo em que se diluem as côres nos óleos;

A pintura a fresco ou pintura a agua."

A pintura a cal (sinónimo de *caiação corada*, a cores ou com cor) foi, a par da caiação natural (ou simples), a solução mais corrente dos acabamentos do património edificado, sobretudo a sul de Portugal, até cerca da segunda metade do século XX. São ainda vários os testemunhos remanescentes nos centros históricos, e nos meios rurais, que têm vindo a ser estudados ao longo das últimas três décadas para fins de registo histórico e para obras de reabilitação (Figura 1) [1, 14-20]. Não obstante a sua popularidade, e ao contrário do esperado, este género de pintura não granjeou grande consideração por parte dos seis autores consultados, tendo sido quase sempre remetida para um lugar secundário na hierarquia da profissão.

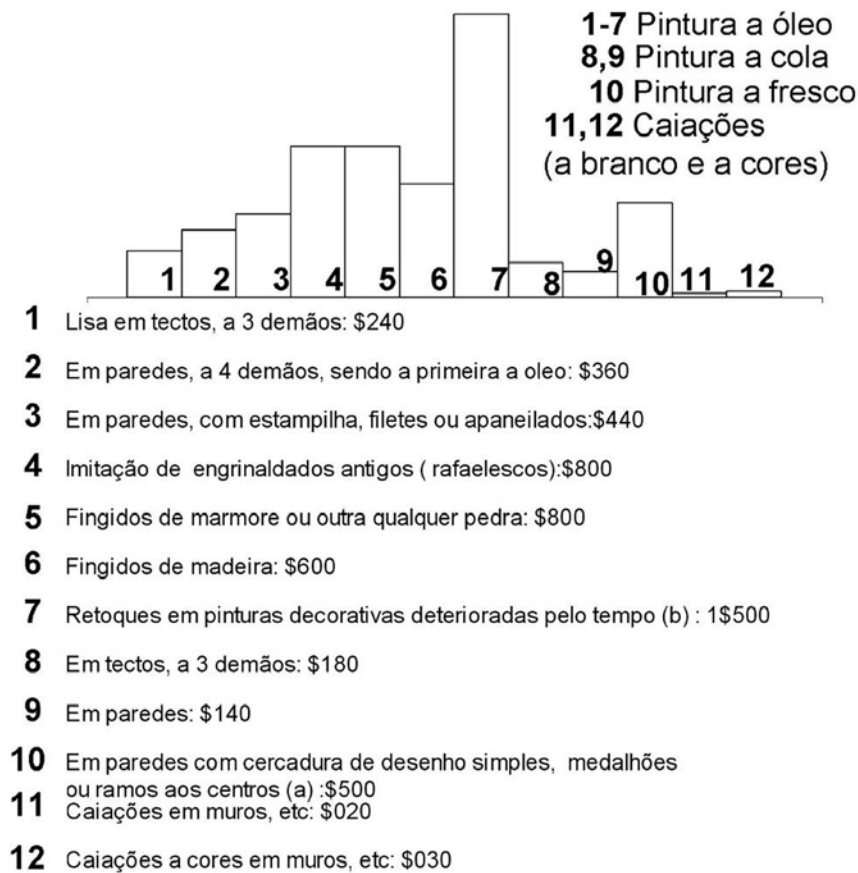
Em 1898, Francisco Liberato Telles de Castro da Silva, em *A Decoração na Construção Civil, Pintura Simples* declarava que a pintura a cal, por ele designada de *pintura pela cal ou aguada*, tinha sido outrora muito utilizada mas que estava posta de parte em detrimento da pintura a têmpera com cola, ou seja, tendo como aglutinante um material orgânico de origem animal ou vegetal [4]. Tanto este autor como Paul Fleury (1903) [5], João Emílio dos Santos Segurado (1923) [6] e Carlos Alberto Correia (1931) [7] consideravam este tipo de pintura "grosseira e desagradável" que só dava "tons rudimentares e monótonos" devido à causticidade da cal que, com função de ligante, limitava a paleta de cor passível de ser utilizada. A fraca "solidez" da camada cromática resultante é outra das razões apontadas por estes autores – à exceção de Paul Fleury, que, talvez por ser pintor de profissão (os outros autores eram engenheiros), enaltecia a sua capacidade de resistência à chuva no seu *Novo Tratado Usual da Pintura de Edifícios e Decoração*; segundo ele, era precisamente devido a esta qualidade que a pintura com cal ainda era empregue na construção civil. Para os restantes autores, a grande vantagem da pintura a cal, e o que indubitavelmente sustentara a sua prática secular, era o facto de ser economicamente a mais viável para os alçados exteriores das edificações de grande porte, tanto na cidade como nos meios rurais (Figura 1 e 2). O facto de a cal serem associadas qualidades "desinfetantes e antissépticas" tornava este género de pintura também ideal para edifícios onde ocorresse acúmulo de pessoas, tais como igrejas, hospitais, casernas do exército, armazéns, fábricas e oficinas [5-7].

A figura do caiador na hierarquia da profissão

Referências ao ofício de caiador remontam pelo menos a 1880, nas *Bases para Orçamentos* da autoria de David Xavier Cohen, um Capitão de Engenharia ao serviço do Ministério das Obras Públicas. David Xavier Cohen é o autor de quatro edições entre 1880 e 1930, tendo a última sido publicada após a sua morte em 1913 [11-13, 21].



Figura 1. Exemplos de pinturas a cal no Património Edificado Português no Alentejo [17]: a) Santiago do Cacém; b) Odemira; c) Grândola; d) Crato; e) Sines; f) Moura; g) Ponte de Sôr; h) Arraiolos; i) Almodôvar.



(a) Nos retoques a fazer em pintura decorativa de tectos, igrejas, etc., deve entender-se, simplesmente o retoque de ornatos e flôres, por isso que os de quadros em que entrem quaesquer figuras, pertencem ao pintor histórico (Liberato Telles 1898, pp. 227)

(b) Para as pinturas a fresco, que sejam mais trabalhosas do qua que citei, não é possível fixar preços de unidade. Ajusta-se sempre pela totalidad do trabalho, dependendo também o seu preço do valor do artista que para o executar se contrate (Liberato Telles 1898, pp. 228)

Figura 2. Preçário publicado por Liberato Telles em *Decoração na Construção Civil, Pintura Simples* em 1898 (variação de preços em réis no eixo do YY). É notória a discrepância de preços praticados entre as caições coradas e os outros géneros de pintura.

As *Bases para Orçamentos* constituíam-se como guias completos para todos os que quisessem projetar, construir ou mandar construir em território nacional. Entre os elementos divulgados, encontram-se os preçários de várias tarefas e dos materiais na cidade de Lisboa, assim como um caderno geral de encargos para empreitadas. Devido à importância das informações contidas de apoio à prática da construção civil, estas revistas (que chegam a ter 692 páginas) eram um importante elemento de consulta para os profissionais da época [21]. A *Tabela 1* apresenta a relação de preços/dia para o ofício de caiador em 1880 e 1896 e sua comparação com os de estucador e de pintor [11-12].

Mas quem eram os caiadores e qual a sua posição na hierarquia da profissão? Somente João Emílio dos Santos Segurado (1923) e Carlos Alberto Correia (1963) se pronunciam, revelando que para a execução de uma pintura a cal não era exigida competência artística mas unicamente experiência profissional para assegurar a durabilidade das camadas cromáticas resultantes [6-7]. Para o primeiro autor (sendo o segundo omissor), os caiadores eram os pedreiros e seus

serventes, sendo estes responsáveis pela execução de tintas de cal e água, às quais se poderia por vezes adicionar cola como adjuvante.

Os caiadores estavam na base da hierarquia da profissão. Acima encontravam-se várias categorias de pintores distinguíveis conforme os seus conhecimentos técnicos e artísticos [6-7]:

- o *brochante* (ou *broxante*) era um pintor de categoria inferior que não sabia preparar as tintas (a óleo e a têmpera com cola) e aplicava somente as cores lisas (i. e., monocromáticas). De acordo com Francisco Liberato Telles, este ofício era recente em 1880 (daí talvez o seu preço mais elevado) e havia sido criado após o aparecimento no comércio nacional de tintas pré-fabricadas [4]. Este novo ramo de negócio dispensava a figura do *moedor de tintas*, facto que poderá justificar a sua ausência decorridos 16 anos na base de orçamentos de 1896 (Figura 2);
- o *pintor vulgar* (ou *pintor simples*) sabia compor e combinar as tintas, misturá-las com óleos vegetais, essências e vernizes, e empregá-las;
- o *pintor fingidor* conjugava os conhecimentos do pintor vulgar à

Tabela 1. Tabela de preços em réis publicada em 1880 e 1896 nas Bases para Orçamentos da cidade de Lisboa [11-12]. Note-se as diferenças de preços consoante a categoria do ofício e alterações registadas após 16 anos, nomeadamente o desaparecimento do *moedor de tintas* e a aparente especialização de alguns pintores de pincel na arte do fingido.

Bases de orçamento - Série de preços praticados em Lisboa (réis)			
Jornas (a)			
1880		1896	
Broxante	\$800	Broxante	\$500
Caiador	\$500	Caiador	\$500
Estucador para estuque singelo	1\$00	Estucador	\$800 a 1\$200
Estucador para estuque com molduras	1\$600	–	
Moedor de tintas	\$500	–	
Pintor de pincel	1\$500	Pintor Pintor fingidor	\$800 1\$000 a 1\$600

(a) Uma jorna era, em média, 10h de trabalho diário.

arte da imitação de madeiras e pedras ornamentais, (Figura 1i). Tal como o pintor vulgar, era também um pintor de pincel, ou seja, utilizava utensílios à base de pelos ou penas. Porém, com esta espacialidade, alcançaria outro estatuto dentro da profissão como demonstra a tabela de honorários da Figura 2. De acordo com Francisco Liberato Telles, este tipo de pintura só se generalizou a partir de 1800, época em que tinha começado a ser feita nos balcões e guarnições dos estabelecimentos para evitar a monotonia que produzia até então a pintura com uma cor uniforme [4];

- por último, o *pintor decorador*, para além dos conhecimentos das técnicas e da manipulação da matéria-prima, possuía uma educação artística em todos os tipos de pintura. Este poderia ser mesmo um artista de renome, sendo só chamado para decorar e ornamentar palácios e edifícios monumentais [6]. No preçário publicado por Francisco Liberato Telles em 1898 é feita essa deferência, de tal forma que os preços desses trabalhos, que incluía a pintura a fresco, não eram passíveis de serem fixos à unidade como ocorria com os restantes, pois dependia do valor da totalidade da obra e do artista contratado [4] (Figura 2). Outro privilégio conferido aos pintores decoradores era a maior liberdade na interpretação das indicações fornecidas, podendo, por vezes, criar obras inteiramente da sua autoria, ao contrário dos seus colegas, que se limitavam a cumprir as ordens dos seus superiores.

A pintura a fresco, outra técnica decorativa com base de cal, continuava a ser muito conceituada no final do século XIX, embora já não tão efusivamente devido ao destaque entretanto dado à técnica a óleo. Francisco Liberato Telles, em 1898, na sua classificação das três classes de pintura decorativa nas edificações a elevava à primeira categoria, por ele denominada de “sumptuosa” [4]. Para este autor, os programas a fresco só tinham aplicação em edifícios de “primeira ordem”, i. e., igrejas, palácios e teatros, lamentando o decaimento que esta arte vinha a sofrer desde 1870 à medida

que os melhores pintores iam falecendo. Esta técnica de pintura artística só podia ser desempenhada por um pintor decorador especializado, também conhecido por *pintor frescante*, devido aos conhecimentos de desenho e requisitos técnicos exigidos para a sua boa execução num suporte de cal ainda húmido [4]. O pedreiro e seus serventes, neste caso, limitavam-se a preparar a superfície necessária de reboco para cada jornada de trabalho. Para além desta tarefa, e como acima indicado, cabia também aos pedreiros e seus serventes a responsabilidade das caiações com e sem cor, consideradas as pinturas mais simples em termos de preparação e execução.

É interessante notar que esta situação continua vigente na atualidade, tendo sido corroborada por antigos profissionais da construção civil no Alentejo entre 2005 e 2010 [17]. Ainda hoje as caiações são na sua maioria executadas por estes profissionais e só raramente por pintores de formação.

Composição de tintas de cal: pigmentos e adjuvantes

Para fazer uma tinta de cal são adicionados pigmentos a uma suspensão aquosa de hidróxido de cálcio (usualmente um leite de cal), que assume a função de ligante após evaporação da água e da reação de carbonatação com o dióxido de carbono da atmosfera. No processo, as partículas de pigmento são englobadas na matriz cristalina de carbonato de cálcio que se forma e que dá origem a uma camada de pintura contínua.

Numa tinta de cal, para além dos pigmentos e do hidróxido de cálcio, foram sendo acrescentados ao longo dos séculos outros produtos destinados a melhorarem as suas propriedades físicas e químicas. No texto que se segue são apresentados os materiais mais citados nos tratados e manuais consultados do final do século XIX e início do século XX, assim como considerações de estudos mais recentes sobre esta temática.

A paleta cromática das tintas de cal

De entre o rol dos materiais de cor disponíveis para as pinturas da construção civil, as paletas cromáticas do caiador e do pintor *frescante* sempre foram consideradas das mais limitadas devidas à natureza básica da cal. Da sua composição faziam parte óxidos e hidróxidos de ferro puros, ocres e outros pigmentos terra que eram adquiridos geralmente no comércio sob a designação de *tintas* ou *cores em pó* [3-4, 6-7].

As Figuras 3 e Figura 4 ilustram, respetivamente, o mostruário de cores para as pinturas das edificações publicado por Luiz Augusto Leitão em 1896 e a relação de preços entre vários tipos de materiais pictóricos disponíveis em 1757, 1880 e 1896 [11-12, 22]. Entre os pigmentos citados, são de realçar os *ocres*, os *almagres*, os *roxos-reis*, a *terra roxa* e o *azul ultramarino* (ou *azul ultramar*), que foram dos materiais inorgânicos mais empregues nas pinturas a cal do património edificado português (Figura 1) [1, 14, 17, 19, 23]. Do mostruário de Luiz Augusto Leitão constam pigmentos, mas também corantes, ou seja, compostos de origem orgânica, de que são exemplo o anil e uma série de materiais de cor cuja composição química é atualmente incerta (Figura 3). São disso exemplo o *amarelo claro*, o *amarelo canário*, o *amarelo gemmado* e o *amarelo torrado*, que presumivelmente seriam ocres, tal como o *amarelo lusitano* que, identificado como tal, era vendido em pacotes para a pintura a fresco [3].

Do termo grego *okhros* (*amarelo*), derivou o apelido genérico de *ocre*, pelo qual são conhecidas toda uma série de terras coradas provenientes da desagregação de rochas de composição mineralógica variada e cujas tonalidades oscilam entre o amarelo claro e o vermelho escuro, abrangendo os tons intermédios alaranjados e acastanhados. Aos ocres juntam-se outros pigmentos terra à base de óxidos de ferro negro ou dióxidos de manganês (exemplo das *sombras* e das *terras de siena*), ou à base de minerais de argila, no caso das *terras verdes* [24-27].

O baixo custo deste tipo de materiais em relação a outros pigmentos inorgânicos de origem natural ou artificial (exemplo do vermelhão patente na Figura 4) deve-se à abundância deste tipo de material na crosta terrestre e relativa simplicidade do processo de manufatura [17, 24, 26]. A estes dois fatores acresce o facto das terras coradas serem ricas em óxidos e hidróxidos de ferro no seu estado máximo de oxidação, o que as torna quimicamente estáveis para utilização em todos os géneros de pinturas decorativas. Luiz Augusto Leitão (1896), Paul Fleury (1903), João Emílio dos Santos Segurado (1923) e José Alberto Correia (1931) enaltecem as suas propriedades, descrevendo-as empiricamente como “cores fixas ou sólidas” que não se alteravam em contacto com outras e resistiam bem às intempéries e às “emanações sulfurosas” [4-7].

Entre as terras coradas mais citadas nos manuais e tratados constam os *ocres amarelos* (ou *occas*), que eram tanto mais finos (e possivelmente tanto mais caros) quanto maior fosse o grau de lavagem a que tivessem sido submetidos, e os *almagres* (Figura 4). Estes últimos, identificados como



Figura 3. Mostruário de materiais pictóricos de natureza variada para as pinturas da construção civil publicada em 1896 por Luiz Augusto Leitão no *Curso Elementar das Construções*, na secção *Tintas e Acessórios* [3].

ocres vermelhos, podiam ser de origem natural ou obter-se de forma artificial pela calcinação de ocres amarelos, dando origem, segundo João Emílio dos Santos Segurado, a “almagres com diversos tons mais ou menos carregados” [6]. Tal como aos ocres amarelos, a qualidade da cor final dos almagres dever-se-ia refletir nos preços praticados na *Tabela 4*, embora nos documentos consultados seja apenas indicado o país de origem e o estado físico em que estes pigmentos eram vendidos (e.g., o *Almagre Francês* e o *Almagre Inglês em pó*). Ainda em relação aos ocres vermelhos, é curioso notar que João Emílio dos Santos Segurado (1923) e Carlos Alberto Correia (1931) incluem nesta categoria um pigmento de nome *vermelho da Prússia* que, para ambos, seria também uma variedade de almagre de tonalidade vermelha saturada, e

não um pigmento inorgânico sintético como o seu congénere azul da Prússia [6-7].

Todos os autores, de uma forma geral, são concordantes em relação à composição dos pigmentos aquando da sua descrição. A única variação detetada foi ao nível dos pigmentos *roxo-rei* e *roxo-terra* que, identificados em pinturas a cal na região do Alentejo, ainda hoje suscitam algumas dúvidas [23]. Para João Emílio dos Santos Segurado, os dois materiais eram obtidos da calcinação mais ou menos prolongada de ocres amarelos [6]. Já para Francisco Liberato Telles, o *roxo-terra* era um almagre escuro de qualidade inferior muito empregue na pintura a fresco. Sobre o *roxo-rei*, este autor limita-se a referir a sua aplicação genérica em pinturas de aros, portas exteriores, rodapés e fingidos pressupostamente com a técnica a óleo [4].

Ao rol dos pigmentos terra passíveis de serem empregues em pinturas a cal juntavam-se ainda:

- *terras de úmbria* (ou *terras de sombra*) que, segundo João Emílio dos Santos Segurado, no estado natural eram ocres castanhos de uso restrito em pintura, empregando-se geralmente misturados com outros pigmentos (não especificados). Quando as terras de sombra eram calcinadas, adquiriam um tom quente castanho-avermelhado, que para este autor era muito apreciado por possuir um elevado poder de cobertura e de resistência a condições ambientais adversas [6];
- *terras de sienna crua* e *queimada*, que, de tonalidades castanha-amarelada e castanha-avermelhada, conferidos pela presença

de vários cromóforos na sua composição (óxidos e hidróxidos de ferro e óxidos de manganês) produziam tons quentes “muito agradáveis” quando misturadas com pigmentos brancos. Pela sua riqueza cromática, estes pigmentos eram considerados pelos autores de qualidade superior aos denominados ocres ordinários (entenda-se ocres amarelos e vermelhos), justificando as diferenças de preço entre os dois tipos de materiais com origem inorgânica análoga (Figura 4) [6-7];

- *terras de Cassel* (*Cassela* ou *Carcela*), que, para os autores consultados, eram pigmentos de composição semelhante aos precedentes mas de cor castanho “sujo”, sendo sobretudo empregue na arte dos fingidos de madeira a água e a óleo [3, 6-7];

Os pigmentos podiam ser adquiridos no mercado nacional e internacional sob a forma de pedra, em pó ou em pastas já prontas para usar. Para o caiador e para o pintor, contudo, não era indiferente o estado em que os pigmentos se encontravam, pela maior ou menor facilidade que havia em falsificar a sua qualidade:

"e ainda a terra de Itália, cor lindíssima e muito rara, pelo menos a verdadeira, o que não impede que a vendam em quantidade, porque facilmente se baptiza com um bello nome, uma infecta mercadoria." [5, pp. 26-27]

Tal como este excerto da autoria de Paul Fleury exemplifica, a prática da falsificação era comum na época. João Emílio dos

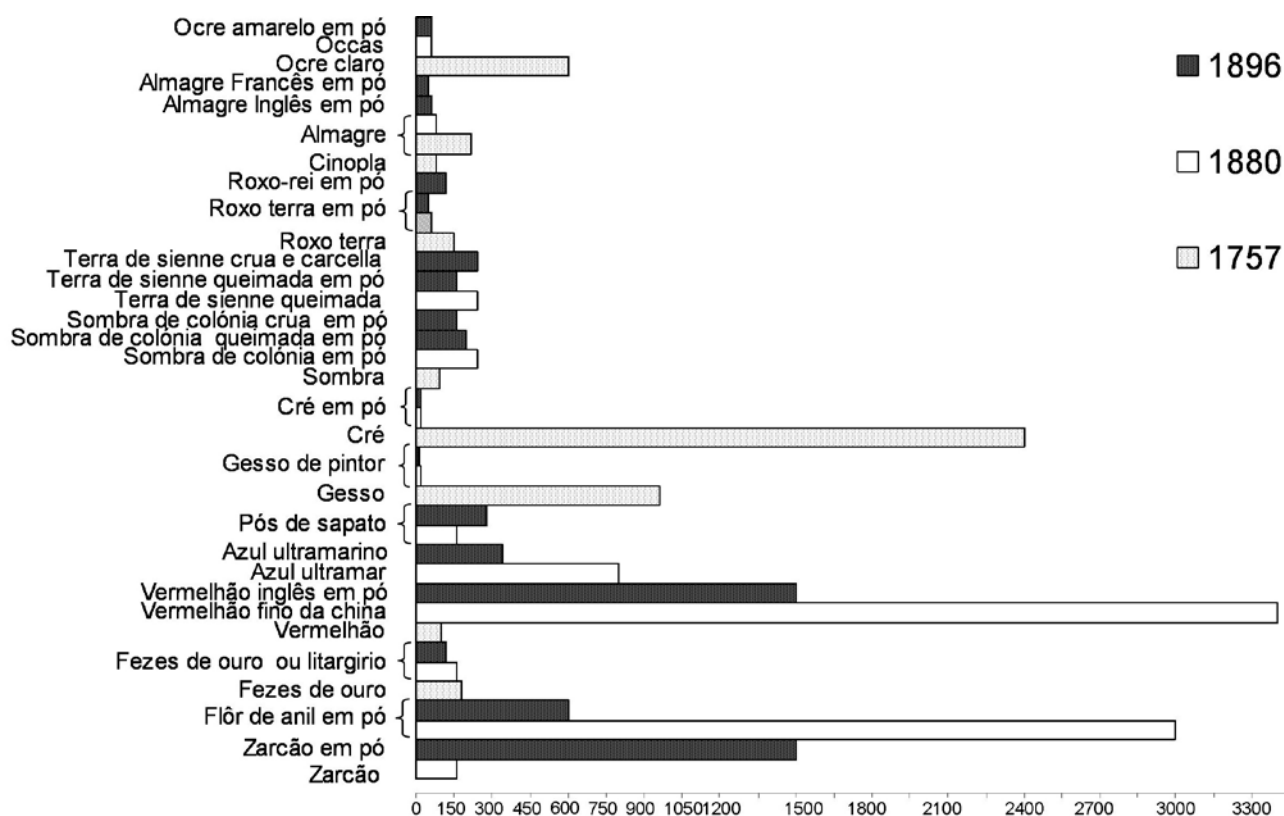


Figura 4. Relação e comparação de preços (em réis) de alguns dos materiais pictóricos disponíveis no comércio português em 1757, 1880 e 1896 citados nas *Bases para Orçamentos* e numa folha de despesas da Santa Casa da Misericórdia de Almada [11-12, 22]. É de notar a variação de preços consoante a origem, tipo de pigmento e possivelmente processo de manufatura. Destes pigmentos só os pigmentos terra foram até agora identificados em análises de pinturas a cal [1, 17,19, 23].

Santos Segurado explica que para esta situação contribuiu o advento e desenvolvimento dos pigmentos em pó que vieram substituir a tarefa do *moedor de tintas*, que era um dos trabalhos mais árduos levados a cabo pelos serventes, mas que garantia a qualidade das tintas obtidas. As *tintas* (pigmentos) em pó eram fáceis de empregar mas também fáceis de falsificar com outros materiais em pó que, não lhes alterando a aparência, davam maus resultados na aplicação pois não cobriam o suficiente e não conferiam as tonalidades desejadas [6].

Os alertas dados por Paul Fleury e João Emílio dos Santos Segurado, em 1903 e em 1923, são renovados em 1961 por Adalberto de Campos Brito em *Estudo sobre a Indústria de Tintas e Vernizes* [2]. Segundo este autor (também engenheiro de profissão), os pigmentos puros raramente eram utilizados, sendo no geral adicionadas substâncias que diminuía a sua capacidade pigmentante, permitindo a obtenção de produtos com preço mais acessível mas de menor qualidade [2]. A essas substâncias dá-se ainda hoje o nome de *cargas*, *pigmentos não obliterantes* ou *auxiliares*. Contudo, e ainda segundo o mesmo autor, as cargas, quando corretamente escolhidas e adicionadas nas proporções certas tinham (como ainda têm actualmente) a função de melhorar a suspensão das partículas de pigmento, fortalecer a coesão mecânica ou melhorar as características de aplicação e de durabilidade das tintas face aos agentes atmosféricos [2]. As principais cargas usadas em 1961 eram o sulfato de bário (conhecido como *branco de barita*), a *cré*, o gesso, o talco e o caulino [2]. Algumas destas substâncias encontram-se também entre os produtos utilizados para adulterações nos manuais consultados [6-7], tendo sido igualmente identificadas em pigmentos naturais e sintéticos atuais à venda, analisados entre 2007 e 2008 [28].

Adjuvantes

Em paralelo com o crescente interesse na reintrodução de técnicas tradicionais, subsiste ainda hoje no meio técnico uma desconfiança acerca da durabilidade possível dos sistemas das pinturas a cal. Já os autores consultados as tinham, sendo frequente a menção à adição de adjuvantes, ou seja, substâncias de natureza mineral ou orgânica para melhorar a aderência das tintas de cal ao suporte e aumentar a sua resistência às agressões do meio ambiente. Nos manuais e nas bases de orçamento consultados, os materiais mais citados são os *sais de alumínio*, quimicamente sulfatos duplos de potássio e de alumínio hidratado, empregues como ligantes suplementares [1]. Na *Tabela 2* estão patentes os receituários publicados para caiações simples e coradas entre 1877 e 1931, com a indicação das quantidades empregues para as várias formas de preparação e número de demãos por metro quadrado [3-7, 11-13, 29].

Misturas de sebo (cola animal) e *sais de alumínio* de concentrações variáveis entre 1,5 e 20 % em relação ao peso da cal em pedra consoante o número de demãos também são indicadas nas *Bases para Orçamentos* de 1913, embora, segundo David Xavier Cohen, nas caiações exteriores os dois produtos devessem ser substituídos por óleo de linhaça fervido na proporção em volume de 1 para 100 em água [13] (*Tabela 2*, artigos 1158 a 1160).

De acordo com João Emílio dos Santos Segurado (1923), as soluções saturadas de alumínio eram obtidas pela diluição dos sais em água quente (0,050 kg para 1 litro de água). Estas eram posteriormente adicionados ao leite de cal preparado a partir de cal em pasta (ou em pedra) diluída em diferentes proporções consoante o número de demãos a estender (*Tabela 2*).

Tabela 2. Procedimentos para a preparação de tintas de cal entre 1877 e 1931 com indicações dos materiais, quantidades e respetivos honorários dos seus executantes [3, 6-7, 11-14]. O traço foi calculado em relação ao peso dos materiais empregues.

Operação	Artigo/Ano	Materiais	Quantidade	Traço por peso (cal:água)	Executante (tipo/horas)	Referência bibliográfica	
Caiação a branco a uma demão de 1 m ² de paredes até 5 m de altura	N.º 340/1877	Cal em pedra	0,04 kg	1:2,5	Caiador/0,06 h	1877 [29, p. 66]	
	N.º 322/1880 (a)	Água	0,10 L				1880 [11, p. 71]
Caiação a branco a duas demãos de 1 m ² de paredes até 5 m de altura	N.º 341/1877	Cal em pedra	0,07 kg	1:2,5	Caiador/0,10 h	1877 [29, p. 66]	
	N.º 322/1880 (a)	Água	0,18 L				1880 [11, p. 71]
Caiação a branco a três demãos de 1 m ² de paredes até 5 m de altura	N.º 342/1877	Cal em pedra	0,10 kg	1:2,5	Caiador/0,12 h	1877 [29, p. 66]	
	N.º 322/1880 (a)	Água	0,25 L				1880 [11, p. 71]
Caiação a amarelo a duas demãos em m ² de paredes até 5 m de altura	N.º 343/1877 (a)	Cal em pedra	0,070 kg	1:2,5	Caiador/0,10 h	1877 [29, p. 66]	
	N.º 323/1880	Água	0,18 L				1880 [11, p. 71]
		Pigmentos	0,007 kg de sulfato de ferro (caparosa verde) ou 0,020 kg de ocre (b)				

Tabela 2 (continuação)

Operação	Artigo/Ano	Materiais	Quantidade	Traço por peso (cal:água)	Executante (tipo/horas)	Referência bibliográfica	
Um m ² de caição a branco (1.ª demão)	N.º 845/1896	Cal em pedra Pedra hume [sal de alúmen] Água	0,08 kg 0,008 kg 0,32 L	1:4	Caiador/0,08 h	1896 [12, p. 249]	
	N.º 1158/1913	Cal em pedra Pedra hume [sal de alúmen] Sebo Água	0,08 kg 0,016 kg 0,004 kg 0,32 L				
Um m ² de caição a branco (2.ª demão)	N.º 845/1896	Cal em pedra Pedra hume [sal de alúmen] Água	0,14 kg 0,014kg 0,56 L	1:4	Caiador/0,14 h	1896 [12, p. 249]	
	N.º 1158/1913	Cal em pedra Pedra hume [sal de alúmen] Sebo Água	0,14 kg 0,028 kg 0,005 kg 0,56 L				
Um m ² de caição a branco (3.ª demão)	N.º 845/1896	Cal em pedra Pedra hume [sal de alúmen] Água	0,20 kg 0,02 kg 0,80 L	1:4	Caiador/0,2 h	1896 [12, p. 249]	
	N.º 1158/1913	Cal em pedra Pedra hume [sal de alúmen] Sebo Água	0,20 kg 0,02 kg 0,006 kg 0,8 L				
Um m ² de caição a branco e a cola	N.º 846/1896	<i>Augmentar-se-há a base n.º 845 com um peso de colla igual a 10 % de peso da cal em pedra</i>				1896 [12, p. 250]	
	N.º 1159/1913					1913 [13, p. 291]	
Um m ² de caição a cores	N.º 847/1896	<i>Augmentar-se-há as bases n.º 845 e 846 com 0,01 kg de tintas em pó (ocre vermelho, amarelo, etc) por cada demão a côres</i>				1896 [12, p. 250]	
	N.º 1160/1913					1913 [13, p. 291]	
Caição (1.ª demão)		Cal, caldada em pasta Água Solução de alúmen	1 kg 10 L 1 L	1:10		1923 [6, p. 268] 1931 [7, p. 116]	
	Caição (2.ª demão)		Cal, caldada em pasta Água Solução de alúmen		2 kg 10 L 1 L	1:5	1923 [6, p. 269] 1931 [7, p. 117]
		Caição (preparação da solução saturada de alúmen)			Água quente Alúmen		1 L 50 g
Caição (solução alternativa ao alúmen)				Cal viva Cloreto de sódio Cré Cola (b)	8 L 3 L 0,5 L 0,5 L		
	Caição (e)		Leite de cal Alúmen (c) /Cola (d)	0,3 a 0,4 kg de cal em pedra diluída em 1 L de água	1:3/1:4	1896 [3, p. 269]	

(a) No caso de as paredes a cair terem mais do que 5 m de altura, é necessário empregar o dobro dos *jornaes* mencionados nos N.ºs 340 e 343, aumentado também em proporção a percentagem para ferramentas. Nas Beiras e no Minho, é necessário empregar, além do jornal de caiador mencionado mais outro tanto de jornal de rapaz para serventia do caiador. No caso de ser necessário raspar as paredes antes de serem caiadas, é preciso empregar mais metade dos *jornaes* mencionados nos artigos 340 e 344, aumentado também em proporção a percentagem para ferramentas.

(b) A cola era indicada para caições em paredes interiores. O tipo de cola e a quantidade diluída não são especificados.

(c) A função neste caso parecia ser a de conferir cor pois deveria ser adicionado conforme a cor que se pretendia.

(d) O tipo de cola e a quantidade não são especificados.

(e) O número de demãos em rebocos novos deveriam ser três. Não há indicações acerca de variações no traço do leite de cal.

Em substituição da solução de alúmen também poderia ser empregue cola ou uma solução de cola [3, 6]. Tanto Luiz Augusto Leitão (1896) como João Emílio dos Santos Segurado (1923) não especificam o tipo a utilizar, o que sugere que seria do conhecimento geral ou seria deixado ao livre arbítrio do executante a escolha do material mais adequado de entre os disponíveis no comércio para outros géneros de pintura da construção civil e outras atividades afins (e.g., carpintaria) [6]. A quantidade de cola também nem sempre é especificada, o que dificulta a perceção de como resultaria a consistência final da tinta. Em *Decoração na Construção Civil, Pintura Simples* de 1898 encontra-se inclusive descrito um género de têmpera designada *tempera pela cal*, ou *branca*, cuja preparação até certo ponto podia ser confundida com uma pintura a cal aditivada [4]. A receita consistia em pegar numa porção (não identificada) de cal *extinta por imersão (cal de caiar)* e retirar-lhe toda a água nela contida em excesso até ficar uma massa pastosa. A esta era adicionado índigo (um corante de origem vegetal) e terebentina para lhe dar cor e brilho. Esta mistura era então diluída em cola de pelica (cola animal), à qual se acrescentava também uma porção de alúmen. Após a aplicação da tinta, friccionava-se fortemente a superfície com uma brocha de javali, adquirindo desta forma, segundo Francisco Liberato Telles, um brilho aproximado ao do mármore ou do estuque [4]. O propósito desta pintura, que faz lembrar a técnica dos *stucco-marmo*, não é especificado pelo autor, que simplesmente indica que este género de pintura seria reservado para paredes nobres nos interiores das habitações.

No panorama português são também vários os adjuvantes que têm vindo a ser recolhidos e experimentados em tintas de cal para trabalhos de investigação e de reabilitação [1]. Para além dos produtos naturais, nas últimas três décadas, também foram testadas as potencialidades de resinas sintéticas para aumentar o seu grau de aderência e durabilidade em ambientes externos [1, 17, 30-35]. Entre as dispersões acrílicas, destaca-se o *Primal AC33*, outrora correntemente empregue em consolidações de rebocos em pintura mural. Esta resina fez parte da composição da tinta de cal empregue nas intervenções de restauro na Torre das Cabaças, em Santarém, em 1998, e na reintegração de azulejos pintados no centro histórico de Évora, em 1999 [1, 33, 35]. Entre as resinas vinílicas, as colas brancas para madeira parecem ter sido das mais recorrentes entre os profissionais da construção civil, tendo sido testemunhado o seu emprego em 2008 na pintura de rodapés do Convento de São Bernardo, em Portalegre [17].

A utilização destes produtos ainda hoje não é isenta de controvérsia. A *Tabela 3*. Súmula de adjuvantes tradicionalmente empregues em tintas de cal em Portugal com indicação da função que desempenhavam e potencial reação adversa., adaptada de Aguiar (2005) [1] e de Ribeiro e Eusébio (2002) [31], faz uma súmula dos produtos que foram empregues em Portugal com a indicação da função desejada e seus possíveis efeitos nocivos em termos de

conservação e restauro. Pelas razões apontadas, muitos especialistas defendem ainda hoje a utilização de tintas de cal sem adjuvantes e buscam alternativas com base na seleção de materiais de elevada qualidade, redobrando o cuidado na elaboração da tinta e metodologia de aplicação.

Produção e aplicação de tintas de cal

No que toca à feitura e à aplicação de tintas de cal em paredes, foram poucas as alterações introduzidas após o período cronológico em análise, permanecendo ainda atuais as recomendações de Luiz Augusto Leitão (1896) [3], de Paul Fleury (1903) [5], de João Emílio dos Santos Segurado (1923) [6] e de Carlos Alberto Correia (1931) [7]. Assim sendo, antes de estender a tinta de cal era aconselhado raspar e varrer a superfície a pintar, particularmente na presença de pinturas anteriores pois, caso contrário, a camada cromática resultante tenderia a destacar-se após a secagem por perda de adesão ao substrato. A cal para a produção de uma tinta de cal devia ser a mesma das argamassas de suporte, ou seja, cal aérea em pasta que era preparada em estaleiro a partir da extinção da cal viva em pedra. A pasta assim formada era passada num peneiro, ou passador, na ocasião do seu emprego [6-7].

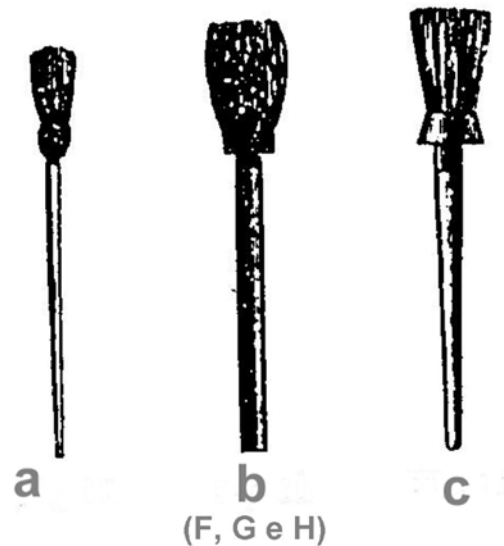
De acordo com a *Tabela 2*, os traços das tintas de cal (cal:água) variavam entre 1:2,5 e 1:10. Nas prescrições de 1877 e 1880 eram preconizadas caiações a cores a duas demãos com traços iguais a 1:2,5 tendo aumentado para três ao traço 1:4 em 1896 e 1913.

David Xavier Cohen indica tintas com cor com traços entre 1:2,5 e 1:4 nas prescrições das *Bases para Orçamentos* de 1880 e 1896. Nestas eram preconizadas três demãos com traços iguais a 1:2,5 (1880) e a 1:4 (em 1896). Já para João Emílio dos Santos Segurado e Carlos Alberto Correia, as caiações simples e as coradas poderiam ser dadas apenas em duas camadas, devendo a primeira ser suficientemente líquida para promover uma adesão adequada da tinta ao substrato (a primeira a 1:10 e a segunda a 1:5) [6-7]. A mesma preocupação acerca da diluição da tinta é expressa por Paul Fleury, apesar de não referir quantidades [5].

As várias demãos de tinta deveriam ser estendidas de forma sucessiva após a secagem da anterior em sentidos alternados e cruzados. A primeira devia dar-se normalmente na horizontal. Todas deviam ser estendidas em camadas uniformes, tendo-se o cuidando de *alisar*, isto é, de exercer a mesma pressão na brocha e efetuar os movimentos todos no mesmo sentido. Antes da aplicação na parede era aconselhável mexer bem a tinta de cal para evitar sedimentações e desta forma assegurar a mesma consistência e coloração. Em relação aos tipos de brocha utilizados para este propósito, os vários autores são omissos, exceto Luís Augusto Leitão que, em 1896, indica para essa finalidade as brochas de pita (fibras vegetais) com as marcas G.H.I.KK e KKK [3]. Na *Figura 5* estão patentes o desenho e o preço deste tipo de

Tabela 3. Súmula de adjuvantes tradicionalmente empregues em tintas de cal em Portugal com indicação da função que desempenhavam e potencial reação adversa.

Aditivo	Função	Objetivos	Reação adversa
Vinagre Vinho novo	Catalisadores de presa (durante a sua fermentação libertam CO ₂)	Acelerar o endurecimento da tinta de cal através da catalisação da reação de carbonatação da cal apagada (hidróxido de cálcio) com o dióxido presente na atmosfera	—
Colas de origem animal e vegetal, sebo, grudes, ceras, proteínas de origem animal (sangue de bovinos, leite, queijo branco, ovos); óleos secativos (e.g., óleo de linhaça e de noz)	Fixadores, adesivos ou ligantes complementares	Aumentar a adesão da cal e/ou dos pigmentos ao substrato pictórico	Podem aumentar o risco de ataque biológico em ambientes húmidos
Figos secos, açúcar, óleo de linhaça, metilcelulose (a vulgar cola para papel de parede)	Retentores de água	Evitar a secagem demasiado rápida da tinta através da retenção da água absorvida à superfície durante mais tempo	Podem aumentar o risco de ataque biológico. Não devem ser utilizados em ambientes húmidos ou em temperaturas muito baixas
Negro de fumo, o sal marinho e o alumínio	Emulsionantes e redutores da tensão superficial	Facilitar a molhagem a dispersão dos constituintes da tinta	—
Sabões e detergentes	Molhantes e dispersantes	Molhantes: diminuem a tensão interfacial entre o ligante e o pigmento, permitindo desta forma uma boa homogeneização dos componentes da tinta Dispersantes: estabelecem forças repulsivas entre cada partícula de pigmento, estabilizando-a e evitando a sua agregação	—
Sulfato de cobre, fluor sódico, lixívia, ácido salicílico, fenóis, formaldeído	Fungicidas, inseticidas, biocidas, antissépticos e conservantes	Inibir a deterioração das pinturas de cal que contenham aditivos orgânicos, como gorduras ou óleos Proteger contra bio colonizações	—



Material	Preços (reís)	
	1880	1896
Brocha F	\$220	\$180
Brocha G	\$280	\$200
Brocha HH.	\$360	
Brocha H		\$250
Brocha nº 4 (francesas)	\$200	
Brocha nº6, idem	\$060	
Brocha nº9, idem	\$080	
Brocha nº11, idem	\$110	
Brocha nº12, idem	\$150	
Brocha nº15, idem	\$160	
Brocha para pintar nº3		\$030
Brocha para pintar nº4		\$040
Brocha para pintar nº6		\$060
Brocha para pintar nº8		\$080
Brocha para pintar nº9		\$090
Brocha para pintar nº10		\$100
Brocha para pintar nº11		\$110
Brocha para pintar nº12		\$120
Brocha para pintar nº15		\$150
Brocha para pintar nº18		\$180
Brocha para pintar nº20		\$200

Figura 5. Os três tipos de brochas no comércio em 1880 e 1896 para pinturas da construção civil com indicação dos preços em réis. Nas caiações eram empregues as brochas F, G e H, e muito possivelmente a HH (tipo b). As brochas de ponta (tipo a) e as brochas francesas de virola ou cordel eram reservadas sobretudo para as pinturas a óleo e a têmpera (fontes: Luiz Augusto Leitão 1896 [3] e David Xavier Cohen 1880 e 1896 [11-12]).

brochas como artigos de drogaria em 1880 e 1896 [3, 11-12]. As brochas mais macias, feitas com sedas ou cerdas de animais (porco e javali) eram reservadas para as pinturas a óleo e a têmpera [3].

O método de adição do pigmento à tinta de cal e a sua concentração são questões meramente afloradas pelos autores em relação às congêneres a óleo e a têmpera com cola. Em 1923, João Emílio dos Santos Segurado limita-se a chamar a atenção para o fato de “cal pura ser um efeito deslumbrante que fere a vista convindo por isso adicionar-lhe um pouco de ocre, almagre ou preto para adoçar a cor” [6]. 38 anos depois (em 1961) nada mais é adiantado por Adalberto de Campos Brito na sua breve descrição das tintas de água [2].

Luiz Augusto Leitão (1896) [3], David Xavier Cohen (1880 e 1896) [11-12] e Paul Fleury (1903) [5] também são vagos em relação à questão da concentração dos pigmentos, mas abordam as duas técnicas de preparação ainda hoje vigentes:

- adição do pigmento a um leite de cal: “junta-se ao leite de cal negro de fumo, ocre e alumen, conforme a côr que se pretende” [3, p. 269];
- adição do pigmento a cal em pasta: “A cal assim preparada [cal em pasta] dá uma bella massa branca, bastando coloril-la no tom desejado com ocre e terras e destemperar-se com bastante água, porque a pintura a cal só se deve empregar em estado muito liquido” [5, p. 151]. A esta indicação, o pintor

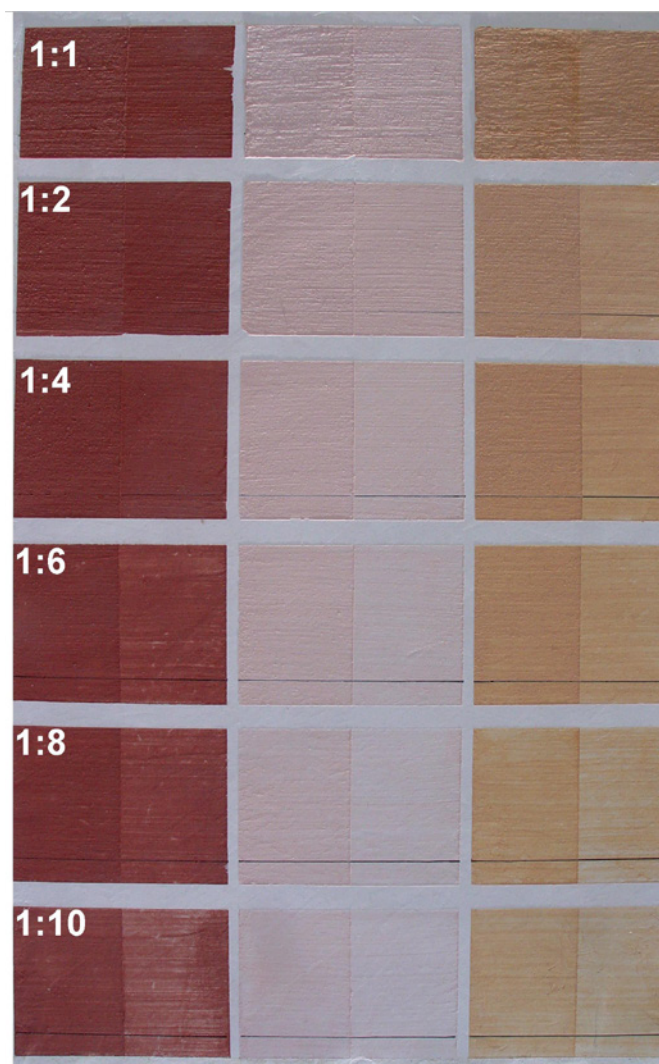


Figura 6. Ensaio de pintura a cal a duas demãos feitos com base nos receituários e relatos orais: de cima para baixo, diluição progressiva do leite de cal com pigmentos a 12 % em relação ao peso da cal em pasta (óxido de ferro sintético e dois ocres). A risca preta permite apurar visualmente as variações no grau de cobertura da tinta de cal.

Paul Fleury (1903) acrescenta ainda que a primeira demão, em geral, era branca, só se adicionando cor na segunda [5].

O primeiro estrato de pintura a branco tinha a dupla função de atenuar os defeitos do suporte e uniformizar o seu grau de absorção, ao mesmo tempo que servia de fundo branco à pintura. Em relação à concentração dos pigmentos na tinta de cal, como os excertos acima revelam, não parecia haver

regras rígidas [17, 22]. Só nas bases de orçamento consultadas foram encontradas referências mais precisas a quantidades a empregar [11-13, 29]. Da sua leitura na Tabela 2, depreende-se que os cálculos eram feitos com base na extensão da parede a pintar, do número de demãos, e da natureza dos pigmentos. As diferenças entre as quantidades de ocres e do sulfato de ferro (conhecido como *caparosa verde*) patentes nos artigos 343 e 323 das *Bases para Orçamentos* de 1877 e 1880 referentes às caiações a amarelo são disso exemplo. Por comparação das quantidades indicadas para cada um destes materiais em relação ao peso da cal em pasta, verifica-se que com os pigmentos naturais à base de ferro a concentração deveria rondar 28,57 %, enquanto que bastaria 10 % de sulfato de ferro (de origem sintética) para se obter o mesmo efeito cromático. A justificação para tal reside na variabilidade do tamanho das partículas e da composição mineralógica dos produtos naturais, em oposição aos produzidos de forma sintética em laboratório, que influenciam a sua capacidade colorante (ou pigmentante) e de cobertura numa tinta de cal [28].

As concentrações dos pigmentos também decresciam de acordo com o número de demãos, como demonstrado nos artigos 845 e 1158 das *Bases para Orçamento* de 1896 e de 1913 (Tabela 2). Na primeira demão, as concentrações rondavam aproximadamente os 12,5 % em relação ao peso da cal em pasta; na segunda 7,145 %, e na terceira 5 %, talvez numa tentativa de aumentar progressivamente a translucidez das camadas de pintura.

O poder de cobertura de um pigmento está diretamente relacionado com o seu índice de refração, sendo tanto maior quanto mais elevado for esse valor em relação ao meio em que está inserido; já a capacidade colorante (ou pigmentante) de um pigmento refere-se à capacidade que este tem de tingir o meio em que se encontra presente [1, 38]. Estes parâmetros ainda hoje são dependentes do tipo e da concentração dos pigmentos empregues, da facilidade de dispersão nas tintas, dos traços água:cal empregues e do número de demãos aplicadas na parede. A este nível, é de citar a classificação proposta em *Techniques et Pratiques de la Chaux*, pela École d'Avignon – Centre de formation sur le bâti ancien, expressa na Tabela 4. Recomendações e ensaios de tintas de cal da Escola de Avignon com indicação dos limites de saturação dos pigmentos consoante o traço volumétrico [1, 21]. A percentagem é expressa em relação ao peso da cal em pasta. para o fabrico de diferentes tipos de leite de cal e que continua ainda hoje a ser considerada em trabalhos novos ou de

Tabela 4. Recomendações e ensaios de tintas de cal da Escola de Avignon com indicação dos limites de saturação dos pigmentos consoante o traço volumétrico [1, 21]. A percentagem é expressa em relação ao peso da cal em pasta.

	Tintas espessas (opacas)	Tintas normais (semi-opacas)	Tintas diluídas (semi-transparentes)
Cal em pasta: água	1:1	1:2 a 1:3	≥1:4
Terras coradas	10 %	25 %	65 %
Óxidos	5 %	15 %	35 %



Figura 7. Ensaios de pintura ao traço volumétrico 1:3 (cal em pasta:água) e com pigmentos a 5, 15, 25 e 65 % em relação ao peso da cal em pasta ativada com 62,5 g de sal de alumínio. Esta formação teórico-prática foi realizada em 2005 no âmbito do programa *Restauronet*, tendo sido organizada pela Direção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais (atual DGPC) em parceria com a École d'Avignon e a Câmara Municipal de Beja [32].

reabilitação de superfícies cromáticas a cal [1, 32]. Nesta, são indicados os traços volumétricos mais praticados em França e os correspondentes limites de saturação dos pigmentos em relação ao peso da cal em pasta de acordo com a sua composição química. A utilização de leites de cal ao traço volumétrico 1:1 (cal:água) origina tintas bastante espessas e texturadas, a que os franceses apelidam de *chaulage*, e que eram normalmente empregues em edifícios rústicos ou em trabalhos de menor responsabilidade (Figura 6 e Tabela 4). As tintas mais diluídas, pelo contrário, apresentam maiores potencialidades para a obtenção de tonalidades mais intensas, pelo facto de possibilitarem a dispersão de percentagens mais elevadas de pigmentos [1]. Nos documentos consultados entre 1877 e 1931 nada é dito a respeito, sendo que os traços publicados recaem na categoria das tintas normais e diluídas (Tabela 2) [3-7, 11-13, 29].

O receio de utilização de pigmentos em concentrações elevadas numa tinta de cal é ainda uma das preocupações vigentes em trabalhos de reabilitação. Os pigmentos ao atingirem o ponto de saturação máxima numa tinta tendem a se comportar como cargas. A migração e acúmulo diferenciado de partículas de pigmentos podem dar origem ao aparecimento de manchas de cor heterogéneas na superfície pintada e comprometer a coesão da própria camada de pintura após secagem (exemplo dos pigmentos a 65 % da Figura 7). Vários ensaios têm sido feitos ao longo dos anos para averiguar esta questão por agentes individuais e entidades públicas que estudam e que intervêm direta ou indiretamente em imóveis que apresentam materiais e tecnologias tradicionais [1, 17, 30-37]. Face a potenciais desvantagens, vários especialistas recomendam o seu emprego a 5 ou a 6 % em relação ao peso da

cal em pasta, mesmo em traços, ou com tipos de pigmentos, que teoricamente poderiam comportar mais [1, 30-31, 33, 37]. As Figuras 6 e 7 ilustram algumas das experiências feitas no âmbito de investigações académicas e ações sob a tutela da Direção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais para profissionais e população em 2005 e 2008 [32, 36].

Notas finais

Vários detalhes referentes às técnicas de fabrico e de aplicação de tintas de cal e suas influências na aparência da superfície cromática ainda são pouco conhecidos no panorama nacional. Como o texto demonstra, a pintura a cal, apesar de ter sido, na prática, o tipo de acabamento mais recorrente na construção civil até à primeira metade do século XX, era considerada uma técnica simples que não parecia exigir grandes aprofundamentos teóricos. O saber residia muito nos mestres que as praticavam que, neste caso, eram essencialmente os pedreiros e os seus serventes. Com a mudança de paradigma no final do século passado e o reconhecimento crescente da pintura a cal como herança cultural a salvaguardar, torna-se premente o entendimento das várias vertentes que compõem este género pictórico. Este conhecimento é vital pois a coloração e a vida útil do revestimento dependem do tipo e qualidade dos materiais empregues, mas também do modo como as tintas foram preparadas e estendidas nas paredes. Os cuidados ou erros cometidos durante essas operações são outros dos fatores que podem influenciar a cor perceptível e determinar, de forma significativa, a manutenção a médio e longo prazo das camadas cromáticas resultantes. Os textos históricos consultados abordam, ainda que, por

vezes, de forma sumária, todos esses aspetos, sendo que as indicações fornecidas acerca da produção e aplicação de tintas de cal continuam válidas atualmente. Não obstante algumas omissões, estes documentos constituem-se como referências-base para o entendimento dos testemunhos ainda presentes no património edificado e para a forma correta de os conservar e reproduzir.

Agradecimentos

A autora gostaria de agradecer à Fundação para a Ciência e Tecnologia através do projeto DB-HERITAGE e contrato com ref. 1338 celebrado entre a FCT e Universidade de Évora ao abrigo de artigo 23.º do Decreto-Lei n.º 57/2016, de 29 de agosto.

REFERÊNCIAS

1. Aguiar, J., *Cor e a Cidade Histórica: Estudos Cromáticos e Conservação do Património*, FAUP Publicações, Porto (2005).
2. Brito, A., 'Estudo sobre a Indústria de Tintas e Vernizes', separata do *Boletim da Direcção Geral de Sistemas Industriais* (1961).
3. Leitão, L., *Curso Elementar de Construções*, Imprensa Nacional, Lisboa (1896).
4. Telles, F., *Pintura Simples. A decoração na Construção Civil*, Tomo II, Typographia do Comércio, Lisboa (1898).
5. Fleury, P., *Novo Tratado Usual da Pintura de Edifícios e Decoração*, H. Garnier Livreiro Editor, Paris-Rio de Janeiro (1903).
6. Segurado, J., *Acabamentos das Construções, Estuques, Pinturas, etc.*, 2ª edição, Bertrand, Lisboa (1923).
7. Correia, C., *Pinturas e Fingidos*, Livraria Editora, Lisboa (1931).
8. NP 42:1982, 'Tintas e vernizes. Classificação', Instituto Português da Qualidade, Lisboa (1982).
9. EN 13300:2001, 'Water-borne coatings materials and coating systems for interior walls and ceilings – Classification', European Committee for Standardisation, Brussels (2001).
10. EN 1062-1:2004, 'Paints and varnishes. Coating materials and coating systems for exterior masonry and concrete – Part 1: Classification', European Committee for Standardisation, Brussels (2004).
11. Cohen, D. X., *Bases para orçamentos, seguidas d'uma serie de preços, muito completa, dos jornaes e materiaes em Lisboa, de um caderno geral de encargos, e de diferentes posturas municipais, decretos e portarias sobre construções e empreitadas*, Typographia de Gutierrez, Lisboa (1880).
12. Cohen, D. X., *Bases para orçamentos seguidas d'uma serie de preços, muito completa, dos jornaes e materiaes em Lisboa, de um caderno geral de encargos, e de diferentes posturas municipais, decretos e portarias sobre construções e empreitadas*, José António Rodrigues Editor, Livraria Nacional e Estrangeira, Lisboa (1896).
13. Cohen, D. X., *Bases para orçamentos. Seguidas de alguns modelos de cadernos de encargos, do regulamento italiano para as construções de sidero-cimento, do regulamento francês para os projectos e provas das armações das coberturas dos edificios e de diversas tabelas de pesos específicos e baridades*, 3ª ed., J. Rodrigues & Cª. Editores, Lisboa (1913).
14. Calisto, M., 'A caiação tradicional no distrito de Santarém: testemunhos contemporâneos', dissertação de mestrado, Universidade de Évora, Évora (1997), <http://hdl.handle.net/10174/15423>
15. Mourato, H., 'Salvaguarda da imagem urbana de natureza histórica de Évora: a praça do Geraldo', Dissertação de mestrado, Universidade de Évora, Évora (1996), <http://hdl.handle.net/10174/15238>.
16. Gonçalves, T., 'Utilização de rebocos e pinturas de cal na reabilitação de um monumento', *Pedra & Cal* 9 (2001) 10-12, http://www.gecorpa.pt/Upload/Revistas/Revo9_Pag10.pdf.
17. Gil, M., 'A conservação e restauro da pintura mural nas fachadas alentejanas: estudo científico dos materiais e tecnologias antigas da cor', dissertação de doutoramento, Universidade Nova de Lisboa, Monte da Caparica (2009), <http://hdl.handle.net/10362/50252>.
18. Veiga, M.; Carvalho, F., 'Abordagem à renovação de revestimentos com base em cal: requisitos, critérios de selecção e casos de estudos', in *Seminário Cor e Conservação de Superfícies Arquitectónicas*, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa (1999).
19. Veiga, M.; Aguiar, J.; Silva, A.; Carvalho, F., *Conservação e Renovação de Revestimentos de Paredes de Edifícios Antigos*, Edições do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa (2004).
20. Gonçalves, T., 'Rebocos, barramentos, pinturas de cal e outras pinturas para edifícios antigos', in *Seminário Cor e Conservação de Superfícies Arquitectónicas*, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa (1999).
21. Vale, C., 'Bases para Orçamento de David Xavier Cohen. Contributo para o (re)conhecimento das formas de construção entre 1880 e 1930', in *Atas Construção 2018*, Porto (2018) 1452-1460, <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/117240>.
22. Serrão, V., 'Renovar, repintar e retocar: estratégias do pintor-restaurador em Portugal desde o séc. XVI', *Conservar Património* 3-4 (2006) 53-71, https://doi.org/10.14568/cp3-4_5.
23. Gil, M.; Seruya, A.; Aguiar, J.; Candeias, A.; Frade, J.; Valdas, S.; Alves, P.; Ribeiro, I., 'Caiações a cores no Alentejo (parte 1): Identificação dos pigmentos e análise estratigráfica (em 2004-2006)', *Conservar Património* 10 (2009), 19-38, https://doi.org/10.14568/cp10_3.
24. Delamare, F.; Guinaud, B., *Les Matériaux de la Couleur*, Editions Gallimard, Paris (1999).
25. Eastaugh, N.; Walsh, V.; Caplin, T.; Siddal, R., *The Pigment Compendium, A Dictionary of Historical Pigments*, Elsevier Butterworth-Heinemann, London (2004).
26. Triat, J.-M., *Les Ogres*, CNRS editions, Paris (2010).
27. Gil, M.; Green, R.; Carvalho, M.; Seruya, A.; Queralt, I.; Candeias, A.; Mirão, J., 'Rediscovering the palette of Alentejo (Southern Portugal) earth pigments: provenance establishment and characterization by LA-ICPMS and spectra-colorimetric analysis', *Applied Physics A* 96(4) (2007) 997-1008, <https://doi.org/10.1007/s00339-009-5134-1>.
28. Gil, M.; Carvalho, M.; Seruya, A.; Ribeiro, I.; Queralt, I.;

- Candeias, A.; Mirão, J., 'Limewashing paintings in Alentejo urban heritage: pigment characterization and differentiation by WDXRF and XRF', *Applied Physics A* **90** (2008) 49-54, <https://doi.org/10.1007/s00339-007-4252-x>.
29. *Bases para orçamentos*, Direcção Geral de Engenharia, Lisboa (1877).
 30. Tavares, M.; Gonçalves, T., 'Estudo experimental de caiações para paramentos exteriores de edifícios antigos', relatório LNEC 126/99 NCCT, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa (1999).
 31. Ribeiro, A.; Eusébio, I., 'As tintas inorgânicas: tintas de cal e de silicatos', in *Cadernos Edifícios 2*, Publicações LNEC, Lisboa (2002) 117-139.
 32. *Materiais e técnicas tradicionais: rebocos e tintas a cal, tipos e utilizações: alguns casos de estudo*, Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais (s.d.).
 33. Raposo, I. (coord), *Guia da reabilitação e construção. Cidade de Loulé*, Câmara Municipal de Loulé e Faculdade de Arquitectura/Universidade Técnica de Lisboa, Loulé (2007).
 34. Aguiar, J., 'A salvaguarda de revestimentos arquitectónicos e o problema da sua "apresentação" (Parte 2)', *Pedra & Cal* **10** (2001) 28-30, http://www.gecorpa.pt/Upload/Revistas/Rev10_Pag28.pdf.
 35. Aguiar, J., 'A salvaguarda de revestimentos arquitectónicos e o problema da sua "apresentação" (Parte 1)', *Pedra & Cal* **9** (2001) 21-28, http://www.gecorpa.pt/Upload/Revistas/Rev09_Pag21.pdf.
 36. Gil, M.; Aguiar, J.; Seruya, A.; Veiga, R.; Carvalho, L.; Vargas, H.; Mirão, J.; Candeias, A., 'Colour essays: an inside look into Alentejo traditional limewash paintings and colored lime mortars', *Colour Research and Application* **36**(1) (2011) 61-71, <https://doi.org/10.1002/col.20584>.
 37. Aguiar, J.; Tavares, M.; Mendonça, I., 'Fingidos de madeira e de pedra: Breve historial, técnicas de execução, de restauro e de conservação', Manual do Formando, CENFIC (1998).
 38. Alua, P., 'Optimização da opacidade de tintas aquosas', dissertação de mestrado, Instituto Superior Técnico, Lisboa (2012).

RECEBIDO: 2020.7.22

REVISTO: 2021.1.22

ACEITE: 2021.4.20

ONLINE: 2021.6.23



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 survey of acrylic sheet in Portuguese art collections

Levantamento de obras de arte em chapa acrílica em coleções Portuguesas

SARA BABO^{1*} JOANA LIA FERREIRA¹ 

1. Department of Conservation and Restoration and Research Unit LAQV-REQUIMTE, NOVA School of Science and Technology (FCT NOVA), 2829-516 Monte da Caparica.

* sara.sbabo@gmail.com

Abstract

Acrylic sheet, also known by the commercial names Plexiglas or Perspex, consists of poly(methyl methacrylate) (PMMA). Attractive to artists since its development in the 1930s, it became especially popular during the 1960s. In Portugal, knowledge about its use by artists and its condition is scarce. In this work, the main Portuguese art collections were surveyed with the goal of gaining an overview of the use of acrylic sheet in the Portuguese art context and its current condition. The paper describes the methodology used and the results obtained regarding 137 artworks by 69 different artists registered as containing acrylic. Results show that this material is being used by Portuguese artists at least since the 1960s. It has been used in several artistic forms, from painting and sculpture to photography, installation, objects/reliefs, and artist books. Most of the artworks were in good or fair condition. The main problems observed were dust and dirt deposits, abrasion, and scratches.

Resumo

A chapa acrílica, também conhecida pelos nomes comerciais Plexiglas ou Perspex, consiste em poli(metacrilato de metilo) (PMMA). Atractiva para os artistas desde o seu desenvolvimento na década de 1930, popularizou-se durante a década de 1960. Estudos sobre a sua utilização e estado de conservação são escassos em Portugal. Realizou-se um levantamento nas principais coleções de arte portuguesas com o objetivo de obter uma visão geral da presença e estado da chapa acrílica nesse contexto. É descrita a metodologia utilizada e os resultados obtidos relativamente a 137 obras de 69 artistas, inventariadas como contendo acrílico. Os resultados mostram que este material tem sido utilizado pelos artistas portugueses pelo menos desde os anos 60 até aos dias de hoje, em diversas formas artísticas, que vão desde a pintura e a escultura à fotografia, instalação, objetos/relevos e livros de artistas. A maioria das obras encontra-se em bom ou razoável estado. Os principais danos observados foram depósitos de poeira e sujidade, abrasões e riscos.

KEYWORDS

Acrylic
Poly(methyl methacrylate)
Collections survey
Condition survey
Plastics conservation
Contemporary art

PALAVRAS-CHAVE

Acrílico
Poli(metacrilato de metilo)
Conservação de plásticos
Levantamento de coleções
Levantamento do estado
de conservação
Arte contemporânea

Introduction

Collection surveys are a fundamental tool for collection management including preservation and conservation planning. The objective and systematic data that can be generated by a survey are essential to assess and prioritize preservation needs [1-2], but can also be useful in pointing out directions for research in conservation. This has been the case in the conservation of plastics artefacts, as may be confirmed by analyzing the publications in this field. During the late 1980s and early 1990s, when plastics conservation started to be seen as an urgent need and, consequently, to develop as a professional speciality, surveys were fundamental to raise awareness of the presence of these materials in several types of collections and of the problems associated to them [3-6]. Surveys have also helped to identify the most problematic plastics in collections [4, 6-8] and to define priorities in research [5, 9]. Material identification based on date and type of object, appearance (e.g. transparency, colour, surface finish) and physical properties such as hardness and smell has been a common procedure [4, 7, 10]. Nowadays, surveys in collections with plastics have become more common [10-14] and recent publications have been focusing on the methodologies developed for its efficient performance [12-14]. Unfortunately, in Portugal, this trend has not been followed and, to the best of our knowledge, there are no publications reporting the amount and condition of plastic artefacts in national collections.

One of the plastics that may be found in museum collections is acrylic sheet, which consists mainly of poly(methyl methacrylate), PMMA, and was developed industrially in the early 1930s [15]. Due to its remarkable optical qualities, stiffness and good weathering resistance, it gained the name of “organic glass” [16-17]. Commercial names such as Plexiglas and Perspex are also commonly used to identify this material. In addition to its clarity and availability in different colours, other PMMA properties such as light weight and ability to be easily thermoformed, cut or glued, made this material also attractive to artists. Naum Gabo and other members of the Russian *avant-garde* were some of the few artists who started to explore the potential of this new material already in the 1930s, to substitute the less stable cellulose nitrate and cellulose acetate; but acrylic sheet was practically not seen in artworks until the 1960s, when plastics in general became widely spread in society [18-19].

In the conservation field, PMMA is considered a very stable plastic [20-23]; nevertheless, it is not immune to damage. Results from other surveys published in the literature [24, p. 298, 25] show that acrylic sheet objects are very susceptible to scratching.

The present work is part of a broader project which concerns the conservation of acrylic sheet in artworks. As a first step, it was considered fundamental to have an overview of the use of this material in the Portuguese art context and its current condition. Considering the lack of published information, a survey on the main Portuguese art collections was carried out. Therefore, in contrast to the most common prac-

tice, it was not intended to survey several plastics in a specific collection, but to survey a specific plastic, acrylic sheet, in several collections.

The main goals of the survey were:

- To have an overview of the artworks with acrylic sheet in Portuguese art collections (Which types of works were made? By which artists? From which dates?).
- To assess the type of acrylic sheet employed (e.g. coloured or transparent).
- To assess the condition of this material in the collections (What is its condition? What are the main damages observed?).
- To guide subsequent research to the main conservation problems observed.

This paper describes the methodology used for the survey and the results obtained. Besides providing data on artworks made with acrylic sheet, its condition and the major damages detected, it also intends to reduce the gap of knowledge about the presence of plastics in Portuguese art collections.

Methodology

Collections surveyed

Since the focus of this study was the use of acrylic sheet in artworks, only collections of modern and contemporary art were selected. Collections of applied arts and design were deliberately left out of this survey, even though acrylic sheet would certainly be found in these collections as well. For the survey, both public and private collections were considered as long as they are open to the general public. The main modern and contemporary art collections in Portugal were surveyed:

- Centro de Arte Moderna – Fundação Calouste Gulbenkian (CAM-FCG);
- Coleção António Cachola – Museu de Arte Contemporânea de Elvas (MACE);
- Coleção de Arte Fundação EDP (FEDP);
- Coleção da Caixa Geral de Depósitos (CGD);
- Coleção Manuel de Brito, acervo Centro de Arte Manuel de Brito (CAMB);
- Coleção de Serralves;
- Museu Coleção Berardo (MCB);
- Museu Nacional de Arte Contemporânea do Chiado (MNAC).

It is important to note that each collection has its own characteristics and specificities, which will consequently influence the results of the survey. For example, the collections of CAM-FCG, MCB and MNAC, have artworks representative of all the decades of the twentieth century [26-28]; the collections of FEDP, CGD, CAMB, and Serralves [29-32] are focused on art produced from the 1960s onwards; and MACE collection includes mainly artworks produced in the last 25 years by artists that only started to exhibit regularly since the 1980s [33]. Regarding the geographic origin of the artworks or the artists represented, CAM-FCG and MCB have international collections, while the others are mainly focused in Portuguese art. CGD collection has the particularity of

including contemporary art from Portuguese speaking countries, such as Brazil, Mozambique, Angola and Cape Verde [30].

During the survey, differences between the several collections were also found in what concerns the access to artworks, which resulted in examinations with different degrees of coverage. At MACE, MCB, CGD, CAMB, CAM-FCG, and MNAC, it was possible to examine directly all the artworks registered as containing acrylic sheet, except when they were physically inaccessible. At Serralves, it was only possible to examine a selection of 10 artworks out of the 45 previously identified as containing this material; and at FEDP, it was impossible to have access and examine the artworks. Objects that were not examined directly could only be considered for the first part of this survey, and were not included in the database developed within the present survey and described hereafter.

Development of the survey database

A relational database was developed using FileMaker Pro 12 software, in order to input and organize all the information collected during the survey. In line with the goals previously defined, the survey was divided in two major parts: 1) Identification of artworks made of or containing parts/elements in acrylic sheet; 2) Assessing the condition of the acrylic sheet parts within those artworks and identifying its main damages. This division is reflected in the FileMaker database, which was organized in two linked parallel tables, Figure 1. General information from the artworks, such as author, date, typology, provenance, marks

and inscriptions, materials, and general description, was collected on the *Artworks* table. Fields for information relative to the overall condition, previous restoration treatments, storage and housing descriptions, images and other additional details were also included. The number of acrylic sheet parts/elements present in the artwork was also reported, and this field establishes a link to the files in the *Acrylic elements* table. On this second table, detailed information about each element was collected including type, colour, transparency, thickness, and transformation processes used. Data related to the condition and types of damage on the acrylic elements were gathered as well, in a total of 46 fields. When possible, the fields in the database were designed using pop-up menus, drop-down lists and checkbox sets to facilitate filling and guaranty consistency in the use of terms and grades, which helped subsequent data treatment.

Condition grades, nomenclature regarding damage types, and damage grades were based on the survey model developed in the framework of the European project POPART [24]. Both artworks and acrylic elements condition were graded in one of four categories: good, fair, poor and unacceptable. Damage types were divided in three main classes: 1) colour changes, 2) deposits and 3) mechanical problems. Each specific damage (e.g. yellowing, dust, scratch) was graded in four categories: 1) minor and/or limited; 2) more important but occasional; 3) general but minor; 4) severe and general damage. More details about the grading system and description of the specific types of damage may be found in the literature [10, 34, pp. 271-274].

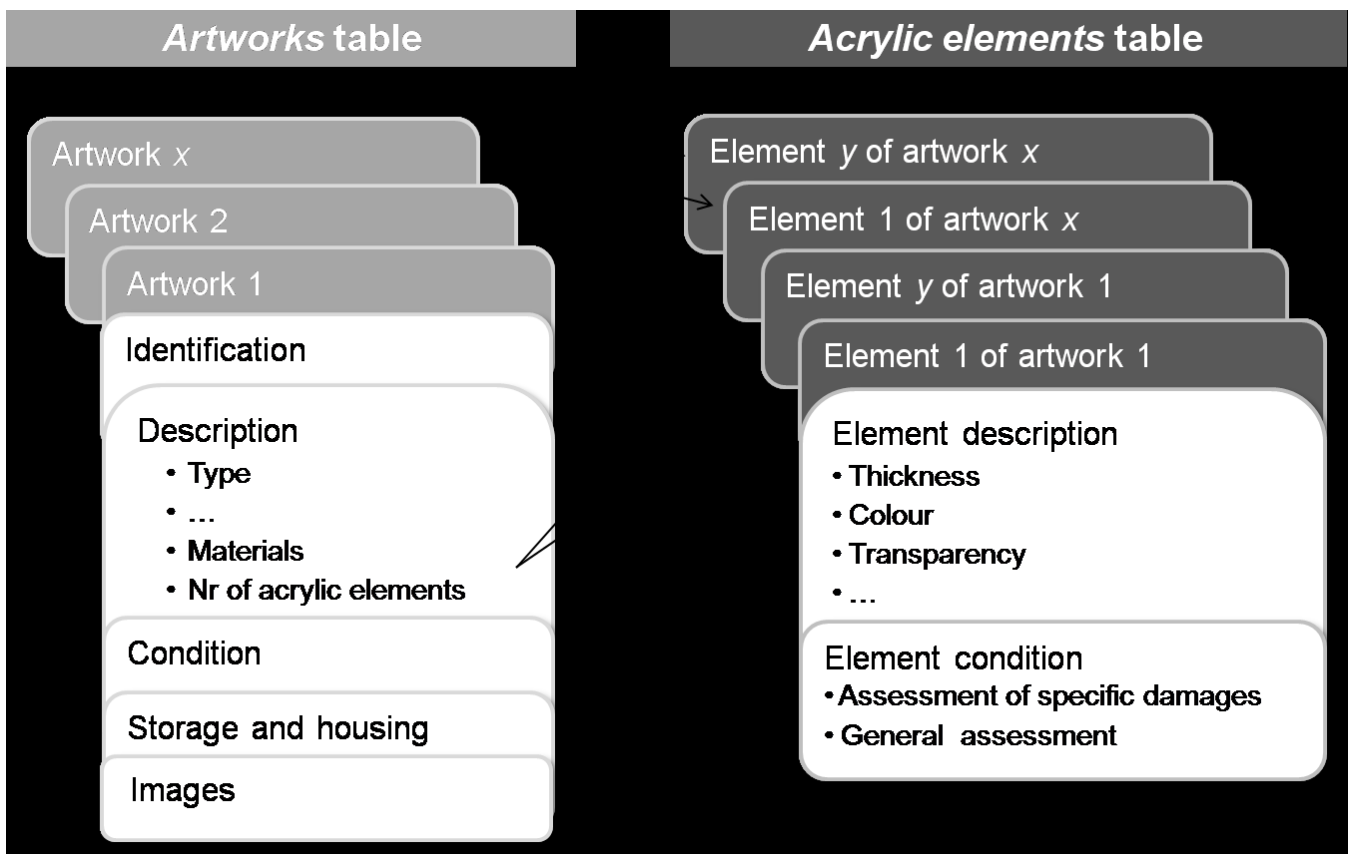


Figure 1. Organization of the database with the two connected tables.

Survey method

The survey consisted of four steps:

- 1) identifying all possible artworks in the collection that might contain elements in acrylic sheet;
- 2) examine each object and/or the respective elements in acrylic sheet;
- 3) adding the collected information to the database;
- 4) data treatment.

The first step consisted of searching for all the objects that might have acrylic sheet in each collection. This search was done previously by the conservators of the collections (in the case of CGD, CAMB, Serralves, and MNAC) or by using the collection database in situ (MCB) or online (MACE, FEDP, CAM-FCG). On the collections databases, search was conducted using several terms: acrylic sheet, acrylic glass, acrylic, plexiglas, perspex, plastic, etc. It became clear that the information related to the materials of the artworks registered in the databases is often incomplete or incoherent. As a result, in some cases, artworks were added to the initial selection during the course of the second step, either by talking to the museum staff who would remember about other objects, or by finding new objects while working in the storage areas.

Any individual component of the artwork in acrylic was

considered as an element. Exceptions to this rule were plinths, boxes or frame glazing that were neither original nor fundamental for the object exhibition.

Material identification was based on the museum and artist information, and eventually on examination based on appearance and feel. Acrylic sheet is a relatively simple plastic to identify since there are not many other plastics available in flat thick sheets with similar hardness and optical characteristics, as shown by the results of previous surveys. The higher price and inferior resistance to yellowing of polycarbonate does not make it an attractive alternative to PMMA for artists, while the cheaper polystyrene has inferior optical properties and is easily distinguished from PMMA by its characteristic sound when tapped.

Examination of each artwork and acrylic element was conducted by visual observation, with the help of raking light and optivisors. All data collected was introduced in the FileMaker database for easy consultation and exported afterwards to Excel software. Several photographs were taken of each object, particularly of the observed damages.

This survey was conducted in different periods between 2014 and 2019. Therefore, it should be kept in mind that meanwhile more artworks with acrylic sheet may have been introduced in the collections and that the condition of some of the objects observed could have changed.

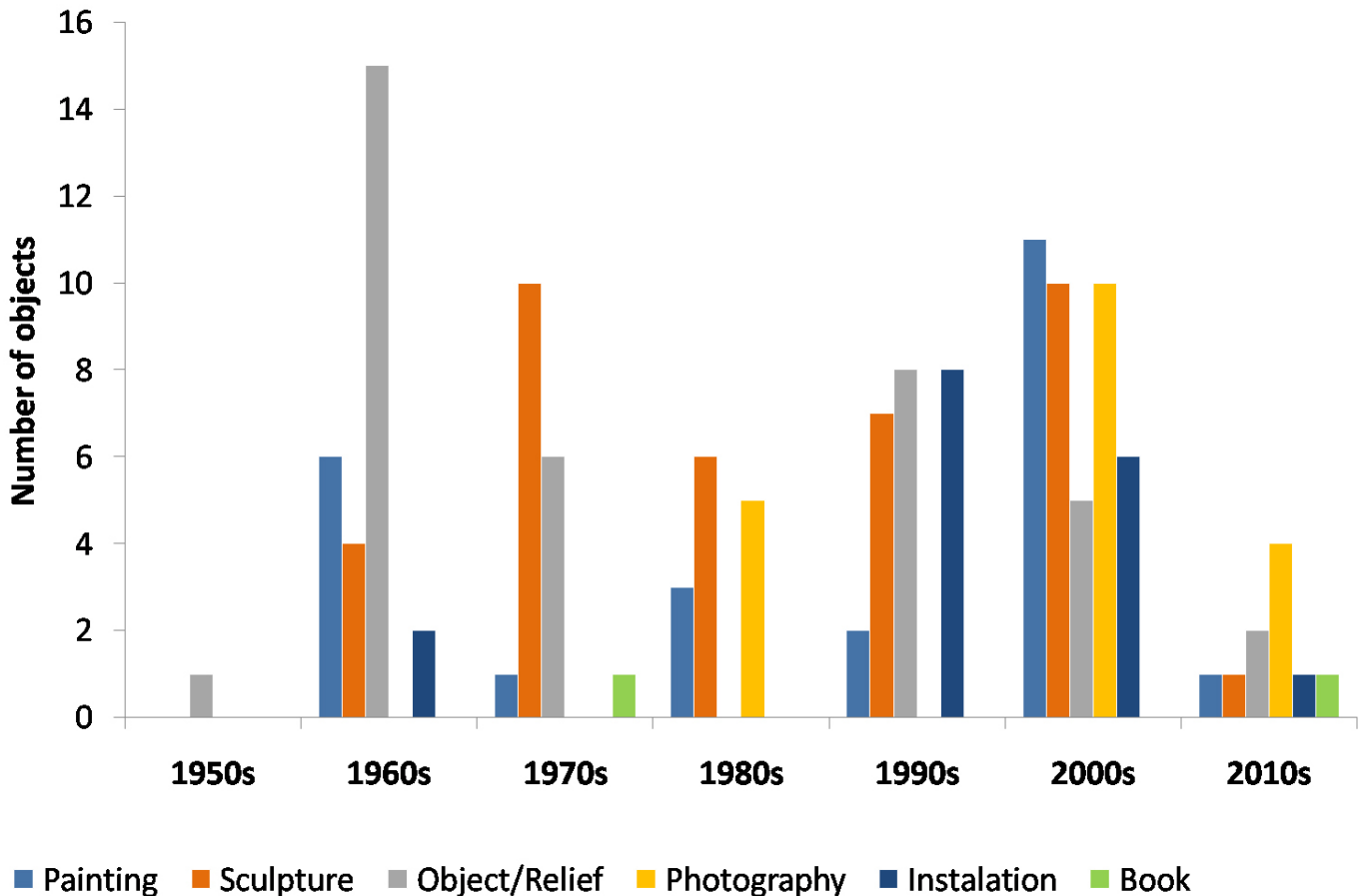


Figure 2. Number of artworks distributed by typology per decade of production. Total number of objects considered was 137.

Results and Discussion

During the survey, 137 artworks were identified as being made of or containing parts made of acrylic sheet. Of these, 45 belong to Serralves, 30 to CAM-FCG, 15 to CGD, 14 to MACE, 13 to FEDP, 10 to MNAC, 8 to CAMB, and 2 to MCB. Only 89 of the 137 artworks were possible to examine directly; consequently, only these were considered for the *Artworks* table in which detailed data was collected and condition assessment performed. In these 89 artworks, 244 individual elements in acrylic sheet were identified and were considered for the *Acrylic elements table*.

Images of most of the artworks referred may be seen on the websites of the collections, searching by the name of the authors [26-29, 32-33].

Overview of the works of art with acrylic sheet

Several types of artworks were found which were divided by six typologies: painting, sculpture, object/relief, photography, installation, and book. This was not always straightforward since some of the artworks are in between typologies. For example, Lourdes Castro artworks were registered as paintings in CAM-FCG and as sculpture in Serralves collection. In this survey, it was decided to consider as an object/relief any artwork that should be seen on a wall (as a painting) but has an important three-dimensional component, as some of these artworks by Lourdes Castro. From the 137 artworks with acrylic sheet detected during the survey, the majority consisted of sculpture (28 %) and objects/relief (27 %). The remaining typologies are distributed in descending order as follows: painting (18 %), photography (14 %), installation (12 %) and book (1 %).

Figure 2 presents the typologies of artworks organized per date of production. It is possible to note that the type of artworks produced in acrylic sheet has varied over the decades, which can be related with the artistic tendencies of the times. For example, during the 1960s it may be seen a profusion of objects/reliefs, which resulted from the loosening of the defined and exclusive categories of painting and sculpture that were used until then [35] and, in particular, from the “objectualization” of painting that was followed by Portuguese artists of diverse movements during that decade [36, p. 39]. Examples of artworks in this category found during the survey were produced by the British artists Peter Blake, Anthony Hill, and Gillian Wise, or by the Portuguese artists Lourdes Castro, João Vieira and Eduardo Nery.

The introduction of new techniques in the art field is also reflected in the results; a good example is the face-mounted photograph. This technique consists in the permanent adhesion of a sheet of PMMA to the surface of the photographic print, with either a double-sided pressure-sensitive film or a silicone rubber and primer system. The technique was developed and patented in the early 1970s, in Switzerland, as the Diasec procedure and became a tendency in photography in the mid-1980s in Germany [37]. In Figure 2 it is possible to observe that photography typology appears during the 1980s in the collections. This results exclusively from five artworks using the Diasec process by Julia Ventura, who was working in the Netherlands during that decade. Excluding her artworks, photographs mounted with this type of technique only became common in Portugal after 2000. In fact, the Diasec process is proprietary, and very few licences were sold by the owners to other studios in the world. However, with the increased popularity of this type of mounting, similar

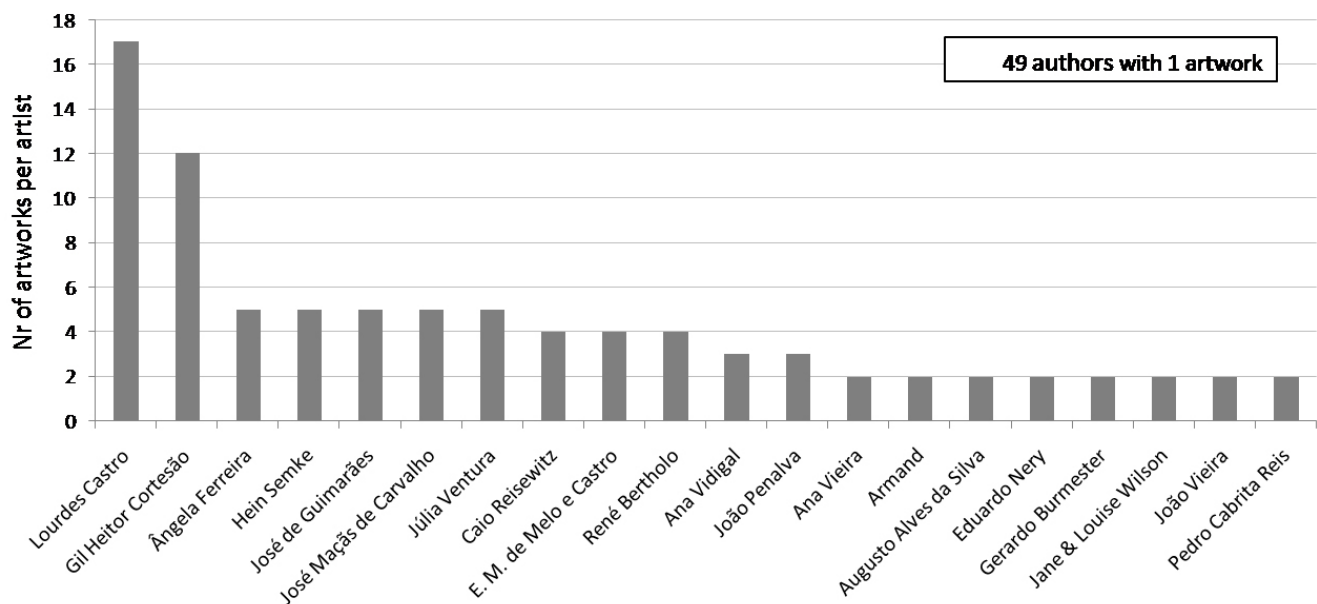


Figure 3. Number of artworks distributed by authors. Total number of objects considered was 137.

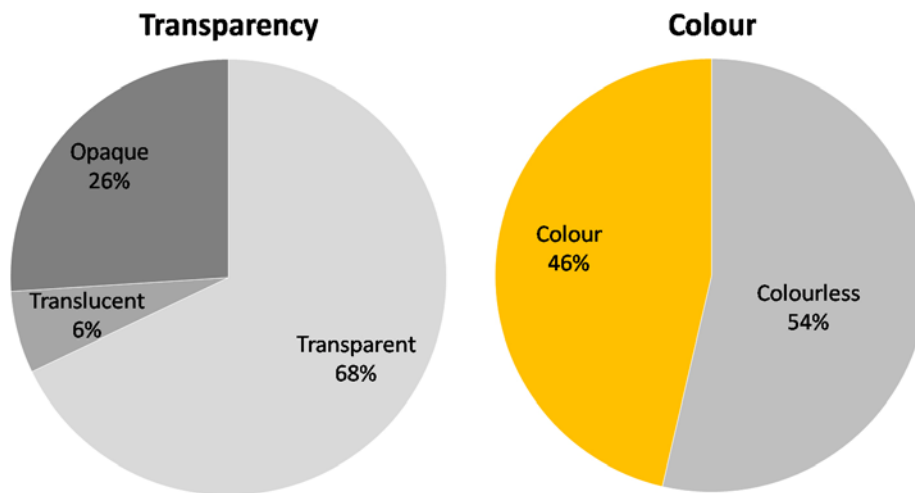


Figure 4. Types of acrylic sheet found during the survey regarding transparency (left) and colour (right). Total number of acrylic elements considered was 244, from 89 objects.

processes that are not protected by a license were developed and started to be offered by many more printing and mounting studios around the year 2000 [37], which may explain the results.

Regarding production dates, the majority of the artworks surveyed (31 %) was created during the first decade of the new century. Further analysis of the results displayed in Figure 2 shows a similar trend to what is described in the literature about the relation of plastics with art: plastic was hardly noticed as an artistic material until the 1960s; it experienced a boom in the mid-1960s, when not only plastics but the technology and knowledge to process them became more accessible; its use decreased during the 1970s, partially because of health concerns but also because the feeling of novelty associated to the material was lost; and started to gain importance again after the 1980s, when it became established as just another available material in the artists' palette [18]. The results relative to the artworks produced during the last decade (2010s) are not conclusive due to the proximity with the dates of the survey.

Besides the typology and the date of the artworks produced with acrylic, it is also interesting to note which authors have chosen this material, Figure 3. In this survey 69 different artists were counted. Unsurprisingly, the majority was Portuguese, with 48 authors. The oldest artworks surveyed were by British artists: *White Faced Relief* (1959) by Mary Martin, *Love Wall* (1961) by Peter Blake, *Relief Construction C7(2)* (1963) by Anthony Hill, and *Relief Construction* (1964) by Gillian Wise, all from the CAM-FCG. The oldest artwork found by a Portuguese artist is from 1964, *In the Café*, by Lourdes Castro, also from CAM-FCG. The artist was working in Paris since 1958, and that has probably facilitated her access to acrylic sheet.

Interestingly, Lourdes Castro is also the most represented artist in this survey, with 17 artworks, including 15 paintings and objects/reliefs produced during the 1960s. Moreover, these artworks were found in all the collections surveyed

except one, MACE (focused on art produced after 1980), which underlines the relevance of her work in acrylic sheet during that decade.

The second most represented artist is Gil Heitor Cortesão, with 12 paintings produced between 1998 and 2016. The artist has mastered a technique of reverse painting with oil on acrylic sheet. His paintings are present in four of the eight collections surveyed.

Reference should also be made to Ângelo de Sousa, who was a precursor in the use of this material as well. His sculpture from 1965, untitled, from CAM-FCG, has the particularity of being made with acrylic sheets modelled with heat in three-dimensional forms. This was the only artwork found during the survey using this technique.

Types of acrylic sheet used by the artists

Figure 4 presents an overview of the type of acrylic sheets used by the artists regarding transparency and colour of the material. As can be seen from the image, the majority of the elements surveyed consisted of transparent (68 %) and colourless (54 %) acrylic sheet.

Acrylic sheet simultaneously transparent and colourless was the most commonly found (51 %). This may be explained by the fact that, in many of the artworks observed, the acrylic was used as a painting support or as a protection barrier (as in Diasec mounted photographs) and, therefore, "invisibility" was the characteristic preferred. In contrast, coloured elements, both opaque and transparent, were used in sculpture, object/relief and installation artworks, mostly during the 1960s and 1970s decades. Several colours were chosen by the artists, including fluorescent colours in artworks by Lourdes Castro, René Bertholo, João Vieira and Ana Hatherly (all produced between the mid-1960s and 1971), and a brilliant red in the artwork by Ângelo de Sousa (1965). The use of brilliant or lustrous sheets by Ângelo de Sousa was conditioned by the type of material available in Portugal during

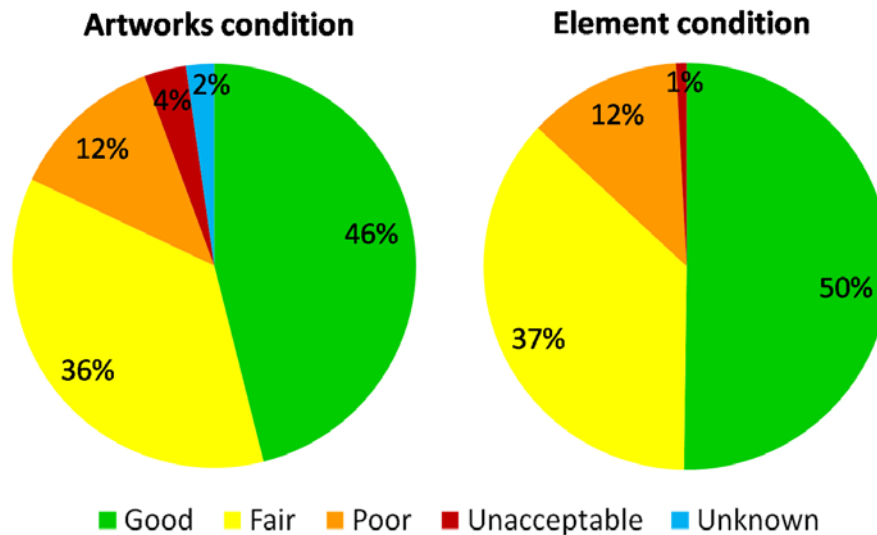


Figure 5. Condition of the artworks and of the elements in acrylic surveyed. Total number of artworks considered was 89 and of the elements in acrylic 244.

that period. It is known that acrylic sheets were produced mainly for the button industry and therefore there was a preponderance of lustrous sheets [38-39]. Regarding the thickness of the sheets surveyed, values ranging from 1 mm to 15 mm were found, but by far the majority of the sheets are of 3 mm (42.6 %).

Condition of the artworks and the elements in acrylic sheet

Two types of condition assessment were performed: of the artwork as a whole and of each individual acrylic element. The results obtained are summarised in Figure 5. Most of the artworks are in a good and fair condition (82 %), but this percentage is even higher when considering only the acrylic elements (87 %). In the other extreme are the artworks and the acrylic elements considered in an unacceptable condition, 4 % and 1 %, respectively. Acrylic elements alone are in a slightly better condition than the artworks where they belong. Artworks considered in an unacceptable condition presented severe damages such as a fracture on the acrylic sheet, but also paint delamination, which does not correspond to a bad condition of the acrylic element. Regarding the artworks evaluated in a poor condition, it should be noted that the majority corresponds to artworks produced before 1980, i.e. the group of the oldest artworks surveyed, therefore not surprising. The same tendency was observed for the acrylic elements in the same category. Artworks counted as unknown correspond to two installations composed of several objects, from which only the ones in acrylic were observed.

These values are difficult to compare with others published in the literature because data regarding specifically acrylic sheet condition are scarce and discrepant. Surveys are usually not specific to this type of plastic. As a result, in the two surveys known that present quantitative results specific for the acrylic sheet condition (art collections of the Stedelijk Museum [10] and the Pinacoteca de S. Paulo [11]), the num-

ber of objects with this material was low, 18 and 15, respectively, which hinders significant results. Two other factors may contribute to the discrepancy of results. First, the condition grading of the objects is dependent on the type and period of collection [10]. Second, to grade is a subjective process, and different people may evaluate the same object in different ways, even though they might be using the same scales and parameters.

Figure 6 provides an overview of the specific damages observed, with the number of occurrences in each grade. Damages were divided in different groups: colour changes, deposits, and mechanical problems. The most prevalent types of damage detected belong to the two last groups and were dirt and dust deposits and abrasions. Regarding dirt, finger marks were especially relevant and often observed. Abrasion was the type of damage with more “severe and general damage” (grade 4) occurrences. This agrees with what was reported in the POPART project [24, p. 298], even though they refer to scratch only, i.e. there was no differentiation between scratch and abrasion in that study. In the same study, stain was the second most important damage observed, which was not verified in the present survey. Although breaks, or fractures, do not present many occurrences, they are the specific damages that led to the assessment as “unacceptable condition” of 1 % of the acrylic elements surveyed (Figure 5), which corresponds to two acrylic sheets of two different artworks examined. Regarding colour and gloss changes, it is important to note that most of the occurrences marked in these fields were related to deposits (dust and dirt) on the acrylic surfaces, and not with a discoloration phenomenon of the material.

A relation between type of acrylic (colour, transparency, thickness) and condition or type of damages could not be established. The results show that most of the damages observed result from external factors, such as deficient housing, improper maintenance and incorrect handling.

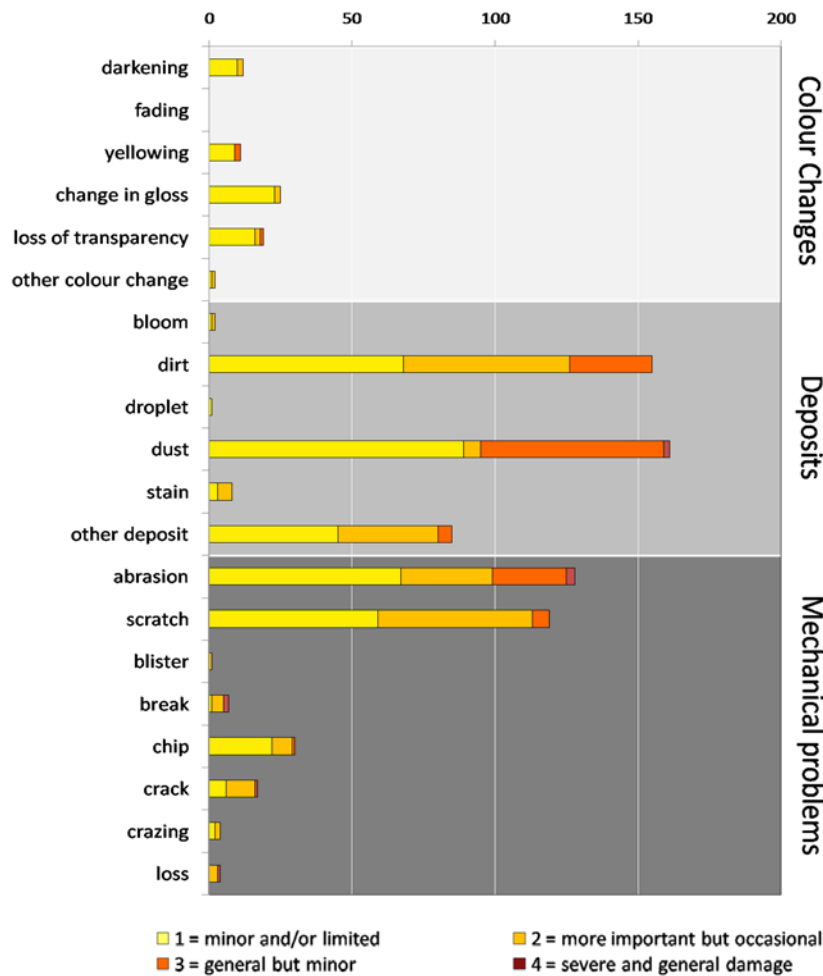


Figure 6. Damages observed in the acrylic elements organized in three main categories. Number of occurrences and damage grades is presented in the bars.

Conclusions

The main goals of the survey presented in this paper were to contribute to the knowledge about the use of acrylic sheet by the Portuguese artists, to assess the presence and condition of artworks made with this material in Portuguese art collections, and to identify its main damages.

The 137 artworks studied provided a general picture of the use of this material. The results have shown that acrylic sheet is a material used by the Portuguese artists at least from the 1960s to the present day. It was used in paintings, sculptures, objects/reliefs, photography, installations and even artist books. At least 48 Portuguese authors have used it somehow in their artworks, and from these, a more restricted group of artists has explored the properties of PMMA in a more consistent way, e.g. Lourdes Castro and Gil Heitor Cortesão. Lourdes Castro is especially relevant since she was probably the first Portuguese artist to use acrylic sheet in her artworks. Ângelo de Sousa also deserves notice for being author of the sole artwork surveyed in which acrylic sheets were transformed in three-dimensional shapes using heat.

Regarding the condition assessment, most of the artworks and acrylic elements were in good or fair condition; nonetheless

some problems were detected. The main problems observed were dust and dirt deposits, abrasion and scratches, which result from a combination of known characteristics of the material (e.g. tendency to form static electricity, poor scratch resistance) and external factors such as inappropriate housing, handling and cleaning, besides eventual accidents. These results show that for the future preservation of acrylic sheet, more attention should be given to the “human factor” this is, in training museum staff in dealing with these fragile objects. In addition, given the extreme sensitivity of acrylic to abrasion and scratch, conservation research should continue on the development of safer cleaning methodologies.

As further work, it could be relevant to confirm by infrared spectroscopy if all assessed elements are of PMMA. Although unlikely, especially in art collections, other polymers such as polycarbonate and polystyrene could be present since they are also used to produce transparent sheets. According to other surveys [10-11], their presence in works of art is a minority in relation to PMMA.

The methodology used for this survey may be applied to other classes of plastics in similar studies. The comparison between results obtained for different plastics could be extremely interesting for several areas besides conservation

and museum management, such as art history or material culture studies.

Acknowledgments

The authors would like to thank to the staff of the art collections studied, who have authorized survey the artworks and gave assistance during the process, namely: Patrícia Machado from MACE; Isabel Corte-Real and Maria Manuel Conceição from CGD; Rui Brito and Ana Paula Migalhada from CAMB; Ana Vasconcelos, Patrícia Nóbrega and Carlos Gonçalves from CAM-FCG; Filipe Duarte from Serralves; Pedro Lapa and Francisca Sousa from MCB; and Adelaide Ginga from MNAC. This research was supported by Fundação para a Ciência e Tecnologia, Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (FCT/MCTES), Portugal, through CORES Ph.D. Doctoral Programme in the Conservation and Restoration of Cultural Heritage with the SFRH/BD/52318/2013 doctoral grant; through IF/00653/2015 and PTDC/ART-OUT/29692/2017 project grants; and through the Associate Laboratory for Green Chemistry — LAQV (UIDB/50006/2020).

REFERENCES

1. Patkus, B., *Assessing preservation needs. A self-survey guide*, Northeast Document Conservation Center, Andover (2003).
2. Commonwealth Department of Communications, Information Technology and the Arts, *ReCollections: Caring for collections across Australia: Managing Collections*, Heritage Collections Council, Canberra (1998), https://aiccm.org.au/sites/default/files/docs/reCollections/4_managing_collections.pdf (accessed 2019-09-16).
3. Then, E.; Oakley, V., 'A survey of plastic objects at the Victoria and Albert Museum', *V&A Conservation Journal* **6** (1993) 11-14, <http://www.vam.ac.uk/content/journals/conservation-journal/issue-06/a-survey-of-plastic-objects-at-the-victoria-and-albert-museum/> (accessed 2020-10-07).
4. Morgan, J., 'A survey of plastics in historical collections' (1994), <http://web.archive.org/web/20061015204042/http://www.plastiquarian.com/survey/survey.htm> (accessed 2020-10-07).
5. Shashoua Y.; Ward, C., 'Plastics: modern resins with ageing problems', in *Resins Ancient and Modern*, ed. M. M. Wright and J. H. Townsend, SSCR, Edinburgh (1995) 33-37.
6. Keneghan, B., 'Plastics? - Not in my collection', *V&A Conservation Journal* **21** (1996) 4-6, <http://www.vam.ac.uk/content/journals/conservation-journal/issue-21/plastics-not-in-my-collection/> (accessed 2020-10-07).
7. Keneghan, B., 'Conservation: A survey of synthetic plastic and rubber objects in the collections of the Victoria and Albert Museum', *Museum Management and Curatorship* **19**(3) (2001) 321-331, <https://doi.org/10.1080/09647770101001903>.
8. Williams, R.S., 'Care of plastics: malignant plastics', *WAAC Newsletter* **24**(1) (2002), <https://cool.conservation-us.org/waac/wn/wn24/wn24-1/wn24-102.html> (accessed 2020-10-07).
9. Shashoua, Y., 'Conservation research in the 1990s', in *Plastics collecting and conserving*, ed. A. Quye; C. Williamson, NMS Publishing Limited, Edinburgh (1999) 105-110.
10. Keneghan, B.; van Oosten, T.; Laganà, A.; Wagenaar, M.; Barabant, G.; Balcar, N.; Bluzat, H.; Bollard, C.; Fayein, J.; Kuperholc, S.; Ramel, S.; Lattuati-Derieux, A., 'In what condition are my artefacts? Case studies', in *Preservation of Plastic Artefacts in Museum Collections*, ed. B. Lavédrine, A. Fournier, G. Martin, Éditions du comité des travaux historiques et scientifiques, Paris (2012) 109-137.
11. Schossler, P.; Mariano, C.V.; Carneiro, T.C.; Mendonça, V., 'Conservation of plastics at the Pinacoteca de São Paulo, Brazil', in *Future Talks 013. Lectures and workshops on technology and conservation of modern materials in design*, ed. T. Bechthold, *Die Neue Sammlung – the International Design Museum, Munich* (2015) 211-216.
12. Moomaw, K., 'A condition survey methodology and database for plastic objects at the Metropolitan Museum of Art', in *Future Talks 009. The conservation of modern materials in applied arts and design*, ed. T. Bechthold, *Die Neue Sammlung – the International Design Museum, Munich* (2011) 7-15.
13. Schertel, B., 'Meeting the needs of contemporary design: a new survey methodology', in *Future Talks 009. The conservation of modern materials in applied arts and design*, ed. T. Bechthold, *Die Neue Sammlung – the International Design Museum, Munich* (2011) 17-24.
14. Roth, K.; Hausdorf, D., 'Capturing the state of preservation: a pdf-based survey method for surveying plastics at the Metropolitan Museum of Art', in *Future Talks 017. The silver edition. Visions. Innovations in technology and conservation of the modern*, ed. T. Bechthold, *Die Neue Sammlung – the International Design Museum, Munich* (2019) 11-18.
15. Brydson J. A., 'Acrylic Plastics', in *Plastic Materials*, 7th ed., Butterworth-Heinemann, Oxford (1999) 398-424.
16. Aftalion F., *A History of the International Chemical Industry*, 2nd ed., Chemical Heritage Press, Philadelphia (2001).
17. Painter, P. C.; Coleman, M. M., *Essentials of polymer science and engineering*; DEStech Publications, Lancaster (2009).
18. Waentig, F., *Plastics in Art. A study from the conservation point of view*, Michael Imhof Verlag, Petersberg (2008).
19. Albus, S.; Bonten, C.; Keßler, K.; Rossi, G.; Wessel, T., *Plastic Art – A Precarious Success Story*, AXA Art, Cologne (2007).
20. Blank, S., 'An introduction to plastics and rubbers in collections', *Studies in Conservation* **35**(2) (1990) 53-63, <https://doi.org/10.2307/1506193>.
21. Melo, M. J.; Bracci, S.; Camaiti, M.; Chiantore, O.; Piacenti, F.; 'Photodegradation of acrylic resins used in the conservation of stone', *Polymer Degradation and Stability* **66**(1) (1999) 23-30, [https://doi.org/10.1016/S0141-3910\(99\)00048-8](https://doi.org/10.1016/S0141-3910(99)00048-8).
22. Ferreira J. L.; Melo M. J.; Ávila, M. J.; Ramos, A. M., 'The shadows by Lourdes Castro: a conservation study of PMMA in the 21st century', in *Preprints of the ICOM-CC 16th Triennial Conference, Lisbon 2011*, ed. J. Bridgland et al., ICOM, Lisbon (2011) paper 1005.
23. Babo, S.; Ferreira, J. L.; Ramos, A. M.; Micheluz, A.; Pamplona, M.; Casimiro, M. H.; Ferreira, L. M.; Melo, M. J., 'Characterization and Long-Term Stability of Historical PMMA: Impact of Additives and Acrylic Sheet Industrial Production Processes', *Polymers* **12**(10) (2020) paper 2198, <https://doi.org/10.3390/polym12102198>.
24. Lavédrine, B.; Fournier, A.; Martin, G. (eds.), *Preservation of Plastic Artefacts in Museum Collections*, Éditions du comité des travaux historiques et scientifiques, Paris (2012).
25. Lorne, A., 'The poly(methyl methacrylate) objects in the collection of the Netherlands Institute for Cultural heritage', in *Preprints of the ICOM-CC 12th Triennial Meeting, Lyon 1999*, Ed. Bridgland, J., James & James (Science Publishers) Ltd., London (1999) 871-875.

26. 'The Collection', in Centro de Arte Moderna Gulbenkian, <https://gulbenkian.pt/cam/en/the-collection/> (accessed 2021-07-04).
27. 'Museu Coleção Berardo', in *The Berardo Collection*, <https://www.berardocollection.com/?sid=50004&CID=102&lang=pt> (accessed 2020-10-07).
28. 'Coleção', in *Museu Nacional de Arte Contemporânea do Chiado*, <http://www.museuartecontemporanea.gov.pt/pt/museu/a-colecao> (accessed 2020-10-07).
29. 'Coleção de arte', in *Fundação EDP*, <https://www.fundacaoedp.pt/pt/conteudo/colecao-de-arte> (accessed 2020-10-07).
30. 'Coleção', in *Culturgest*, <https://www.culturgest.pt/pt/colecao/> (accessed 2020-10-07).
31. Gomes, S., 'Coleção Manuel de Brito. Inventário e conservação. Problemas e perspectivas', *Estudos de Conservação e Restauro* 1 (2009) 24-38, <https://doi.org/10.34618/ecr.1.3163>.
32. 'Coleção, Apresentação', in *Serralves*, <https://www.serralves.pt/institucional-serralves/colecao-apresentacao/> (accessed 2020-10-07).
33. 'About the António Cachola Collection' (2016), in *Coleção António Cachola*, https://col-antoniocachola.com/?page_id=7420&lang=en (accessed 2020-10-07).
34. Shashoua, Y., *Conservation of Plastics. Materials science, degradation and preservation*, Butterworth, Oxford (2008).
35. Archer, M., *Art Since 1960*, 2nd ed., Thames & Hudson, London (2002).
36. Ávila, M. J., 1960 – 1980, *anos de normalização artística nas coleções do Museu do Chiado*, IPM/MFTPJ, Castelo Branco (2003).
37. Penichon, S.; Jürgens, M., 'Issues in the Conservation of Contemporary Photographs: The Case of Diasec or Face-Mounting', *AIC News* 27(2) (2002) 1-8.
38. Babo, S.; Ferreira, J. L.; Melo, M. J.; Ramos, A. M., 'Back to the origin: understanding the history of production and its influence on the properties of acrylic sheet', in *Future Talks 015 – Processes. The making of design and modern art Materials, technologies and conservation strategies*, ed. T. Bechthold, Die Neue Sammlung – the International Design Museum, Munich (2015) 160-70.
39. Angelin, E. M.; Babo, S.; Ferreira, J. L.; Melo, M. J., 'Raman microscopy for the identification of pearlescent pigments in acrylic works of art', *Journal of Raman Spectroscopy* 50(2) (2019) 232-241, <https://doi.org/10.1002/jrs.5431>.

RECEIVED: 2020.12.23

REVISED: 2021.05.21

ACCEPTED: 2021.06.10

ONLINE: 2021.07.20



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>.

Unveiling Roland Oliveira's photographic images: development of an unrolling and flattening treatment for silver gelatine 35 mm negative films

JOANA SILVA^{1*}
SANDRA GARRUCHO¹
FILIPA CARVALHO¹

1. Património Cultural do Sport Lisboa e Benfica, Lisboa, Portugal

* joana.limadasilva@gmail.com

Revelando as imagens fotográficas de Roland Oliveira: desenvolvimento de um tratamento de desenrolamento e planificação para negativos 35 mm em gelatina e prata

Abstract

The photographic collection by the sports photographer Roland Oliveira (1920-2007), belonging to Sport Lisboa e Benfica, is comprised of an estimate of 40000 images captured in 35 mm silver gelatine negative film, which are currently rolled and stiffened.

This study has strived to survey the current procedures undertaken by Portuguese institutions concerning the conservation of these type of materials, by conducting a questionnaire. It became evident that new treatments to allow the flattening of rolled films were needed. Therefore, a conservation treatment was developed to unroll and restore the original flatness of the negatives under study. The main purpose of the treatment was to enable proper handling, digitization and storage of this collection. The developed procedure was based on a de-shrinking process (chamber with vapours of glycerol, acetone and water) adapted from the conservation of motion-picture film literature, combined with flattening under weights. This paper discusses the adopted methodology which allowed to achieve positive results.

KEYWORDS

Unrolling
Flattening
De-shrinking
Cellulose acetate negatives
35 mm films
Physical deformation

Resumo

A coleção de fotografia do repórter Roland Oliveira (1920-2007), pertencente ao Sport Lisboa e Benfica, contém cerca de 40 000 negativos de gelatina e prata 35 mm, que se encontram enrolados e endurecidos.

O presente estudo procurou fazer um levantamento dos atuais procedimentos de conservação e restauro levados a cabo em instituições portuguesas detentoras deste tipo de materiais, através da realização de um questionário. Tornou-se assim evidente a necessidade de desenvolver tratamentos que permitam a planificação de películas enroladas. Como tal, desenvolveu-se um tratamento de desenrolamento e planificação, de forma a restaurar o estado inicial do conjunto de negativos em estudo e possibilitar o seu manuseamento, digitalização e acondicionamento adequado. Este baseou-se num processo de *de-shrinking* (câmara de vapores de glicerol, acetona e água), adaptado da bibliografia de conservação e restauro de películas cinematográficas, combinado com a planificação sob pesos. Este artigo discute a metodologia adotada, que permitiu alcançar resultados positivos.

PALAVRAS-CHAVE

Desenrolamento
Planificação
De-shrinking
Negativos em acetato
de celulose
Películas 35 mm
Deformação física

Introduction

Roland Oliveira's collection

Roland Carlos Oliveira (1920-2007) was born in São Vicente Island (Cape Verde) and raised in Lisbon (Portugal). Ever since he was a child, he dreamed of becoming a photographer. At the beginning of his life, he used to photograph everyday life objects, people, and places, and soon started to compete for photography contests. In the early 1940s, during World War II, he worked as a deck boy aboard the *Anna N. Goulandris* ship, which allowed him to get in contact with other cultures and places by traveling around the world [1].

Still in the 1940s, António Sequeira, one of the Portuguese Football Federation directors, invited him to photograph sports events. Thenceforth, his presence became more and more usual in the stadiums, together with other well-known sports photographers, such as Amadeu Ferrarri and, later, his son Nuno Ferrarri [1]. Throughout his career, he collaborated with several national publications, such as *Stadium*, *Mundo Desportivo*, *O Século* and *Diário de Notícias*. As a member of Sport Lisboa e Benfica (SLB) he worked for the newspaper *O Benfica* and the magazine *O Benfica Ilustrado*, from the 1950s

onwards. Thus, Roland Oliveira would become one of the most important Portuguese sports photographers of his time.

A few years after his death, Roland Oliveira's family donated his entire photographic collection to the Documentation and Information Center (CDI) from SLB. This collection comprises about 80000 images that represents the history of SLB, its different types of sports, several events, key moments and personalities, therefore representing one of the most important documental assets of the club (Figures 1).

From the 1950s to the 1970s, he mostly used medium formats (120 or 220 mm) for his production. The collection contains more than 11000 6 × 6 cm silver gelatine negatives with cellulose acetate (CA) base. Roland Oliveira started to use 35 mm format from the late 1960s, allowing him to capture more exposures per roll. This set is comprised of an estimate of 40000 silver gelatine negatives (100 ft. reels) and more than 18000 chromogenic negatives, both with CA base. Some chromogenic reversal films and prints can also be found in his collection.

The photographs were gathered at Roland Oliveira's house (Lisbon, Portugal), without any environmental control, before being integrated to the facilities at CDI. The collection is currently



Figure 1. Photographs by Roland Oliveira from SLB collection: a) *O Benfica Ilustrado's* cover, n° 3, 1957; b) Álvaro Frade, SLB wrestling athlete, 1955, 6 × 6 cm silver gelatine negative with cellulose acetate base; c) Eusébio da Silva Ferreira and José Augusto Torres, SLB football players, undated, silver gelatine print.

stored under controlled conditions: 18 °C and 55 % of relative humidity (RH). However, these conditions are insufficient to preserve CA based materials, which require an environment with very low temperature and RH (cold storage) [2].

The collection started to be studied and treated in 2015. The 6 × 6 cm silver gelatine negatives presented signs of CA degradation, commonly known as 'vinegar syndrome', having been considered a priority set in terms of conservation. The base is prone to react with atmospheric water producing acetic acid as a by-product (hydrolytic reaction), with a typical vinegar odour [3]. Therefore, the negatives have been cleaned, described in a database, digitized, and conditioned inside aluminium bags to be placed in no-frost freezers and slow down the degradation reactions.

Nevertheless, the 35 mm silver gelatine films contain images from a time with little representation in CDI (1970s and 1980s), and its treatment is also pressing. The negatives have been maintained unprotected, tightly rolled together in groups, until the present day (Figures 2). The inadequate packaging and storage have caused permanent deformation. In addition, CA films tend to shrink, stiffen, and become more brittle as result of the degradation pathway of the plastic base [3]. Plasticizers added to CA during manufacture to enhance the qualities of the base, are prone to migrate into the surface of the film leading to its gradual size reduction and embrittlement. The loss of plasticizer increases in acidic conditions, such as those developed upon ageing [4]. Shrinkage may also happen over

time, due to the evaporation of residual solvents, casting and release agents remaining from manufacture and processing of the film [5]. Unfortunately, changes in the chemical and physical condition of the films have a negative impact on the use of the images, limiting their handling and access. Therefore, a conservation treatment was pursued to unroll and restore the original flatness of these negatives.

Methods to flatten rolled 35 mm film

Although deformation is commonly reversed within the restoration process of photographic prints using humidification and/or flattening under weights [6-10], only two references to similar treatments conducted to photographic films could be found [11-12]. However, the literature focusing on the conservation of motion-picture films commonly refers to 'de-shrinking' or 're-dimensioning' treatments (the term 'de-shrinking' used by Paul Read and Mark-Paul Meyer [13] was adopted by the authors of this paper).

The description of these treatments was first published by Leonard A. Green, assistant director from the National Film Board of Canada [14]. De-shrinking was developed to enable extremely shrunken film to be printed and projected [15]. As film shrinks, the analogue printers and projectors using sprocket teeth that fit the perforations of the film are no longer able to run the reel throughout the mechanism [16]. During the treatment, both cellulose nitrate (CN) and CA are able to be softened and slowly expand to approach



Figure 2. Set of rolled 35 mm silver gelatine negative films (100 ft. reels).

their original dimension [15]. De-shrinking can be achieved by placing a reel in an enclosed atmosphere containing vapour of a mixture of solvents and/or water, during a certain amount of time. The process can be accelerated by increasing the temperature of the room or by decreasing the pressure of the chamber [13, 15, 17]. Different solutions have been used, such as: i) acetone, glycerol and water, ii) glycerol, camphor/methyl phthalate and acetone, and iii) water [13]. According to the literature, the first is the most efficient solution. The second can reduce the treatment time but might lead to deleterious effects on the film base [13]. The humidity chamber is the longest treatment and is especially useful to correct irregular shrinkage [15]. The treated film should be copied within a short timeframe because the de-shrinking effect is only temporary [5, 13, 17]. Although it has been widely and successfully used in the past, there are no studies focusing on the effects of the treatment on the long-term preservation of films [13, 15]. Currently, the most suitable procedure to deal with cinematographic films showing considerable shrinkage is to reprint the material using an optical printer specially equipped to run degraded film [13, 17]. Nevertheless, according to Diana Little, et al [18], despite the advances in film scanning technology, shrinkage and brittleness can contribute to reduce digitization quality.

Regarding other fields such as the conservation of modern and contemporary art, some tests have been made to correct deformation in CA based materials, namely with application of a combination of heat and pressure [19-20]. Although some have shown promising results, photographs are composite materials and the use of this type of solutions might put at risk the emulsion layer and, consequently, the photographic image.

The conservator Katrin Pietsch was able to successfully flatten CN and CA negatives from different photographic collections, using humidity chambers [12]. However, previous tests conducted to Roland Oliveira's photographic films using humidification did not succeed. In her Master thesis, Sandra Lopes applied a de-shrinking treatment to a photographic collection [11]. Based on her experiments, extremely degraded CA microfilms showing stiffness, brittleness and physical deformation were successfully unrolled using a solution of acetone, glycerol and water. Lopes also tested humidification and a vapour chamber with a mixture of water and acetone, but these treatments did not show any positive results [11].

Thus, based on the equivalency between photographic and motion-picture materials and inspired by the work started by Lopes, a de-shrinking process adapted from the literature was developed to unroll and restore the original flatness of Roland Oliveira's 35 mm silver gelatine negative films. This paper discusses the adopted methodology and its results. Considering the lack of studies focusing on the flattening of negative films, a questionnaire was made to Portuguese institutions to understand the current procedures concerning the conservation of these type of materials.

Materials and Methods

Questionnaire

A questionnaire was prepared using google forms, in order to understand how Portuguese institutions deal with 35 mm film collections showing deformation. The questionnaire was sent by email to about 120 national museums and archives. The aim of the study was to present a total of 31 questions, focusing on: i) institution and staff responsible for the film collections (5 questions), ii) characterization of the film collections (7 questions), iii) environmental conditions of the storage facilities (5 questions), iv) conservation treatments conducted to films (6 questions), v) storage and packaging of the films (5 questions), and vi) digitization (3 questions). The questionnaire was built based on checkbox type questions, simple or in tables (when several attributes were to be assessed at the same time). For each question, more than one option could be selected.

Unrolling and flattening methodology

A set of 35 mm silver gelatine negative film (Kodak safety film 5036, 100 ft.) from Roland Oliveira's collection was used to test a methodology to unroll and flatten the rolls. The negatives were in fair condition, mainly showing permanent deformation (rolled), slight stiffness, dirt, and microbiological contamination.

Before treatment, each roll was cut in strips of 6 frames with a scissor. Superficial dirt and debris were gently removed from the strips using air bulb and a soft hairbrush. The strips were then cleaned on both sides using ethanol 96 % applied with a cotton swab, to remove the present fungi.

Considering that humidity chambers previously tested at SLB and by other authors [11] that did not show any results, and glycerol, camphor/methyl phthalate and acetone might conduct to hazardous results, these treatments were not tested. Therefore, the de-shrinking solution used to unroll the negatives was a mixture of acetone, glycerol, and distilled water (1:1:3, v:v:v) [11, 13].

After cleaning, the strips from a same roll were gathered and identified with a number (written with a pencil in a piece of paper accompanying the different stages of the process). The rolls were arranged in a glass vat, which was placed inside a closed polypropylene (PP) box containing the solution, to create a vapour chamber (Figures 3). The solution fully covered the base of the box. The chamber was maintained at room temperature (ca. 18 °C) during the treatment. Different times of exposure to the vapour were tested, from one to 24 hours. After exposure, the strips were removed from the chamber and left inside an empty covered PP box for one hour, to allow the film to release excess of adsorbed solvents. The box was then uncovered for extra 30 minutes. Finally, the strips were placed between interleaving material (non-woven polyester, Bondina) and blotting paper, emulsion down, under weights (glass plate) (Figures 4). Several sandwiches with the materials were overlaid under the weight. The strips were left to flatten for at least two consecutive days.

Examination of the films

The strips were examined with a digital microscope (AD7013MZT Dino-Lite Premier 20 × - 200 ×) before the restoration process, after cleaning and after the unrolling and flattening treatment, to evaluate the impact of the tested treatments on the photographic image.

Results and Discussion

Questionnaire

50 institutions answered the questionnaire, all of them holding photographic (mainly) and/or cinematographic (residual) collections. These were mostly archives (49 %) and museums (25 %), but also private collections (9 %), libraries (5 %), documentation centres (5 %), foundations (3 %), among other cultural institutions (4 %). The professionals who responded included: archivists (31 %), conservators (24 %), collection managers (11 %), librarians (7 %), historians (7 %), museum specialists (7 %), researchers (4.5 %), photographers

(4.5 %), among others (4 %). Thus, only a quarter of the forms were filled by qualified people from the conservation field. From the overall obtained answers, only the results concerning the treatment of 35 mm films are presented hereafter.

Regarding cleaning treatments applied to the films, most of the respondents have reported to carry out dry cleaning (applied with air bulb and/or brush) and chemical cleaning (with distilled water and/or ethanol). Chemical cleaning has been used to remove dirt and/or stop microbiological contamination (Figures 5). These cleaning solutions were tested in the collection under study, to remove superficial dirt and fungi present in the films before unrolling and flattening. After testing different proportions of ethanol in water, it was decided to use ethanol 96 %, applied with a cotton swab. Although the use of ethanol 70 % has proven to be more effective in the deactivation of microbiological contamination [21], this solution was found to promote colourless stains and/or changes in the morphology of the emulsion during the present study, due to the greater amount of water in the solution.

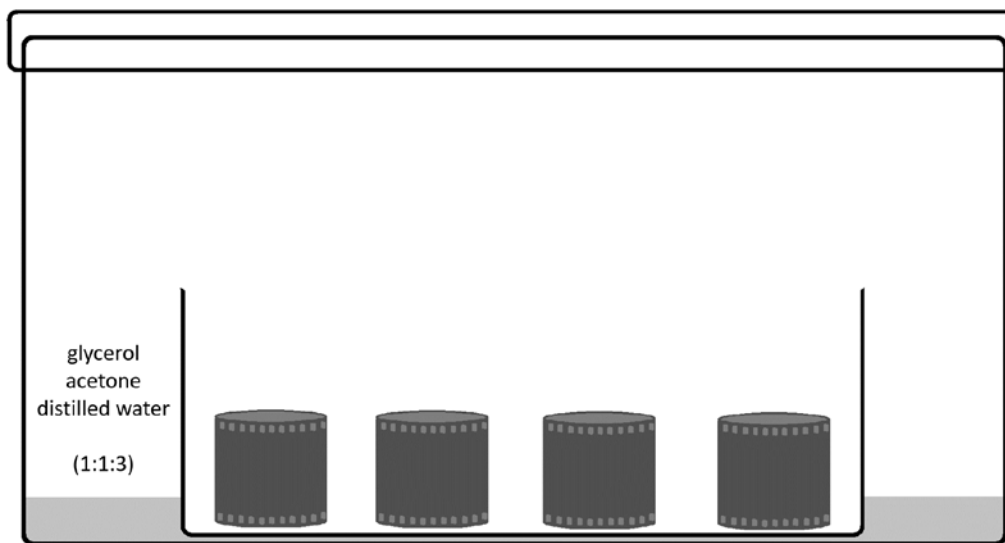


Figure 3. Vapour chamber.

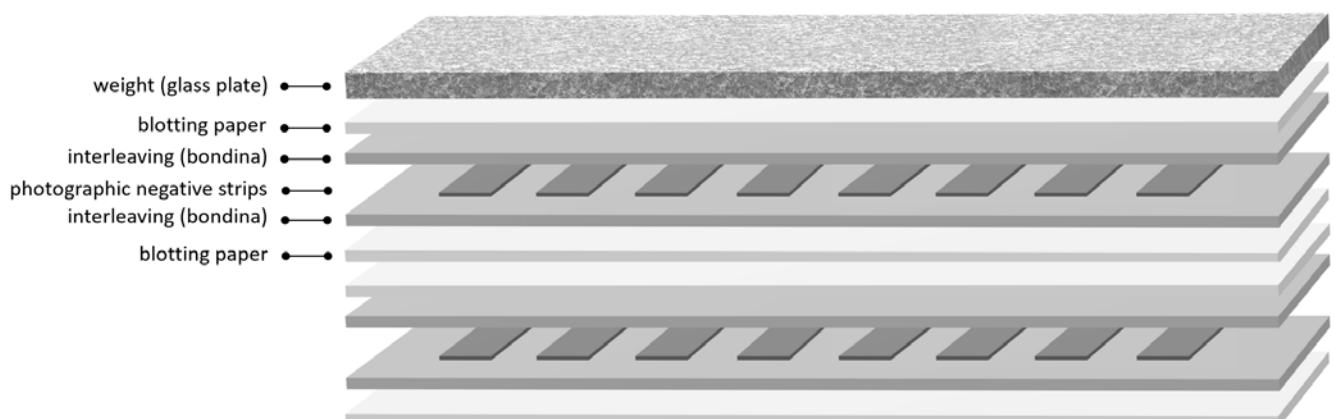


Figure 4. Flattening of the strips after exposure to solvents in the vapour chamber.

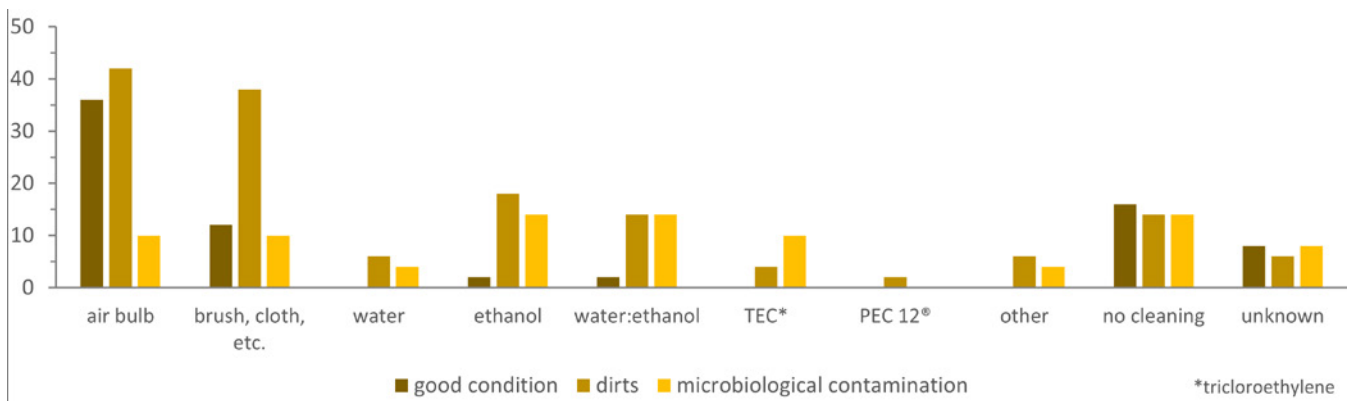


Figure 5. Types of cleaning (dry and chemical) procedures applied in the films (%).

As other photographers, Roland Oliveira kept his 35 mm negatives rolled and uncut. Although there are solutions for re-housing rolled negatives, these imply considerably more storage space than individual strips of negatives arranged inside envelopes or sleeves. Cutting rolled negatives is a common procedure among photographers and photographic laboratories to enable their handling, printing, and storage. This same technique has been sometimes adopted by photograph conservators to allow proper storage and digitization. According to the conducted survey, 44.5 % of the institutions holding rolled film, cut the films into strips (6 frames) as a current procedure. The respondents mostly justified this procedure by saying that it helps handling, improves packaging and storage space, facilitates digitization and image observation. Additionally, there is evidence that rolled film age faster than unrolled film due to the greater accumulation of degradation products [12]. Therefore, and considering the high number of rolled 35 mm silver gelatine negatives in the collection, it was decided to cut them into 6 frame strips. Beforehand, the original condition of the negatives was documented.

Based on the conducted survey, the most common ways to try to correct physical deformation in rolled films are packaging (44 %), horizontal flattening under weights (28 %), humidification with blotting paper (12 %) and humidification chamber (9 %). Nevertheless, 35% of the institutions have reported not to perform any type of treatment in films with this type of degradation. According to the results of the questionnaire, a great part of the institutions (71 %) is not familiar with de-shrinking methods and none have been practicing it. Almost all institutions found it relevant to develop new and efficient solutions to unroll and flatten films showing physical deformation. Thus, considering that previous tests conducted to Roland Oliveira's photographic films using humidification were not successful and the literature that was found (presented in the introduction), de-shrinking seemed the most promising technique to unroll and flatten the negatives from the collection under study.

Unrolling and flattening process

The cleaned strips were placed inside a solvent-saturated

atmosphere (closed box) containing a mixture of acetone, glycerol, and distilled water. The treatment is based on the affinity of the solvents with the CA base and gelatine emulsion. Glycerol, an alcohol composed of three hydroxyl groups, is used to soften the base, acting as a plasticizer [5]. This compound can easily be absorbed by the CA base, promoting the separation of the molecular chains and having the macroscopic effect of de-shrinking the polymer. Acetone is an organic compound with low boiling point (56 °C). It has affinity with both CA base and glycerol, therefore acting as a vehicle for transportation of the plasticizer into the polymer matrix. Water is added to the mixture, in higher proportion, for two reasons. Firstly, to enable the dissolution of glycerol which is a viscous liquid. Secondly, to allow the swelling of the gelatine emulsion. Being highly hydrophilic, the contact with water allows the emulsion to follow the relaxation of the base [11]. According to the literature, the treatment is only temporary meaning that, after exposure to the vapour, the action of this mixture of compounds is reversed and the solvents are released from the film [5, 13, 17].

Since the aim of the present study was to unroll and flatten the negatives from the collection, the films were forced to acquire a planar structure after relaxation inside the vapour chamber. To allow to evaporate solvents and a slow acclimatization, the strips were kept inside an empty box before flattening. Then, the strips were sandwiched with blotting paper to absorb residual moisture, interleaved with non-woven polyester to avoid adhesion to the paper, and flattened under weights to promote the desired rearrangement of the polymer chains. According to Read and Meyer, the time of exposure of motion-picture films to the vapour of solvents range from a few months, when the chamber is kept at 10 °C, to a few weeks, when kept at 30 °C [13]. Based on the research conducted by Lopes to microfilms, only a few hours at ca. 25 °C are necessary to achieve good results [11]. The discrepancy between the treatment time used for motion-picture films and photographic films might be explain by the longer length of rolled film normally composing a cinematographic reel. On the other hand, the aim of Lopes study was to unroll the photographic strips and not to re-dimension them [11]. In other words, the time to achieve a total de-shrinking is probably higher than the time to reach

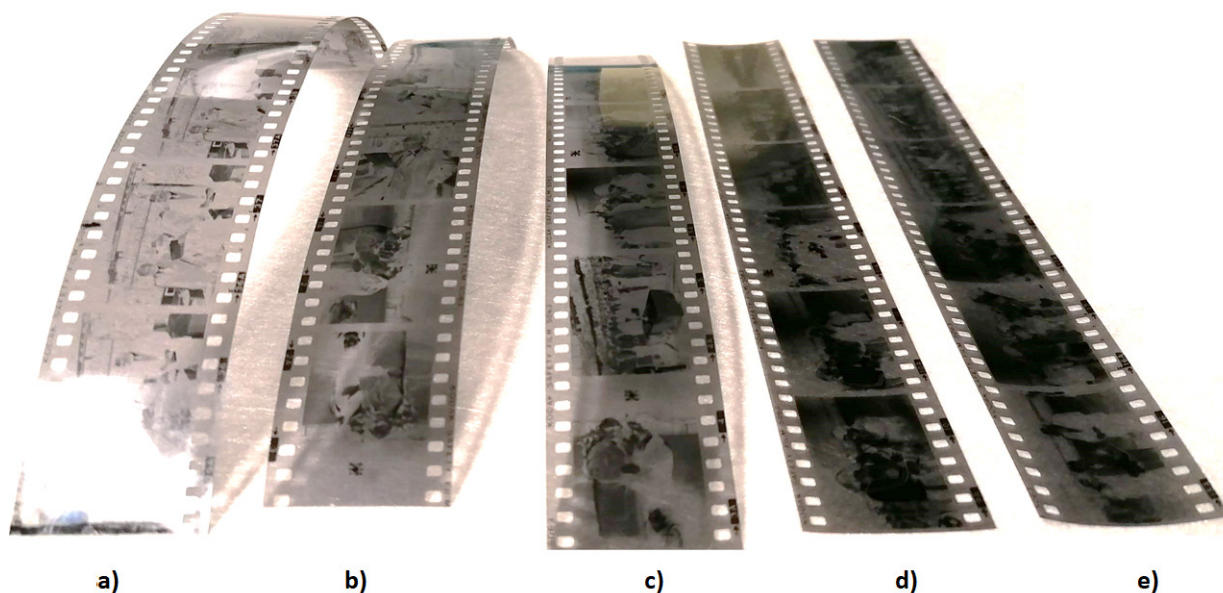


Figure 6. Tests made to different negative strips, gradually increasing the time of exposure to the vapour chamber: a) 1 hour, b) 2 hours, c) 3 hours, d) 4 hours, and e) 5 hours.



Figure 7. Negative strip: a) before treatment; b) after unrolling and flattening.

a satisfactory flattening. In the present study, the strips of negatives were monitored every hour and it was possible to observe, at the naked eye, the gradual suppleness of the films (Figures 6). After 5 hours at ca. 18 °C, most of the films became visibly relaxed. However, it was necessary to keep them for about 24 hours in the vapour chamber followed by 48 hours of flattening under weights, to achieve optimal and permanent results (Figures 7). Most of the films for which the time of exposure to the solvents and/or the time of flattening under weights was reduced maintained a certain distortion.

Possible adverse effects were assessed by observing the negatives with a digital microscope before treatment, after cleaning and after the unrolling and flattening process (Figure 8).

As can be seen in Figure 8, mechanical cleaning with a soft hairbrush together with chemical cleaning with ethanol 96 % was very effective. On the one hand, cleaning avoided the dirt to be absorbed by the swelled emulsion layer during the unrolling process. On the other hand, it has removed microbiological contamination (fungi) present on both sides of the film. In some cases, residual fungi remained attached to the gelatine emulsion and/or CA base. Nevertheless, the effect of the ethanol should be enough to stop their activity. Additionally, a cleaned

image provides a better matrix for digitization. However, the cleaning action must be gentle and not repeated for more than two times, otherwise some abrasion can occur. Based on the collected microscopy images and on the observation at the naked eye, the developed unrolling and flattening treatment did not create any damage on the image of the negatives.

After treatment, the negatives were placed inside acid-free paper envelopes specially designed to store 35 mm strips (Figure 9). The strips can now be easily handled and digitized in high-resolution with the flatbed scanner available at CDI, enabling the study and dissemination of the images from the collection. Considering the intrinsic instability of CA based materials and the insufficient storage conditions from CDI, the envelopes with negatives will be sealed inside aluminium bags and stored in no-frost freezers to extend the lifespan of the films [2].

In future work, measurements such as pH and hardness should be performed, before and after treatment, to assess possible changes in the properties of the negatives. Infrared spectroscopy, among other analytical techniques, could be used to understand the influence of the treatment at a molecular level. The unrolling and flattening procedure should also be tested in chromogenic films and see if the same treatment can be performed.

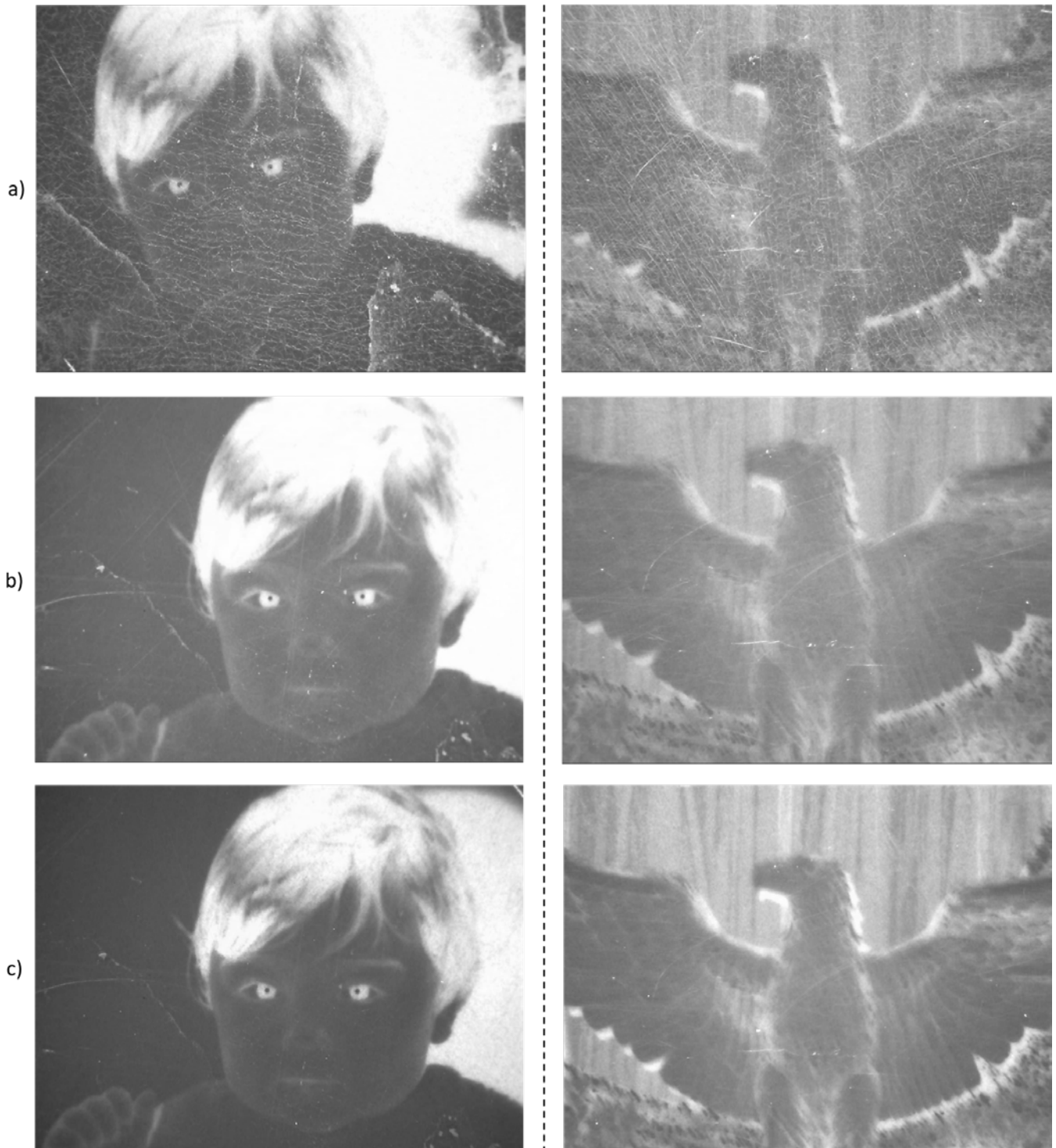


Figure 8. Microscopy images of two negatives (50 ×): *a*) before treatment, *b*) after cleaning, *c*) after unrolling and flattening.



Figure 9. Strips of negatives stored inside acid-free paper envelopes.

Additional precautions should be taken due to the susceptibility of chromogenic dyes to solvents and water. To evaluate the efficiency of the developed methodology on the long-term preservation of the films, artificial ageing tests could be carried out with treated and untreated samples.

Conclusions

The conservation procedures carried out in film collections belonging to Portuguese institutions was surveyed, showing the need to develop new strategies for the preservation of rolled films. A treatment to unroll and flatten films was pursued. The developed technique was successfully implemented for Roland Oliveira's 35 mm silver gelatine negative films. For the time being, about 2600 images were treated. The flatness of the rolled negatives was restored after 24 hours of exposure to solvents inside a vapour chamber (with glycerol, acetone and distilled water, 1:1:3, v:v:v), and 48 hours of flattening under weights. Additionally, the applied cleaning procedure (mechanical cleaning with a soft hairbrush and chemical cleaning with ethanol 96 %) allowed to remove the microbiological contamination present in the negatives. The negatives can now be easily handled and digitized in order to be studied and disseminated to the public at large. Nevertheless, more

tests should be performed in the future to test the efficiency of the treatments on the long-term preservation of the films.

Acknowledgments

The authors would like to thank all institutions that answered to our questionnaire: Administração do Porto de Lisboa, Arquivo de Documentação Fotográfica, Arquivo Diplomático do Ministério dos Negócios Estrangeiros, Arquivo Distrital de Leiria – DGLAB, Arquivo Distrital do Porto, Arquivo Fotográfico da Câmara Municipal de Évora, Arquivo Fotográfico de Duarte Belo, Arquivo Fotográfico de Luís Pavão Lda., Arquivo Histórico da Marinha, Arquivo Municipal de Arganil, Arquivo Municipal de Lisboa, Arquivo Municipal de Vale de Cambra, Associação dos Arqueólogos Portugueses, Biblioteca de Arte e Arquivos da Fundação Calouste Gulbenkian, Biblioteca Pública e Arquivo Regional de Ponto Delgada, Biblioteca Pública e Arquivo Regional Luís da Silva Ribeiro, Câmara Municipal de Almada, Câmara Municipal de Coruche, Câmara Municipal de Moura, Câmara Municipal de Sesimbra, Casa dos Patudos - Museu de Alpiarça, Casa-Museu João de Deus - Câmara Municipal de Silves, Centro de Estudos em Fotografia de Tomar, Centro Português de Fotografia, Confederação Geral dos Trabalhadores Portugueses - Intersindical Nacional, Direção Geral do Livro dos Arquivos e Bibliotecas, Direção Regional do Arquivo e Biblioteca da Madeira, Espaço Memória da Câmara Municipal do Barreiro, Fototeca Municipal de Lagos, Fundação Manuel Viegas Guerreiro, Guarda Nacional Republicana, Instituto da Vinha e Vinho, Museu da Horta, Museu da Imagem em Movimento, Museu da Luz, Museu de Lamego, Museu do Douro, Museu Nacional de História Natural e da Ciência – Universidade de Lisboa, Museu Nogueira da Silva - Universidade do Minho, Radio e Televisão de Portugal, Secretária-Geral da Educação e Ciência, Serviço de Arquivo da Câmara Municipal de Oeiras.

REFERENCES

1. Barata, J. P., 'Roland Oliveira: décadas de história', *O Benfca* **3121** (2004) 4-7.
2. Reilly, J., *The IPI Storage Guide for Acetate Film* (1993), Image Permanence Institute, https://www.imagepermanenceinstitute.org/webfm_send/299 (accessed 2020-03-09).
3. Allen, N. S.; Edge, M., Appleyard, J. H.; Jewitt, T. S.; Horie, C. V., 'Acid-catalysed hydrolytic degradation of historic cellulose triacetate cinematographic film: Influence of various films parameters', *European Polymer Journal* **24** (1988) 707-712, [https://doi.org/10.1016/0014-3057\(88\)90002-X](https://doi.org/10.1016/0014-3057(88)90002-X).
4. Richardson, E.; Giachet, M. T; Schilling, M.; Learner, T., 'Assessing the physical stability of archival cellulose acetate films by monitoring plasticizer loss', *Polymer Degradation and Stability* **107** (2014) 231-236, <https://doi.org/10.1016/j.polyimdegradstab.2013.12.001>.
5. National Film and Sound Archive of Australia, *Damage to Films* (n.d.), <https://www.nfsa.gov.au/preservation/guide/handbook/damage> (accessed 2020-03-09).
6. Keefe, L. E.; Inch, D., *The Life of a Photograph: Archival, Processing, Matting, Framing, and Storage*, Focal Press, Stoneham, Massachusetts (1990).
7. Norris, D. H., *The Conservation Treatment of Deteriorated Photographic Print Materials*, Proceedings from the Centre for Photographic Conservation's First International Conference at the Low Wood Conference Centre, Windermere (1992).
8. Bernier, B., 'Issues in Humidification and Drying of Gelatin Silver Prints', *Topics in Photographic Preservation, American Institute of Conservation* **11** (2005) 6-16, http://resources.culturalheritage.org/pmgtopics/2005-volume-eleven/11_03_Bernier.html (accessed 2020-10-20).
9. Vischi, C.; Hill, G., 'The Study of Two Humidification and Flattening Methods for Albumen Prints to Determine Their Impact on the Evolution of Cracks in the Albumen Layer', *Topics in Photographic Preservation* **11** (2005) 95-96, http://resources.culturalheritage.org/pmgtopics/2005-volume-eleven/11_12_Vischi.pdf (accessed 2020-10-20).
10. Bulat, E.; Bernier, B., 'The Preservation of Panoramas at Harvard University', *Topics in Photographic Preservation* **14** (2011) 122-136, http://resources.culturalheritage.org/pmgtopics/2011-volume-fourteen/14-19_Bulat&Bernier.pdf (accessed 2020-10-20).
11. Lopes, S., *Metodologias de tratamento em Microfilmes de Acetato de Celulose: Coleção da Filmoteca Ultramarina Portuguesa*, Master dissertation, Department of Conservation and Restoration, Universidade Nova de Lisboa, Lisbon (2014).
12. Pietsch, K., 'Flattening Rolled Negatives on Filmbase', *Topics in Photographic Preservation* **16** (2015) 245-256, http://resources.culturalheritage.org/pmg-topics/wp-content/uploads/sites/9/2019/05/38-T-16-Pietsch_paginated.pdf (accessed 2020-10-20).
13. Read, P.; Meyer, M-P., *Restoration of Motion Picture Film*, Butterworth-Heinemann, Oxford (2000).
14. Green, L. A., 'Retirement Can Be a Profitable Pastime', *SMPTE Journal* (1983) 951-953.
15. Cleveland, D.; Pritchard, B., *How Films Were Made and Shown: Some Aspects of the Technical Side of Motion Picture Film 1895-2015*, Local East Anglian Books, Essex (2015).
16. Enticknap, L., *Film Restoration: The Technology and Culture of Audiovisual Heritage*, Palgrave MacMillan, Hampshire (2013).
17. European Broadcasting Union, *Preservation and Reuse of Film Material for Television* (2001), <https://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3289.pdf> (accessed 2020-03-09).
18. Little, D; Lopes, L. V.; Baty, J, *Revisiting Chemical Reconditioning of Cellulose Acetate Films for Improved Digital Reformatting* (n.d.), https://ptlp.com/wp-content/uploads/2019/01/MEIFS_handout_121318.pdf (accessed 2020-03-09).
19. Cudell, R. V.; Oosten, T. van; Laganà, A.; Keulen, H. van; Venade, I., 'Strategies for the conservation of cellulose acetate artworks – case study of two plastic books', in *ICOM-CC 16th Triennial Conference Preprints*, Lisbon 19–23 September, 1003, ed. J. Bridgland, Critério Produção Gráfica Lda., Almada (2011).
20. Rocco, F.; Mirabile, A.; Cardinali, M.; Piccirillo, A; Germinario, G.; Turchetti, M., 'The Olivetti's creativity contained in a letter. Research into flattening methods for reshaping degraded cellulose acetate foils', oral presentation, The Plastics Heritage Congress 2019, Lisbon 29-31 May (2019).
21. Sequeira, S., 'Fungal biodeterioration of paper: development of safer and accessible conservation treatments', PhD dissertation, Department of Conservation and Restoration, Universidade Nova de Lisboa, Lisbon (2016).

RECEIVED: 2020.10.20

REVISED: 2021.5.22

ACCEPTED: 2021.6.30

ONLINE: 2021.7.20



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>.

Analytical characterization of academic nude paintings from the Faculty of Fine Arts of the University of Lisbon

Caracterização material das pinturas de modelo nu da coleção da Faculdade de Belas-Artes da Universidade de Lisboa

ANA MAFALDA
CARDEIRA^{1,2*} 

ANA MARGARIDA
CARDOSO² 

CRISTINA AZEVEDO
TAVARES¹ 

FERNANDO ANTÓNIO
BAPTISTA PEREIRA¹ 
ANTÓNIO CANDEIAS² 

1. Faculdade de Belas-Artes da
Universidade de Lisboa, Lisboa,
Portugal

2. HERCULES Laboratory and
City UMacau Chair on Sustainable
Heritage, Universidade de Évora,
Évora, Portugal

* cardeira@campus.ul.pt

Abstract

This study illustrates the analytical characterization of 20 academic nude paintings from the collection of the Faculty of Fine Arts of the University of Lisbon, made between 1899 and 1918. The study was performed by combining *in situ* non-invasive methods (infrared reflectography, radiography, and EDXRF) and laboratory microanalytical techniques (micro-Raman, micro-FTIR, and SEM-EDS). Infrared reflectography revealed underdrawings, underpaintings, painting style, and execution methods. Analytical techniques allowed the identification of painting materials, such as gypsum, lead white, barium white, zinc white, yellow ochre, chrome yellow, zinc yellow, red ochre, vermilion, ultramarine blue, hematite, Mars red, and lamp black. This study provides valuable information on the academic nude paintings' palette and its artistic production technique. Finally, it intends to continue a systematic analytical study of the Faculty of Fine Arts' collection, allowing the characterization of Master painters, their students, and other authors.

Resumo

Este estudo ilustra a caracterização analítica de 20 pinturas académicas de nu do acervo da Faculdade de Belas-Artes da Universidade de Lisboa, realizadas entre 1899 e 1918. O estudo foi realizado com métodos *in situ* (reflectografia de infravermelho, radiografia e EDXRF) e técnicas microanalíticas (micro-Raman, micro-FTIR e SEM-EDS). A reflectografia de infravermelho revelou desenhos subjacentes, pinturas subjacentes, estilo de pintura e métodos de execução. As técnicas analíticas permitiram a identificação de diversos materiais de pintura, tais como gesso, branco de chumbo, branco de bário, branco de zinco, ocre amarelo, amarelo de crómio, amarelo de zinco, ocre vermelho, vermelhão, azul ultramarino, hematite, vermelho de Marte e negro de carvão. Este estudo fornece informação relevante sobre a paleta de pinturas de nu académico e sua técnica de produção artística. Por fim, pretende-se continuar um estudo analítico sistemático deste acervo, permitindo a caracterização de mestres pintores, estudantes e outros autores.

KEYWORDS

Nude paintings
Raman spectroscopy
EDXRF
Radiography
Infrared Reflectography
SEM-EDS

PALAVRAS-CHAVE

Pintura de modelo nu
Espectroscopia Raman
EDXRF
Radiografia
Refletografia
de Infravermelhos
SEM-EDS.

Introduction

The Faculty of Fine Arts of the University of Lisbon (FBAUL) holds more than 90 academic nude paintings dated between 1883 and 1934. These paintings represent not only the Portuguese production but also the French influence since most of its students went to study abroad at the École des Beaux-Arts de Paris, and at famous French painter's ateliers like Jean-Joseph Benjamin-Constant (1845-1902), Jules-Élie Delaunay (1828-1891) and Fernand Cormon (1845-1924) [1]. The students sent back home their paintings to be evaluated by their Professors in Lisbon, providing testimonies on both Portuguese and French production during this period.

This study discusses the analytical characterization of the pigments' palette used on 20 academic nude paintings executed in Lisbon and Paris, signed and dated between 1899 and 1918. These paintings were chosen because they were made by students of two different Professors: Master Painter Veloso Salgado, and Master Painter Columbano Bordalo Pinheiro. Analytical characterization of academic paintings made by Veloso Salgado was already published in 2016 [2] and used for comparison here.

With the aim of characterizing these student painters' palette and painting method, both imaging and analytical techniques were used on these academic nude oil paintings. The imaging approach was made with infrared reflectography

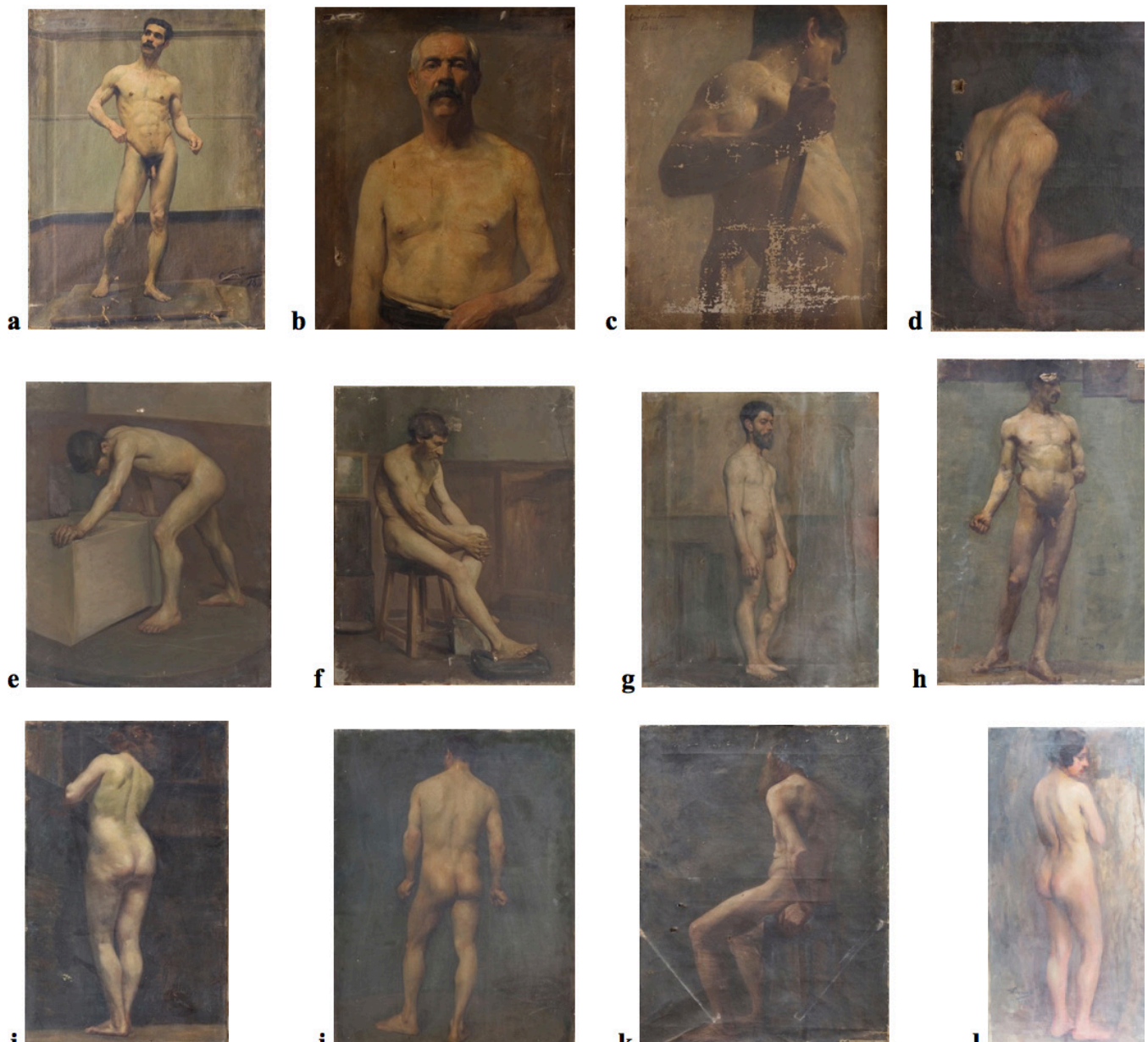


Figure 1. Veloso Salgado students' paintings: *a)* Carlos Franco (1879-1959), 1899, 80 × 60 cm, oil on canvas, Inventory No. 4102; *b)* Constantino Fernandes (1878-1920), 1899, 79 × 63,5 cm, oil on canvas, Inventory No. 3635; *c)* Constantino Fernandes (1878-1920), 1905, Paris, 59,5 × 48,5 cm, oil on canvas, Inventory No. 3601; *d)* Artur Miguel Severino (1878-?), 1901, Paris, 73 × 59,5 cm, oil on canvas, Inventory No. 4101; *e)* Artur Miguel Severino (1878-?), 1901, 80 × 64,5 cm, oil on canvas, Inventory No. 4103; *f)* Trindade Chagas (1881-1958), 18-06-1902, 81 × 64,5 cm, oil on canvas, Inventory No. 4076; *g)* Constâncio Silva (1882-1949), 1905, 81,5 × 65 cm, oil on canvas, Inventory No. 4082; *h)* José Campas (1888-1971), 1910, Paris, 80 × 54 cm, oil on canvas, Inventory No. 4090; *i)* José Campas (1888-1971), 1910, 81,5 × 50 cm, oil on canvas, Paris, Inventory No. 4095; *j)* Dórdio Gomes (1890-1976), 1909, 80 × 60 cm, oil on canvas, Inventory No. 4097; *k)* Henrique Tavares, no date, 83 × 62 cm, oil on canvas, Inventory No. 3679; *l)* Lacerda?, 1922, 80 × 40 cm, oil on canvas, Inventory No. 4093.

examination, which permits the reconstruction of artwork's material history by allowing non-invasive and non-destructive information from underlayers like distinctive paintbrushes of characteristic artists and schools, shadow delimitation schemes, artist's pentimenti, and underdrawings [3-8]. Furthermore, radiography allowed in some cases to provide a clear image of underpaintings and material dissipation throughout the composition.

Energy Dispersive X-Ray Fluorescence spectrometry (EDXRF) was suitable for *in situ* elemental characterization of pigments on all the 20 paintings, allowing a non-invasive and non-destructive approach for fast identification of the key elements in several pigments [7-9]. In some cases, giving the fact that there are mutual key elements in a wide range of pigments and lacking characteristic elements measurable through EDXRF, Raman and Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopies were performed to enhance the data directly on micro-samples taken from areas of a different colour. Moreover,

the spatial resolution and elemental analysis of Scanning Electron Microscopy with Energy Dispersive Spectroscopy (SEM-EDS) disclosed further information concerning the preparation and paint layers and artist's materials.

This research provides important information on academic nude painting artistic practice in the late nineteenth century and the beginning of the twentieth century at the Academy of Fine Arts of Lisbon.

Materials and methods

Sample description

The 20 paintings selected in this study (Figure 1 and Figure 2) were authored by the following Veloso Salgado's students: Artur Miguel Severino (1878-?), Carlos Franco (1880-1959), Constâncio Silva (1882-1949), Constantino Fernandes (1878-1920), Dórdio Gomes (1890-1976), José Campas (1888-1917) and Trindade Chagas

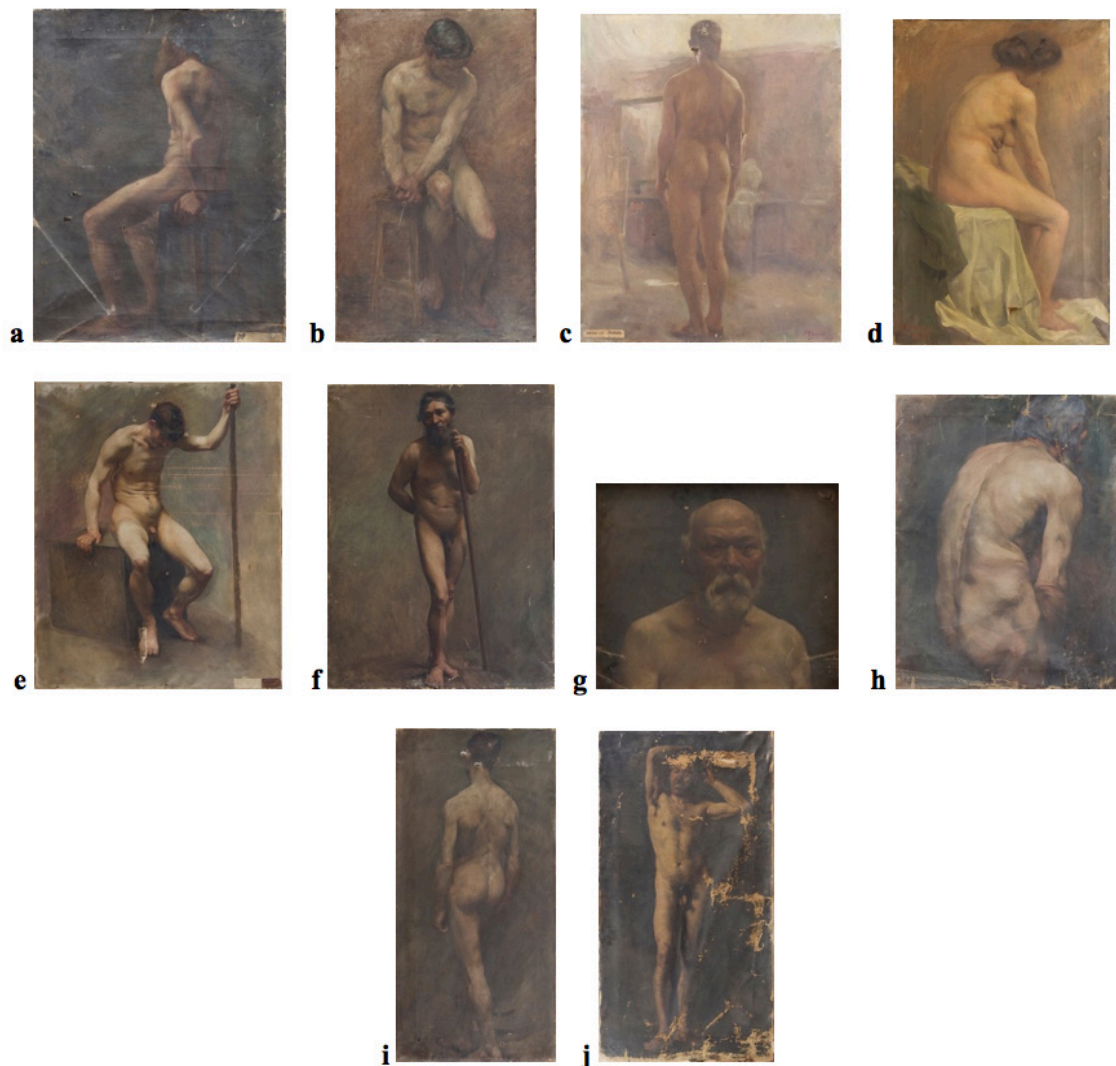


Figure 2. Columbano students' paintings: *a)* Henrique Tavares (1879-1911), Paris, 82 × 92 cm, oil on canvas, Inventory No. 3679; *b)* Henrique Franco (1883-1961), 1908, 74 × 46 cm, oil on canvas, Inventory No. 4085; *c)* Henrique Franco (1883-1961), 1910, 81 × 64.5 cm, oil on canvas, Inventory No. 4077; *d)* Henrique Franco (1883-1961), 1918, 96.5 × 65 cm, oil on canvas, Inventory No. 4099; *e)* Ricardo Ruivo Júnior (1878-1910), 12-06-1903, 81 × 65.5 cm, oil on canvas, Inventory No. 4100; *f)* Ricardo Ruivo Júnior (1878-1910), 08-04-1906(7)?, 79 × 60 cm, oil on canvas, Inventory No. 3915; *g)* Ricardo Ruivo Júnior (1878-1910), 42.5 × 51 cm, oil on canvas, Inventory No. 3612; *h)* Ricardo Ruivo Júnior (1878-1910), 73 × 55.5 cm, oil on canvas, Inventory No. 4105; *i)* Ricardo Ruivo Júnior (1878-1910), 87 × 41 cm, oil on canvas, Inventory No. 4092; *j)* Ricardo Ruivo Júnior (1878-1910)?, 107.5 × 58 cm, Inventory No. 3675.

(1881-1958); and by the following Columbano Bordalo Pinheiro's students: Henrique Franco (1883-1961), Henrique Tavares (1905-1988) and Ricardo Ruivo Júnior (1878-1910).

These paintings vary in height between 60 and 80 cm, and in width between 40 and 60 cm. They were analysed *in situ* using a portable EDXRF spectrometer. Taking into account the EDXRF results, a total of 118 micro-samples were collected from the 20 paintings (an average of six micro-samples per painting). The micro-samples were obtained *in situ* at the painting storage of the Fine Arts of Lisbon. Two scalpels were used to separate the micro-sample from the painting (one for removing and another one to assist the manoeuvring procedure), Eppendorfs were used to store the micro-samples and all the micro-samples were identified with the painting code and a number of the sampling point. All the samples were mounted in EpoFix Epoxy resin, observed under reflected light with a microscope Olympus BX41/51, using 10 ×, 50 ×, and 100 × magnification objective, and analysed by Raman, FTIR, and SEM-EDS spectroscopy.

Infrared reflectography

Infrared reflectography was performed *in situ* with an OSIRIS infrared camera, operating at wavelengths from 900 to 1700 nm. This camera has an InGaAs array sensor with a 0.05 mm resolution. Made by Rodenstock, the Rodagon lens consisting of six elements, has a focal length of 150 mm and an aperture range of f/5.6-f/45. Reflectograms were recorded with a working distance (front of the body camera to painting) of 170 cm, and focus (front of body camera to the lens, measured with a laser distance meter equipment) of 20 cm, an f/11 aperture, and diffused illumination at 1000 lux by reflectors with 2 × 1000 X Tungsten Halogen VC – 1000Q Quartz Light. This technique was applied to all the paintings.

Radiography

Digital X-ray radiography was performed on all the paintings with a YXLON Smart 160E/0.4 continuous emission X-ray source, with the possibility of adjusting the voltage between the range 10 and 160 kV and amperage between 2.0 to 6.0 mA. Images were obtained by flexible plates scanned with a Durr NDT-CR35SEC scanner. The high penetration of the X-rays allows collecting information about all strata, being recorded in the radiographic film the absorption of the different materials present, according to their physical and chemical composition. This examination allows to observe the state of conservation of a painting, as well as to identify the extent of restoration intervention; observe underlying layers of paint and identify and distinguish materials of different atomic weight.

Portable Energy Dispersive X-Ray Fluorescence Analysis (EDXRF)

In situ energy dispersive X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF) analysis was performed using a BRUKER Tracer III/IV SD handheld X-Ray Fluorescence Spectrometer. Analyses were made using a Ti/Al filter, 40 Kev voltage, 11 µA current, and 90 s acquisition time. The instrument was fixed on a tripod and positioned close to the surface of the area of interest. Spectra were analysed using the software ARTAX.

Scanning Electron Microscopy with Energy Dispersive Spectroscopy Analysis (SEM-EDS)

Scanning electron microscopy was performed on a HITACHI S3700N variable pressure scanning electron microscope equipped with a BRUKER X-Flash energy dispersive X-ray spectrometer (VP-SEM-EDS). The images were collected in backscattering mode using 20 kV and 40 mA and air pressure



Figure 3. Academic Nude Torso, Constantino Fernandes (1878-1920), 1905, 59.5 × 48.5 cm, oil on canvas, FBAUL, Inventory No. 3601: a) visible light and b) respective infrared reflectography.



Figure 4. Academic Nude, Lacerda (?), 1922, 80 × 40 cm, oil on canvas, FBAUL, Inventory No. 4093: *a*) visible light; *b*) infrared reflectography; *c*) radiography; *d*) and with detail on the signature by Eduardo Viana on the right side.

in the chamber of 40 Pa. Single spectra and elemental maps were obtained for all layers.

Micro-Raman Analysis

Raman analyses were undertaken using a Horiba-Jobin Yvon XploRA confocal spectrometer, using a 785 nm excitation wavelength, with maximum incident power of 0.2 mW. Using a 100 × magnification objective with a pinhole of 500 μm and an entrance slit of 100 μm, the scattered light collected by the objective was dispersed onto the air-cooled CCD array of an Andor iDus detector by a 1200 lines/mm grating. Raman spectroscopy was performed using LabSpec (V5.78). The identification of pigments was made in good agreement with the literature [10-11], Spectral ID, and our own references spectra (Kremer).

Micro-Fourier Transform Infrared Analysis (μ-FTIR)

The identification of binders and pigments was performed by μ-FTIR on a Bruker Hyperion 3000 micro-spectrometer equipped with a Mercury-Cadmium-Telluride (MCT) detector and a 15 × objective in transmission mode using a compression diamond cell from ST Japan. The spectra were acquired with a 4 cm⁻¹ spectral resolution and an average of 32 scans, within the IR region of 4000-600 cm⁻¹.

Results and discussion

Infrared reflectography information allowed the distinction of materials due to the differences in the reflectance detected when exposed to infrared radiation [12]. Infrared radiation can penetrate thin layers of paint, be absorbed by carbon-based elements, such as graphite and charcoal (opaque in infrared region), and reflect back to the surface through a nondesturbing medium such as the preparation layer which usually is made of chalk and gypsum (transparent in infrared region) [12].

In most paintings, reflectograms unveiled that the underdrawings were performed using carbon black. Distinct large paintbrush strokes could be observed, outlining darker shade areas, artist contour, and painters' pentimenti (Figure 1c and Figure 3).

Furthermore, the concomitant application of infrared reflectography and radiography uncovered the presence of underpaintings. The radiography technique additionally revealed the presence of a signature on a particular underlying painting (Figure 4), thus allowing the identification of the underlying painting's author as Eduardo Viana (1881-1967), a modern Portuguese painter. This is the only painting signed by Eduardo Viana in the collection of the Faculty of Fine Arts of Lisbon and it is hidden underneath this painting made by a student

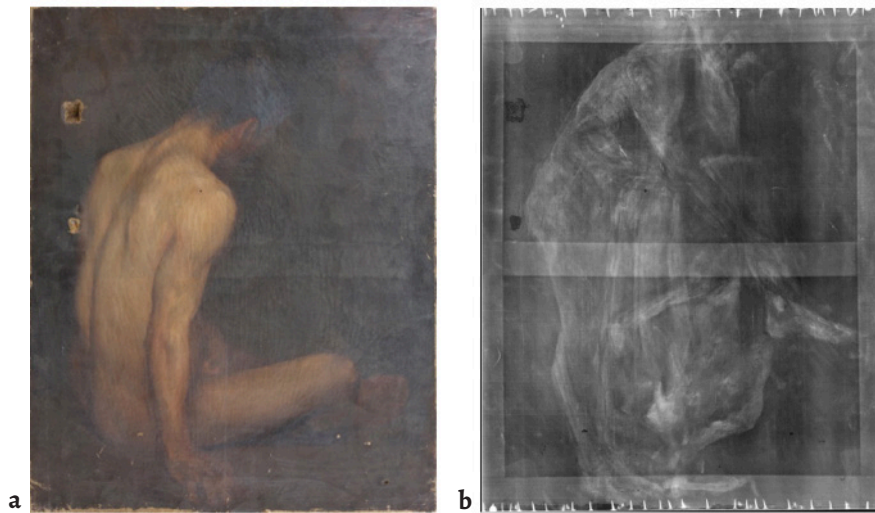


Figure 5. Academic Nude Seated, Artur Miguel Severino (1878-?) 1901, 73 × 59.5 cm, oil on canvas, FBAUL, Inventory No. 4101: a) visible light and b) related radiography .

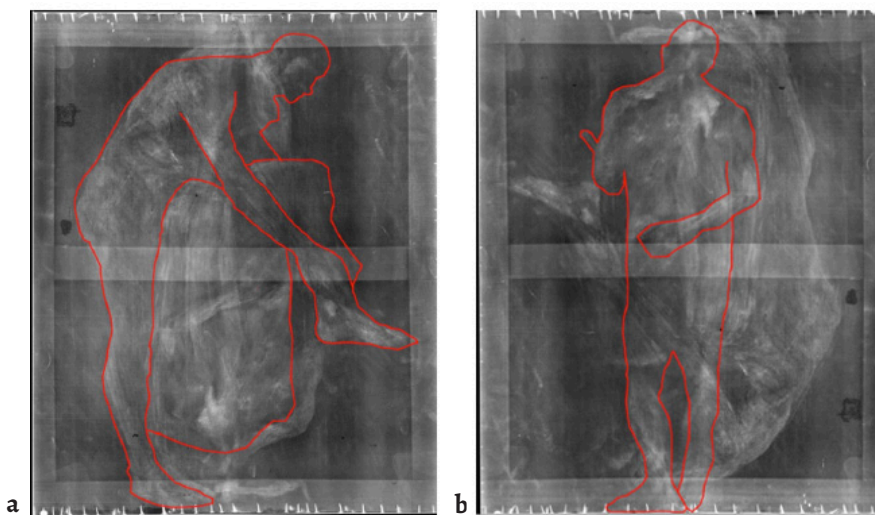


Figure 6. Radiography of Academic Nude Seated by Artur Miguel Severino (1878-?), 73 × 59.5 cm, FBAUL, Inventory No. 4101: a) normal position; b) vertical inverted image. Red outline of two different models portrayed in the same painting (possibly different layers).

(Lacerda?), in 1922. The difference between the representation of the nude model on the infrared reflectography and on the radiography (Figure 4) can be related to the fact that lead white was used in the underpainting, while on the latter painting, white pigments composed of lighter elements such as titanium (Ti), barium (Ba), or zinc (Zn) were applied, as will be discussed later on the white colouring areas section.

In the specific case of the painting executed by Severino (Figure 1d), the presence of two other different paintings/models were unveiled by radiography, which are presented in Figure 5 and outlined in Figure 6.

Nonetheless, in some paintings, the infrared reflectography technique did not reveal the presence of underdrawings. This can be correlated with non-carbon-based materials applied to define the composition rather than the absence of sketch drawing. In all paintings' EDXRF spectra, the systematic presence of sulfur (S), calcium (Ca), and lead (Pb) elements was observed, indicating

that calcium and lead-based pigments could have possibly been used as the primary preparation layer (Figure 7). The key elements of gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) are S and Ca, and for lead white pigment ($2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$) the key element is Pb. Raman spectroscopy confirmed the presence of gypsum and lead white, due to its characteristic bands at 1087 cm^{-1} and at 1056 cm^{-1} , respectively [10-11] (Figure 13). These compounds were also confirmed using FTIR, owing to the obtained absorption bands of carbonate in calcite at 1427 cm^{-1} (C-O stretching) and 874 cm^{-1} (out-of-plane bending vibration), the absorption bands of sulphate groups in gypsum at 1114 cm^{-1} (S-O stretching), and 3400 cm^{-1} (O-H stretching vibration) [13], and characteristic lead white (hydrocerussite) bands at 681 cm^{-1} (C-O bending), 1398 cm^{-1} (C-O stretching) and 3535 cm^{-1} (O-H stretching vibration) (Figure 8) [14]. The mixture of these compounds as a preparation layer can be observed in several paintings from the nineteenth and twentieth centuries [6-8]. Moreover, as also observed in the academic paintings by

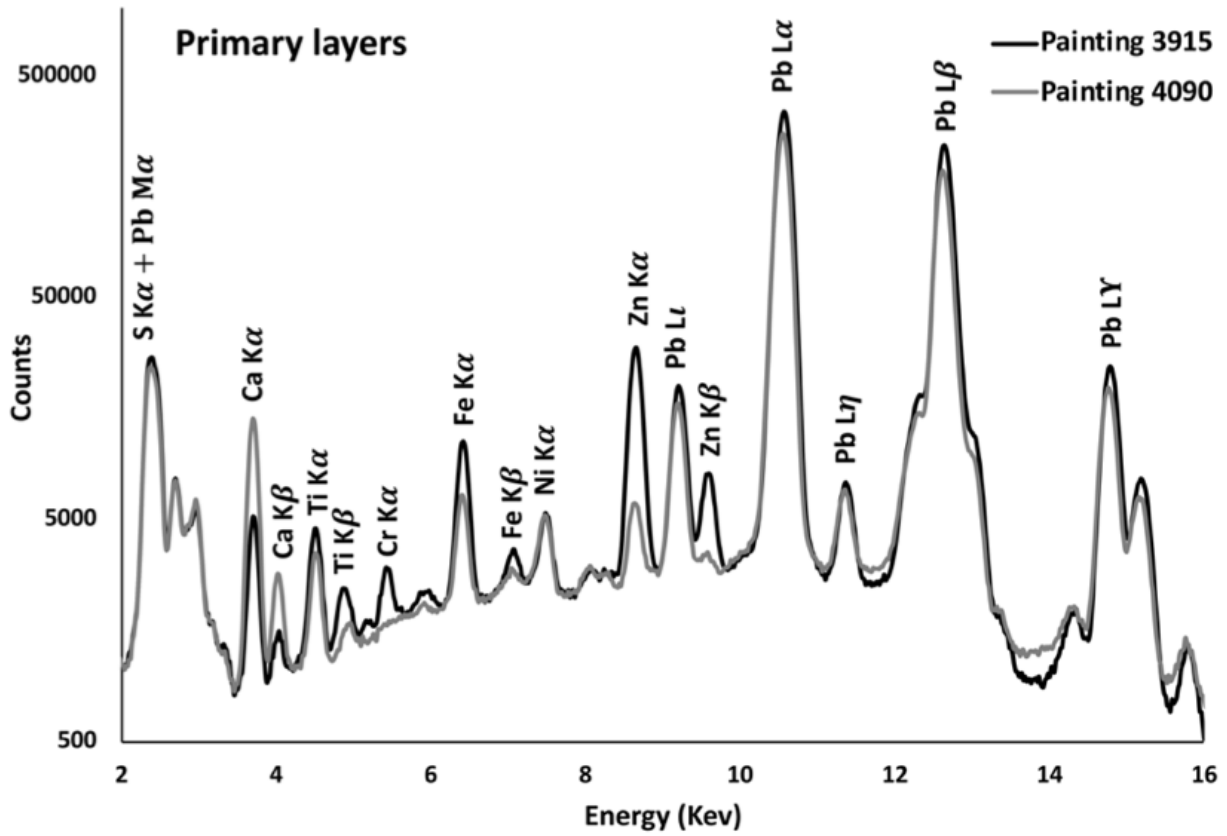


Figure 7. EDXRF spectra of primary layer of paintings Inv. Nos. 3915 (Figure 2f) and 4090 (Figure 1h).

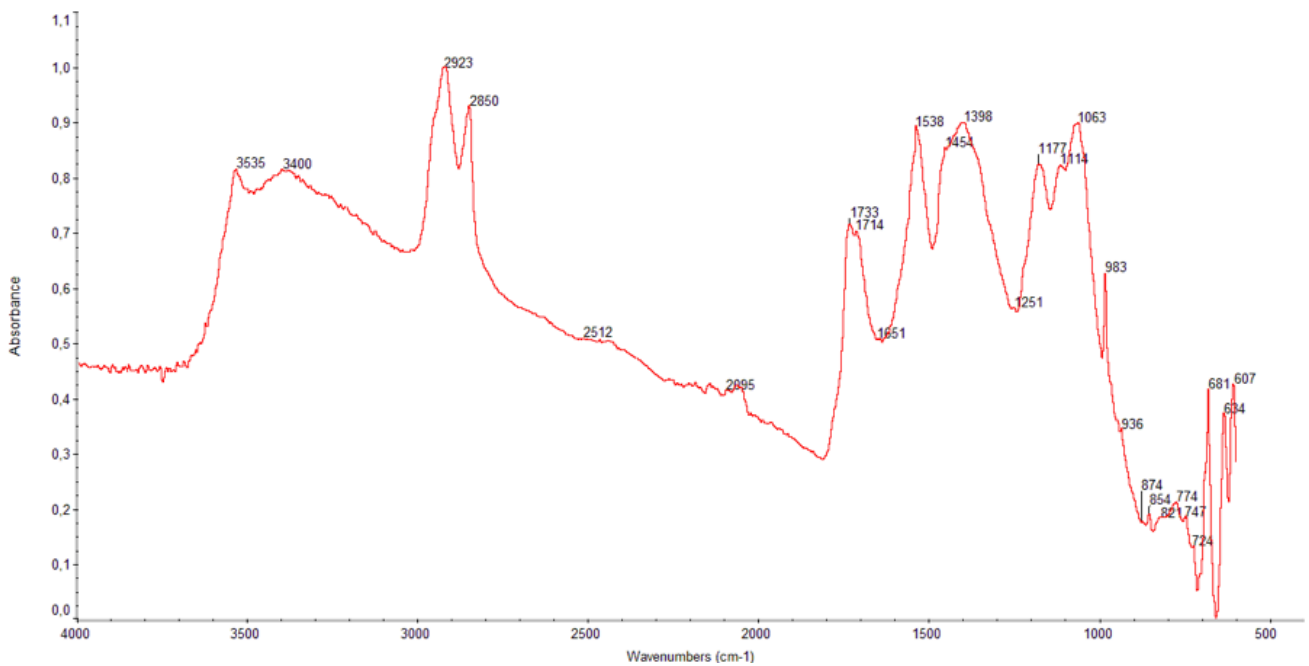


Figure 8. FTIR spectra of the primary layer of painting Inv. No. 3915 (Figure 2f).

Table 1. Summary of primary layers by painting (separated or mixed gypsum and lead white compounds).

Class	Author	Execution year	Painting	Separated layers of gypsum/calcite and lead white	Mixed layer of gypsum/calcite and lead white
Veloso Salgado	Carlos Franco	1899	Figure 1a		×
	Constantino Fernandes	1899	Figure 1b		×
		1905	Figure 1c		×
	Artur Miguel Severino	1901	Figure 1d	×	
		1901	Figure 1e	×	
	Trindade Chagas	18-06-1902	Figure 1f	×	
	Constâncio Silva	1905	Figure 1g	×	
	José Campas	1910	Figure 1h	×	×
		1910	Figure 1i		×
	Dórdio Gomes	1909	Figure 1j	×	
Veloso or Columbano	Henrique Tavares	(?)	Figure 1k	×	
			Figure 2a		
Columbano	Henrique Franco	1908	Figure 2b	×	
		1910	Figure 2c	×	
		1918	Figure 2d	×	
	Ricardo Ruivo	12-06-1903	Figure 2e	×	
		08-04-1906(7?)	Figure 2f		×
		(1901-1910)	Figure 2g	×	
		(1901-1910)	Figure 2h	×	
		(1901-1910)	Figure 2i	×	
	Ricardo Ruivo (?)	(?)	Figure 2j		×

the Portuguese painter Aurélia de Sousa, which can serve as a comparison in this study, overlaying both gypsum and lead white provided a more controlled drying time, which was essential due to the limited time to execute live model paintings [15].

Although titanium (Ti), zinc (Zn) and chromium (Cr) are characterized for white and yellow colouring areas as will be discussed later, these elements were not identified on the primary layer. Since the EDXRF spectrometer analyses all the paintings' layers simultaneously, the characterization of primary layers had to rely on stratigraphic micro-samples mounted on epoxy resin. These stratigraphies allowed the identification of lead white and gypsum on primary layers through Raman, and FTIR spectroscopies. Furthermore, SEM-EDS did not detect titanium, zinc or chromium elements on these primary layers.

The analysis of the primary layers' structure under SEM-EDS revealed the presence of two different types of preparations in the studied paintings: preparations made of two separate

layers of gypsum or calcite and lead white; and preparations composed of a mixture of both materials applied as a single layer (Table 1 and Figure 9).

Lead white was also used in admixture with other pigments to obtain brighter colours in skin tones of the portrayed models. These tones were attained by intermixing lead white with other pigments, which were also detected in EDXRF spectra (Figure 10). This lead pigment was then progressively replaced by other less toxic white pigments such as zinc white, titanium white, barium white and other opaque white compounds [16]. In fact, the presence of Ba in five paintings as a Ba-based pigment, such as barium white, was confirmed through Raman spectroscopy due to its characteristic bands at 457 and 990 cm^{-1} [10-11] (Figure 13). Both lead white and barite were identified by FTIR analyses, with their characteristic bands at 1414 cm^{-1} (C-O stretching) and 681 cm^{-1} (C-O bending vibration), and at 606 and 637 cm^{-1} (S-O bending vibration), respectively [17] (Figure 11).

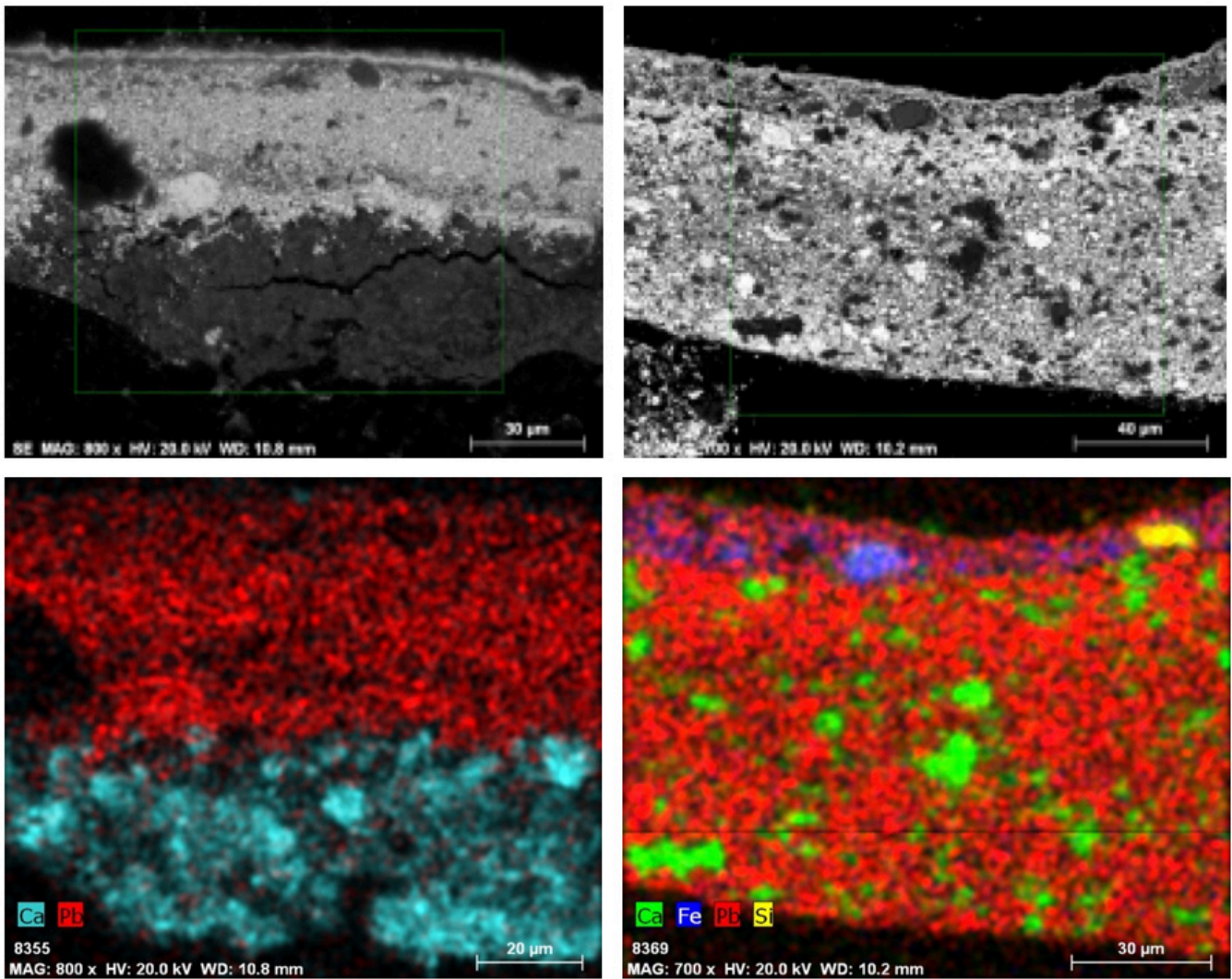


Figure 9. SEM-EDS image (a) and (b)) and false colour mapping (c) and d)) of primary layers with Ca (gypsum) e Pb (lead white) of sample 4103-007 (a) and c)) and primary layers of sample 4095-004 (b) and d)) (paintings from Figure 1e and Figure 1i, respectively).

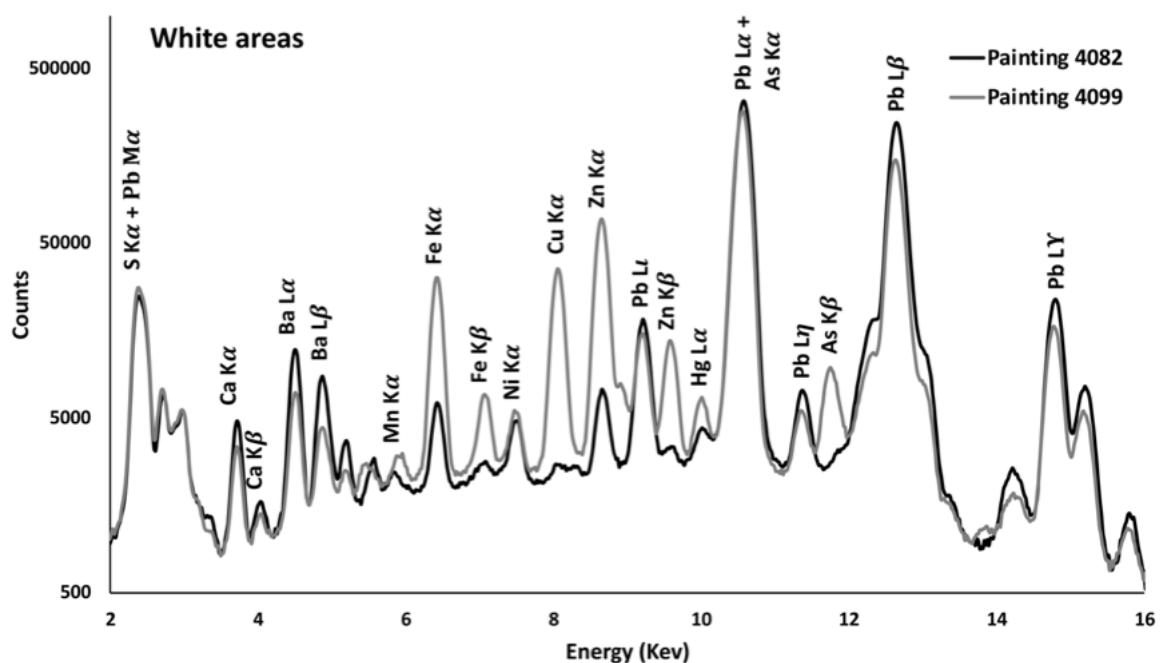


Figure 10. EDXRF spectra of white colouring areas of paintings Inv. Nos. 4082 and 4099 (Figure 1g and Figure 2d).

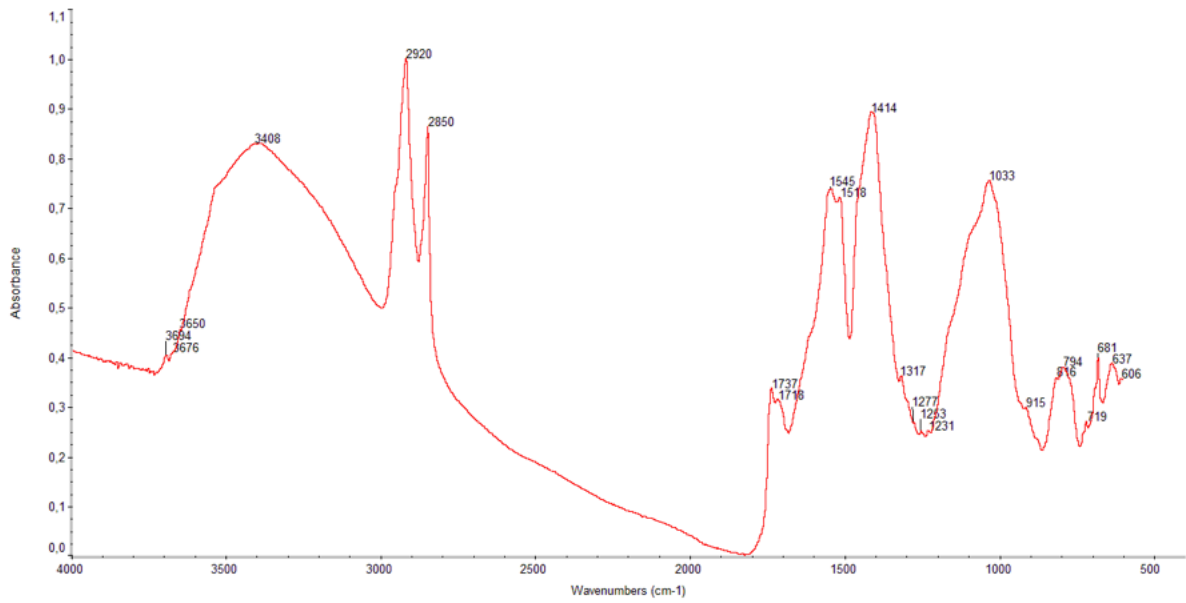


Figure 11. FTIR spectrum of white colouring areas of painting Inv. No. 3679 (Figure 1k).

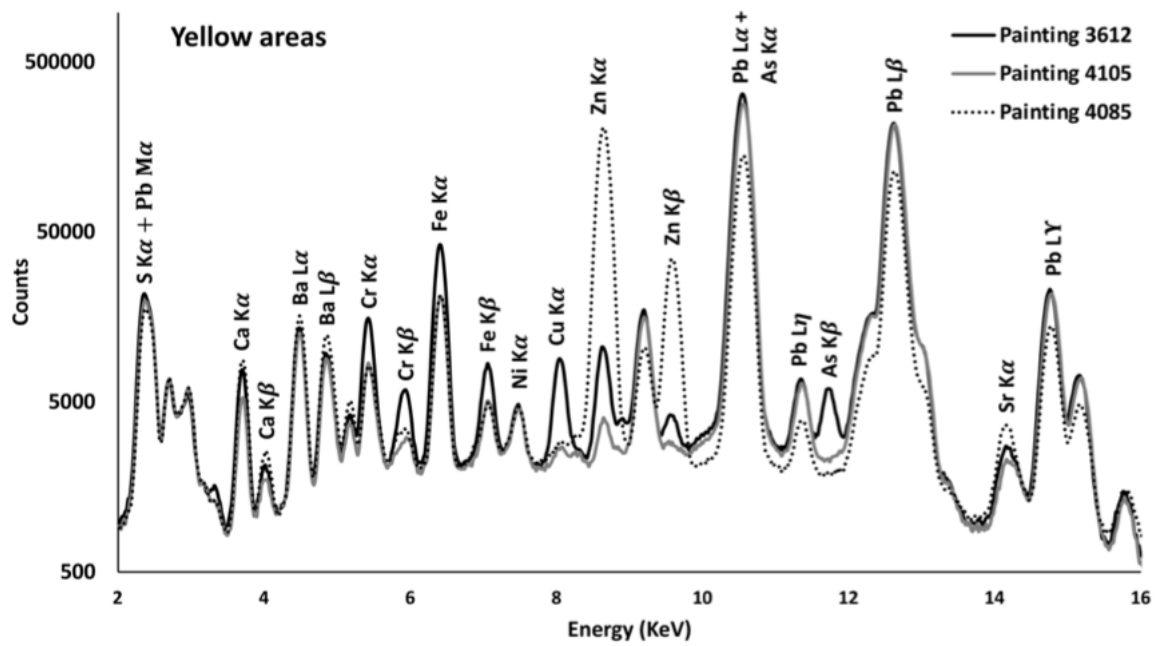


Figure 12. EDXRF spectra of yellow colouring areas of paintings Inv. Nos. 3612, 4105 and 4085 (Figure 2bg, 2h and 2b, respectively).

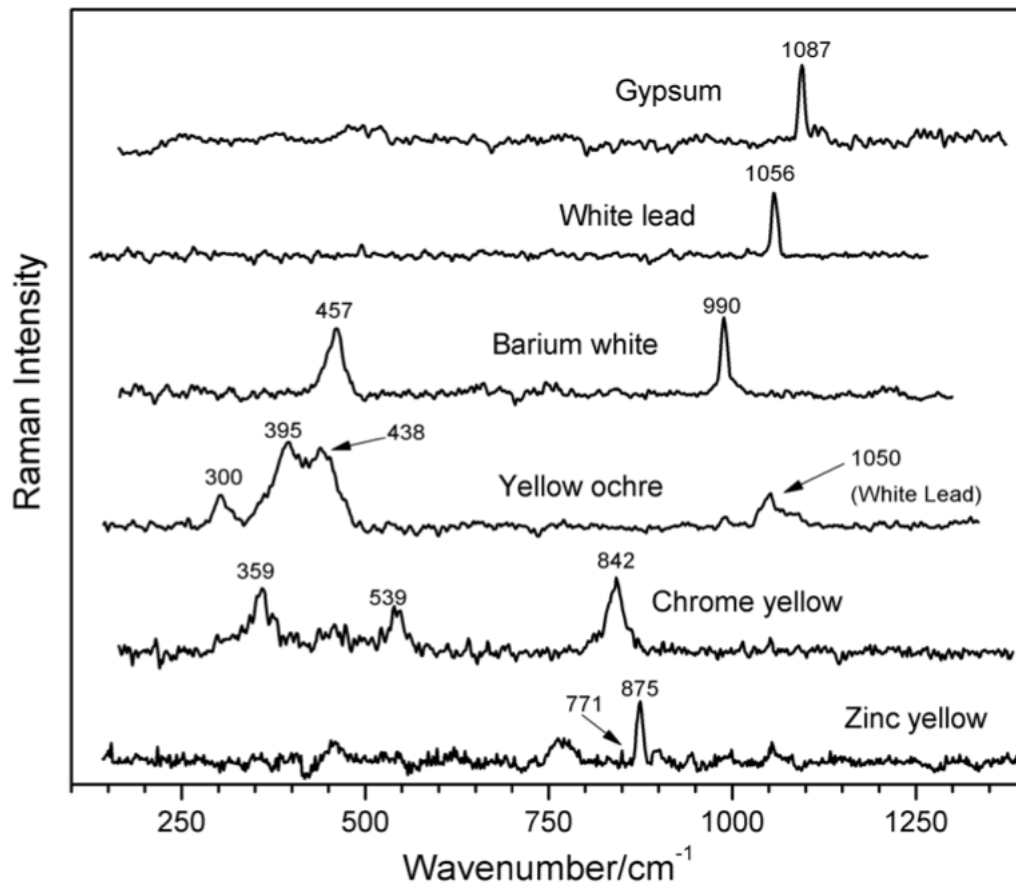


Figure 13. Raman spectra of yellow colouring areas of paintings Inv. Nos. 3612, 4105 and 4085 (Figure 2bg, 2h and 2b, respectively).



Figure 14. FTIR spectrum obtained for yellow colouring area of painting Inv. No. 4092 (Figure 2bi).

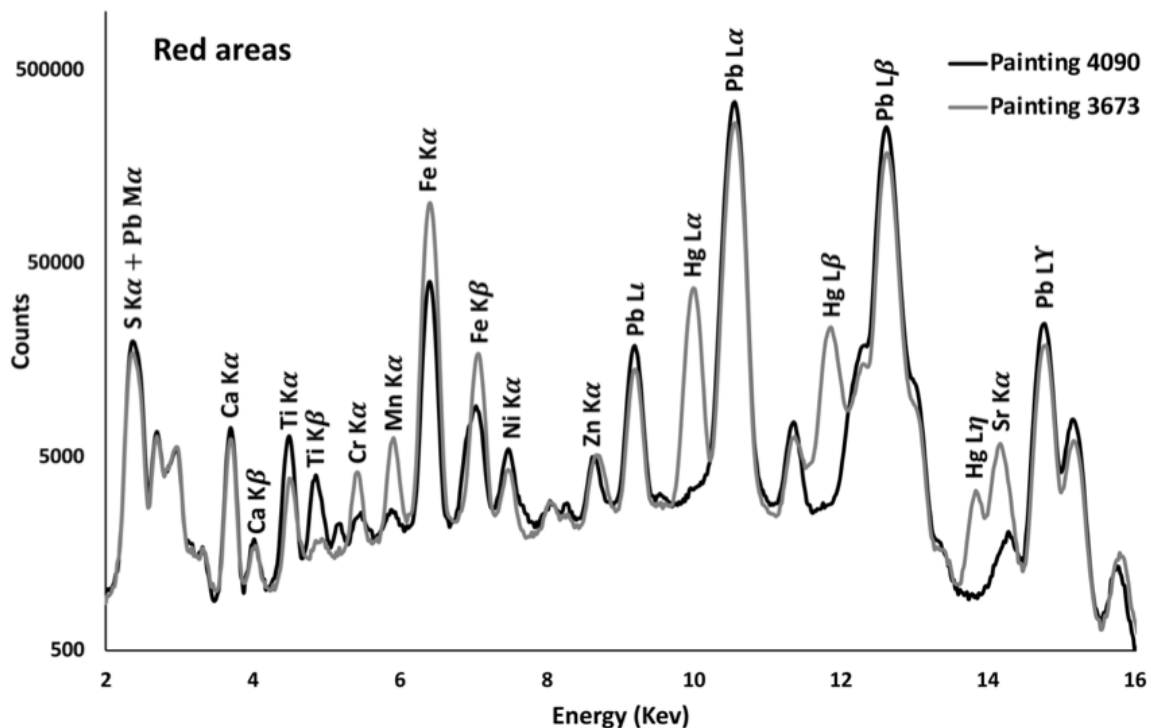


Figure 15. EDXRF spectra for red colouring areas of paintings Inv. Nos. 4090 and 3673 (Figure 1h and Figure 2bj, respectively).

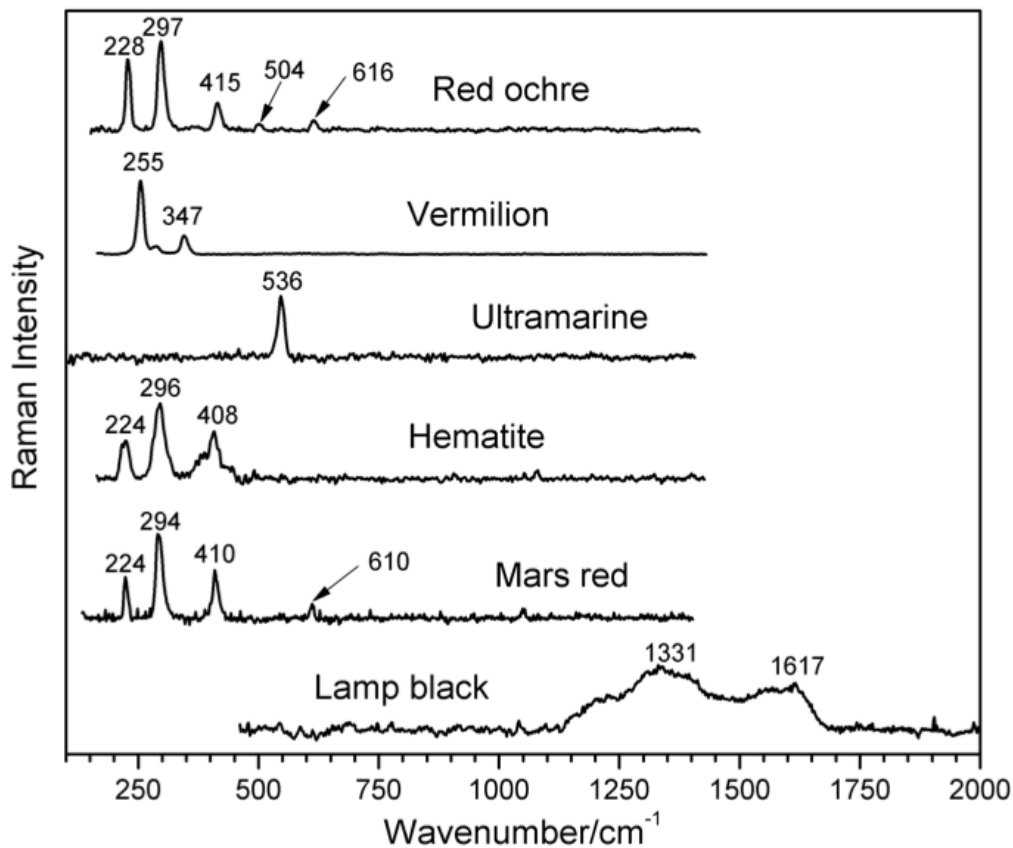


Figure 16. Raman spectra obtained for red, blue, brown and black colouring areas of paintings Inv. Nos. 3601, 3635, 3673, 3915, 4092 (Figures 1c, 1b, 2j, 2f and 2i, respectively).

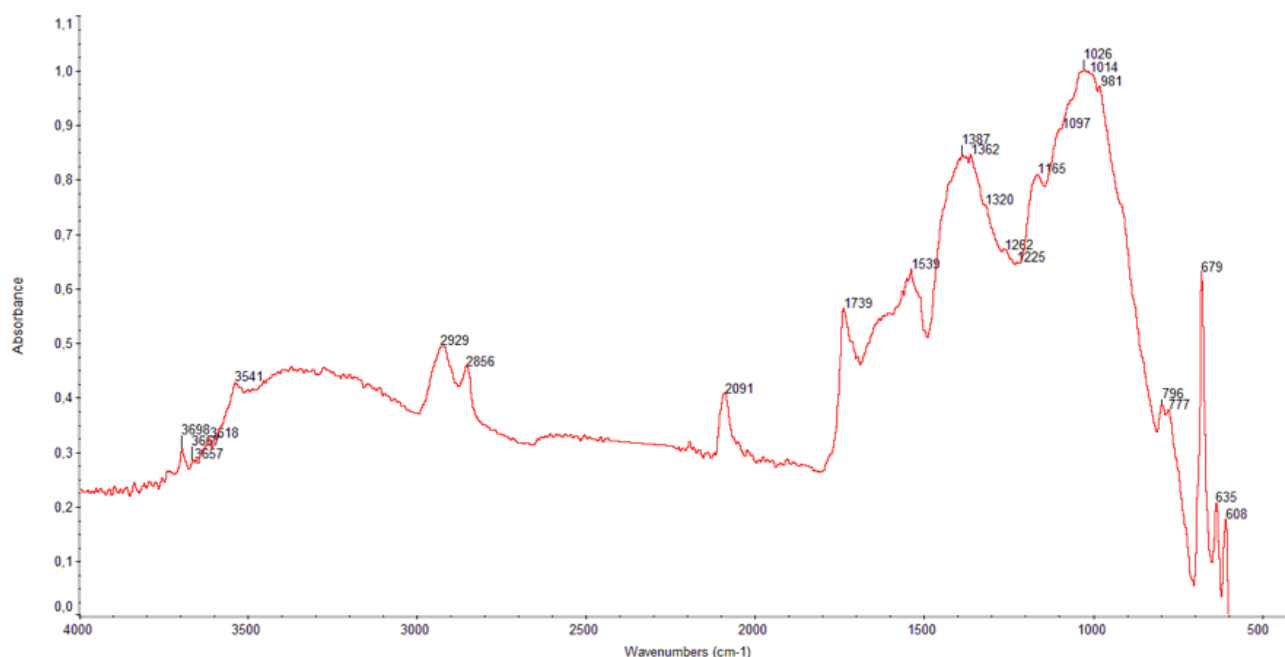


Figure 17. FTIR spectrum obtained for bluish colouring area of painting Inv. No. 4082 (Figure 1g).

In yellow areas, EDXRF spectra of the majority of the analysed paintings showed potassium (K), iron (Fe), manganese (Mn), copper (Cu) and Zn, which are regularly found in iron-based pigments such as ochres (Figure 2). Yellow ochre is a rich natural earth-based pigment, chronologically and geographically widespread, comprising aluminosilicates and iron oxides. Moreover, ochre materials are rich in potassium, which acts as a cation in the phyllosilicates mineral's arrangement. Ochre resultant sulphide ores are often enriched with minor elements such as copper, zinc, arsenic (As), and lead [16]. Concerning manganese, it features ochre as manganese oxide, which is responsible for the brownish hue of the yellow colour [18,19].

Table 2. Summary of pigments by colouring areas.

Colors	Pigments
White	Lead white; Barium white; Zinc white
Yellow	Yellow ochre; Chrome yellow; Yellow zinc
Red	Red ochre; Vermilion
Blue	Ultramarine; Prussian blue
Brown	Hematite; Mars red
Black	Lamp black

The presence of yellow ochre/goethite (FeOOH) was confirmed using Raman spectroscopy, by showing its characteristic bands at 300, 395, and 438 cm^{-1} [10] (Figure 13). The use of both EDXRF and Raman spectrometries confirm the use of a yellow ochre pigment on the majority of the paintings (Figure 1a-b, 1d, 1f-i, 1k, 2a-c, 2e-f, and 2j).

On the other six paintings (Figure 1c, 1e, 1j, and 2g-i), EDXRF spectra showed chromium (Cr) as well (Figure 12). This element indicates the presence of Cr-based pigments. Raman spectroscopy revealed the presence of chrome yellow (PbCrO_4), with its characteristic bands at 359, 539, and 842 cm^{-1} [11] (Figure 13). FTIR analyses confirmed the presence of chrome yellow, due to its characteristic band at 853 cm^{-1} (Figure 14).

In the particular case of painting Inventory no. 3612 (Figure 2g), the EDXRF spectrum (Figure 12) showed the concomitant presence of Zn and Cr, indicating the presence of a pigment such as zinc yellow (ZnCrO_4). Raman spectroscopy confirmed the presence of this pigment due to its characteristic bands at 771 and 875 cm^{-1} [11] (Figure 13). Zinc yellow was discovered by Vauquelin in 1809, but it was only developed for artists in 1847 by Murdock, and since then, this pigment has been widely used for all kinds of artistic purposes [16].

The nature of the pigment used for colouring red areas in 15 of the studied paintings (Figure 1a-h, 1k, 2a-b, 2e-h, and 2j) was determined by EDXRF to be an Fe-based pigment (Figure 10). This pigment revealed to be a red ochre (Fe_2O_3) through Raman spectroscopy, by exhibiting its characteristic bands at 228, 297, 415, 504, and 616 cm^{-1} [11] (Figure 15). Red ochre was also used by Aurélia de Sousa as a substitute for vermilion (HgS) and applied in skin tones to achieve a warmer hue. In the other five paintings (Figure 1i-j, 2c-d, and 2i), vermilion was detected using solely EDXRF, taking into account this is the only pigment known so far with Hg as a key element (Figure 15). Raman spectroscopy analyses confirmed the presence of this pigment with its characteristic bands at 255 and 347 cm^{-1} [10] (Figure 16).

For the majority of the paintings (Figure 1a-f, 1h-k, 2a-c, 2e, 2g, and 2j), on bluish hued areas, ultramarine blue ($\text{Na}_{8-10}\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{S}_{2-4}$) could only be detected by Raman spectroscopy

due to its characteristic band at 536 cm^{-1} [10] (Figure 16). EDXRF analyses were unable to detect any specific element of this pigment. Ultramarine blue was applied in a mixture with the above identified yellow and red pigments to obtain a brownish hue, and also with white or black pigments, to achieve lighter or darker skin tones. On four of the paintings (Figure 1g, 2f, and 2h-i), FTIR analyses detected the presence of Prussian blue due to its strong $\text{C}\equiv\text{N}$ absorption band at 2091 cm^{-1} [20] (Figure 17).

In skin shades and brown colouring areas, EDXRF spectra exhibit Fe, mercury (Hg), and Pb for most cases (Figura 15), which suggests a blend of previously identified pigments, such as red ochre, vermilion and lead white, to obtain a wide range of hues. By comparing these results with Aurélia's and Master Veloso Salgado's paintings from the same period we can conclude that they also used a mixture of green, red, yellow, and blue pigments with black or white for darker or lighter shades [2, 15].

In the three paintings depicted in Figure 1b, 1d, and 2c, Raman spectroscopy confirmed the presence of hematite (Fe_2O_3) with its characteristic bands at 224, 296, and 408 cm^{-1} [11] (Figure 16). This pigment was applied more often in the darker areas of skin tones as an approach to achieve a more natural and accurate effect on the paintings. In the paintings shown in Figure 1h, 2e, and 2h-i, on darker skin tones, Mars red (Fe_2O_3) was also identified with its characteristic bands at 224, 294, 410, and 610 cm^{-1} .

For darker skin tones, apart from the pigments previously mentioned, lamp black was used to darken the hues in all 20 paintings. This carbon-based pigment was characterized solely through Raman spectroscopy with its characteristic bands at 1331 and 1617 cm^{-1} [10-11] (Figure 16).

The results obtained lead to the conclusion that these paintings followed an artistic production methodology similar to the ones used by José Veloso Salgado (some of them were his students) and Aurélia de Sousa in academic paintings [2, 15].

White colouring areas were obtained using white lead as Salgado and Aurélia did, and yellow colouring areas with yellow ochre, chrome yellow, and zinc yellow [2, 15]. Red colouring areas were obtained mainly with red ochre instead of vermilion, which could suggest the discontinuity of the use of mercury-based pigments due to their toxicity [2]. The majority of the blue colouring areas were obtained with ultramarine blue, which is also similar to Salgado and Aurélia's technique, and the green coloured areas were obtained by intermixing yellow and blue primary hues [2, 15]. Brown colouring areas were achieved by mixing red, yellow, and blue pigments (as Salgado did), and adding darker red and black pigments, to obtain darker skin tones [2]. And finally, black colouring areas were obtained with the same pigments used by Salgado [2]. Although some students are not from Salgado's class, but from Columbano's, it is possible to determine that the selection of pigments was related to their availability rather than a master/professor's choice.

Taking into consideration that these paintings are dated from a period of great discovery and technical developments

in artists' pigments and under the influence of several artistic movements from the end of the nineteenth century, a fixed or similar palette cannot be defined, even within the academic production. Moreover, some of the paintings were made in Paris, exactly where all these movements and developments were evolving. However, it is possible to observe that Columbano's students used more contemporary or modern materials such as chrome yellow or yellow zinc, while Salgado's students kept using yellow ochre. These same pigments were also observed in Columbano and Salgado's own paintings while students [2]. Table 2 summarizes all the pigments identified in the different colouring areas.

Conclusion

The results obtained in this study provided an overview of the materials and techniques used by 10 different students from two different painting classes (Veloso Salgado and Columbano Bordalo Pinheiro) from the Faculty of Fine Arts of Lisbon, during the transition of nineteenth to the twentieth century (1899-1918).

EDXRF, SEM-EDS, FTIR, and Raman spectroscopy techniques proved to be suitable to characterize the priming layers and the palettes used in the studied paintings. Imaging results provided by infrared reflectography and radiography uncovered underpaintings in three different cases, besides unveiled underdrawings and outlining.

By comparing Veloso Salgado and Columbano Bordalo Pinheiro classes, differences could be observed: the yellow pigment applied by Veloso Salgado's students was mainly yellow ochre, whereas Columbano's students preferred chrome yellow. It was also possible to infer that the palette applied by these students is similar to Veloso Salgado's when he was a student as well. This indicates that pigments used in the Academy did not change from 1883 (first year painting of Veloso Salgado) until 1918 (last painting of Henrique Franco).

Finally, the authors intend to proceed with the research on the rest of the collection, which will provide more comprehensive information regarding the artistic training methodology in the academies by taking into consideration technical interchanges between the Portuguese and French Academies of Fine Arts.

Acknowledgments

The authors would like to thank the Faculty of Fine Arts of the University of Lisbon for lending the academic nude paintings for investigation and City University of Macao for the Sustainable Heritage Chair endowment. Ana Mafalda Cardeira acknowledges the support of Fundação para a Ciência e Tecnologia for the grant PD/BD/128382/2017. HERITAS PhD Heritage Studies Program FCT PD/00297/2013.

REFERENCES

1. Cardeira, A. M.; Costa, S.; Longelin, S., 'Caracterização Material e Técnica da Pintura de Veloso Salgado: Contributo museológico', *Vox Musei arte e património* 1(1) (2013) 64-72, <http://hdl.handle.net/10451/9104>.

2. Cardeira, A. M.; Longelin, S.; Costa, S.; Candeias, A.; Carvalho, M. L.; Manso, M., 'Analytical characterization of academic nude paintings by José Veloso Salgado', *Spectrochimica Acta Part A Molecular and Biomolecular Spectroscopy* **153**(1) (2016) 379-385, <https://doi.org/10.1016/j.saa.2015.08.043>.
3. Deneckere, A.; De Reu, M.; Martens, M.P.J.; De Coene, K.; Vekemans, B.; Vincze, L.; De Maeyer, P.H.; Vandenaabeele, P.; Moens, L., 'The use of a multi-method approach to identify the pigments in the 12th century manuscript Liber Floridus', *Spectrochimica Acta Part A Molecular and Biomolecular Spectroscopy* **80**(1) (2011) 125-132, <https://doi.org/10.1016/j.saa.2011.03.005>.
4. Gargano, M.; Ludwig, N.; Milazzo, M.; Poldi, G.; Villa, G.C.F., 'A multispectral approach to IR reflectography', in *Proceedings of Art'05 8th International Conference on Non-destructive investigations and microanalysis for the diagnostics and conservation of the cultural and environmental heritage*, Italian Society of Non Destructive Testing Monitoring Diagnostics Lecce, Italy (2005) 3-16.
5. Mandsfield, J. R.; Attas, M.; Majzels, C.; Cloutis, E.; Collins, C.; Mantsch, H. H., 'Near infrared spectroscopic reflectance imaging: a new tool in art conversation', *Vibrational Spectroscopy* **28**(1) (2002) 59-66, [https://doi.org/10.1016/S0924-2031\(01\)00145-X](https://doi.org/10.1016/S0924-2031(01)00145-X).
6. Cosentino, A., 'Identification of pigments by multispectral imaging: A flowchart method', *Heritage Science* **2**(8) (2014) 1-12, <https://doi.org/10.1186/2050-7445-2-8>.
7. Calza, C.; Pedreira, A.; Lopes, R. T., 'Analysis of paintings from the nineteenth century Brazilian painter Rodolfo Amoedo using EDXRF portable system', *X-Ray Spectrometry* **38**(4) (2009) 327-332, <https://doi.org/10.1002/xrs.1167>.
8. Roldán, C.; Ferrero, J.; Juanes, D.; Murcia, S.; V. Ripollés, 'Joaquín Sorolla's pigment characterization of the paintings 'Vision of Spain' by means of EDXRF portable system', *X-Ray Spectrometry* **40**(4) (2011) 289-296, <https://doi.org/10.1002/xrs.1339>.
9. Correia, A. M.; Oliveira, M. J. V.; Clark, R. J. H.; Ribeiro, M. I.; Duarte, M. L., 'Pigment study by Raman microscopy of 23 paintings by the Portuguese artist Henrique Pousão (1859-1884)', *Journal of Raman Spectroscopy* **38**(1) (2007) 1390-1405, <https://doi.org/10.1002/jrs.1786>.
10. Bell, I. M.; Clark, R. J. H.; Gibbs, P. J., 'Raman spectroscopic library of natural and synthetic pigments (pre- approximately 1850 AD)', *Spectrochimica Acta Part A Molecular and Biomolecular Spectroscopy* **53**(12) (1997) 2159-2179, [https://doi.org/10.1016/S1386-1425\(97\)00140-6](https://doi.org/10.1016/S1386-1425(97)00140-6).
11. Burgio, L.; Clark, R. J. H., 'Library of FT-Raman spectra of pigments, minerals, pigment media and varnishes, and supplement to existing library of Raman spectra of pigments with visible excitation', *Spectrochimica Acta Part A Molecular and Biomolecular Spectroscopy* **57**(7) (2001) 1491-1521, [https://doi.org/10.1016/S1386-1425\(00\)00495-9](https://doi.org/10.1016/S1386-1425(00)00495-9).
12. Sfarra, S.; Ibarra-Castanedo, C.; Ambrosini, D.; Paoletti, D.; Bendada, A.; Maldague, X., 'Integrated approach between pulsed thermography, near-Infrared reflectography and sandwich holography for wooden panel paintings advanced monitoring', *Russian Journal of Nondestructive Testing* **47**(4) (2011) 284-293, <https://doi.org/10.1134/S1061830911040097>.
13. Dabbas, M.; Eisa, M. Y.; Kadhim, W. H., 'Estimation of gypsum-calcite percentages using a Fourier transform infrared spectrophotometer (FTIR), in Alexandria Gypsiferous Soil-Iraq', *Iraqi Journal of Science* **55**(4B) (2014) 1916-1926.
14. Siidra, O.; Nekrasova, D.; Depmeier, W.; Chukanov, N.; Zaitsev, A.; Turner, R., 'Hydrocerussite-related minerals and materials: structural principles, chemical variations and infrared spectroscopy', *Acta Crystallogr B Struct Sci Cryst Eng Mater* **74**(2) (2018) 182-195, <https://doi.org/10.1107/S2052520618000768>.
15. Aguiar, M., 'A utilização dos suportes têxteis e as suas preparações', in *Os materiais e a técnica de pintura a óleo na obra de Aurélia de Sousa e a sua relação com a conservação*, PhD dissertation, Escola das Artes, Universidade Católica do Porto, Porto (2012) 317-325, <http://hdl.handle.net/10400.14/11949>.
16. Gettens, R. J.; Stout, G. L., *Painting materials: a short encyclopedia*, Dover Publications Inc., New York (1966).
17. Pereira, M. O.; Felix, V. S.; Oliveira, A. L.; Ferreira, D. S.; Pimenta, A. R.; Carvalho, C. S.; Silva, F. L.; Perez, C. A.; Galante, D.; R.P. Freitas, R. P., 'Investigating counterfeiting of an artwork by XRF, SEM-EDS, FTIR and synchrotron radiation induced MA-XRF at LNLS-BRAZIL', *Spectrochimica Acta A Molecular and Biomolecular Spectroscopy* **246**(1) (2021) 118925, <https://doi.org/10.1016/j.saa.2020.118925>.
18. Gil, M.; Carvalho, M. L.; Seruya, A.; Candeias, A. E.; Mirão, J.; Queral, I., 'Yellow and red ochre pigments from southern Portugal: elemental composition and characterization by WDXRF and XRD', *Nuclear Instruments Methods Physics Research Section A* **580**(1) (2007) 728731, <https://doi.org/10.1016/j.nima.2007.05.131>.
19. Cardeira, A. M., *Caracterização material e técnica das "Académias de nu" de José Veloso Salgado, pertencentes à coleção da FBAUL*, Master dissertation, Faculdade de Belas-Artes, Universidade de Lisboa., Lisboa (2014), <http://rhdl.handle.net/10451/18054>.
20. Silva, C. E.; Silva, L. P.; Edwards, H. G. M.; Oliveira, L. F. C., 'Diffuse reflection FTIR spectral database of dyes and pigments', *Analytical and Bioanalytical Chemistry* **386**(7-8) (2006) 2183-2191, <https://doi.org/10.1007/s00216-006-0865-8>.

RECEIVED: 2021.2.11

REVISED: 2021.9.9

ACCEPTED: 2021.9.9

ONLINE: 2021.10.14



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>.

Materiais de intervenção de conservação e restauro em vidro arqueológico – uma revisão bibliográfica

Archaeological glass conservation and restoration intervention materials – a literature review

ANDREIA PEREIRA^{1, 2}
MÁRCIA VILARIGUES^{1, 2*} 
INÊS COUTINHO^{1, 2*} 

1. Departamento de Conservação e Restauro, Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade NOVA, Portugal.

2. Unidade de Investigação VICARTE – Vidro e Cerâmica para as Artes, Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade NOVA, Portugal.

* mgv@fct.unl.pt; icoutinho@fct.unl.pt

Resumo

As intervenções sobre objetos arqueológicos em vidro envolvem frequentemente a remoção de materiais de intervenções anteriores, sendo fundamental o conhecimento sobre metodologias e práticas presentes e passadas. Neste artigo apresenta-se o levantamento bibliográfico e a análise crítica dos principais materiais utilizados nas diferentes etapas de intervenção: limpeza, consolidação, união de fragmentos e preenchimento de lacunas. Foi identificado um elevado número de produtos utilizados, mostrando uma variedade de metodologias usadas entre os profissionais da área. Os métodos de limpeza variam desde os métodos mecânicos com recurso a pincel (menos invasivos) até ao uso de diversas soluções ácidas, algumas das quais podem colocar em risco a integridade do objeto, sendo o mais referido o ácido etilendiamina tetraacético. Destaca-se o uso de resinas epoxídicas enquanto adesivo, consolidante e material de preenchimento, bem como a resina acrílica Paraloid B72, identificada como reversível, incolor, estável e inerte. Este levantamento e análise da bibliografia revela a necessidade de implementação de metodologias comuns de intervenção dedicadas a este material.

Abstract

Conservation and restoration on archaeological objects in glass often involve the removal of materials from previous restorations and comprise a deep knowledge about present and past methodologies. This article presents a literature survey and critical analysis of the main materials used in the different stages of intervention: cleaning, consolidation, joining fragments and filling gaps. A considerable number of used products was identified, which illustrates the use of various methodologies among professionals from this area. Cleaning methods vary from mechanical methods using a brush (less invasive) to the use of various acidic solutions, some of which can endanger the integrity of objects, being the most common ethylenediamine tetraacetic acid. We highlight the use of epoxy resins as adhesive, consolidant and filler, as well as the acrylic resin Paraloid B72, identified as reversible, colorless, stable and inert. This survey and analysis of the bibliography reveals the need to implement common intervention methodologies dedicated to this material.

PALAVRAS-CHAVE

Vidro arqueológico
Materiais de limpeza
Adesivos e consolidantes
Materiais de
preenchimento
de lacunas

KEYWORDS

Archaeological glass
Cleaning materials
Adhesives and
consolidants
Gap-filling materials

Introdução

Muitos objetos de vidro arqueológico existentes nas nossas coleções e museus foram alvo de intervenções realizadas no passado. Atualmente, além da avaliação da estabilidade das peças, as intervenções a realizar neste tipo de património podem envolver a remoção de materiais de intervenções anteriores. Torna-se assim fundamental mapear materiais e compostos utilizados no passado e conhecer os métodos de intervenção mais utilizados nas últimas décadas.

Neste trabalho apresentam-se os principais resultados do levantamento bibliográfico e análise crítica dos materiais utilizados nas principais fases de intervenção de conservação e restauro do vidro arqueológico, com os seguintes objetivos: a) contextualizar os materiais utilizados, essencialmente nas últimas décadas; b) compreender a grande variedade de produtos e falta de consenso na sua utilização; c) servir como ponto de partida para uma possível identificação de materiais pertencentes a restauros antigos; d) iniciar uma sistematização e contribuir para a consciencialização sobre a escolha de materiais a utilizar no futuro, para que os profissionais da área de conservação e restauro possam tomar decisões mais informadas, considerando o efeito das intervenções no vidro a longo prazo.

Vidro arqueológico e a sua degradação

O vidro começou por ser fabricado no território da antiga Mesopotâmia (atual território do Iraque e norte da Síria), há cerca de 5000 anos [1], sendo referenciada também a sua utilização na área do Mediterrâneo. O vidro é, portanto, conhecido e utilizado há pelo menos cinco milénios [2-3]. Não é de estranhar que este seja muitas vezes encontrado em contextos arqueológicos, quer enterrado ou em ambientes subaquáticos.

O vidro arqueológico, devido às condições adversas a que esteve exposto por largos períodos, como o contacto com solos de variados pH, contacto direto com água e sais, entre outros, possui características muito particulares [4]. Estes fatores extrínsecos, em conjunto com fatores intrínsecos ao vidro, como a sua composição e características formais e decorativas por exemplo, são responsáveis pelo desencadear de alterações físicas e químicas no material, que podem alterar drasticamente o aspeto visual e a própria composição do vidro [4].

Dentro das alterações físicas, as patologias mais comuns observadas são fraturas, fissuras, lacunas, destacamento de material e abrasão superficial [5]. As alterações químicas prendem-se essencialmente com o desenvolvimento de corrosão no vidro devido às condições ambientais (*weathering*). O processo de deterioração devido às condições ambientais é principalmente causado pelo contacto direto com água, resultando na troca entre cátions alcalinos do vidro (principalmente K^+ e Na^+) e espécies protónicas da água rica em H^+ e H_3O^+ em contacto com o mesmo [6]. Este processo designa-se por lixiviação e resulta na formação de camadas

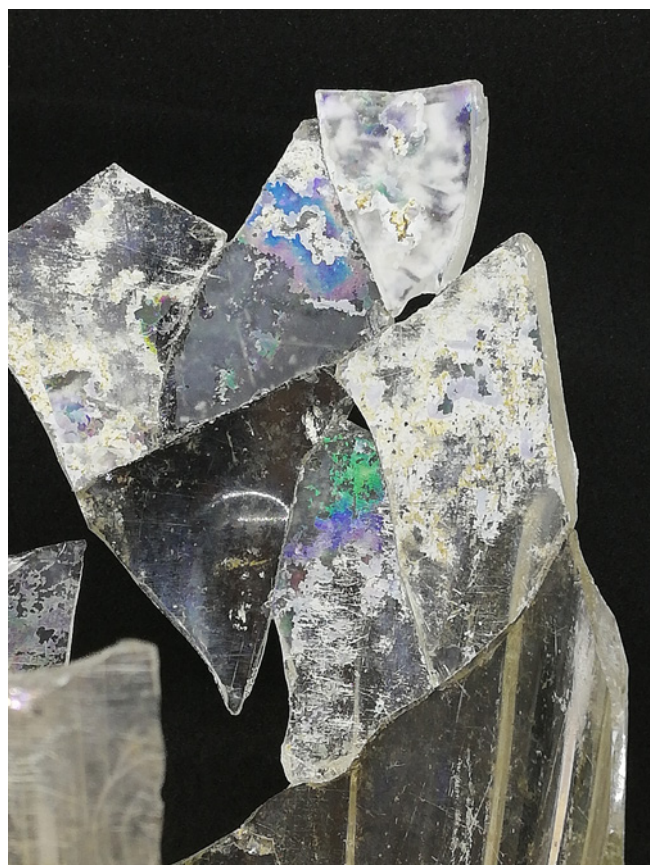


Figura 1. Exemplos de camadas de corrosão esbranquiçadas e com iridescência.

hidratadas ricas em sílica e empobrecidas em iões alcalinos, cujo aspeto macroscópico poderá variar entre diversos tons de cor acastanhada ou esbranquiçada que, com a incidência e refração da luz, apresentam um efeito iridescente [3], visível na Figura 1.

Conservação e Restauro do vidro: metodologias e produtos

A área da conservação e restauro do vidro, em particular o de origem arqueológica, tem vindo a sofrer alterações ao longo do tempo. Com o avanço do conhecimento e desenvolvimento de novos materiais, surgem diferenças no pensamento ético da intervenção que se refletem em diferentes procedimentos utilizando diversos materiais, mas que também mudam consoante os autores.

No entanto, atualmente existem três principais considerações no que diz respeito ao restauro do património cultural, tendo como base primeiramente a intervenção mínima, isto é, executar tratamentos cujo principal objetivo será estritamente assegurar a estabilidade química e física do objeto; em seguida, o princípio da reversibilidade (sempre que possível, as intervenções deverão ser reversíveis, ou pelo menos haver conhecimento dos materiais utilizados e como se prevê que venha a ser o seu desempenho e comportamento a longo prazo) e, finalmente, as intervenções reconstrutivas deverão ser minimamente destoadas, com o objetivo de não criar confusões nem enganar com a autenticidade da peça [7].

No que diz respeito aos processos de intervenção de conservação e restauro de artefactos de vidro arqueológico, estes passam essencialmente pela limpeza, consolidação das camadas em destacamento, união de fragmentos e preenchimento de lacunas [8].

Limpeza

A limpeza é uma intervenção fundamental na contribuição para a estabilização de um objeto e ainda mais importante quando está associada a artefactos arqueológicos, na medida em que a peça está em contacto direto com a terra (Figura 2), surgindo a possibilidade de incrustações, depósitos, entre outros, que poderão interagir entre si ou com o material do artefacto, contribuindo para a deterioração do mesmo [3, 9].

Todavia esta intervenção é irreversível, sendo necessária uma tomada de decisão ponderada acerca do que é importante ou não preservar e qual o melhor método para a executar, tendo necessariamente de haver um pensamento crítico sobre que materiais estão agregados ao vidro que possam fazer parte da sua história e que não deverão ser eliminados, mas que ao mesmo tempo possam estar a comprometer a integridade da peça.

Consolidação e união de fragmentos

Nas etapas de consolidação de camadas em destacamento e união de fragmentos de vidro arqueológico, a principal tomada de decisão pesa sobre a escolha do consolidante ou adesivo e utensílios utilizados. É necessário referir que as intervenções de consolidação e de união de fragmentos têm finalidades e objetivos diferentes, ainda que em ambas sejam muitas vezes utilizados materiais idênticos (por vezes com diferença na concentração das soluções). Desta forma, não se encontra aqui diferenciada com maior relevância esta discrepância de intervenções, que se foca essencialmente nos materiais utilizados.

A consolidação é uma intervenção invasiva, na medida em que o consolidante (muitas vezes descrito como adesivo) penetra em fissuras mais profundas do vidro ou em camadas de corrosão em destacamento, com o objetivo de consolidar o vidro e assegurar a estabilidade do material em risco de separação total com o corpo do objeto, como é o caso das camadas de corrosão visíveis na Figura 3. Este procedimento é maioritariamente irreversível, visto não ser possível remover na totalidade o material consolidante que penetrou nas camadas do vidro.



Figura 2. Exemplo de fragmentos de vidro e cerâmica, recolhidos em contexto real de escavação arqueológica na rua Latino Coelho, em Almada (2017) (fotografia cedida pela Divisão de Museus e Património Cultural da Câmara de Almada).



Figura 3. Gargalo de garrafa em vidro, datada do século XVIII, com camadas de corrosão (*weathering*) em destacamento.



Figura 4. Copo em vidro arqueológico, datado do século XVIII, com fratura e fragmento (peça recolhida da escavação arqueológica na rua Latino Coelho em Almada, 2018).

Por outro lado, a união de fragmentos pressupõe que o objeto já se encontra fragmentado, isto é, com total separação de fragmentos entre si, como é visível no exemplo da **Figura 4**, em que o objetivo da intervenção será unir as partes separadas, pela linha de fratura. Assim sendo, a sua reversibilidade vai depender totalmente da natureza do adesivo escolhido, visto que o vidro não é um material poroso e que, portanto, não irá absorver adesivo pelas linhas de fratura.

A escolha de um adesivo a utilizar num artefacto em vidro arqueológico tem de ser efetuada tendo em consideração os seguintes pressupostos: deverá ter uma boa ligação com o vidro e não o danificar, quer durante a aplicação, como durante o tempo de secagem ou cura e também durante o seu envelhecimento; deverá ser reversível ou removível sem colocar em risco a integridade do material; idealmente deverá ser transparente e incolor, estável durante um período de cerca de 100 anos, de fácil utilização e com resultados consistentes [10]. Feller [11] classifica a estabilidade dos materiais a serem utilizados em intervenções de conservação e restauro no geral, em três níveis: classe A, materiais de excelente qualidade e adequados para intervenções de conservação e restauro, com um desempenho satisfatório por pelo menos 100 anos; classe B, materiais com um desempenho aceitável entre 20 e 100 anos; classe C, materiais instáveis, que degradam em menos de 20 anos de uso normal em museu. Segundo este autor, a escolha de um adesivo deverá pertencer preferencialmente à classe A [11].

Todavia, recordando que a consolidação é um procedimento maioritariamente irreversível, é muitas vezes necessário chegar a um compromisso de seleção de adesivos ou consolidantes, de modo a que desempenhem a sua função no presente mas não coloquem em causa a integridade da peça no seu

futuro e, portanto, deverá conhecer-se e prever-se qual o seu comportamento a longo prazo.

É de referir o trabalho feito por S. Davison [12-13], onde a autora faz um levantamento de alguns materiais utilizados como adesivos e/ou consolidantes em intervenções de conservação e restauro de vidro arqueológico e histórico, que serão referidos mais à frente.

Preenchimento de lacunas

Depois de intervenções de limpeza, consolidação e união de fragmentos, especialmente em vidros arqueológicos, é comum haver lacunas, como é visível no exemplo da **Figura 5** O preenchimento de lacunas consiste na adição de um material, cujo objetivo será preencher estas faltas. Todavia, nem todas as peças necessitam deste tipo de intervenção. Uma vez que o preenchimento de lacunas altera drasticamente o aspeto visual da peça, principalmente em vidro arqueológico (cuja aparência é muito diferente do vidro histórico não arqueológico), esta intervenção deverá ser efetuada apenas quando estritamente necessária para assegurar a estabilidade física da peça [8, 10].

Para a escolha de um material de preenchimento para o vidro, à semelhança da escolha de adesivos para consolidação e união de fragmentos, deverão ser reunidas as mesmas condições enumeradas acima (boa ligação com o vidro e não o danificar; reversível ou removível sem colocar em risco a integridade do material; idealmente deverá ser transparente e sem cor, estável durante um período de cerca de 100 anos e de fácil utilização e com resultados consistentes [10]). Todavia, surge ainda outra preocupação que se prende com o índice de refração da luz no vidro. Idealmente, pretende-se que o material escolhido tenha um índice de refração semelhante ao do vidro (cerca de 1,5, variando ligeiramente para os diferentes



Figura 5. Frasco em vidro arqueológico, datado do século XVIII, com lacuna de grandes dimensões visível, em que foi criado um suporte em vidro no seu interior, evitando o seu preenchimento por razões estruturais. Trabalho desenvolvido pela conservadora-restauradora Ângela Santos (2018).

tipos de vidro), de forma a que o material adicionado não se destaque demasiado do material original a ser tratado.

Ainda que um dos princípios da conservação e restauro seja que as intervenções sejam minimamente reconhecíveis, isto não significa que a intervenção se encontre, visualmente, completamente destacável do resto da obra, pois iria desviar a atenção do observador e, como tal, poderão ser adicionados alguns elementos de acabamento (como colorantes ou outros) apenas na zona de preenchimento (não no material original) de modo a integrar o preenchimento numa configuração mais harmoniosa com o original [10].

Metodologia

Para o presente estudo foi efetuada uma recolha de bibliografia que refere diferentes materiais utilizados em tratamentos de conservação e restauro de vidro arqueológico. Para tal, foram incluídos os principais métodos e materiais de limpeza, materiais utilizados como adesivos, consolidantes e de preenchimento de lacunas, de modo a compreender quais os materiais utilizados mais recentemente e que podemos encontrar em peças intervencionadas. Para este levantamento foram selecionados artigos em que os métodos foram utilizados ou testados em vidro arqueológico e livros de instrução de intervenção de vidro arqueológico, diferenciando-os no gráfico da Figura 6. A investigação partiu das publicações do *International Council of Museums – Committee for Conservation (ICOM-CC)*, em que foram selecionados os artigos cujos tratamentos referissem vidros arqueológicos, explorando as respetivas fontes referenciadas nos artigos selecionados. Devido à escassez de informação encontrada, foi necessário expandir a investigação posteriormente para plataformas de pesquisa académicas (motores de busca) com palavras-chave como “intervenção em vidros arqueológicos” ou “conservação de vidros arqueológicos”, em inglês (*intervention in archaeological glass, archaeological*

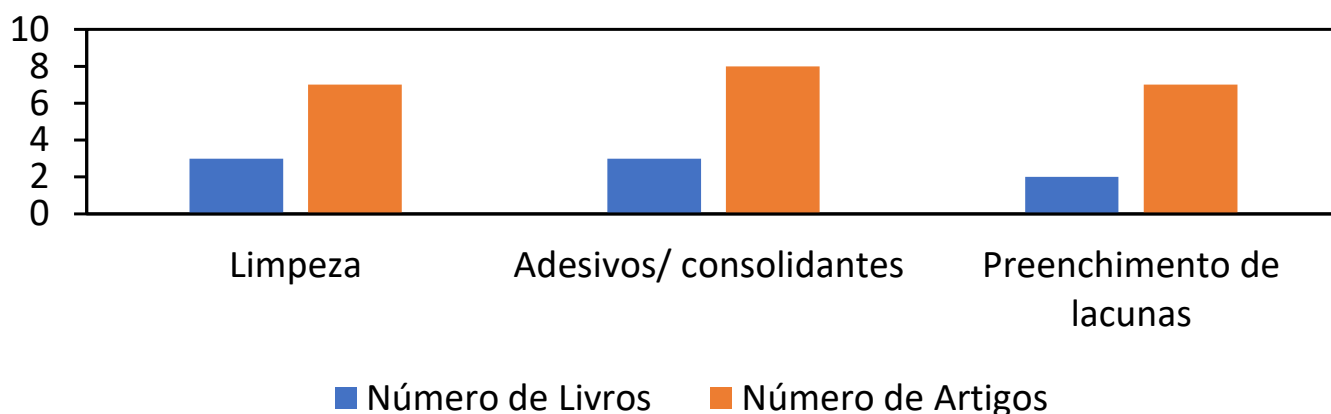


Figura 6. Gráfico de comparação entre tipos de fontes (livro/artigo) em que são referenciados materiais de diferentes intervenções em vidro arqueológico, maioritariamente.

Tabela 1. Referências selecionadas para revisão, respetivos autores e país de origem, organizadas por ano de publicação.

Ano	Autores	País	Referência
1998	J. Libiete	Letónia	[23]
1998	T. W. Neumann and R. M. Sanford	Estados Unidos da América	[24]
2000	S. P. Koob	Estados Unidos da América	[25]
2003	C. W. Smith	Estados Unidos da América	[26]
2006	S. P. Koob	Estados Unidos da América	[10]
2006	S. Davison	Reino Unido	[8]
2007	R. Abd-allah and L. El-Khoury	Jordânia	[27]
2008	L. G. Terreni	Itália	[28]
2008	C. Altavilla et al.	Itália	[29]
2009	S. Davison	Reino Unido	[13]
2010	N. H. Tennent and S. P. Koob	Estados Unidos da América	[30]
2010	P. Mardikian and P. Girard	Estados Unidos da América	[31]
2010	S. Perovic	Croácia	[7]
2010	A. Elnaggar et al.	Egipto	[32]
2011	B. Martinez et al.	Espanha	[33]
2012	A. A. J. Viduka	Tailândia	[34]
2013	R. Abd-allah	Egipto	[35]
2013	N. A. R. Giffen et al.	Estados Unidos da América	[36]
2016	S. Barack et al.	Estados Unidos da América	[37]
2017	C. Díaz-marín and E. Aura-Castro	Espanha	[38]
2019	C. Fontaine-Hodiamont	Bélgica	[9]

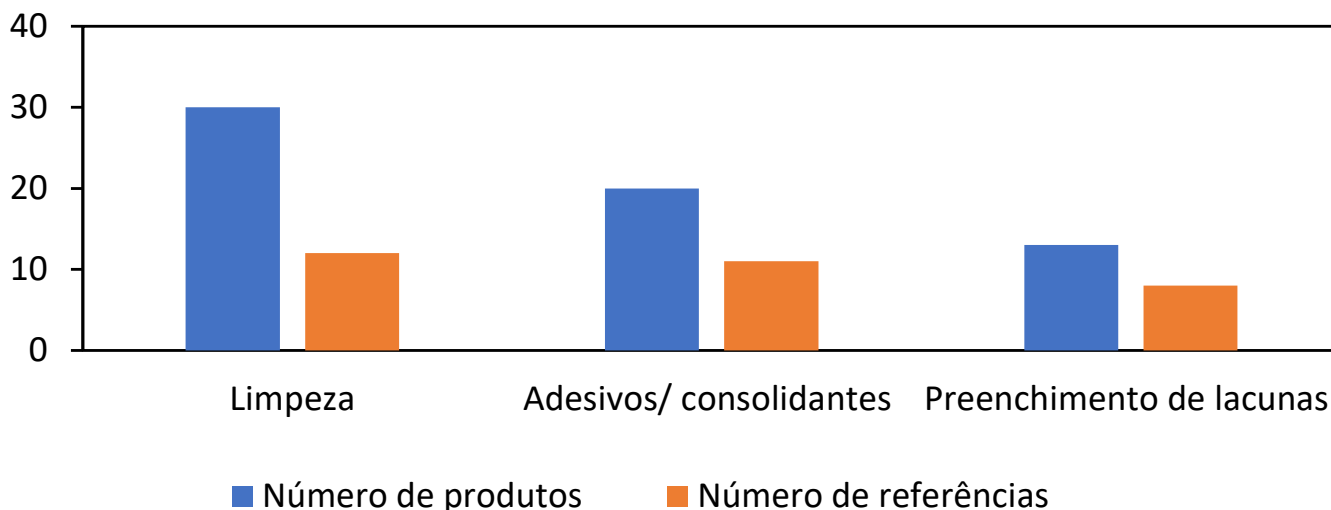


Figura 7. Gráfico comparativo entre o número de produtos diferentes referidos em relação ao número de fontes consultadas das diferentes intervenções.

glass conservation), sendo que, em português, não foram encontrados resultados relevantes.

No total foram selecionadas 21 fontes (18 artigos e três livros), identificadas na Tabela 1. Sendo que no presente trabalho se pretendia identificar os métodos mais recentes, utilizados nas últimas duas décadas, a referência mais antiga é de 1998. Foram ainda consultadas dez fontes com datas anteriores a 1998 [3-5, 12, 14-19] (sendo a mais antiga de 1977), com o objetivo de contextualizar e referir alguns dos adesivos mais antigos, e ainda três teses [20-22] que abordam os temas aqui apresentados, apesar destas teses não serem especificamente direcionadas para vidros arqueológicos, mas para vidro em geral no património cultural.

Resultados e Discussão

Relativamente às fontes consultadas (Tabela 1), não foram identificadas fontes em língua portuguesa. Em alguns dos casos são apresentados estudos comparativos ou introdutórios de novos materiais aplicados em vidro arqueológico, noutros são apresentadas investigações em casos de estudo, onde se refere o tratamento de intervenção que foi empregue, evidenciando ser um tema ainda pouco explorado e publicado em termos nacionais. Destacam-se alguns estudos feitos acerca de materiais aplicados na conservação e restauro de vidro enquanto património cultural, não havendo distinção quanto ao facto de este ter ou não origem arqueológica.

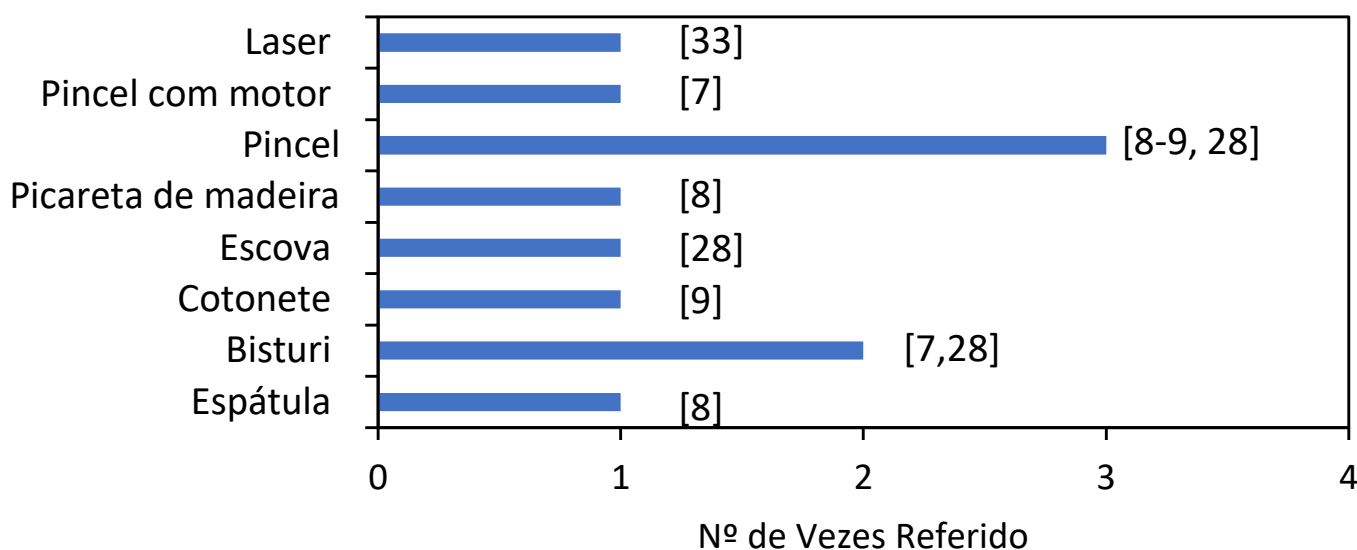


Figura 8. Gráfico com as diferentes ferramentas e a quantidade de vezes que são referidas nas respetivas referências (entre parêntesis retos).

Outro facto constatado foi o número pouco extenso de fontes referenciadas, explicando-se pela dificuldade em encontrar estudos relacionados com vidro arqueológico, cujos materiais e/ou processo de intervenção fossem referidos. A maioria dos trabalhos publicados acerca de vidro arqueológico relacionam-se com estudos iconográficos ou de investigação arqueológica, que têm como base as peças de vidro, não explorando as intervenções feitas nas mesmas. Sendo o vidro considerado um dos materiais mais estáveis encontrados em escavações arqueológicas, possivelmente este facto ilusório poderá ter contribuído para a desvalorização da publicação das intervenções a que os vidros estão sujeitos, com um consequente desconhecimento acerca dos métodos ou materiais de intervenção mais adequados para este substrato, contribuindo desta forma para uma generalização de aceitação de inexistência de uma sistematização de intervenção aos vidros arqueológicos.

Destaca-se desta forma a importância deste trabalho, contribuindo para a consciencialização do tema em países de língua portuguesa, tendo, como exemplo, em conta a vasta lista de intervenções arqueológicas feitas em território português, bem como o vasto acervo de vidro arqueológico presente nas coleções dos museus e núcleos arqueológicos portugueses, com e sem intervenções de conservação e restauro passadas.

Das fontes consultadas é possível observar que existem muitos mais materiais de conservação e restauro referidos do que as referências consultadas, como é visível na [Figura 7](#), evidenciando que dentro das mesmas fontes existe mais do que um produto referido.

O maior número de diferentes produtos encontrados centra-se na etapa interventiva da limpeza, com cerca de oito ferramentas de limpeza mecânica a seco e 22 produtos diferentes, totalizando 30 materiais e métodos, seguindo-se os adesivos e consolidantes com 20 e finalmente os materiais de preenchimento de lacunas com 13.

De seguida serão analisados os diferentes produtos de limpeza, consolidantes/adesivos e materiais de preenchimento de lacunas.

Limpeza

Idealmente, a limpeza de um vidro recolhido em escavação arqueológica deveria ser feita por um conservador-restaurador assim que o material é exumado e não depois de este estar armazenado durante algum tempo, até ser examinado [8]. Todavia é sabido que nem sempre se encontram reunidas as condições necessárias para que este processo seja executado no sítio de escavação e muitas vezes diferentes profissionais da área da Arqueologia e Conservação e Restauro têm diferentes abordagens a este assunto.

A corrosão do vidro tende a desenvolver-se a partir do exterior ou da superfície para o interior, pelo que no estado atual do conhecimento, a remoção de material relacionado com a corrosão do vidro, tais como as camadas resultantes do processo de corrosão de vidro arqueológico (*weathering*), não é aceite pela comunidade de conservadores-restauradores de



Figura 9. Copo em vidro arqueológico durante o procedimento de limpeza com recurso de cotonete humedecido com água e etanol (1/1, v/v).

vidro, nem por razões estéticas, visto tratar-se de uma camada material original do vidro [10]. Estas camadas eram muitas vezes removidas no passado, alegando que a cor original e transparência típicas do vidro não eram observáveis [8].

Após o levantamento das fontes bibliográficas foi possível dividir os resultados em três grupos principais de materiais utilizados em limpeza de vidro arqueológico: 1) materiais utilizados em métodos de limpeza mecânica a seco (que poderão ser combinados com via húmida); 2) materiais para remoção de sujidades e 3) materiais para remoção de incrustações e/ou depósitos.

Considerando as fontes consultadas é possível verificar que de todas as ferramentas referenciadas para métodos mecânicos a seco, as que aparentam ser mais utilizadas são o pincel e o bisturi, como é constatado na [Figura 8](#). Todavia é relevante referir que por vezes estes métodos são combinados com metodologias por via húmida, como é o caso da utilização de cotonetes humedecidos como meio de contacto entre a solução e o artefacto, como se pode observar no exemplo da [Figura 9](#). São ainda referidos a utilização de pincel com motor, picareta de madeira, escovas ou espátula que são potencialmente métodos mais invasivos de limpeza, já que a sua utilização de forma incorreta poderá contribuir para maior dano na superfície do vidro, podendo, no mínimo, provocar abrasão.

Em 2010, Elnaggar e coautores [32], sugeriram o uso de laser para limpeza, já que este não interfere mecanicamente com a superfície do vidro, alegando que a limpeza mecânica

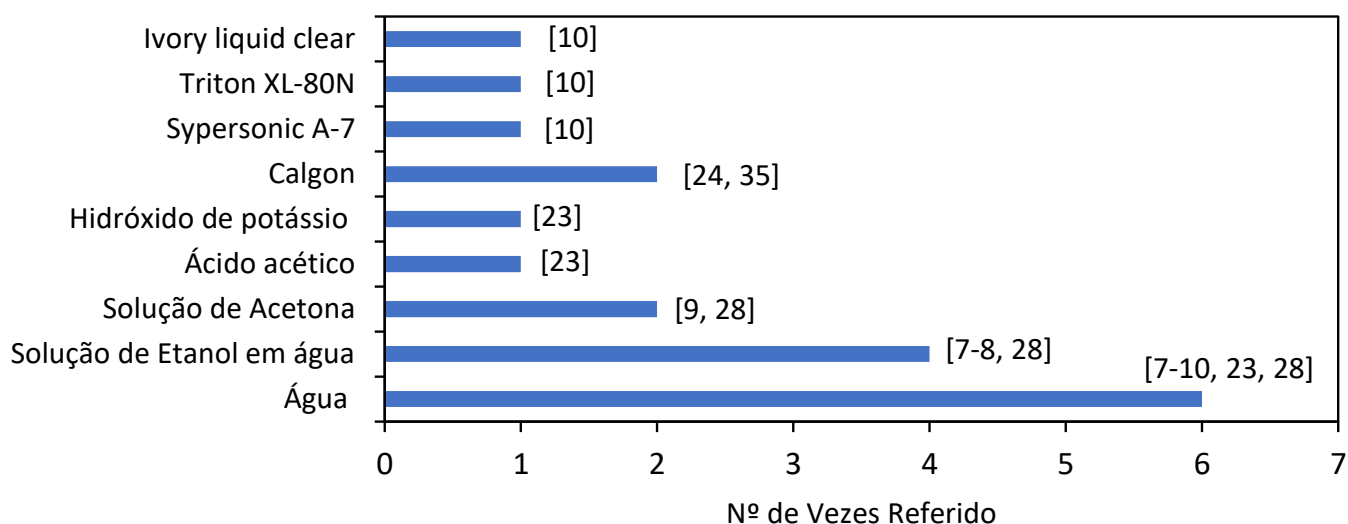


Figura 10. Gráfico com as diferentes substâncias químicas utilizadas na limpeza de vidros e a quantidade de vezes que são referidas com as respetivas referências (entre parêntesis retos).

pode criar fissuras e abrasão e que a limpeza por via húmida com ácido etilenodiamina tetra-acético (EDTA) pode provocar danos irreversíveis ao alterar a estrutura química do vidro (este processo será descrito mais à frente). Os autores afirmam que o sucesso deste método se relaciona com o comprimento de onda emitido, em que, tendencialmente, os produtos presentes nas incrustações absorvem a radiação, mas não o substrato (vidro). No trabalho publicado pelos autores é possível observar fotografias do antes e depois da limpeza por laser, em que é visível a remoção de sujidade. Por outro lado, estão presentes no artigo imagens obtidas por FIB-SIMS, uma combinação de espectrometria de massa de iões secundários (SIMS) com um feixe de iões focados (FIB), mas apenas do vidro depois da limpeza por via mecânica e por laser, não sendo assim possível comparar os efeitos da limpeza na superfície antes e depois da aplicação do laser. Também não se conhecem as repercussões desta utilização a longo prazo e a escolha de exemplos de outros métodos como comparação, como o uso do EDTA, não é esclarecida, sendo que há outros métodos de limpeza ou remoção de sujidades menos invasivos que não foram considerados no artigo.

Nos métodos de limpeza por via húmida, é onde surgem mais sugestões e diferenças entre produtos e métodos utilizados. Na categoria de limpeza de sujidades, observando a [Figura 10](#) é possível compreender que a água e soluções aquosas (como mistura de etanol ou acetona diluídos em diferentes percentagens em água) são as mais referenciadas.

A primeira referência deste levantamento surge em 1998, em que Libiete [23] sugere três métodos de imersão dos fragmentos ou artefactos de vidro arqueológico em solução de ácido acético quente (40-50 °C) ou banhos de soluções de ácido acético a 3 % seguido de um banho de solução de hidróxido de potássio, sendo que não é esclarecida a razão da escolha destas soluções. Pode supor-se que com as soluções ácidas se estariam a remover sujidades e camadas de degradação

do vidro e que a solução de hidróxido de potássio seria uma tentativa de repor iões alcalinos no vidro.

No mesmo ano, seguiu-se um artigo acerca da utilização de um detergente comercial, conhecido como Calgon (hexametáfosfato de sódio), como um material de sucesso na limpeza de materiais arqueológicos como cerâmicas e vidros, citado como um método altamente rentável quando dissolvido em água. Neste produto, o sódio atua como catião, formando uma camada iónica exterior sobre a agregação de partículas de lodo argiloso, as partículas são então dispersas na solução geral onde, ou permanecem em estado coloidal ou se depositam no fundo, desempenhando bons resultados quando aplicado da seguinte forma: submersão numa solução de água e Calgon numa proporção de 40 gramas de Calgon por litro de água durante cerca de quatro horas [18]. Em 2013, este detergente comercial é novamente referido como método de limpeza, todavia é revelado como sendo uma abordagem muito agressiva na limpeza de vidro [29].

Koob [10] sugere que os materiais arqueológicos não deverão ser lavados, a menos que se apresentem em bom estado de conservação, e deverão ser usados detergentes sem cor, sem aditivos (incluindo amónia) ou perfume ([Figura 11](#)), tais como o Synperonic A-7, o Triton XL-80N ou o Ivory Liquid Clear.

É possível constatar nas fontes analisadas a grande variedade de produtos químicos especificamente utilizadas para remoção de diferentes tipos de incrustações e/ou depósitos ([Figura 12](#)). Smith [26] sugere várias soluções a serem utilizadas na remoção de incrustações baseadas na natureza destas, sendo que neste caso a solução deverá ser aplicada apenas na zona de incrustação ou mancha (em contacto com o vidro apenas por 3-5 segundos). Para remoção de óxidos de chumbo, o mesmo autor sugere o uso de uma solução de 10 % de ácido nítrico. Esta mesma solução é recomendada por Koob [10] para a remoção de depósitos de carbonatos. Verifica-se que diferentes autores podem sugerir o uso da mesma solução



Figura 11. Limpeza de vidros arqueológico em excelente estado de conservação (sem camadas de corrosão e sem fragmentos se pequenas dimensões), com recurso a água desionizada com detergente neutro, sem cor, aditivos ou perfume.

para finalidades diferentes, todavia, em nenhum dos casos os autores especificam o porquê do uso destas soluções nem as percentagens escolhidas. Smith [26], sugere ainda para a remoção de depósitos de óxidos de ferro, a utilização de uma solução de ácido sulfúrico a 1-5 %; para a remoção de depósitos de calcário sugere uma solução de 10 % de ácido clorídrico ou uma solução de 5 % de EDTA, sendo este último produto também citado como sendo recomendável para remoção de manchas de ferro. Como alternativa ao EDTA, o uso de uma solução de ácido oxálico é também recomendado para a remoção de manchas causadas por ferro.

O EDTA é recomendado por inúmeros autores para a remoção de incrustações em vidro arqueológico [26, 28-29, 35]. Todavia, este material, enquanto solução de pH elevado (normalmente entre 5-11) tem sido reportado como uma solução que, para além de atacar as sujidades e incrustações, ataca também o próprio vidro, que pode não ser visível imediatamente após a sua utilização, mas cria mais danos do que benefícios [8] e como tal, o seu uso deverá ser evitado [29].

O EDTA funciona como um agente quelante, cuja principal característica é a formação de múltiplas ligações estáveis entre o agente quelante e iões metálicos. Todavia, os iões metálicos que vão ser complexados pelo EDTA nas incrustações são essencialmente iões de cálcio e magnésio que estão também presentes na matriz constituinte do vidro. É por isso difícil

aplicar a solução sem que esta penetre e reaja com o vidro, ao que o EDTA poderá ser responsável por vir a causar ainda mais deterioração [8, 20]. Outros agentes quelantes, como o ácido cítrico e a “solução piranha” (mistura de ácido sulfúrico e peróxido de hidrogénio) foram também referidas para a remoção de incrustações de calcário [29, 35], todavia o estudo realizado por Abd-allah revelou que a sua utilização poderá ser muito agressiva na superfície do vidro, sendo que a “solução piranha” poderá provocar alteração da coloração do vidro já que a presença de peróxido de hidrogénio poderá oxidar os metais presentes na constituição do vidro [35].

Para a remoção de incrustações de calcário é também sugerida a utilização de uma mistura de 3 % de carbonato de amónia, em mistura, com 3 % de EDTA em água desmineralizada, que é colocada em contacto com a superfície do vidro entre 15 a 20 minutos [28]. O mesmo autor sugere também a utilização de cloreto de hidroxilamónio e hidróxido de hidrazina em solução com água destilada (BDG 86), para remoção de manchas de óxidos de ferro ou manganês, durante um período mínimo de 30 minutos. Em ambos os casos são sugeridos banhos em água desmineralizada, para remoção de vestígios das soluções, seguido de banho em acetona para minimizar o tempo de exposição à humidade proveniente dos banhos. É referido que é comum encontrar posteriormente uma superfície com algumas microfissuras,

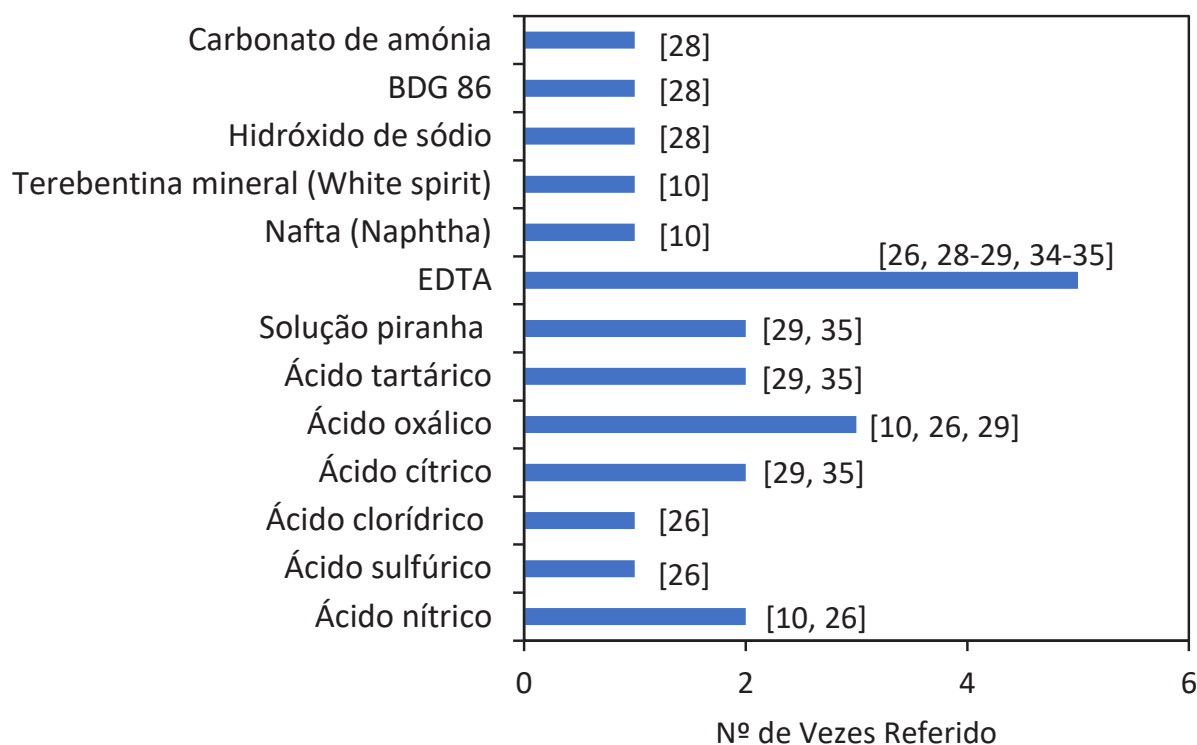


Figura 12. Gráfico com as diferentes substâncias químicas utilizadas para remoção específica de manchas e incrustações e a quantidade de vezes que são referidas com as respetivas referências (entre parêntesis retos).

tipicamente encontradas no processo de corrosão, sendo que não é esclarecido se estas já estavam presentes antes dos tratamentos, ou se são consequências dos mesmos.

Koob [10], sugere que a limpeza de incrustações deverá começar com uma mistura de etanol e água em percentagens mais fracas, sendo que se poderá ir aumentando a concentração de etanol caso necessário, com o objetivo de hidratar as incrustações, removendo-as posteriormente mecanicamente. Para a remoção de gorduras sugere a utilização de solventes destilados de petróleo, como nafta (*Naphtha*) ou terebentina mineral (*White spirit*).

Materiais utilizados como adesivos e consolidantes em intervenções de consolidação e união de fragmentos

Fazendo uma breve contextualização dos diversos adesivos ou consolidantes utilizados e publicados em datas anteriores a 1998, S. Davison [12] mostra que já nas décadas de 1950-60 o leque de escolha de adesivos era extenso. Eram utilizados inicialmente materiais orgânicos, como colas e resinas de base animal ou de plantas e até ceras, cuja utilização tem vindo a ser desaconselhada [9]. A autora refere que o nylon solúvel (Calaton CA, Calaton CB ou Maranyl C 109/P) era também utilizado para consolidações de artefactos recolhidos em contexto arqueológico. Todavia, este material foi estudado e rejeitado para utilização em restauro, devido a dúvidas em relação à sua reversibilidade, bem como ao facto de atrair sujidade [14].

Outros adesivos de butiral de polivinilo (PVB), como

Butvar B-98 e Mowital B20H foram utilizados como adesivos e consolidantes nas décadas anteriores, tendo deixado de ser usados já que, apesar da sua resistência à descoloração, se tornam insolúveis com a exposição à radiação, o que os torna irreversíveis [15].

Em 1971, é citada ainda pela autora S. Davison uma referência à utilização de uma cera sintética para vidro muito deteriorado: o vidro seria impregnado numa solução amolecida de polietilenoglicol (Carbowax 6000) [13]. É referida também a utilização de adesivos ativados por radiação ultravioleta, como as resinas acrílicas Optical UV57 e Optical Adhesive 61. Este tipo de adesivos é identificado como sendo de fraca ligação e cura inconsistente, para além de outras desvantagens [16-17].

A autora S. Davison [13] refere ainda a utilização de soluções de policloreto de vinil (PVC), como Dermoplast SG, sugeridas como consolidantes em escavações arqueológicas, sendo que estas se revelaram instáveis e tendo ainda sido referido que são muito suscetíveis à alteração de cor, agravando que com o envelhecimento libertam ácido clorídrico (o que vai acelerar a lixiviação de iões alcalinos do vidro contribuindo para a degradação do mesmo) e podem tornar-se insolúveis com o tempo.

Em 1977, é citado o uso do adesivo de acetato polivinílico (PVAc), como a cola UHU [18], sendo este polímero referido nas décadas de 80 como consolidante, no entanto, a sua baixa temperatura de transição vítrea (28 °C) torna-o difícil de trabalhar, sendo também mencionada a sua capacidade de atrair sujidade [8]. Este último fator não impediu a sua contínua

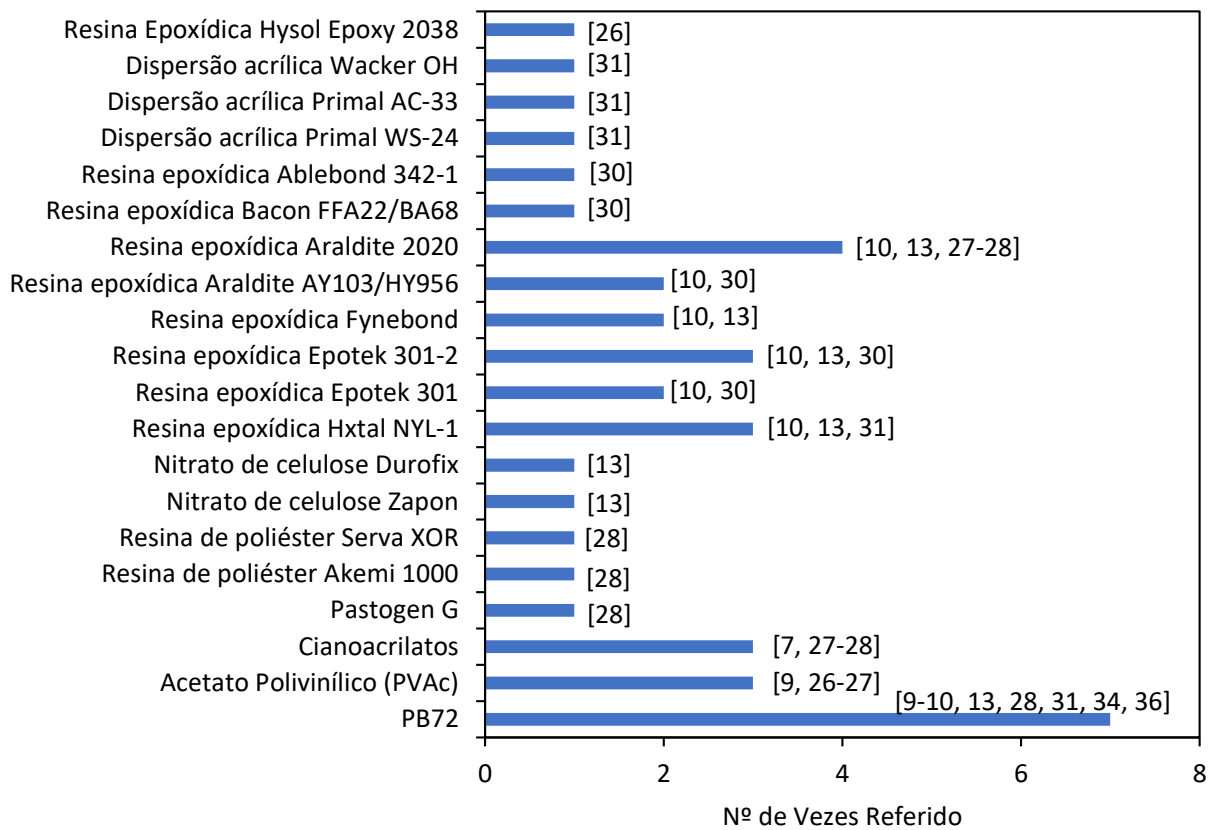


Figura 13. Gráfico com os diferentes adesivos e consolidantes e a quantidade de vezes que são referidos nas respetivas referências (entre parêntesis retos).



Figura 14. Consolidação de camadas de *weathering* de vidro arqueológico, com recurso a uma solução de PB72 diluído numa proporção de 10 % (v/v) em acetona.



Figura 15. União de fragmento com recurso ao adesivo PB72 diluído a 40 % em acetona (v/v).

utilização ao longo dos tempos e, como podemos ver na [Figura 13](#), este é um dos polímeros mais citados enquanto adesivo de união temporária [9, 26] ou como consolidante por método de imersão de diluição aquosa de 2-4 % para consolidar camadas de *weathering* [27].

Foram usadas também soluções aquosas de emulsões acrílicas, como Primal WS-24, em peças de escavação arqueológica [19], em que posteriormente foi aplicada uma camada de uma solução de Paraloid B72 (PB72) a 2 % em tolueno. A Primal WS-24 e outras emulsões acrílicas, como Primal AC-33 e Wacker OH, foram também utilizadas enquanto consolidantes, por método de imersão, numa solução diluída de percentagem de 15 % do adesivo/ou consolidante em água [31]. Esta última referência também sugere a utilização do polímero PB72 enquanto consolidante, numa solução de 10-15 % em acetona, como se vê a ser aplicado na [Figura 14](#). Este polímero é o mais sugerido por diferentes autores (como é visível na [Figura 13](#)), sendo referido por Koob [25] como o adesivo que se adequa melhor a vidro histórico (que está mais fragilizado comparando com o vidro mais recente), pois tem força moderada e flexibilidade suficiente para aguentar tensões, é estável, reversível e ajustável a diferentes solventes sem necessidade de recurso a altas temperaturas, tendo um índice de refração da luz próximo ao do vidro (na [Figura 15](#) podemos ver a sua aplicação enquanto adesivo de união de

fragmentos). Este polímero não mostra sinais evidentes de alteração das suas propriedades com o envelhecimento [21].

São mencionadas também algumas utilizações de cianoacrilatos para união de fragmentos, em que são referidas como vantagens a sua secagem rápida e fácil utilização, isto é, sem recurso a catalisadores [13, 27], porém de difícil remoção, pois são necessários “solventes especiais” referidos por S. Perovic, que não especifica quais ou como se deve proceder a esta remoção [7].

O uso de adesivos de nitrato de celulose como Zapon ou Durofix também é referido na literatura [13], todavia com o tempo de secagem e evaporação do solvente, o adesivo tende a retrair, o que causa tensões indesejadas nas linhas de união.

Outro grande grupo de adesivos muito utilizados são as resinas epoxídicas [10, 27-28, 30], ainda que seja referido que estas contêm algum potencial de amarelecimento, extrema dureza, tempos de cura muito longos e uma percentagem de encolhimento (1-2 %) durante a cura, que apesar de parecer pouco significativa, combinada com a sua extrema dureza, pode provocar tensões no vidro e colocar a estrutura deste em risco. Outro problema é a sua reversibilidade muito limitada, na medida em que estas não se dissolvem, só incham quando submetidas a solventes muito tóxicos, tais como o diclorometano [10], facto que pode ser muito prejudicial quando utilizadas como consolidantes ou adesivos de união. Tendo estes fatores em consideração, estas

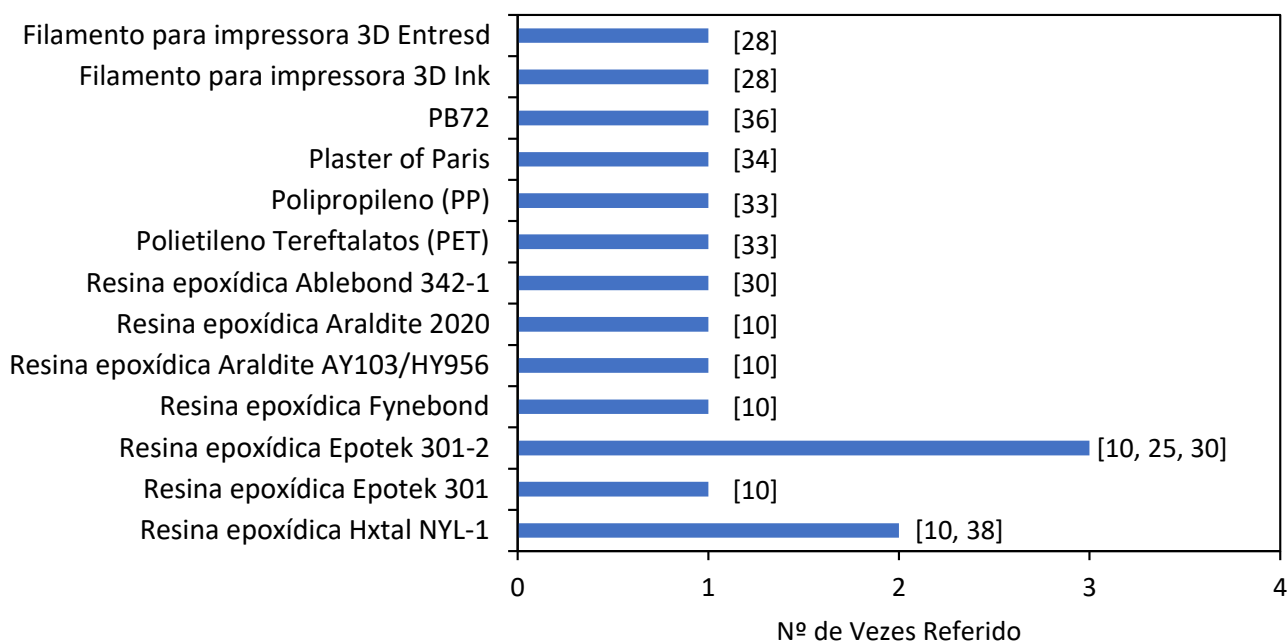


Figura 16. Gráfico com os diferentes materiais de preenchimento e a quantidade de vezes que são referidos nas respetivas referências (entre parêntesis retos).

Tabela 2. Dados sobre o tempo de trabalho, tempo de cura, índice de refração e estabilidade de algumas resinas epoxídicas [10].

Nome	Tempo de trabalho	Tempo de secagem (22 °C)	Índice de refração	Estabilidade	Modulo de Young (MPa)
Hxtal NYL-1	8-12 h	48-96 h	1,52	≤100 anos	190
Epotek 301	2-4 h	4-8 h	1,539	≤100 anos	167
Epotek 301-2	6-8 h	16-24 h	1,64	≤100 anos	-
Fynebond	8-10 h	24-35 h	1,565	≤50 anos?	-
Araldite AY103/HY956	1½ - 2 h	24 h	-	≤50 anos?	-
Araldite 2020	6-10 h	16 h	1,553	≤50 anos?	190

resinas são preferencialmente referidas como material para preenchimento de lacunas (de preferência para ser utilizada em preenchimentos destacáveis).

Materiais de preenchimento de lacunas

Compreendendo as informações recolhidas e analisadas, evidencia-se a existência de uma grande variedade de materiais de preenchimento de lacunas, como é representado na [Figura 16](#), sendo que há um conjunto que se destaca, como sendo utilizado há mais tempo e com maior variedade de opções: as resinas epoxídicas (sendo possível compreender

algumas das suas características através de alguns exemplos de resinas utilizadas e apresentadas na [Tabela 2](#) [10]).

Como referido no capítulo anterior, as resinas epoxídicas, apesar de não reunirem as melhores características para serem utilizadas enquanto material seguro para união de fragmentos ou consolidações devido às características e propriedades anteriormente enumeradas (extrema dureza, reversibilidade limitada, amarelecimento, entre outros), são frequentemente referidas para utilização em preenchimento de lacunas. Isto deve-se às suas ótimas características visuais, visto terem um índice de refração muito aproximado ao do vidro e

ainda à possibilidade de produzir um preenchimento que é removível da peça, isto é, um preenchimento que é produzido com recurso a uma matriz exterior (i.e. não diretamente na peça), como é visível na [Figura 17](#), em que posteriormente este é unido ao artefacto através de um adesivo que seja reversível e compatível, como o PB72. É necessário ter em conta que as resinas epoxídicas são um material que tende a amarelecer e, portanto, é fundamental prever a sua degradação a longo prazo, como é demonstrado por Coutinho [39] no estudo de degradação comparativo entre três das resinas mais utilizadas: Epotek 301; Araldite 2020 e Hxtal NYL-1. Neste estudo demonstrou-se que a última resina é mais estável no que diz respeito à fotodegradação e alteração do módulo de Young (E) em relação às outras duas, mostrando ainda a elevada força mecânica que estas resinas contêm, ainda antes do envelhecimento ($E(\text{vidro}) = 40\text{-}70 \text{ MPa}$; $E(\text{Araldite 2020}) = 190 \text{ MPa}$; $E(\text{Epotek 301}) = 167 \text{ MPa}$; $E(\text{Hxtal NYL-1}) = 190 \text{ MPa}$).

Destaca-se o contínuo estudo e tentativas de inovação e utilização de novos materiais, como é o caso da utilização da resina acrílica PB72 enquanto material de preenchimento de lacunas [36] devido a este ser um dos materiais mais estáveis e completamente reversível sem colocar em causa a integridade física do vidro, ao contrário das resinas epoxídicas, como explicado anteriormente. Todavia, os autores desse estudo [36] referem que o procedimento com PB72 pode não ser adequado a todos os tipos de peças.

Martinez, Pasies e Peiro [33] publicaram um método inovador para preenchimento de lacunas, através do uso de folhas de Polietileno tereftalato (PET) e Polipropileno (PP). Esta poderá representar uma resposta rápida e eficiente a nível estético e visual da peça, embora possa conferir uma menor estabilidade física à estrutura do vidro, em relação aos restantes materiais.

Nas fontes bibliográficas encontra-se ainda referido o uso de gesso (sulfato de cálcio) para preenchimento de lacunas [34], no entanto, S. Davison considera esta opção como não sendo esteticamente apelativa visto tratar-se de um material opaco e colorido à semelhança da Shellac [8].

Uma outra técnica inovadora, embora ainda pouco explorada, recorre à digitalização 3D do artefacto, ao melhoramento da malha digital e à reconstrução digital da área da lacuna que posteriormente é impressa numa impressora 3D, com um filamento das marcas EntresD e 3D Ink [38]. Todavia para além da natureza química destes filamentos não ser especificada e esclarecida, também não é referido no estudo como é feita a adesão do material de preenchimento à peça original. Além disso, tem ainda a grande desvantagem de se ter de colorir temporariamente o vidro original antes da digitalização para o objeto poder ser reconhecido pela digitalizadora [38].

Por fim, importa referir que em qualquer procedimento de preenchimento de lacunas é adicionado material não original à peça, numa área que poderá ser significativa. Isso terá consequências a nível visual da peça, podendo alterar drasticamente a sua aparência, sendo muitas vezes necessário



Figura 17. Processo de preenchimento de lacuna com resina epoxídica Araldite 2020, unido à peça com PB72. Trabalho desenvolvido pela conservadora-restauradora Ângela Santos.

proceder a uma reintegração cromática com eventual adição de agentes colorantes aos materiais de preenchimento. Dentro deste contexto são poucos os estudos desenvolvidos. O estudo de Celorico [22] é uma exceção, que investigou o desempenho de corantes Orasol nas resinas epoxídicas Araldite 2020 e Hxtal NYL-1.

Conclusão

Para o desenvolvimento de trabalhos de intervenção em vidros arqueológicos é necessário compreender primeiramente o material (vidro), a sua degradação e quais as principais patologias que lhes estão associadas. É preciso analisar estudos na área, em relação aos métodos e materiais recomendados, bem como quanto ao desempenho de materiais e justificação

de escolhas. Os produtos e procedimentos usados têm variado ao longo dos tempos, conforme a evolução do conhecimento e do aparecimento de novos materiais, mostrando que alguns materiais foram descontinuados devido a danos que provocavam surgindo a introdução de outros alternativos.

O presente estudo permitiu um reconhecimento de uma variada gama de materiais utilizados em todos os procedimentos de intervenção, sendo que, na sua maioria, os materiais são referenciados apenas uma vez e as referências que falam nestes tratamentos são também escassas. O trabalho mostra que além dos poucos estudos publicados acerca deste tema, não existe consenso sobre qual o material que deverá ser utilizado nos diferentes procedimentos ou para diferentes graus de degradação, isto é, cada autor revela uma preferência diferente e nem sempre se vê esclarecido o racional da sua escolha.

Nos materiais e métodos de limpeza, é revelado que este procedimento poderá ser feito por métodos a seco ou por via húmida, sendo que há maior variabilidade de produtos utilizados nestes últimos. A limpeza aparece ainda subdividida em limpeza de sujidades e limpeza de incrustações. Um dos produtos mais citados por conservadores para retirar incrustações é o EDTA, ainda que seja mencionado como um material danoso para o vidro, sendo desta forma demonstrada a falta de uma linha condutora em que os profissionais de conservação e restauro se possam apoiar nas suas escolhas, culminando em incoerências relativamente a benefícios e malefícios no uso deste material. Em alternativa, surgem soluções menos agressivas, como misturas de água e etanol, em diferentes proporções (o etanol vai proporcionar uma evaporação mais rápida da água), que são também as mais referidas para limpeza de sujidades e cujo efeito será humedecer a incrustação de forma a poder retirá-la de forma mecânica.

Como adesivos para consolidação de camadas de degradação e união de fragmentos é possível verificar a variedade de materiais que têm vindo a ser utilizados, sendo que os mais citados são o copolímero PB72, as resinas epoxídicas (dentro destas a Araldite 2020 e a Hxtal NYL-1) e o PVAc, sendo que este último aparece referido há mais tempo do que os restantes, não reunindo consenso sobre a sua utilização.

Nos materiais de preenchimento de lacunas, as várias resinas epoxídicas surgem como as mais mencionadas, devido às suas características óticas, que mais se assemelham ao vidro, havendo ainda alguns métodos em desenvolvimento para sua alternativa, com o uso de PB72 ou o uso de folhas de polipropileno ou de PET, ou a impressão 3D em filamentos próprios da impressora.

De uma forma geral é possível compreender que tem havido uma tendência para uma preocupação com a utilização de métodos cada vez menos invasivos e respeitando o princípio da intervenção mínima, sendo que há ainda utilizações de produtos e materiais cuja informação disponível mostra que poderá não ser a mais adequada, como é o caso de EDTA como produto de limpeza (referido mais recentemente em 2013), ou o uso de PVAc como adesivo ou consolidante (referido mais recentemente em 2019). Há uma tentativa e

procura de evolução nos materiais de preenchimento, já que é sabido que as características das resinas epoxídicas não são as mais adequadas a longo prazo, surgindo cada vez mais métodos alternativos a estas. É ainda relevante salientar que, além dos materiais e métodos referidos no presente estudo, podem existir peças intervencionadas com outros materiais, já que não há uma lista de materiais únicos que devam ser utilizados em vidro arqueológico e também devido ao facto de muitas vezes os trabalhos de conservação e restauro de vidro acabarem por ser feitos por profissionais de outras áreas, não especialistas em conservação e restauro do vidro.

Pretende-se também destacar no presente estudo que para além dos vários materiais citados, cada caso intervencionado deverá ser analisado individualmente, já que o mesmo material de intervenção pode ser considerado adequado num determinado caso de estudo, contudo desadequado noutra, sendo essencial a consciencialização da necessidade de uma escolha ponderada e devidamente justificada acerca da intervenção e dos materiais escolhidos, compreendendo o seu comportamento a longo prazo.

Por fim, no que diz respeito aos efeitos provenientes das substâncias químicas referidas, sabe-se que algumas destas substâncias são prejudiciais para a saúde e segurança do conservador-restaurador e também para o ambiente, sendo este um tema muito pouco explorado pelos autores dos trabalhos citados. Observa-se, no entanto, nas publicações mais recentes, uma crescente preocupação acerca dos efeitos secundários dos produtos aplicados no vidro arqueológico, havendo uma consciência a longo prazo e não apenas de efeito imediato (como poderia acontecer em tempos mais recuados). No futuro espera-se que os estudos publicados possam também incluir informação sobre a perigosidade das substâncias escolhidas, de modo a que os profissionais conservadores-restauradores se possam proteger e garantir a sua segurança de uma forma mais consciente e informada.

Agradecimentos

As autoras gostariam de agradecer à Divisão de Museus e Património Cultural da Câmara de Almada e à Conservadora-Restauradora Ângela Santos pela cedência de imagens, ao Conservador-Restaurador Moisés Campos do Centro de Arqueologia de Lisboa pela discussão sobre a intervenção em casos de estudo que inspiraram o tema da pesquisa referida no artigo e permitiram perceber outros materiais e métodos utilizados noutras intervenções e aos fundos da Fundação para a Ciência e Tecnologia no âmbito do projeto FCT/MCTES: UIDB/00729/2020.

REFERÊNCIAS

1. Tatton-Brown, V.; Andrews, C., 'Before the invention of Glassblowing', in *Five Thousand Years of Glass*, ed. H. Tait, University of Pennsylvania Press, Philadelphia (2004) 21-61, publicado originalmente em 1991.
2. Zerwick, C., *A Short History Of Glass*, 2ª ed., Harry N. Abrams in association with The Corning Museum of Glass, New York (1990).
3. Sease, C., *A conservation Manual for the Field Archaeologist*, 3ª ed., Archaeological Research Tools, vol. 4, Institute of Archaeology, University of California, Los Angeles (1994).

4. Guichen, G. de, 'Object Interred, Object Disinterred', in *Conservation on Archaeological Excavations*, ed. N. P. Stanley Price, ICCROM, Rome (1995) 21-28.
5. Tubb, K. W.; Cronyn, J. M.; Sease, C., 'The Elements of Archaeological Conservation', *Studies in Conservation* **36** (1991) 250-251, <https://doi.org/10.2307/1506325>.
6. Colomban, P., 'Non-Destructive Raman Analysis of Ancient Glasses and Glazes' in *Modern Methods for Analysing Archaeological and Historical Glass*, vol. 1, ed. K. Janssens, John Wiley & Sons, Ltd., West Sussex (2013) 275-300.
7. Perovic, S., 'The museum of ancient glass in Zadar (Croatia)', in *Glass & Ceramics Conservation*, ed. H. Roemich, Interim Meeting of the ICOM-CC Working group, ICOM-CC, Corning, New York, USA (2010) 75-81.
8. Davison, S., *Conservation and Restoration of Glass*, 2^a ed., Routledge, Oxfordshire (2003).
9. Fontaine-Hodiamont, C., 'Antique Glass: Principles of Conservation, Displaying and Maintenance', in *Vade mecum for the protection and maintenance of cultural heritage*, Institut Royal du Patrimoine artistique (IRPA), Koninklijk Instituut voor het Kunstpa-trimonium (KIK), Royal Institute for Cultural Heritage (KIK-IRPA), Brussels (2019).
10. Koob, S. P., *Conservation and Care of Glass Objects*, Archetype Publications in association with The Corning Museum of Glass, London (2006).
11. Feller, R. L., *Research in conservation: Accelerated Aging Photochemical and Thermal Aspects*, The Getty Conservation Institute, Los Angeles (1994).
12. Davison, S., 'A review of adhesives and consolidants used on glass antiquities', *Studies in Conservation* **29**(sup1) (1984) 191-194, <https://doi.org/10.1179/sic.1984.29.Supplement-1.191>.
13. Davison, S., 'A history of joining glass fragments', in *Holding it all Together: ancient and modern approaches to joining, repair and consolidation*, Archetype Publications in association with the British Museum, London (2009) 107-112.
14. Sease, C., 'The Case against Using Soluble Nylon in Conservation', *Studies in Conservation* **26**(3) (1981) 102-110, <https://doi.org/10.2307/1505851>.
15. Vos-Davidse, L., 'Note on the reversible gluing of broken glass objects', *Studies in Conservation* **14**(4) (1969) 183, <https://doi.org/10.1179/sic.1969.022>.
16. Madsen, H. B., 'A New Product for Mending Glass', *Studies in Conservation* **17**(3) (1972) 131-132, <https://doi.org/10.1179/sic.1972.013>.
17. Moncrieff, A., 'Problems and Potentialities in the Conservation of Vitreous Materials', *Studies in Conservation* **20**(sup1) (1975) 99-104, <https://doi.org/10.1179/sic.1975.s1.017>.
18. Pearson, C., 'On-site conservation requirements for marine archaeological excavations', *The International Journal of Nautical Archaeology and Underwater Exploration* **6**(1) (1977) 37-46, <https://doi.org/10.1111/j.1095-9270.1977.tb00986.x>.
19. Roberts, J., 'Acrylic colloidal dispersions as pre-consolidants for waterlogged archaeological glass', in *Preprints of the ICOM-CC 7th Triennial Meeting*, The International Council of Museums in association with the J. Paul Getty Trust, ICOM, Copenhagen, Denmark (1984) 20-21.
20. Delgado, J., 'Restoring Medieval Stained-Glass Transparency: Use of New Task Specific Luminescent Ionic Liquids for Corrosion Crusts Removal', Dissertação de doutoramento em Conservação e Restauro do Património, Departamento de Conservação e Restauro, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa (2016).
21. Ablum, A., 'Estudo da Aplicação de Adesivos de Cura UV em Conservação e Restauro de Vidro e Vitral', Dissertação de mestrado em Conservação e Restauro, Departamento de Conservação e Restauro, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa (2015).
22. Celorico, M. I. M., 'Preenchendo lacunas: estudo de colorantes para resinas epoxídicas utilizados na conservação e restauro de vidro', Dissertação de mestrado em Conservação e Restauro, Departamento de Conservação e Restauro, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa (2018).
23. Libiete, D., 'Conservation of the Daugmale Castle Mound Beads', in *Glass, Ceramics and Related Materials: Interim Meeting of the ICOM-CC Working Group*, ed. A. Paterakis, EVTEK Institute of Arts and Design, Vantaa, Finland (1998) 199-200.
24. Neumann, T. W.; Sanford, R. M., 'Cleaning Artifacts with Calgon', *American Antiquity* **63**(1) (1998) 157-160, <https://doi.org/10.2307/2694782>.
25. Koob, S. P., 'New techniques for the repair and restoration of ancient glass', *Studies in Conservation* **45**(sup1) (2000) 92-95, <https://doi.org/10.1179/sic.2000.45.Supplement-1.92>.
26. Smith, C. Wayne, *Archaeological Conservation Using Polymers – Practical Applications for Organic Artifact Stabilization*, Texas A&M University Anthropology Series 6, Texas A&M University, College Station, Texas (2003).
27. Abd-Allah, R.; El-Khoury, L., 'In Situ glass conservation: A Case Study from the Archaeological Site of Barsinia', *Adumayu* **16**(July) (2007) 25-36, https://www.academia.edu/5334669/In_Situ_Glass_Conservation_A_case_Study_from_the_Archaeological_Site_of_Barsinia_Jordan (acesso em 2021-03-30).
28. Terreni, L. G., 'Le problematiche conservative del vetro antico proveniente da scavi archeologici', *Milliarium* **8** (2008) 34-47, <http://www.milliarium.it/web/le-problematiche-conservative-del-vetro-proveniente-da-scavi/> (acesso em 2021-05-13).
29. Altavilla, C.; Ciliberto, E.; La Delfa, S.; Panarello, S.; Scandurra, A., 'The cleaning of early glasses: investigation about the reactivity of different chemical treatments on the surface of ancient glasses', *Applied Physics A Materials Science & Processing* **92** (2008) 251-255, <https://doi.org/10.1007/s00339-008-4499-x>.
30. Tennent, N. H.; Koob, S. P., 'An Assessment of Polymers Used in Conservation Treatments at The Corning Museum of Glass', in *Proceedings of the Interim Meeting of the ICOM-CC Glass & Ceramics Working Group*, ed. H. Roemich, ICOM Committee for Conservation in association with The Corning Museum of Glass, Corning, New York (2010) 100-109.
31. Mardikian, P.; Girard, P., '18 Tons of Roman Glass under the Sea: A Complex Conservation Puzzle', in *Proceedings of the Interim Meeting of the ICOM-CC Glass & Ceramics Working Group*, ed. H.

- Roemich, ICOM Committee for Conservation in association with The Corning Museum of Glass, Corning, New York (2010) 110-118.
32. Elnaggar, A.; Mohamed, H.; Mahgoub, G.; Fouad, M., 'Laser Cleaning of Excavated Greco-Roman Glass: Removal of Burial Encrustation and Corrosion Products', *Studies in Conservation* **55**(sup2) (2010) 80-84, <https://doi.org/10.1179/sic.2010.55.Supplement-2.80>.
33. Martínez, B.; Pasías, T.; Peiró, M. A., 'Reversibility and minimal intervention in the ap-filling process of archaeological glass', *e-conservation the online magazine* **20**(Jul) (2011) 41-54, <https://www.slideshare.net/trosa/reversibility-and-minimal-intervention-in-the-gap-filling-process-of-archaeological-glass-por-betlem-martinez-trinidad-pases-y-m-amparo-peir-en-econservation-n-20-2011-pp-4054> (acesso em 2021-05-13).
34. Viduka, A. J., *Unit 11 Conservation and Finds Handling*, UNESCO, Bangkok (2012) <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/CLT/images/630X300/UNIT11.pdf> (acesso em 2021-05-13).
35. Abd-allah, R., 'Chemical cleaning of soiled deposits and encrustations on archaeological glass: A diagnostic and practical study', *Journal of Cultural Heritage* **14**(2) (2013) 97-108, <https://doi.org/10.1016/j.culher.2012.03.010>.
36. van Giffen, N. A. R.; Koob, S. P.; O'Hern, R., 'New Developments for Casting Paraloid™ B-72 for Filling Losses in Glass', in *Recent advances in Glass, Stain-Glass, and Ceramics Conservation*, ed. H. Roemich K. van L. Campagne, ICOM-CC Glass and Ceramics Working Group Interim Meeting and Forum of the International Scientific Committee for the Conservation of Stained Glass (Corpus Vitrearum-ICOMOS), Amsterdam (2013) 53-60.
37. Barack, S., '3D Printing and Fills on Glass Vessels: A Case Study from the Fraunces Tavern Museum', in *Recent advances in Glass and Ceramics*, eds. H. Roemich e L. Fair, International Council of Museums, Committee for Conservation (ICOM-CC), Inowroclaw (2016) 197-204.
38. Díaz-Marín, C.; Aura-Castro, E., 'Creación de implantes 3D en procesos de conservación y restauración de vidrio arqueológico', *Virtual Archaeology Review* **8**(16) (2017) 103-109.
39. Coutinho, I.; Ramos, A. M.; Lima, A. M.; Fernandes, F. B., 'Studies of the degradation of epoxy resins used for the conservation of glass', in *Conference Proceedings Holding it all together, ancient and modern approaches to joining, repair and consolidation*, London (2008) 127-133, <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2799.3124>.

RECEBIDO: 2020.7.29

REVISTO: 2021.2.21

ACEITE: 2021.3.2

ONLINE: 2021.5.21



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

Relevamientos fotogramétricos en colecciones arqueológicas y etnográficas del Instituto de Arqueología y Museo, Tucumán, Argentina

ROY ARTURO CASAÑAS
RIGOLI

Instituto de Arqueología y
Museo, Universidad Nacional de
Tucumán, Tucumán, Argentina
royarturo@gmail.com

Levantamentos fotogramétricos em coleções arqueológicas e etnográficas do Instituto de Arqueologia e Museu, Tucumán, Argentina

Photogrammetric documentation on archaeological and ethnographic collections of the Institute of Archaeology and Museum, Tucumán, Argentina

Resumen

Este trabajo aborda la utilización de la fotografía digital en conjunto con *software* de *Structure for Motion* para la creación de modelos tridimensionales, aplicados al caso particular de las colecciones arqueológicas y etnográficas que alberga el Área de Reserva del Instituto de Arqueología y Museo, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina. De esta manera, presentamos el flujo de trabajo elaborado para el registro 3D de los objetos de dicha colección, con el objetivo de evaluar sus posibilidades, alcances y límites como herramienta de registro, investigación y divulgación en arqueología y museología.

PALAVRAS-CLAVE

Fotogrametría
Registro
3D
Protocolo
Muestra virtual

Resumo

Este trabalho aborda o uso da fotografia digital em conjunto como *software* de *Structure for Motion* para a criação de modelos tridimensionais, aplicados ao caso particular das coleções arqueológicas e etnográficas acondicionadas na Área de Reserva do Instituto de Arqueologia e Museu, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina. Neste sentido, apresentamos a sequência de trabalho efetuado para o registro 3D dos objetos da coleção, com o objetivo de avaliar as possibilidades, alcances e limites como ferramenta de registro, investigação e divulgação em arqueologia e museologia.

PALAVRAS-CHAVE

Fotogrametria
Registo
3D
Protocolo
Exposição virtual

Abstract

This paper presents the creation of tridimensional models by using digital photographic techniques and *Structure for Motion* software, applied for the particular case of the archaeological and ethnographical collections of the Storage Area of the Instituto de Arqueología y Museo, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina. As a result, we present the workflow elaborated to create the 3D record of the objects belonging to the collection. Our aim is to test possibilities, scopes and limits of this approach applied to the record, research and exhibition in the archaeological and museology fields.

KEYWORDS

Photogrammetry
Record
3D
Protocol
Virtual exhibition

Introducción

Diversas formas de representaciones visuales pueden ser encontradas en las distintas etapas de investigación arqueológica y museológica, desde la realización de mapeos de alta resolución de grandes extensiones del espacio, hasta el más simple bosquejo de un pequeño objeto, la fotografía, video, dibujo técnico y, en los últimos años, los relevamientos tridimensionales. Estos registros visuales son indispensables tanto en la investigación – para la obtención de información –, presentación de datos y como herramientas de análisis de datos, como también para la conservación y restauración, ya que sirven como un registro temporal de los objetos.

De todas formas, lo que se busca obtener con una imagen es un registro visual que contenga información útil y que constituya tanto una herramienta como objeto de estudio para el investigador. A su vez, al estar enmarcados estos registros visuales dentro de una práctica científica, estos deben ser precisos en cuanto sus dimensiones, colores, formas y texturas.

De esta manera, nos proponemos indagar y experimentar sobre novedosas técnicas de registro tridimensional, que por sus características permitan un registro de mayor representatividad icónica de su objeto de representación, que permitan la aplicación de análisis sobre los mismos, su manipulación y que funcionen como registro temporal de conservación de los objetos patrimoniales.

Particularmente, mostraremos la experiencia de aplicación de la fotografía digital en conjunto de *software* de *Structure for Motion* (SfM), que permite la creación de un modelo tridimensional a partir de imágenes bidimensionales. Este trabajo constituye las primeras experiencias de realización de modelos tridimensionales de las piezas de la colección arqueológica y etnográfica que resguarda el Área de Reserva del Instituto de Arqueología y Museo (IAM), Universidad Nacional de Tucumán (Argentina) las cuales comenzamos a utilizar desde el año 2016. De este modo, se busca evaluar las posibilidades de alcances y usos de estas herramientas aplicadas a la investigación y a la difusión del patrimonio.

Antecedentes

La relación que se genera entre el investigador y las diferentes formas de registro visual que se emplean en las diferentes etapas de una investigación y difusión en arqueología/museología, es el punto de partida donde surge la problemática de este trabajo. En el marco de una investigación, la utilización de imágenes como fuente de información es algo cotidiano, del cual el investigador no puede desentenderse. Ya sea por medio de la consulta a imágenes ya producidas, como la propia creación de nuevas imágenes con el fin de responder nuevas preguntas, el investigador utiliza y produce imágenes. De esta manera, el tipo de imagen requerida y aquello que la imagen representa, responde a la necesidad de obtener resultados específicos concordantes a la problemática particular planteada en el proceso de investigación/conservación.

En el caso del Área de Reserva del IAM, la forma de consulta de las colecciones se realiza a partir de una base de datos digital, donde se encuentran registradas las más de 7600 piezas que albergan dichas colecciones. Tanto estudiantes como profesionales consultan de manera regular esta base de datos, siendo por este medio el primer contacto con su objeto de estudio. Dicha base de datos, ofrece información de las piezas como también fotografías de las mismas.

En este sentido, nos propusimos lograr una mayor representatividad visual de las piezas del Área de Reserva del IAM, no solo a fines expositivos en su base de datos, sino que sirvan como fuente de información para aquellos que la consulten. A su vez, esta nueva opción de representar visualmente a los objetos debía estar al alcance práctico, siendo viable tecnológica y económicamente. Ante esta inquietud, acudimos a un registro tridimensional.

Este planteo es medianamente novedoso, creciendo su popularidad en los últimos años, principalmente gracias a nuevos desarrollos de *software* de SfM, que nos permite generar modelos tridimensionales sin la necesidad de utilizar equipos especializados y costosos, al mismo tiempo que ofrecen una interfaz de uso amistosa para no profesionales. En el ámbito arqueológico la fotogrametría + SfM se ha aplicado con un mayor énfasis en el relevamiento arquitectónico, mapeo de sitios y como registro de excavación [1-5], como también sobre la fidelidad de esta herramienta comparada a otras tecnologías y fuentes de adquisición y procesamiento de información 3D [6-9]. En cambio, la aplicación hacia objetos de colecciones, que respondan a problemas museográficos, no ha tenido mucha repercusión en los medios de difusión académica como las aplicaciones anteriormente mencionadas, pero si se puede observar sus usos prácticos por medio de la creación de exposiciones y museos virtuales que se encuentran en la web, los cuales funcionan como extensiones virtuales de institutos y museos que se benefician con la exposición de piezas tridimensionales.

Metodología

Para abordar nuestro problema, la creación de un registro tridimensional se llevó a cabo por medio de la fotografía digital + SfM, ya que respondía de manera favorable a nuestros intereses de que sea una herramienta de bajo costo y efectiva. Para esto, los elementos requeridos para lograr un relevamiento tridimensional son una cámara digital y el *software* de procesamiento correspondiente.

Definidas nuestras herramientas, comenzamos la experimentación para definir sus alcances y límites, dentro del marco de los materiales de la colección del IAM. Para esto, nos propusimos exponer esta herramienta a un universo material variable y diverso. A su vez, planteamos la indagación de la aplicación de estas herramientas no solo al registro e investigación, sino que también a la difusión de los mismos.

Selección de la muestra

Para poder realizar una selección de piezas acotada y representativa de la gran variabilidad de objetos arqueológicos y etnográficos de la colección del IAM, procedimos a delinear ciertos criterios formales que nos ayuden a seleccionar los diferentes objetos; teniendo siempre en cuenta que esta selección tiene como propósito desafiar a nuestra propuesta de relevamiento tridimensional con la variedad que puede hacerse presente en un trabajo arqueológico y de museo.

El primer criterio de selección utilizado fue el de la materia prima, buscando obtener una representatividad de las diferentes materias primas con la que cuenta el Área de Reserva. De esta manera, determinamos que la muestra se haría de objetos cerámicos, hueso, lítico, metal, textil animal, textil vegetal, madera y pluma. Definido nuestro espectro de materiales, consideramos una serie de variables formales para precisar la selección de las piezas:

- **Morfología:** hacemos referencia a los diferentes planos de la superficie de un objeto, a sus *caras*. De acuerdo al tipo de objeto, presentará una mayor o menor número de planos, afectando a la complejidad del relevamiento;
- **Brillo:** como se relaciona el material con la luz, ya sea por el tipo de materia prima que lo compone, o por la presencia de un acabado de la superficie del mismo. En este sentido, discriminamos entre la presencia y la ausencia de reflejos que pueden estar presentes en algunos objetos, incidiendo al momento de la captura fotográfica;
- **Textura:** detalle que presenta la pieza por el tipo de técnica empleada en su tecnofactura, generando patrones en su superficie. La presencia de relieves,

marcas y tramas añade un mayor detalle en la superficie de los objetos, lo que debe ser tenido en cuenta a la hora de planificar el relevamiento de las piezas;

- **Decoración:** aplicaciones de motivos en la superficie de la pieza que, de acuerdo a su presencia, visibilidad y nivel de detalle que presente, será necesario tenerlo en cuenta a la hora de planificar la captura de imágenes. De esta manera, aquellos objetos que posean un gran número de motivos, baja visibilidad de los mismos, o que sean de mucho detalle, incrementarán la complejidad del relevamiento;
- **Tamaño:** de acuerdo a las dimensiones de la pieza, será necesario optar por un tipo de equipo fotográfico particular (como un lente macro), o algún tipo de soporte diferente, afectando también el planteo del relevamiento.

De acuerdo a estos criterios mencionados y considerando el estado de conservación de los objetos, se seleccionaron once piezas del Área de Reserva del IAM. Seis de estos objetos pertenecen a la colección arqueológica, los cuales están designados con las siglas MA. Los restantes cinco objetos pertenecen a la colección etnográfica, designados con las siglas ME (Figura 1, Tabla 1).

Creación del registro tridimensional

Como mencionamos anteriormente, la realización del registro tridimensional se llevó a cabo utilizando la fotografía digital y *software* de SfM Agisoft Photoscan 1.2, el cual permite la extracción de información tridimensional a partir de



Figura 1. Objetos seleccionados para el relevamiento tridimensional.

Tabla 1. Descripción de las piezas seleccionadas de acuerdo a los criterios formales descriptos.

Pieza	Material	Dimensiones (cm)	Descripción
MA0622	Arcilla	Alto: 7 Largo: 9,5	Fragmento cerámico de puco, con decoración pintada y modelada.
MA0891	Arcilla	Alto: 9,5 Largo: 13,7	Pipa cerámica cilíndrica fragmentada, con decoración modelada.
MA3137	Lítico	Alto: 31,5 Diámetro máx.: 16,6	Vaso de piedra aguada, con decoración por tallado e incisión. Presenta un leve brillo en superficie.
MA4269	Óseo	Alto: 14,3 Largo: 18,2 Ancho: 13,7	Cráneo humano sin maxilar inferior. Presenta una fractura y una escritura en uno de sus lados.
MA6180	Arcilla	Alto: 14 Diámetro máx.: 14	Vasija cerámica fracturada, con decoración modelada y por incisión.
MA10241	Arcilla	Alto: 18,2 Largo: 20 Diámetro máx.: 10,7	Vasija cerámica con decoración pintada, modelada y por incisión. La decoración pintada se encuentra en gran parte de la pieza.
ME0286	Madera	Alto: 45 Largo: 31,5 Ancho: 10,5	Instrumento musical de madera con decoración grabada en casi la totalidad de su superficie.
ME0292	Metal	Largo: 34,5 Ancho: 22	Hacha metálica con ornamentación modelada. Presenta reflejos en su superficie.
ME0798	Fibra vegetal	Alto: 15,5 Diámetro máx.: 14	Canasta de fibra vegetal con tapa, con decoración de guarda. Su cualidad de tejido le proporciona una trama repetitiva en toda su superficie.
ME1193	Fibra vegetal y Pluma	Diámetro máx.: 31	Diadema de plumas sujetas a un aro de fibra vegetal.
ME1428	Fibra animal	Largo: 100 Ancho: 37	Vestimenta de fibra animal. Presenta una trama repetitiva resultado de su tejido.

fotografías digitales convencionales capturadas de una misma escena desde puntos de vista diferentes [2] (Figura 2). De esta manera, la creación de los modelos 3D se divide en dos etapas generales: la adquisición de datos y el procesamiento de datos. La primera etapa involucra la planificación del relevamiento y preparación de área de trabajo, como la captura fotográfica en sí misma. El procesamiento de datos implica la creación del modelo 3D mediante la extracción de información necesaria de las imágenes utilizando Photoscan.

**Figura 2.** Representación de los diferentes puntos de vistas que se adoptan para la creación de los modelos 3D.

Adquisición de datos

Preparación de la escena

Comenzando con la preparación del espacio, esta etapa consistió en la creación de un soporte para las piezas que satisfaga las necesidades del registro tridimensional y la configuración del espacio en relación a la iluminación utilizada. La creación de un soporte fue necesario, ya que respondía a dos requerimientos presentes: la necesidad de relevar la totalidad de la superficie de la pieza y tener en cuenta buenas prácticas en cuanto al manejo y conservación de los diferentes objetos.

En el caso del soporte, era necesario obtener un registro fotográfico de la totalidad de la superficie de la pieza, por lo tanto, esta debería encontrarse visualmente expuesta en su totalidad. Al utilizar una mesa, o cualquier otro tipo de soporte regular, se estaría bloqueando la visibilidad de la superficie de apoyo de la pieza, por lo que esa porción no podría ser relevada. A su vez, la opción de manipular los objetos para exponer de una u otra forma su superficie de apoyo nos pareció contraproducente por la misma naturaleza de las piezas, ya que al ser objetos que no poseen una completa integridad, pudiendo ser frágiles, presentar fracturas, áreas de menor estabilidad, entre otros. En este sentido, una manipulación libre podría poner en riesgo la integridad de las piezas, por lo que buscamos que su manipulación y traslado tengan el menor impacto posible.



Figura 3. Soporte improvisado para el relevamiento fotográfico.

Respondiendo a estos requerimientos, planteamos el uso de un soporte con una superficie transparente, la cual no restringiría la visibilidad de la superficie de apoyo de las piezas. De esta manera, elegimos usar una superficie de vidrio, por ser un material cotidiano, de bajo costo, inerte y que no se raya fácilmente. Al elaborar un soporte con una superficie transparente, resolvíamos los dos problemas anteriormente mencionados, ya que permite una visibilidad de toda la pieza, al mismo tiempo que no requiere de una manipulación mínima de la pieza para su relevamiento, limitándose a su traslado desde el área de reserva hacia el soporte, y del soporte hacia el área de reserva, permaneciendo la pieza inmóvil en todo el proceso de relevamiento fotográfico.

La realización del soporte se hizo con materiales presentes en el Área de Reserva del IAM, por lo que consistió en cuatro cubos de madera de 40 × 40 cm apilados en dos columnas, que servían de apoyo de una placa de vidrio rectangular (Figura 3).

Estrategia de captura fotográfica

La estrategia planteada para el relevamiento fotográfico se relaciona estrechamente con las características de la planificación de la escena, al mismo tiempo que siguen

ciertos principios generales delineados el manual de Agisoft LLC [10]. Dicho manual distingue en diferentes tipos de escenas a la que le corresponden diferentes aproximaciones de relevamiento fotográfico, en nuestro caso, las piezas aquí seleccionadas corresponden a una escena de un objeto aislado, del cual se tiene acceso a la totalidad de su superficie exterior. Para este tipo de escena, la captura sistemática de datos consiste en que la cámara orbite alrededor de la pieza, obteniendo fotografías desde diferentes puntos de vista, buscando siempre un ángulo de captura perpendicular a la superficie de la pieza (Figura 4).

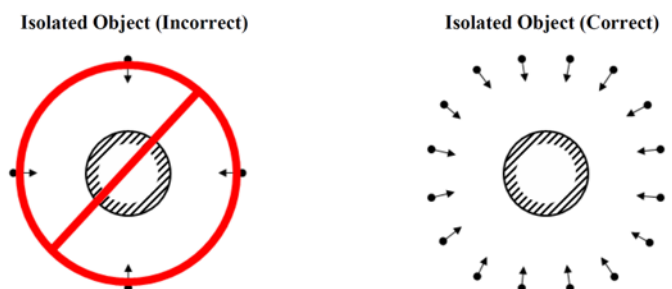


Figura 4. Posiciones que adopta la cámara en el relevamiento de un objeto aislado. Tomado del Manual de PhotoScan LLC 2016.

Siguiendo estos lineamientos generales, decidimos definir un número específico de orbitas guías a modo de *paralelos* que envolverían la totalidad del objeto, al mismo tiempo que definimos un número específico de posiciones de captura fotográfica dentro de cada órbita, esto nos permitiría tener un relevamiento sistemático de todas las piezas, permitiéndonos una posterior comparación de los registros tridimensionales (Figura 5). De esta manera, definimos siete paralelos y doce posiciones mínimas en cada paralelo, con excepción de los paralelos superior e inferior, donde el número de posiciones mínimas se reducen a cuatro. Definimos posiciones mínimas entendiendo que cada objeto es único en cuanto a sus características formales, por lo que una metodología totalmente rígida no podría funcionar para la variedad de muestra que este trabajo aborda. En este sentido, buscamos crear una metodología sistemática pero lo suficientemente flexible, con la capacidad de adaptarse a cada objeto particular.

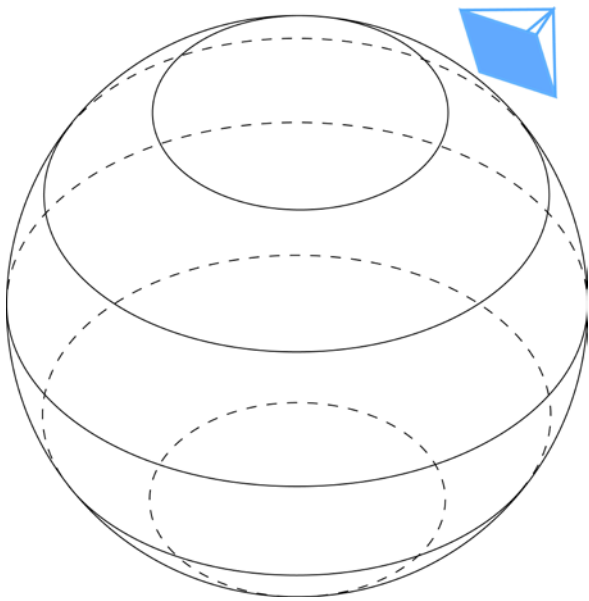


Figura 5. Esquema general de los *paralelos* que guían el movimiento de la cámara alrededor de la escena.

Adquisición de imágenes

Esta es la etapa de mayor relevancia en el proceso de recreación tridimensional, ya que la captura de imágenes es la creación de los datos que luego se procesarán para obtener el modelo 3D. Por tal motivo, la calidad de los datos obtenidos – fotografías – determinará la calidad del modelo final. De esta manera, los elementos que pueden influenciar en la calidad de la obtención de datos son un correcto planeamiento previo del relevamiento, el equipo fotográfico y la técnica fotográfica.

Para nuestro caso, utilizamos dos cámaras fotográficas: cámara réflex Canon 1100D, equipada con un objetivo Canon EF-S II 18-55mm f/3.5-5.6, y otro objetivo Sigma APO DG 70-300mm f/4-5.6; y una cámara Fujifilm Finepix s4800. La utilización de dos tipos de cámaras diferentes (una réflex y una bridge) corresponde a dos factores, primeramente se debe a que la cámara réflex se averió en el medio del proceso de este trabajo y, segundo, en vez de reemplazar la cámara por otra del mismo modelo, o con características similares, creímos convenientes realizarla con un equipo fotográfico de uso más cotidiano como son las cámaras bridge, que no logran tener las capacidades y calidad de una cámara réflex, pero son de un uso más generalizado dentro de los equipos de investigación ya que ofrecen mejores prestaciones que las cámaras compactas. De esta manera, lograríamos también realizar una comparación para la creación de modelos en base al factor “económico” que implica el uso de diferentes equipos fotográficos.

Aunque ambas cámaras presentan prestaciones diferentes, ambas fueron utilizadas en modo manual, ajustando los parámetros de ISO, velocidad de obturación y apertura de diafragma. En cuanto a la iluminación, se utilizó un equipo que no es el ideal para fotografía ni para las piezas, pero era con lo que se contaba en ese momento, el cual consistía de dos reflectores halógenos de 150 W apoyados sobre trípodes móviles (con ruedas). A su vez, para asegurar una correcta adquisición de datos para un relevamiento tridimensional, deben cumplirse ciertos criterios generales:

- toda la superficie del objeto debe ser fotografiada;
- debe existir un solapamiento de imágenes ($\pm 80\%$);
- el objeto de interés debe ocupar la mayor parte posible del encuadre;
- algún tipo de escala debe ser visible dentro de la escena relevada;
- deben ser tomadas cuantas fotografías sean necesarias;
- las imágenes no deben estar movidas, sobre/subexpuestas, o fuera de foco.

Teniendo en cuenta lo mencionado, se procede a ubicar la pieza sobre el soporte, ubicando alrededor de la pieza una serie de códigos impresos en papel, generados por el propio PhotoScan (Figura 6). Estos códigos funcionan como marcadores que materializan un punto en la escena, que luego son reconocidos por el propio PhotoScan, permitiendo incorporar información de medidas en dichos puntos, posibilitando una mayor optimización en la alineación de las imágenes y la creación de un modelo 3D a escala.

Comienza entonces la captura de imágenes, la cual consiste en que la cámara fotográfica, situada sobre un trípode, se posiciona sobre cada uno de los paralelos guías y posiciones anteriormente determinadas; a su vez, la cámara va orbitando la pieza conjuntamente con los dos reflectores, uno a cada lado de la cámara. Una vez fotografiado todo el objeto, se releva la distancia entre los marcadores utilizados y se anota dicha información en una libreta, en conjunto con información del equipo utilizado, tiempo, observaciones y una breve descripción del proceso de relevamiento.



Figura 6. Marcadores utilizados con el fin de obtener un modelo a escala.

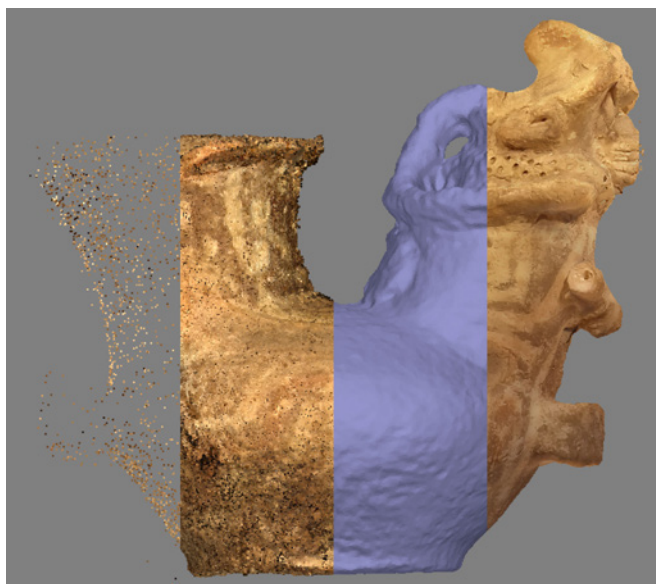


Figura 7. Etapas del procesamiento de datos, desde la alineación hasta la aplicación de la textura sobre el modelo.

Procesamiento de datos

Una vez capturadas todas las imágenes de la pieza, están son cargadas en PhotoScan para su procesamiento, el cual se desarrolla de manera casi automática, siguiendo cuatro etapas generales para la recreación del modelo tridimensional. A su vez, antes de comenzar el procesamiento, se debe hacer una revisión de las imágenes, eliminando todas aquellas que puedan estar movidas, fuera de foco, o presenten una mala exposición. Las imágenes pueden ser agrupadas, o no, por lotes, esto dependerá de cómo se desarrolló nuestro relevamiento fotográfico. Para un mayor conocimiento de cómo funciona el procesamiento de PhotoScan, ver Verhoeven [9] y el Manual Agisoft LLC [10].

Alineación de fotos y escala

El primer paso para la recreación tridimensional es la

alineación de las fotografías. En esta etapa PhotoScan detecta puntos en común entre cada una de las fotos realizadas, lo cual permite reconstruir la posición y orientación relativa de cada una de las posiciones que la cámara adopto para la obtención de las fotos y, por lo tanto, puede relacionar las diferentes porciones de la pieza representadas en cada fotografía y ubicarlas en el espacio en relación a estas posiciones, permitiendo la recreación tridimensional de la escena física. Como resultado se obtiene una nube de puntos, donde cada punto obtenido posee información de las coordenadas X, Y, Z y de color de una porción de la superficie del objeto real que se ha relevado (Figura 7).

En este sentido, la cantidad de puntos generados en la alineación dependerá de cuantos puntos en común entre las fotografías el programa haya detectado, el cual dependerá de la cantidad de veces que dicha porción de la pieza haya sido registrada en diferentes imágenes, del solapamiento de las mismas y de la calidad fotográfica.

Una vez alineadas las fotografías, se utilizan los marcadores y las medidas realizadas entre estos para crear unidades de escala, es decir se ingresa información de medidas para referenciar el modelo, permitiendo que la escena ajuste sus dimensiones en relación a dicha información.

Nube de puntos densa

Luego de haber creado la nube de puntos, PhotoScan permite la combinación de información referente a la alineación de cada foto y su posterior condensación, calculando un mayor número de parámetros y generado una nube de puntos de mayor densidad (Figura 7). Esta nube de puntos densa proporciona un mayor número de puntos alineados, es decir, presenta mayor información para la recreación tridimensional.

Malla

En esta etapa, PhotoScan genera la geometría del objeto mediante una interpolación entre los distintos puntos de la nube, los cuales se unen por medio de la generación de una malla que da solidez al modelo (Figura 7). Previamente a la construcción de la malla se procede a eliminar todos los puntos del entorno que la nube densa de puntos haya generado juntamente con la pieza y que no sean de interés reconstruir. En esta etapa el modelo pasa a ser una serie de coordenadas que forman la silueta de un objeto, a ser un modelo con vértices, aristas y caras, donde, de acuerdo al número de estos elementos en el modelo, presentara un mayor o menor detalle de la topografía de la superficie del objeto.

Textura

La creación de la textura es la que da el aspecto fotorrealístico al modelo final. La textura es creada a partir de las mismas imágenes utilizadas en los pasos anteriores de recreación tridimensional. De esta manera, PhotoScan utiliza la información de las diferentes posiciones de la cámara en relación al objeto y genera recortes de la superficie del objeto

obtenidas de todas las fotos, los cuales son luego aplicados sobre la malla por medio de una proyección (Figura 7).

Una vez terminado el proceso, se guarda el proyecto en el formato “.psz”, que es archivo por defecto del programa, el cual contiene todo el procesamiento del modelo. A partir de este archivo de alta resolución, se van a extraer diferentes modelos del mismo relevamiento con diferentes resoluciones, de acuerdo a las aplicaciones requeridas para los mismos.

Resultados

Del relevamiento tridimensional obtuvimos once modelos correspondientes a las once piezas seleccionadas (Figura 8). Dichos modelos conservaron la misma forma, dimensión y apariencia que sus homónimos reales. Todos los modelos obtenidos fueron realizados a escala, a través de los datos de medidas recolectados con los marcadores, y su apariencia fotorrealística fue resultado de nuestra fuente de datos: las imágenes fotográficas.

Como resultado, tenemos una *réplica virtual* de las piezas, ya que los modelos conservan las mismas características formales de los objetos que fueron relevados. Esto es de suma importancia si queremos utilizar los modelos 3D para su aplicación en investigación, como elemento que puede ser utilizado para responder preguntas particulares en arqueología y museología. El modelo final no es meramente representativo visualmente, sino que posee información valiosa para futuras aplicaciones.

Del mismo modo implementamos una metodología sistemática para el relevamiento tridimensional de objetos que será utilizada de manera estándar en el IAM, a modo de protocolo de registro, e incorporando el registro tridimensional en el Área de reserva del IAM (Figura 9). A su vez, todos los modelos creados estarán disponibles para la consulta de otros estudiantes, profesionales que deseen utilizar este tipo de información, complementando la información de las piezas presente en la base de datos.



Figura 8. Ejemplos de uno de los modelos finalizados en Realidad Aumentada. Para visualizar debe escanear el código QR (derecha) con algún dispositivo -celular o Tablet- y luego apuntar la cámara del mismo hacia el código de la izquierda.

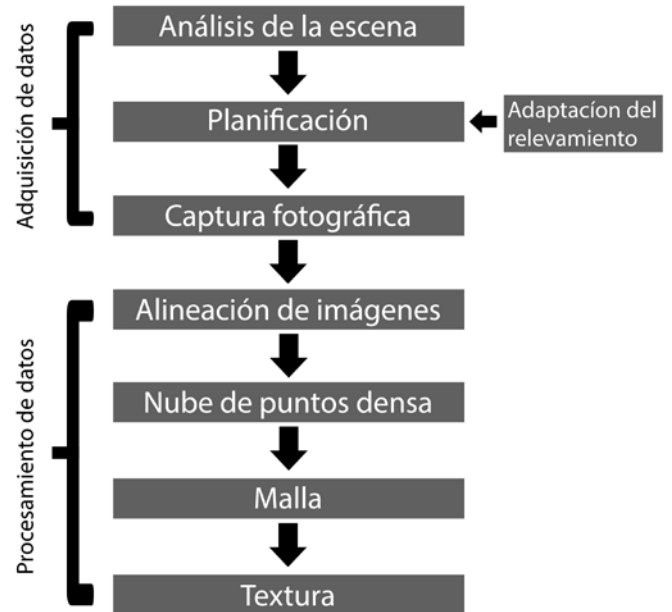


Figura 9. Etapas del flujo de trabajo utilizados en este proyecto, y adoptado para futuros relevamientos en el área de reserva.

Vitrina virtual del IAM

Una vez realizados los modelos, estos pasarán a formar parte de la base de datos el IAM para su consulta y, de la misma manera, se decidió hacer disponible los modelos realizados al público en general. De esta manera, se planteó la posibilidad de realizar una *vitrina virtual*, la cual consistiría en un espacio virtual que posibilite la visualización y manipulación de los modelos tridimensionales generados en este trabajo, como aquellos que se realicen en el futuro. La vitrina virtual ocuparía un espacio dentro de la página web del IAM, planteándose la visualización de las diferentes piezas en conjunto con información complementaria de las mismas.

En búsqueda de estos requerimientos es que se opta por la utilización de la plataforma web de Sketchfab.com, la cual permite el alojamiento y visualización de modelos 3D con información complementaria en forma de texto, imágenes, sonidos, links, animaciones, etc. Una vez alojados los modelos en esta página, se los puede visualizar desde la página web del IAM, utilizando un *embed code* de Sketchfab.

De esta manera, los modelos generados se subieron a la página de Sketchfab acompañados con información de las piezas obtenidas de sus fichas de registro de la base de datos, proporcionando información sobre sus medidas, origen, número de pieza, tipo de objeto y una resumida descripción. Luego, cada modelo se introdujo en la página web del IAM por medio de un *embed code*, dentro de un nuevo espacio creado en la página exclusivamente para la visualización de los modelos 3D, denominado “Vitrina virtual de las colecciones” (Figura 10).



Figura 10. Vitrina Virtual del IAM. Para acceder a la misma escanee el código QR, o ingrese a <http://institutoarqueologiaymuseo.org/vitrina-virtual-de-las-colecciones/>.

Discusión

Seguidamente abordaremos los resultados del trabajo a la luz de nuestros objetivos planteados, evaluando las aplicaciones, alcances y límites de la fotografía digital + SfM, en base a nuestra experiencia con la colección del IAM.

Metodología

En cuanto a la realización de los modelos 3D, la metodología planteada respondió favorablemente a nuestro objetivo, ya que permitió la creación de modelos tridimensionales de los once objetos seleccionados, conservando su forma, dimensiones y apariencia. Aun así, al momento de aplicar la metodología de obtención de datos presentada en este trabajo, es necesario destacar que la segmentación del relevamiento fotográfico en un número de *paralelos* predeterminados facilita un flujo de trabajo sistemático y ordenado, a la vez que permite al operador crear una rutina de trabajo. Esto posibilita una gradual mejoría de la técnica y velocidad del relevamiento. A su vez, como se buscaba representar la totalidad de la superficie de los objetos, esta designación de posiciones relativas estándar de la cámara brinda un marco de referencia lo suficientemente general como para extrapolarlo a cualquier tipo de pieza.

Ahora bien, respecto al número mínimo de fotografías planteadas para cada paralelo (habíamos definido un mínimo de doce posiciones por *paralelo*), creemos que no resulta práctico determinar un número X de fotografías dentro del planteo metodológico, ya que, de acuerdo a las particularidades de las piezas, estas van a requerir un mayor o menor número de imágenes para su correcto relevamiento. Al momento de estar realizando las capturas fotográficas, las diferentes morfologías de los objetos van a indicar aquellos sectores que requieren un mayor o menor número de imágenes.

De esta manera, la mejor aproximación a un relevamiento general, sistemático y que pueda aplicarse a la diversidad de materiales de la colección, consiste en la división y definición de un número específico de paralelos que cubran la totalidad

de la pieza, en donde las fotografías que tienen lugar en los mismos serían definidas situacionalmente en relación a la topografía de la superficie de cada objeto. En nuestro caso, el uso de siete paralelos fue positivo. A su vez, luego de la realización de la captura fotográfica dentro de las posiciones de los paralelos establecidos, tomaría lugar una captura de fotos *a mano alzada*, es decir, sin posiciones preestablecidas, siguiendo los propios requerimientos de la morfología del objeto en particular, si así lo requiriese la pieza, relevando áreas de mayor detalle o complejidad morfológica.

Como resultado tenemos una metodología de obtención de datos que es lo suficientemente rígida como para permitir su replicación, comparación y aplicación a un amplio abanico de materiales de colecciones; pero que es, a la vez, flexible, permitiendo adaptarse a cada pieza en particular.

Relevamiento

Aunque consideramos que las once piezas aquí relevadas fueron realizadas de manera exitosa, obteniendo un modelo tridimensional coherente de cada objeto seleccionado, nos encontramos con dos importantes límites a presentes para esta herramienta de relevamiento: 1) no se puede relevar lo que no se puede ver, 2) la alta complejidad de algunas formas.

El primer punto es un factor que tuvimos en cuenta desde un principio, para el cual decidimos utilizar un soporte transparente con el fin de poder registrar las piezas de manera completa. Aun así, determinados tipos de formas de algunos objetos hacen imposible su recreación a causa de la imposibilidad de visualización de alguna de sus partes. En nuestro caso nos referimos a la IAM-MA0891 (pipa fragmentada), e IAM-MA10241 (vasija modelada). En el caso de la pipa fragmentada, a causa del pequeño tamaño de la entrada del tubo de pipa, hacía imposible su registro fotográfico, ya que no se pudo obtener una visualización de su interior. El mismo problema se presenta para la vasija modelada, ya que, aunque presenta un orificio de mayor tamaño, la forma del interior de la vasija solo permite la visualización de la entrada de la boca del mismo, quedando oculto una porción de su interior.

El segundo factor mencionado no se relaciona con la técnica fotográfica o con la metodología planteada, sino que se presenta por la naturaleza de algunos elementos que pueden encontrarse dentro del universo de objetos arqueológicos y etnográficos. En nuestro caso, nos referimos a la pieza IAM-ME1193, donde la diadema de plumas obtuvo un resultado visual satisfactorio, pero cuyas características topográficas y geométricas del modelo no son para nada representativas (Figura 11). Este problema se da por la naturaleza de las plumas que compone a dicha pieza, la cual posee una complejidad tal que no puede ser reconstruida por medio de la fotogrametría, ya que se compone de muchas partes pequeñas, resultando en una reconstrucción tridimensional maciza, sin corresponderse a la realidad de la pluma. Aun así, al visualizarse el modelo con su textura, esta disimula la recreación errónea de las plumas, limitando el uso de este tipo de modelos para ámbitos de

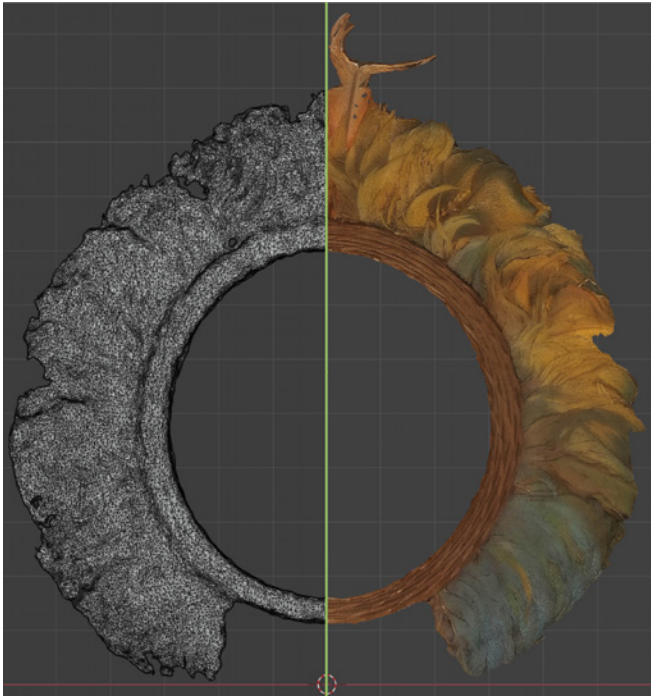


Figura 11. Modelo de la pieza ME1193: a la derecha se observa el modelo con su textura y a su izquierda la geometría poco representativa de la morfología real del objeto.

exposición meramente representativo, y excluyentes para un uso más estricto del mismo. A pesar de estos impedimentos observados, podemos concluir que es posible obtener un registro visualmente completo de una gran mayoría de piezas que encontramos en la colección del IAM.

Equipo fotográfico

Como mencionamos anteriormente, utilizamos dos tipos de equipos fotográficos para la realización de los modelos, lo que nos permite considerar el aspecto tecnológico y económico a la hora de afrontar este tipo de relevamiento. La principal diferencia que observamos entre los dos tipos de equipos fotográficos es en cuanto a la creación de la textura, donde en los modelos realizados por la cámara bridge presentan una menor resolución de imagen, a causa del menor tamaño del sensor de la cámara y de la cantidad de píxeles. Aun así, tanto la cámara réflex como la cámara bridge permitieron la correcta realización de la reconstrucción tridimensional de las piezas, aunque al utilizar un equipo fotográfico de mejor calidad se obtienen mejores resultados, esto no quita que un equipo de menor costo y definición no pueda realizar el mismo trabajo con buenos resultados.

Preparación de la escena

En cuanto al soporte, que está estrechamente ligado a la metodología de obtención de datos, aunque cumplió favorablemente con nuestras expectativas permitiendo visualizar la totalidad de la pieza y, por lo tanto, registrar fotográficamente toda su superficie, consideramos que este

tipo de soporte puede ser mejorado. Esta apreciación responde principalmente a que se trataba de un soporte estático, por lo que el operador debía moverse alrededor de la pieza junto con la cámara y los reflectores, resultando en un proceso cansador no muy práctico. Aunque desde un principio consideramos que estos problemas podrían ocurrir, lo hicimos así porque eran los materiales que tuvimos a disposición en el momento.

Aun así, decidimos diseñar un soporte a medida, en base a la experiencia realizada, que resolviese los problemas planteados. El principal problema del soporte utilizado estaba dado por su falta de movilidad, de esta manera la pieza se mantenía fija y el operador se movía alrededor de la misma. Por este motivo, planteamos la creación de un soporte móvil, que posea algún tipo de mecanismo que permita a su base o a la superficie de apoyo (vidrio) que gire sobre su eje, permitiendo que el operador se mantenga fijo.

Como resultado, se construyó una mesa circular giratoria, compuesta por un aro metálico sobre el que se apoya una superficie de vidrio laminado 3 + 3 mm. A su vez, el aro metálico se apoya sobre cuatro varas metálicas de 1 m de alto, cuyas bases se encuentra soldadas a una placa metálica con un eje en su centro, el cual permite a toda la mesa girar sobre su eje vertical de manera fluida. De esta manera, obtuvimos un soporte estable, fijo en sus ejes X e Y, pero el cual gira sobre su eje Z, permitiendo a que las piezas apoyadas sobre el mismo roten, de tal manera que el operador fotográfico se mantenga fijo, mientras el soporte gira sobre sí mismo.

Futuras experiencias con este tipo de soporte nos permitieron observar un flujo de trabajo de la captura fotográfica mucho más cómodo, ordenado y rápido, disminuyendo considerablemente el tiempo de relevamiento fotográfico.

Vitrina virtual

La creación de un espacio virtual de exposición de los modelos creados es una de las tantas posibilidades de difusión del patrimonio que ofrece el registro tridimensional. Esta vitrina virtual funciona como una extensión del Instituto de Arqueología y Museo, habilitando un nuevo espacio de encuentro con la sociedad. A su vez, al tratarse de una muestra virtual, la adición, renovación y creación de nuevas exposiciones puede realizarse sin las complicaciones que implica intervenir un espacio físico, con una mínima inversión de recursos. Esto convierte a la tridimensionalidad en una excelente oportunidad para que los museos compartan el gran volumen de sus objetos patrimoniales que poseen en sus colecciones, donde el mayor número de sus piezas se encuentran fuera del acceso al público en las áreas de reserva.

A su vez, fuera del espacio de una vitrina virtual, los objetos tridimensionales pueden ser incorporados en las muestras físicas de los museos, creando nuevas formas de interacción entre los objetos y el público. Un ejemplo de este tipo de aplicaciones es la muestra del IAM "Santamariana", iniciada en noviembre del 2019, la cual propone el uso de la realidad aumentada para la visualización de los modelos 3D, con la particularidad de ser una muestra itinerante, visitando diversos

espacios públicos gracias a la portabilidad de los modelos.

Tanto la exposición en vitrinas virtuales, como la posibilidad de “llevar” piezas a los espacios públicos y hogares a través de la realidad aumentada, nos han brindado un nuevo formato de interacción con los investigadores y la sociedad. Las piezas de nuestra base de datos y de la vitrina virtual fueron utilizadas por investigadores del IAM, facilitando el acceso visual a las piezas y brindando un nuevo tipo de información sobre las mismas; un ejemplo de un trabajo realizado sobre modelos de nuestra vitrina es el trabajo de Velardez y Paladea [11]. A su vez, por el contexto actual de aislamiento social en Argentina, producto de la pandemia del COVID-19, la muestra “Santamariana” ha podido adaptarse como un espacio virtual gracias al componente tridimensional que presentaba esta muestra y, en conjunto con los otros modelos tridimensionales del IAM, fueron difundidos en los medios locales, redes sociales y en espacios educativos para su utilización como actividad educativa y recreativa. Esto nos muestra la capacidad que tienen estos recursos para ser utilizados de manera masiva por la sociedad, superando cualquier tipo de barrera geográfica, permitiendo la presencia de los museos y centros de investigación en los hogares de las personas.

Conclusiones

La posibilidad de realizar una nueva forma de registro visual, más completa y representativa, se hace posible mediante las herramientas y métodos presentados en este trabajo, permitiendo su aplicación en todas las instancias de investigación y difusión arqueológica y museográfica.

Entendiendo los alcances y límites de esta herramienta, el desafío está en no perder de vista la existencia del registro virtual tridimensional y, al conocer sus límites, poder superarlos por medio de otras herramientas, virtuales y no virtuales, para poder no sólo favorecer un registro más fehaciente que favorezca a la investigación, sino también en la posibilidad de difusión.

A su vez, creemos que todo relevamiento tridimensional debe responder al planteo de preguntas y objetivos claros, que son los que van a guiar todo el proceso de recreación tridimensional. La realización de un modelo 3D solo va a poder alcanzar sus potencialidades cuando se tenga de manera clara, en primera instancia, los “para que” y “por que” de la realización de dicho modelo. De otra manera, terminaremos con un modelo 3D que es vistoso en la pantalla del computador pero que no puede ser utilizado en ningún tipo de aplicación, porque sus requerimientos no se tuvieron en cuenta al inicio del relevamiento tridimensional. Modelos sin escala, con baja resolución de sus texturas, con una topografía incorrecta o de reducida geometría, son problemas que obtenemos cuando no se tienen claros los objetivos del relevamiento.

Por último, como este trabajo inicial fue realizado en los años 2016-2017, al día de la fecha nuestro equipo de trabajo del museo ya ha adquirido una mayor experiencia en cuanto

a estas herramientas tridimensionales, las cuales nos han permitido realizar reconstrucciones virtuales de piezas altamente deterioradas basándonos en archivos fotográficos y descriptivos de las piezas; realizamos una primera aproximación a la impresión 3D; y hemos podido incorporar los modelos dentro de los proyectos de difusión del IAM, no solo con la creación de la muestra Vitrina Virtual de las Colecciones, sino con la realización de una muestra itinerante utilizando la realidad aumentada. A su vez, otros trabajos de investigación arqueológica se han llevado a cabo utilizando los modelos tridimensionales realizados en el área de reserva del IAM, lo que nos indica la multiplicidad de injerencias y beneficios que permite un registro tridimensional de los materiales de colecciones de museos.

Agradecimientos

Este trabajo fue posible gracias al apoyo de la Dra. Lorena Cohen, curadora del área de reserva y coordinadora de la comisión de colecciones del IAM. Agradezco también a Soledad Marcos, quien se encargó de crear y ordenar la vitrina virtual de las colecciones del IAM; y al Instituto de Arqueología y Museo por brindarme el espacio y los materiales arqueológicos y etnográficos para llevar a cabo este trabajo.

REFERENCIAS

1. Doneus, M.; Verhoeven, G.; Fera, M.; Briese, C.; Kucera, M.; Neubauer, W., ‘From deposit to point cloud- A study of low-cost computer vision approaches for the straightforward documentation of archaeological excavations’, *Geoinformatics CTU FCE* 6 (2011) 81-88, <https://doi.org/10.14311/gi.6.11>.
2. Plets, G.; Gheyle, W.; Verhoeven, G.; De Reu, J.; Bourgeois, J.; Verhegge, J.; Stichelbaut, B., ‘Three-dimensional recording of archaeological remains in the Altai Mountains’, *Antiquity* 86 (2012) 884-897, <https://doi.org/10.1017/S0003598X00047980>.
3. Giuliano, M. G., ‘Cultural Heritage: an example of graphical documentation with automated photogrammetric systems’, *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* XL(5) (2014) 251-255, <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-5-251-2014>.
4. Parada, I. K. R.; Vera, B. A., ‘Modelado de objetos arqueológicos: una propuesta usando fotogrametría digital’, *Revista ingenio UFPSO* 7(1) (2014) 143-149, <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/ingenio/article/view/2043> (acceso en 2021-12-3).
5. Mathys, A.; Lemaitre, S.; Brecko, J.; Semal, P., ‘Agora 3D: evaluating 3D imaging technology for the research, conservation and display of museum collections’, *Antiquity* 87(336) (2013) 1-3, <http://antiquity.ac.uk/projgall/mathys336/>.
6. Remondino, F.; Rizzi, A., ‘Reality-based 3D documentation of natural and cultural heritage sites-techniques, problems, and examples’, *Applied Geomatics* 2(3) (2012) 86-100, <https://link.springer.com/article/10.1007/s12518-010-0025-x>.
7. Remondino, F.; Del Pizzo, S.; Kersten, T. P.; Troisi, S., ‘Low-cost and open-source solutions for automated image orientation - A critical overview’, in *Progress in Cultural Heritage Preservation, Lecture Notes in Computer Science*, eds. M. Ioannides, D. Fritsch, J. Leissner, R. Davies, F. Remondino, & R. Caffo, vol. 7616, Springer, Berlin Heidelberg (2012) 40-54, https://doi.org/10.1007/978-3-642-34234-9_5.

8. Gonizzi Barsanti, S.; Remondino, F.; Visintini, D., '3D surveying and modeling of Archaeological sites – some critical issues', *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 2(5/W1) (2013) 145-150, <https://doi.org/10.5194/isprsannals-II-5-W1-145-2013>.
9. Verhoeven, G.; Sevara, C.; Karel, W.; Ressel, C.; Doneus, M.; Briese, C., 'Undistorting the past: new techniques for orthorectification of archaeological aerial frame imagery', *Good Practice in Archaeological Diagnostics: Non-Invasive Survey of Complex Archaeological Sites*, eds. C. Corsi, B. Slapšak, & F. Vermeulen, Springer, International Publishing Switzerland (2013) 31-67, https://doi.org/10.1007/978-3-319-01784-6_3.
10. Agisoft LLC, *Agisoft PhotoScan User Manual: Professional Edition, Version 1.2*, (2016), <http://www.agisoft.com/>.
11. Paladea Rojo, A.; Velardez Fresia, M. B., 'Corporalidades múltiples en las urnas Santamarianas', in *XVI Jornadas Internas de Comunicaciones en Investigación, Docencia y Extensión, Facultad de Ciencias Naturales e IML, UNT, Serie Monográfica y Didáctica* 5 (2019) 54, https://info.csnat.unt.edu.ar/images/geologia/Libro_XIV_Jornadas_2019.pdf.

RECIBIDO: 2020.5.28

REVISTO: 2021.3.2

ACEPTADO: 2021.3.14

ONLINE: 2021.3.16



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>.

Intervenciones acometidas en los retablos a lo largo de su historia: una propuesta de clasificación

BENJAMÍN
DOMÍNGUEZ-GÓMEZ 

Universidad de Sevilla, Sevilla,
España.
bdgomez@us.es

Intervenções em retábulos ao longo da sua história: uma proposta de classificação

Interventions taken on altarpieces throughout their history: a proposal of classification

Resumen

El presente trabajo describe y organiza un conjunto de "causas" o "agentes de deterioro" para ayudar a la descripción del "estado de conservación" de los retablos en madera policromada. El trabajo aborda la cuestión de las "intervenciones anteriores", presentando una propuesta de clasificación y terminología que ayuda a la descripción de los daños.

PALABRAS CLAVE

Retablo
Etiología
Intervenciones anteriores
Historia da conservação
Clasificación
Terminología

Resumo

O presente trabalho descreve e organiza um conjunto de "causas" ou "agentes de deterioração" para auxiliar a descrição do "estado de conservação" de retábulos em madeira policromada. O trabalho aborda a questão das "intervenções anteriores", apresentando uma proposta de classificação e terminologia de forma a permitir uma descrição dos danos.

PALAVRAS-CHAVE

Retábulo
Etiologia
Intervenções anteriores
História da conservação
Classificação
Terminologia

Abstract

The present work describes and organizes a set of "causes" or "deterioration agents" to help the description of the "state of conservation" of altarpieces in polychrome wood. The work addresses the issue of "previous interventions", presenting a proposal for classification and terminology that aids the description of damages.

KEYWORDS

Altarpiece
Etiology
Previous interventions
History of conservation
Classification
Terminology

Introducción

El libro *The Conservation of Antiquities and Works of Art*, de H. J. Plenderleith, publicado en Londres en 1956, constituye el antecedente más antiguo en lo que a la clasificación sistemática de los agentes de deterioro se refiere [1]. Desde entonces, numerosos autores han trabajado en la identificación y estudio de estos factores, como Stefan Michalski y sus famosos diez agentes de deterioro [2. p. 96], entre otros. Al igual que en estos dos casos citados, la mayoría de los trabajos publicados sobre etiología de los bienes culturales están vinculados al ámbito de los museos, por lo que la definición y el análisis de aquellos factores de deterioro que no tienen cabida – al menos de forma generalizada – en la casuística del museo, no suelen figurar en este tipo de estudios.

Este es el caso de los retablos en madera policromada que, con carácter general y a excepción de aquellos que han sido depositados en museos – que son los menos –, tienen como principal característica la de permanecer en el interior de los templos cumpliendo su primigenia función. En este sentido, es importante destacar que los retablos nacieron como manifestaciones artísticas vinculadas a la liturgia católica y que, aunque la casuística es amplísima, en muchos casos, son obras complejas de grandes dimensiones que incluso se adaptan a la morfología del inmueble, formando una unidad junto con la arquitectura, las pinturas murales, artesonados, cerámica, etc. También es frecuente que contengan imágenes de devoción

y/o reliquias por lo que su función sacra condiciona, aún hoy, de forma preclara, su conservación. Por tal motivo, la mayoría de los trabajos sobre conservación de retablos en madera policromada suelen tener muy presente su emplazamiento eclesiástico, su función y uso, por ser este su principal foco de riesgo y deterioro. Así lo venimos haciendo de manera habitual [3], como también Cantos Martínez [4], Carrasón [5] o González López [6], entre otros autores, cuando hemos tratado el tema. Con todo, cabría puntualizar que no podemos considerar la funcionalidad religiosa nociva por definición, puesto que, como bien puntualiza Ana Carrasón:

A lo largo de los tiempos el patrimonio eclesiástico ha sido preservado con medios demasiadas veces precarios, pero con una eficacia muy por encima de la desarrollada por algunos gestores públicos gracias, irónicamente, al propio uso y utilización religiosa del objeto (...) Mantener las obras en uso y en el lugar para el que fueron creadas, salvo excepciones, es un factor que a priori garantiza su conservación. [7]

Así es como, históricamente, la “restauración” de retablos proporcionó trabajo a artistas y artesanos que, sin embargo, atendían esta demanda “a su propia manera y estilo” [8]. Es importante destacar que la condición de bien cultural en uso, destinado al culto, a pesar de condicionar su conservación, ha sido un aliciente para su mantenimiento y preservación. Por tal motivo, el objetivo principal de las actuaciones de restauración ha sido alargar la “vida útil de las obras” y preservar su



Figura 1. Colocación de decoración floral para el culto en un retablo mayor. Parroquia de San Bernardo, Sevilla (España).

“decoro” como objeto sacro (Figura 1) si bien, sin tener en consideración su valoración histórica, tal y como hacemos hoy en día [9]. Así sucedió con el retablo mayor de la iglesia parroquial de Ntra. Sra. de la Oliva de Salteras (Sevilla), obra culminada en 1608, cuyo archivo nos revela que recibió intervenciones de mantenimiento, limpieza e incluso repolicromía de imágenes, al menos, en diez ocasiones hasta el siglo XIX [10].

Por esto es por lo que cobra especial relevancia, en el estudio de los agentes de deterioro vinculados a retablos, lo que denominamos su historia material, la cual se cita habitualmente de muy diferentes formas, tales como “intervenciones anteriores”, “actuaciones”, “restauraciones desafortunadas”, etc. Estas no deben confundirse con las acciones llevadas a cabo durante el proceso de construcción cuando, de no contar con la calidad y homologación técnica oportunas, se introdujeron cambios, los cuales denominaríamos de forma exacta como “defectos de construcción” [11].

La importancia de identificar, documentar y valorar de manera adecuada estas acciones radica en que, en muchos casos, son intervenciones que han modificado sustancialmente la obra original, ponen en peligro su estabilidad o tienen una carga histórico-social que hay que descifrar para conseguir un análisis solvente que justifique los criterios de intervención a aplicar. Igualmente, un adecuado conocimiento de la historia material del retablo puede dar respuesta a múltiples incógnitas desde el punto de vista de su localización, iconografía, lesiones... Por tal motivo, proponemos en este artículo una denominación para cada una de estas actuaciones así como una clasificación justificada con el fin de contribuir a mejorar su descripción y valoración.

Fundamentalmente, nuestro método de trabajo se ha

apoyado en lo datos que figuran en los proyectos de intervención manejados; en las publicaciones relativas a la conservación de retablos, especialmente las editadas tras los procesos de conservación-restauración; en tercer lugar, las monografías de carácter histórico, donde se narran – aunque de forma indirecta muchas veces –, las actuaciones acometidas y, por último, otra información contenida en prensa relativa a intervenciones, hurtos, hallazgos o curiosidades. Este es el motivo por el cual las fuentes bibliográficas y documentales utilizadas son extensísimas y de muy diferente índole, limitándonos en este artículo a citar las más significativas y utilizadas para ilustrar los ejemplos que se incluyen.

La concreción y desarrollo de las diferentes familias de agentes, así como su denominación definitiva son el resultado de profundizar en cada uno de los temas, estableciendo las jerarquías y relaciones oportunas tras un proceso continuado de discusión y reelaboración.

Actuaciones en retablos: una propuesta de clasificación sistemática

Considerado el retablo como un elemento cultural unitario, y no como la agrupación de elementos dispuestos sobre un bien mueble, creímos pertinente atender, en un primer nivel, las acciones sufridas de una forma conjunta. Por tal motivo, proponemos una primera diferenciación entre las actuaciones acometidas “con desvinculación del retablo de su emplazamiento original” y las que no conllevan dicho cambio. En el caso de las primeras, todas tienen en común la desaparición del retablo del espacio físico para el cual fue concebido, desvinculándose de

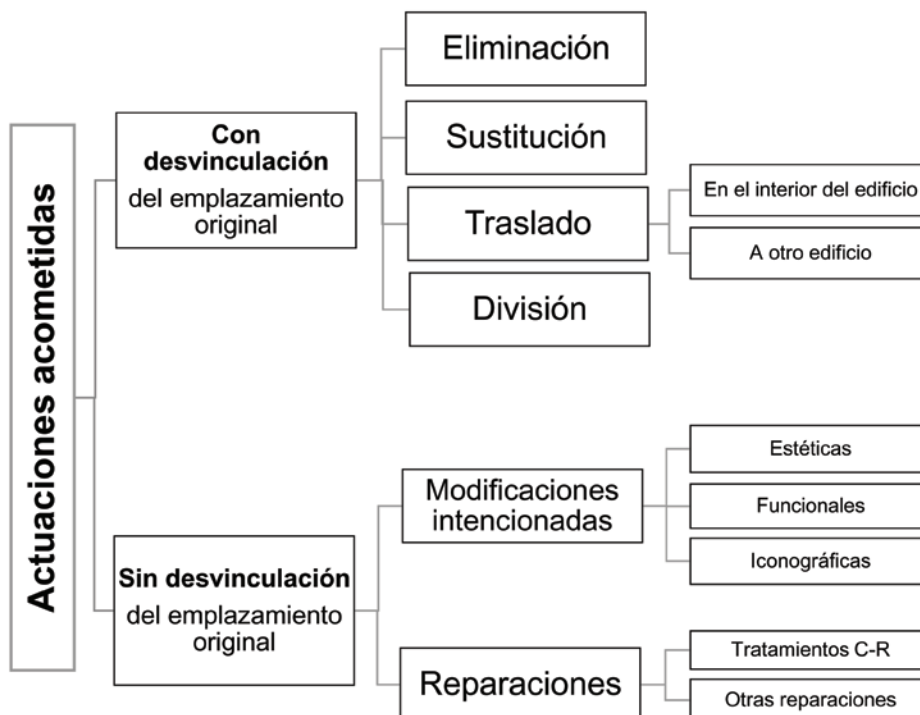


Figura 2: Cuadro de clasificación.

los valores patrimoniales relativos a la relación con su enclave original; por el contrario, el segundo grupo incluye aquellas actuaciones llevadas a cabo sin necesidad de traslado o desvinculación del emplazamiento primigenio. Al primer conjunto adscribimos cuatro actuaciones: eliminación, sustitución, traslado y división; al segundo, dos: las modificaciones intencionadas y las reparaciones (Figura 2). Todas ellas son susceptibles de incorporar subgrupos, como se expondrá en su momento.

El hilo conductor de este sistema de clasificación es la intencionalidad de la actuación, a nuestro juicio la verdadera y más importante causa de deterioro en este sentido, siendo la acción tutelar la que se pone indudablemente de manifiesto a través de las evidencias materiales y documentales, sobre las que nos apoyamos. Con este enfoque evitábamos valoraciones subjetivas que pueden inducir a error si las ponemos en relación con la época y/o circunstancias en las que se dieron lugar como, por ejemplo, si fueron “desafortunadas”, realizadas “de forma burda”, “inapropiadas”, “de baja calidad”, etc.

Actuaciones con desvinculación del retablo de su emplazamiento original

Eliminación

La eliminación o supresión total de la obra es la acción más drástica y traumática de todas, la cual podríamos calificar como “extrema” [12]. Aunque existen excepciones, lo cierto

es que la destrucción intencionada y maliciosa de los retablos en madera ha ido históricamente aparejada a su consumición por el fuego. Así, una de las causas de destrucción de los retablos y sillerías de coro en las contiendas militares fue servir de “yesca y combustible para calentarse” [13]. Junto a ésta, las principales circunstancias que han podido desencadenar dicha eliminación han sido los motivos políticos o ideológicos de carácter social; la “falta de decoro” o su estado ruinoso; la mala praxis arquitectónica y, por último, el reaprovechamiento de piezas o materiales.

Sobre la destrucción del patrimonio por motivos ideológicos mucho se ha escrito, no siendo los retablos una excepción en este sentido. Por otra parte, la destrucción de retablos bajo el condicionante de la “falta de decoro” nace cuando se entiende amortizada su funcionalidad o presenta un estado de conservación, a juicio del responsable de tomar la decisión, irreparable.

Destaca históricamente como justificación frecuente en este sentido, la presencia de xilófagos, si bien hemos identificado como, a veces, ésta ha servido como argumento para otras más subjetivas (Figura 3). En tercer lugar, a la praxis arquitectónica de eliminar los retablos en pro de la búsqueda del aspecto original del edificio hay que sumar la mala interpretación de la reforma litúrgica del Concilio Vaticano II que, en muchos casos, conllevó la eliminación del mobiliario litúrgico anterior. Finalmente, y



Figura 3. Capilla en Parroquia de la Victoria, Morón de la Frontera (Sevilla, España): a) capilla presidida por un retablo dedicado a San Sebastián; b) la misma capilla tras la eliminación del retablo y la colocación de un crucificado.

en relación con el aprovechamiento de piezas y materiales, se ha dado, sobre todo, en contextos de carencia o de abandono, como cuando en 1835 se dispuso que se entregaran a los contratistas las maderas de los retablos pertenecientes a comunidades religiosas cuyos templos no hubieran sido destinados al culto.

Sustitución

La decisión de sustituir un retablo también conlleva la eliminación de este, como en el caso anterior, si bien su lugar lo ocupa otro, heredero de las funciones litúrgicas encomendadas al inicial. Este matiz sustitutorio, que no se corresponde expresamente con el de asentar una obra de nueva factura, puede tener influencia en la conservación del segundo retablo, al verse comprometido, por ejemplo, su discurso iconográfico, sus dimensiones, materiales o la distribución espacial del inmueble que lo alberga, como sucede con el retablo mayor de la Iglesia de San Juan de la Palma, en Sevilla, el cual ha sido sustituido hasta en tres ocasiones [14].

Traslado

Si abordamos, como tercer supuesto, un posible traslado de la obra, la alteración ya no pivota sobre la materialidad del objeto, que puede permanecer prácticamente intacto, sino en el cambio de ubicación. Esta puede concretarse, bien en el traslado a otro edificio, bien en el cambio de ubicación dentro del

propio inmueble. De igual forma, resulta de interés la diferenciación de si se trata de un traslado formulado por la institución propietaria original, que desea conservar la obra pese al cambio de sede, como sucedió en 1937 con los de la Cofradía de Montserrat, levantados en 1807 [15], o si el traslado de inmueble conlleva también cambio de titular.

En España, los cambios políticos y sociales acaecidos durante los siglos XIX (principalmente la invasión francesa y la desamortización, enajenación y/o derribo de los bienes eclesiásticos) y XX (revueltas anticlericales de la década de los años 30 y la guerra civil) multiplicaron este tipo de actuaciones. Esto suscitó una paradoja en relación con los bienes desamortizados a la Iglesia a lo largo del siglo XIX y es que, el superávit de retablos sin uso propició que éstos sustituyeran a los destruidos a lo largo de la contienda. Así, en no pocos casos, los templos profanados recibieron obras de recintos que permanecían desacralizados desde el último tercio del siglo anterior. Como ejemplo de lo expuesto tenemos el caso de la Iglesia de la Victoria de Estepa que dotó de retablos a las localidades de Herrera, Puente Genil (Figura 4a), Badolatosa, El Rubio, Casariche, la Puebla de Cazalla y Omnium Sanctorum de la capital hispalense [16]. También la expulsión de la Compañía de Jesús en 1767, que propició el reparto todos sus bienes, explica la localización actual de muchos retablos jesuíticos (Figura 4b) [17].



Figura 4. Retablo procedente de la iglesia de la Victoria de Estepa (Sevilla, España), hoy en Puente Genil (Córdoba, España) (a) y retablo de San José, en la iglesia de San Sebastián de Marchena (Sevilla, España), antaño de la Compañía de Jesús (b).



Figura 5. Museo del retablo, Iglesia de San Esteban (Burgos, España).

Por otro lado, la normativa eclesiástica determina que cuando no es posible conservar los bienes artísticos en el interior de los templos de forma natural, puede resolverse esta circunstancia depositándolos en un museo para evitar su expolio y/o destrucción [18]. Esta solución se ha implementado recurrentemente, sobre todo, en el norte de la península ibérica, donde se creó incluso el Museo del Retablo en la iglesia de San Esteban en Burgos (Figura 5) [19]. Sin embargo, este ejemplo supone una excepción ya que, en la mayoría de los casos, cuando el templo queda cerrado o desacralizado, la imposibilidad de incluir tan magna pieza dentro de un museo ha derivado en que los retablos se queden en el edificio junto a las pinturas murales, los órganos o las sillerías de coro – si no han sido desmontados, expoliados o vendidos –, a la espera de un futuro mejor.

Por su parte, en relación con el traslado de retablos dentro del mismo edificio hay que decir que también ha sido una práctica habitual. Pondremos como ejemplo el denominado *Retablo del Descendimiento* de la iglesia parroquial de San Vicente (Sevilla), el cual fue levantado en 1605 para la capilla de los Ponce de León, posteriormente trasladado al exterior de ésta –seguramente en 1817– y, de nuevo, en 1945, trasladado hasta su ubicación actual definitiva [20].

División o desmembrado

Esta forma de destrucción del retablo se materializa cuando un retablo se fragmenta o despieza, repartiendo – muchas veces enajenando – los elementos que lo componen, ahora

como piezas independientes de un conjunto que ya no existe. Esta particular circunstancia la han “sufrido” especialmente los retablos góticos y renacentistas contruidos con pinturas sobre tabla, los cuales son fácilmente divisibles y cuya arquitectura – a veces limitada a delgados pinjantes – revestía poco interés para aquellos que determinaron una nueva y “mejor” naturaleza para esas pinturas (Figura 6). Precisamente, el interés por los elementos decorativos – pinturas y esculturas – ha sido el principal desencadenante de esta alteración, como sucedió en el siglo XIX cuando se pretendió levantar el Museo Napoleónico o se constituyeron los museos provinciales de Bellas Artes.

Actuaciones sin desvinculación del retablo de su emplazamiento original

Para analizar las actuaciones que no conllevan cambios de ubicación, hemos determinado también establecer dos conjuntos o familias: en primer lugar, las “modificaciones intencionadas”, que hacen referencia a aquellos trabajos que son fruto del interés de sus responsables de dotar a la obra de una nueva visión iconográfica, funcional y/o estética. Estos trabajos, desde una perspectiva actual, no pueden considerarse tratamientos de conservación-restauración propiamente dichos. Por el contrario, es en el último grupo, al que hemos venido a llamar “reparaciones”, donde las hemos incluido, ya que hemos considerado que son las que se limitan a atajar la resolución de problemas, lesiones o daños ocasionados, sin relecturas estéticas ni utilitarias, al menos, en teoría.



Figura 6. Tablas pertenecientes a diferentes retablos desmembrados cuelgan en los muros de una iglesia. Real Parroquia de Santa Ana de Triana (Sevilla, España).

Modificaciones intencionadas

Relacionadas con los mismos objetivos que las anteriores –decencia, debilitamiento, cambios de gusto, etc.- pero en un grado menor de intervencionismo, generalmente por falta de medios, las modificaciones totales o parciales de los retablos que no incluyen un cambio en su ubicación/localización, también constituyen un capítulo importante en lo que a su historia material se refiere. Tres son los factores principales que hemos identificado: las modificaciones generadas por criterios estéticos, las que lo hacen por criterios funcionales o litúrgicos y, por último, las que generan cambios en su discurso iconográfico.

En lo que a cambios estéticos se refiere, han estado vinculados históricamente a la actualización o modernización del discurso artístico u ornamental de las obras. El deseo de “modernizar” los retablos convirtió en práctica habitual la modificación de la decoración polícroma o de determinados elementos arquitectónicos o escultóricos. Quizás la más extendida ha sido la barroquización de los retablos renacentistas, como el de la Capilla de San Francisco de la Iglesia de Santa Ana, en Sevilla, al que se sometió en 1764 a una profunda reforma, incluyéndosele “juguetes de vistosa y bien elaborada rocalla” [21]. También la búsqueda del efecto inverso, retirando elementos de talla y pintando la superficie de colores planos más cercanos a la estética neoclásica.

Desde el punto de vista funcional y/o litúrgico, citaremos las

conocidas inclusiones de sagrarios, manifestadores y camarines para adecuar la obra a nuevas necesidades, lo que ha supuesto, en la mayoría de los casos también, una actualización estética correspondiente a la época de ejecución de esos trabajos (Figura 7a). Un ejemplo lo constituye la inclusión del manifestador en el retablo mayor de la iglesia parroquial de Albolote (Granada) en el lugar del remate del sagrario, tal y como aparece en las trazas del retablo firmadas por Ambrosio de Vico en 1605 [22]. Otro ejemplo, en el que dan cita estética y funcionalidad, son las ampliaciones en las que se incluyen elementos de uno anterior, como los dos retablos del quinientos conservados en la parroquia de la localidad sevillana de Alcalá del Río, - *Retablo de Santa Ana* y de la *Inmaculada*-, los cuales fueron recreados en el siglo XVIII con una estructura arquitectónica que los envuelve [24] (Figura 7b).

Con respecto a la hornacina central o camarín, ésta ha podido incluirse por motivos de seguridad, como el cerramiento acristalado incorporado en 1821 en la ermita de Nuestra Señora de Cuatrovitas [24] o modificarse para incorporar una imagen de mayores dimensiones, como sucedió en 1870 en la capilla del Dulce Nombre de Jesús [25]. Esta incorporación conllevaría además cambios en el discurso iconográfico, modificación recurrente en los retablos que han sido desprovistos de su imaginería o lienzos originales –generalmente por actos antisociales- como sucedió con el mayor de la iglesia parroquial de Cazalla de la Sierra, procedente del



Figura 7. Inclusión de un camarín neoclásico en un retablo barroco, Iglesia del Divino Salvador, Escacena del Campo (Huelva, España) (a) y retablo renacentista incluido en una ampliación del siglo XVIII, Parroquia de N.S. de la Asunción, Alcalá del Río (Sevilla, España) (b).

convento franciscano de San Sebastián de Carmona, en el que hoy se mezclan relieves originales, esculturas del retablo preexistente – devastado en 1936 – y una obra de nueva factura [26]. Si lo que se incorporan son lienzos, el cambio de formato de las pinturas suele ser frecuente.

Al grupo de modificaciones con carácter funcional y/o litúrgico corresponde adscribir las reducciones o incluso eliminación de las mesas de altar tras el Concilio Vaticano II que llevan aparejadas, a su vez, la descontextualización de los frontales de altar o “antipedios” [27]. En los manuales publicados con posterioridad al concilio se incide en que el nuevo altar no debe confundirse con el antiguo [28], lo que en algunos casos propició la eliminación del antiguo altar del retablo, colocando este sobre un muro o basamento, como sucede en la catedral de Cáceres (Figura 8).

Sin embargo, hemos identificado que la preocupación se centró más en cómo construir y ubicar el nuevo altar, en base a las novedosas disposiciones conciliares, que en qué hacer

con el antiguo del retablo ya en desuso. Esto propició que, en la mayoría de los casos, de forma colateral y sin ninguna intencionalidad patrimonial, prevaleciera su preservación [29]. También la optimización del espacio, tras despojarlas de utilidad, tuvo un papel importante en la eliminación de las mesas de altar. Con todo, la reforma litúrgica causó estragos en los retablos y sus mesas de altar, si bien habría que achacársela, no a la norma en sí, sino a quienes fueron responsables de interpretarla y aplicarla, tanto religiosos como técnicos, como defiende monseñor Asenjo Peregrina [30].

Reparaciones

Aunque la disciplina profesional de la conservación y restauración, tal y como hoy la conocemos, es una creación moderna, el trabajo de “restauración” ha sido una práctica presente y necesaria a lo largo de toda la Historia del Arte. Desde las pequeñas reparaciones resueltas a base de puntillas para solventar problemas en el soporte, hasta las grandes



Figura 8. Retablo mayor de la catedral de Cáceres (España). La eliminación del altar primitivo ha permitido la colocación de la sede y varios siales de coro, adaptados a la nueva liturgia post-conciliar.

intervenciones de “restauración”, colocación de parches, reentelados o retoques (repintes), los retablos también han sido objeto de tan variada actividad.

A Salvador Martínez-Cubells (Valencia 1845 - Madrid 1914), primer restaurador del Museo de Pinturas y Esculturas de Madrid, se le encargó la recolocación de parte del lienzo el *Retablo de San Antonio* de la Catedral de Sevilla, obra de Bartolomé Esteban Murillo, que había sido robado el 5 de noviembre de 1874 bajo la supervisión de la Real Academia de San Fernando. Esta intervención -una actividad reparadora postraumática, orientada a resarcir un daño exclusivamente-, también es un claro ejemplo de reparación ya que, en términos positivistas, no podemos utilizar como elemento diferenciador la solvencia del profesional o si los criterios y materiales utilizados fueron los adecuados. Las conclusiones emitidas tras el estudio de la obra en profundidad son las únicas que pueden determinar tales circunstancias, limitándose, el trabajo de identificación a describir exclusivamente la intencionalidad del hecho en base a su reflejo material y documental.

También una actividad recurrente de reparación, si bien incluida casi de forma exclusiva en el ámbito de los procesos de restauración convencionales, son los tratamientos de limpieza que, desde las indicaciones que nos ofrece Pacheco hasta

la más alta tecnología láser, siguen siendo uno de los procesos más controvertidos de la práctica profesional.

Conclusiones

Frente al lento y silencioso daño que provocan otros agentes de deterioro, el grupo de intervenciones descritas suponen, en la mayoría de los casos y a excepción de los procesos de conservación-restauración bajo metodología científica, agresiones patrimoniales de gran calado, que tienen lugar en un corto pero irreversible período de tiempo. Éstas no sólo han propiciado el deterioro más absoluto de muchos retablos, sino que incluso han supuesto la pérdida irreparable de muchos de ellos. Si bien todas suelen tener en común la falta de conciencia patrimonial como causa principal, estas acciones no pueden descontextualizarse del momento histórico en el que se llevaron a cabo y, por lo tanto, requieren de una valoración en profundidad siempre vinculada a sus circunstancias particulares.

Desde la perspectiva del conservador-restaurador, la elaboración de una clasificación justificada así como la definición de cada una de esas unidades que denominamos

“intervenciones anteriores” nos facilitan su comprensión y nos orientan hacia una adecuada resolución de los problemas planteados. Por otro lado, desde el punto de vista la documentación de la historia material de los retablos nos permite un análisis de la realidad el bien de una forma veraz, concreta y organizada. Y es que, en multitud de ocasiones, algunas de estas actuaciones se solapan, entremezclan o suceden, generando un nuevo orden estético, funcional o iconográfico de manera simultánea que bien agradece una adecuada ordenación para su mejor comprensión y descripción. Huelga decir que, en no pocos casos, resulta determinante conocer en detalle la historia material de las obras para poder precisar con solvencia los criterios de intervención a aplicar.

REFERENCIAS

1. Plenderleith, H. J., *The conservation of antiquities and works of art: Treatment, repair and restoration*, Oxford University Press, London (1956).
2. García, I., *La conservación preventiva de bienes culturales*, Alianza Forma, Madrid (2013).
3. Domínguez, B., ‘Factores de alteración del retablo en madera policromada; una propuesta de terminología y clasificación’, *Ge-Conservación* 17 (2020) 137-147, <https://doi.org/10.37558/gec.v17i1.726>.
4. Cantos, O., ‘Medidas de conservación preventiva aplicadas históricamente en la ejecución y mantenimiento de obras de arte en lugares de culto’, in *Conservación preventiva en lugares de culto. Actas de las jornadas celebradas en el Instituto del Patrimonio Cultural de España 2009*, I.P.C.E, Madrid (2012) 11-14, https://www.libreria.culturaydeporte.gob.es/libro/conservacion-preventiva-en-lugares-de-culto-actas-de-las-jornadas-celebradas-en-el-instituto-del-patrimonio-cultural-de-espana_3771/ (acceso en 2020-05-20).
5. Carrassón, A., ‘La conservación preventiva de los retablos: propuestas de actuación’, in *Conservación preventiva en lugares de culto. Actas de las jornadas celebradas en el Instituto del Patrimonio Cultural de España 2009*, I.P.C.E, Madrid (2012) 65-72.
6. González, M. J., ‘Técnica y problemática de los retablos en madera policromada. Pautas para establecer una metodología de estudio para su conocimiento e intervención’, in *Actas de las IV Jornadas de Protección del Patrimonio Histórico*, Asociación de Amigos de Écija, Écija (2005) 151-294.
7. Carrassón, A., ‘Algunas consideraciones sobre la conservación preventiva de los retablos’, *Informes y Trabajos* 2 (2009) 79-89, https://www.libreria.culturaydeporte.gob.es/libro/informes-y-trabajos-2_9647/ (acceso en 2020-05-20).
8. Ruiz de Lacanal, M. D., *El Conservador-Restaurador de Bienes Culturales: Historia de la Profesión*, Síntesis, Madrid (1999).
9. Vicente, T., *El restaurador de obras de arte en España durante los siglos XVIII y XIX. Nacimiento y reconocimiento de una profesión*. Universitat Politècnica de València, Valencia (2012).
10. González, A.; Domínguez, B.; Gutiérrez, E., *Estudio Histórico-Artístico y Restauración del Retablo Mayor de la Iglesia Parroquial de Santa María de la Oliva de Salteras*, Ayuntamiento de Salteras, Salteras (2009).
11. AENOR. UNE-ES 15898, *Conservación del patrimonio cultural; Principales términos generales y definiciones*. AENOR, Madrid (2012), <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une/?c=N0049099> (acceso en 2020-05-20).
12. Cantos, O.; Criado, J., *Conservación preventiva*, Centro de Estudios Turiasonenses, Tarazona (2008).
13. Fernández, F., *Dispersión y destrucción del patrimonio artístico español*, Fundación Universitaria Española, Madrid (2007).
14. Pedernal J. M., ‘Los retablos de la Hermandad de la Amargura’, in *Amargura; la Hermandad de San Juan de la Palma (Volumen II, Patrimonio)*, Hermandad de la Amargura, Sevilla (2008) 28-45.
15. Delgado, F. M., ‘La desaparecida Capilla de Montserrat ubicada en el antiguo compás del Convento de San Pablo’, *Boletín de las Cofradías de Sevilla* 578 (2007) 305-309.
16. Domínguez, B., ‘El retablo mayor de la Parroquia de Santiago de Herrera: Nuevas aportaciones tras su restauración’, in *Simposio internacional arte, tradición y ornato en el barroco andaluz*. Asociación para la investigación de la historia del arte y del patrimonio “Hurtado Izquierdo”, Córdoba (2015) 633-646.
17. García S.J., F. (ed.), *El Arte de la Compañía de Jesús en Andalucía 1554-2004*, Obra social y cultural CAJASUR, Córdoba (2004).
18. Conferencia Episcopal Española (ed.), ‘Conclusiones de las XVI Jornadas Nacionales de delegados diocesanos para el Patrimonio Cultural. El Escorial 24-27 junio de 1996’, in *Enchiridión del Patrimonio Cultural de la Iglesia*, Conferencia Episcopal Española, Madrid (2009).
19. *Museo del retablo*, <http://www.museodelretablo.com/> (acceso en 2020-05-20).
20. González, M.J.; Prado, B.; Domínguez, B., ‘La imagen superdimensionable aplicada al estudio de los retablos. Un caso práctico, el Retablo del Descendimiento (Sevilla)’, in *Vestir la arquitectura: XXII Congreso Nacional de Historia del Arte*, CEHA, Burgos (2019) 1585-1590.
21. Herrera, F. J., ‘Retablos y mobiliario litúrgico en la Iglesia de Santa Ana’, in *Santa Ana de Triana: Aparato Histórico-Artístico*, Real Parroquia de Santa Ana de Triana, Sevilla (2016) 463-487.
22. Hasbach, B.; Aguilar, J., *Retablo mayor de la iglesia parroquial de Albolote*, Consejería de Cultura, Junta de Andalucía, Granada (1999).
23. García-Baquero, G., *Historia de Alcalá del Río*, EMASESA/Ayuntamiento Alcalá del Río, Sevilla (2010).
24. Roda, J. ‘Juan de Astorga restaurador’, *Laboratorio de Arte* 23 (2011) 351-374, http://institucional.us.es/revistas/arte/23/articulo_17.pdf (acceso en 2020-05-20).
25. Domínguez, B., ‘El cambio de propiedad como generador de modificaciones estructurales y estéticas en retablos’, in *O retábulo no espaço Iberoamericano: Forma, função e iconografia*, Vol. I, Instituto de História da Arte, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa (2016) 287-298, https://www.researchgate.net/publication/309611340_O_Retabulo_no_Espaco_Iberoamericano_Forma_funcao_e_iconografia_-_VolI (acceso en 2020-05-20).
26. Morales, A. (ed.), *Guía artística de Sevilla y su provincia*, Fundación José Manuel Lara, Sevilla (2004).
27. Pérez, E.; Vivancos, M. V., *Aspectos técnicos y conservativos del Retablo del Barroco Valenciano*, Universidad Politécnica, Valencia (2004).

28. Plazaola, J., *Arte Sacro actual*, Biblioteca de Autores Cristianos, Madrid (2006).
29. Martini, C. M.; Santi, G., *Arte sacra e beni culturali: disposizioni e orientamenti*, Edizioni del Centro ambrosiano di documentazione e studi religiosi, Milano (1993).
30. Asenjo, J. J. 'La especificidad de las Catedrales y sus consecuencias', in *Catedrales y Monasterios Patrimonio Mundial. Seminario para el estudio de edificios de origen eclesiástico Patrimonio Mundial*, Sevilla (2013), <https://www.upo.es/investigacion/ruinas-expolios-intervenciones-patrimonio-cultural/wp-content/uploads/2016/02/Catedrales-y-monasterios-PM.pdf> (acceso en 2020/05/20).

RECIBIDO: 2020.5.21

REVISTO: 2021.3.15

ACEPTADO: 2021.3.16

ONLINE: 2021.3.16




Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
AtribuciónNoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.
Para ver una copia de esta licencia, visite
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>.

Aproximación técnica y proceso de conservación curativa y restauración de una gigante de cartón: “La Turca” del Corpus de Xàtiva

Abordagem técnica e processo de conservação curativa e restauro de um gigantone de papel machê: “La Turca” do Corpus de Xàtiva

Technical approach and curative conservation and restoration processes of a papier machê giant: “La Turca” from the Corpus de Xàtiva

ANTONI COLOMINA
SUBIELA^{1, 2*} 
VICENTE GUEROLA
BLAY^{1, 2}
ANASTASIA
PAPENKOVA²

1. Dpto. Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Universitat Politècnica de València, Valencia.

2. Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio, Universitat Politècnica de València, Valencia.

* ancosu@upvnet.upv.es

Resumen

La cultura festiva engloba diferentes representaciones que enriquecen el imaginario colectivo, como elementos que refuerzan la identidad patrimonial. Los gigantes y cabezudos son una prueba de esta riqueza folklórica, ligada simbólicamente a la tradición de connotación inmaterial. Este artículo contextualiza iconográfica e históricamente uno de los gigantes de cartón de la festividad del Corpus Christi de la ciudad valenciana de Xàtiva. El examen técnico, material y fisonómico de la escultura, conocida popularmente como *La Turca*, sirvió como estudio preliminar para determinar su estado de conservación. Como elemento festivo de uso procesional mostraba importantes problemas de tipo estructural y dimensional, así como intervenciones anteriores que, especialmente localizadas en áreas de policromía, intentaron actualizar reiteradamente su aspecto con la superposición de adiciones intrusistas. Asentándose en estos exámenes previos, finalmente, se procedió a intervenir la obra, con procesos de conservación curativa y restauración que consideraron las alteraciones y daños más importantes y negativos.

Resumo

A cultura festiva engloba diferentes representações que enriquecem o imaginário coletivo como elementos de reforço da identidade patrimonial. Os gigantones e os cabeçudos são a prova desta riqueza folclórica, simbolicamente ligada à tradição de conotação imaterial. Este artigo contextualiza iconograficamente e historicamente um dos gigantones de papel machê do festival de Corpus Christi da cidade valenciana de Xàtiva. A análise técnica, material e fisionómica da escultura, popularmente conhecida por *La Turca*, serviu de estudo preliminar para determinar o seu estado de conservação. Sendo um elemento festivo de uso processional, a escultura apresentava relevantes problemas estruturais e dimensionais, bem como intervenções anteriores intrusivas repetidamente aplicadas, sobretudo nas zonas policromadas, com o intuito de recuperar a aparência da obra. Com base nos exames preliminares, realizou-se então a intervenção na obra, através de processos de conservação curativa e de restauro, tendo em conta as alterações e danos mais significativos.

Abstract

The festive culture encompasses different representations that enrich the collective imagination as elements of heritage identity reinforcement. Giants and big heads are a statement of such folkloric richness, symbolically linked to the tradition of immaterial connotation. This article contextualizes, historically and iconographically, one of the papier mâché giants from the Corpus Christi festival in the Valencian city of Xàtiva. The technical, material and physiognomic examination of the sculpture, popularly known as *La Turca*, served as a preliminary study to determine its state of conservation. As a festive element used in processions, this sculpture exhibited significant structural and dimensional problems, as well as previous intrusive interventions, especially in polychrome areas, repeatedly applied with the purpose to recover the work's appearance. Finally, based on the preliminary examinations, curative conservation and restoration treatments were performed, aimed at the most relevant deteriorations.

PALABRAS CLAVE

Gigantes y cabezudos
Cultura festiva
Cartón-piedra
Corpus Christi
Escultura ligera
Conservación
y restauración

PALAVRAS-CHAVE

Gigantones e cabeçudos
Cultura festiva
Papel machê
Corpus Christi
Escultura leve
Conservação e restauro

KEYWORDS

Giants and big heads
Festive culture
Papier mâché
Corpus Christi
Lightweight sculpture
Conservation
and restoration

Introducción

Las representaciones de escultura ligera, conformadas con materiales livianos, están ligadas a la tradición festiva como parte tangible e indisociable del patrimonio inmaterial. Participan como ingredientes esenciales y catalizadores para la construcción de la identidad y pertenencia a una comunidad social con fuertes lazos identitarios.

En especial, las figuraciones en cartón-piedra han participado durante siglos en celebraciones tanto de carácter religioso como eminentemente civil. Las visitas o entradas reales, la celebración de las victorias militares, canonizaciones, solemnidades como el Corpus Christi y otros actos menores como rogativas y estreno de nuevos templos o capillas, incorporaban representaciones y arquitecturas que causaban admiración y llamaban a la participación ciudadana [1]. Hay que incidir en que cualquier fiesta, por lo general e incluso aquellas que mantenían un cariz enfáticamente sagrado, abrazaban actos con un fuerte componente profano, donde lo divino se cubría de tintes cívicos. Esta simbiosis permitía la incorporación en la fiesta de elementos gentiles, provenientes de leyendas y relatos populares. Estos discursos dejaban lugar a la participación de personajes alegóricos como los gigantes y cabezudos, las bestias o los diablos, que acompañaban a las comitivas en los desfiles y carreras procesionales con un aire jaranero e, incluso, satírico [2]. Su máxima significación, como personajes de carácter y presencia fugaz, la adquirirían en el momento en que concurrían en estos acompañamientos donde, además de asombrar por su sugestiva fisonomía, incorporaban de manera habitual vistosos ingenios, artefactos o automatismos con efecto sorpresivo que llamaban a la participación e interacción del público [3]. En el contexto de los oficios artesanales, la fabricación de este tipo de representaciones coexistiría en los talleres con otras tipologías conformadas con materiales que, como el cartón, eran sencillos de manipular, ligeros y dúctiles. La imaginería festiva compartiría entonces similitudes tecnológicas con otras formas tridimensionales de papel maché [4], como mobiliario, juguetería, modelos anatómicos y objetos decorativos y suntuarios.

Sin embargo, a pesar de su significación en el contexto de la cultura festiva, existe todavía un gran desconocimiento en lo referente a la importancia de la imaginería festiva, especialmente en soporte de cartón, en la historia de los bienes culturales. La falta de sensibilización institucional y social, en comparación con la consideración otorgada a otras tipologías artísticas, tal vez entendidas como más nobles e impercederas, ha propiciado una falta de atención o, simplemente, la ausencia de medidas de conservación preventiva, que han acabado por relegar a este tipo de obras a un continuo deterioro, al olvido y a un injusto desafecto e interés cultural limitado, tan solo manifestado en los breves pero intensos momentos de desfile en las carreras procesionales para los que fueron creadas.

No obstante, también es cierto que esta desatención histórica, por considerarse infravalorada, modesta o menor [5], se

ha venido revirtiendo en las últimas décadas gracias a determinadas acciones que han acabado por marcar una tendencia hacia su naturalización y reconocimiento patrimonial. Gracias a esta progresiva concienciación, importantes ejemplos y conjuntos de esta tipología escultórica han sido sometidos verdaderamente a un proceso de musealización, aunque, en general y salvo algunas excepciones [6], no han gozado de demasiada atención desde el punto de vista de los nuevos métodos y sistemas de exposición, museología y conservación.

La situación actual implica que cualquier acción encaminada a la valorización de este tipo de imaginería aporte nuevas oportunidades que optimicen una aproximación al conocimiento de estas manifestaciones de la cultura festiva, permitiendo una adecuada comprensión de los objetos, desde su naturaleza y consistencia material, hasta su significado y lectura simbólica. Pero, para ello, no solo basta con recuperar las obras dañadas, sino también, es preciso implementar estudios en un tema tan poco desarrollado y con una grave desatención a nivel de reconocimiento cultural, que profundicen en las características técnicas de la escultura ligera, pero también que la contextualicen mediante la identificación de significados y valores [7].

El trabajo que aquí se presenta, vinculado al acto conservativo, constituye la base para la subsiguiente transferencia de conocimiento y difusión de resultados, tan necesaria para la toma de conciencia de los valores patrimoniales de la imaginería festiva en cartón.

La Turca y los actos festivos del Corpus en Xàtiva

La ciudad de Valencia como referente festivo

Los gigantes y cabezudos son representaciones figurativas que suelen mostrar ciertos rasgos grotescos o de morfología exagerada y que participan, prácticamente desde el siglo XVI, en las procesiones y desfiles, tanto religiosas como civiles, de la cultura festiva de Occidente. Se trata de esculturas que, precisamente por ser conducidas por portadores que se introducen en su interior, han sido elaboradas tradicionalmente con materiales ligeros, como es el caso del cartón.

En la ciudad de Valencia (España), siempre como foco referencial e irradiador para los pueblos que, como Xàtiva, comprenden su entorno geográfico más cercano, la introducción de gigantes y cabezudos como representaciones festivas se remonta a 1589, cuando aparecen en la procesión del Corpus Christi a imitación de los que ya existían en Toledo y Madrid [8]. En este año, dos cabezudos y cuatro parejas de gigantes, con cabezas y manos de cartón, representaban a los cuatro continentes conocidos (Europa, Asia, África y América), como alegoría a la instauración del sacramento de la Eucaristía por parte de la condición humana en cualquier territorio.

La festividad del Corpus en Xàtiva tuvo sus inicios en el siglo XIV, alcanzando su mayor esplendor y desarrollo entre los siglos XVII y XVIII, cuando las celebraciones constituían la mejor oportunidad para la plasmación de representaciones

efímeras y de carácter lúdico como expresión plástica de la fiesta [9]. Tal y como harían otras ciudades y pueblos cercanos, la fastuosidad y composición del séquito procesional se establecería a semejanza de los personajes y elementos que organizaban la festividad en la ciudad de Valencia. La réplica setabense a la manera de la capital provincial, con una ordenación próxima en cuanto a personajes, cofradías, misterios y danzas [10], garantizaba una magnificencia demostrada.

Al igual que ocurre en la ciudad de Valencia, avanzado ya el siglo XVI es cuando los grupos simbólicos como los gigantes y cabezudos entran a formar parte de la procesión del Corpus de Xàtiva. Su iconografía, de acuerdo con la idea de representar a la totalidad de grupos humanos, obedece a las gentes que en aquella época habitaban España: oriundos, gitanos y esclavos negros, a los que se añadieron los turcos que amenazaban entonces las costas [11], estos últimos, tal vez como paradigma de la presencia islámica de los moriscos en los márgenes del antiguo Reino. Aunque en lo esencial esta alegoría se mantiene, otras fuentes [12] la puntualizan con mayor concreción, al relacionarla simbólicamente con el poder terrenal, representado por un rey y una reina; las religiones consideradas heréticas en relación con la católica, encarnadas por la pareja de turcos; y las diferentes razas del mundo, manifestadas por gitanos y negros.

La decadencia del Corpus ochocentista

A lo largo de la historia, y paralelamente a la situación social, religiosa, política y económica del momento, la procesión del Corpus en Valencia, así como en el resto de la geografía valenciana, tuvo sus altibajos [13]. Desde su instauración, la fiesta fue celebrándose periódicamente hasta que sufrió un fuerte declive a mitad del siglo XIX, especialmente debido a situaciones como las provocadas por la desamortización de Mendizábal de 1836, que supone la expropiación y venta de los bienes de las comunidades religiosas. Fueron años convulsos, también debido a la epidemia de cólera y la guerra entre carlistas y liberales, circunstancias que impidieron que la fiesta, al igual que otros aspectos sociales y económicos, no se llevara a término con normalidad. Llegado el siglo XX, episodios como la proclamación de la II República en España, durante el periodo de 1931 a 1936, siguieron diezmando el sentido lúdico, callejero y popular del Corpus por la prohibición de todo tipo de expresión pública de carácter religioso, lo que obligó a la celebración de la festividad exclusivamente en el interior de los templos. La Guerra Civil y los años de posguerra tampoco favorecieron su resurgimiento.

Con inmediatez a la postguerra, igual que ocurre en Valencia, la decadencia del Corpus de Xàtiva se hace especialmente evidente y dejan de figurar progresivamente un gran número de personajes bíblicos del que formaban parte de manera tradicional, así como los gigantes y cabezudos. No obstante, durante los años 60 y 70 del siglo XX, posiblemente por la especial empatía que los setabenses mostraban hacia estas figuras representativas de un discurso festivo y a menudo solicitado por la atención de los niños, los cabezudos fueron

los primeros personajes que se recuperaron como comitiva procesional. De manera esporádica fueron acompañándolos también los gigantes, a menudo en número inferior a los ocho que eran habituales, debido a las dificultades para encontrar portadores o por el deterioro que sufrían.

Una nueva oportunidad para la escultura festiva

A partir de los años ochenta, gracias al impulso de la gestión municipal y la implicación de diferentes colectivos ciudadanos, empezó a reactivarse la festividad del Corpus. Es entonces cuando se encarga la construcción de nuevos gigantes y cabezudos en soporte de fibra de vidrio y resina de poliéster para sustituir a las viejas y deterioradas figuras de cartón. Sucesivamente, los personajes y bestiario de la procesión van recuperándose, así como los bailes tradicionales, que son interpretados actualmente por los alumnos de los diferentes colegios de la localidad.

Sin embargo, los antiguos gigantes y cabezudos, con viejas estructuras de madera y soporte de cartón, significativamente dañados por el continuo uso y ahora reemplazados, quedan entonces sentenciados al olvido en un almacén municipal. Entre estas esculturas se encontraba la gigantona conocida popularmente como *La Turca* (Figura 1), personaje que de manera tradicional ha simbolizado la imposición y prevalencia del culto eucarístico por parte de las gentes del continente asiático o por los que profesaban otras religiones. Sus atributos iconográficos responden a una mujer otomana, especialmente reconocible por el sencillo turbante que cubre su cabeza y sus trenzas que caen sobre el busto. El tocado incluye los perfiles de la media luna y la estrella, como manifestación de identidad étnica y símbolo de la religión islámica.



Figura 1. La gigantona conocida como *La Turca*, desfilando por las calles de Xàtiva a mediados del siglo XX. Arxiu Municipal de Xàtiva (AMX); fotografía de Salvador Sifre.

Desde la aparición de esta figura en el Corpus de Xàtiva en el siglo XVI, junto con su homólogo masculino y el resto de las parejas que representaban la diversidad humana, es indudable pensar que la escultura fuera reparándose o sustituyéndose con cierta asiduidad. Su carácter efímero, como elemento transitorio de representación festiva; su uso continuado en la procesión, con su exposición a múltiples factores de deterioro; así como su constitución como escultura ligera, creada con materiales altamente sensibles a las contingencias derivadas de su función y almacenamiento, dificultaba su perdurabilidad. Parece lógico que, debido a estas circunstancias y tal y como ocurrió en los años 80 del siglo pasado, gigantes y cabezudos fueran reemplazándose paulatinamente, manteniendo sus rasgos iconográficos, pero renovando su estructura material e, incluso, su apariencia.

Durante los primeros años del siglo XX se reafirma la decadencia de la procesión del Corpus en Xàtiva, por lo que dejan de desfilar los gigantes y cabezudos, entre otros muchos personajes, hasta su reaparición durante la segunda década de esta centuria. Esto hace suponer que la escultura fue realizada con anterioridad, posiblemente durante las últimas décadas del siglo XIX, una hipótesis que viene reafirmada por sus definitorios rasgos técnicos y materiales.

La disposición actual por la puesta en valor de las representaciones patrimoniales infravaloradas, entre ellas la cultura festiva, favoreció que en 2018 el Ayuntamiento de Xàtiva mostrara interés por la recuperación de algunas de las piezas de la colección de los antiguos gigantes y cabezudos. Esta iniciativa se enmarca en el contexto de la creación del Museo del Corpus de la ciudad, incluido en el recinto del antiguo convento de Sant Domènec y que quedó inaugurado en marzo de 2019. A instancias de la Concejalía de Cultura fueron solicitados a la Universitat Politècnica de València, a través del Instituto de Restauración del Patrimonio (IRP), los procesos de conservación curativa y restauración de *La Turca*, por su grave estado de conservación y la dificultad para su exposición museográfica.

Aproximación técnica y material

Una escultura de diversidad material

La técnica constructiva de *La Turca*, igual que ocurre con el resto de antiguos gigantes del Corpus de Xàtiva y de acuerdo con una concepción polimatérica [14], responde a una combinación de diversos materiales en la estructura que conforma su soporte.

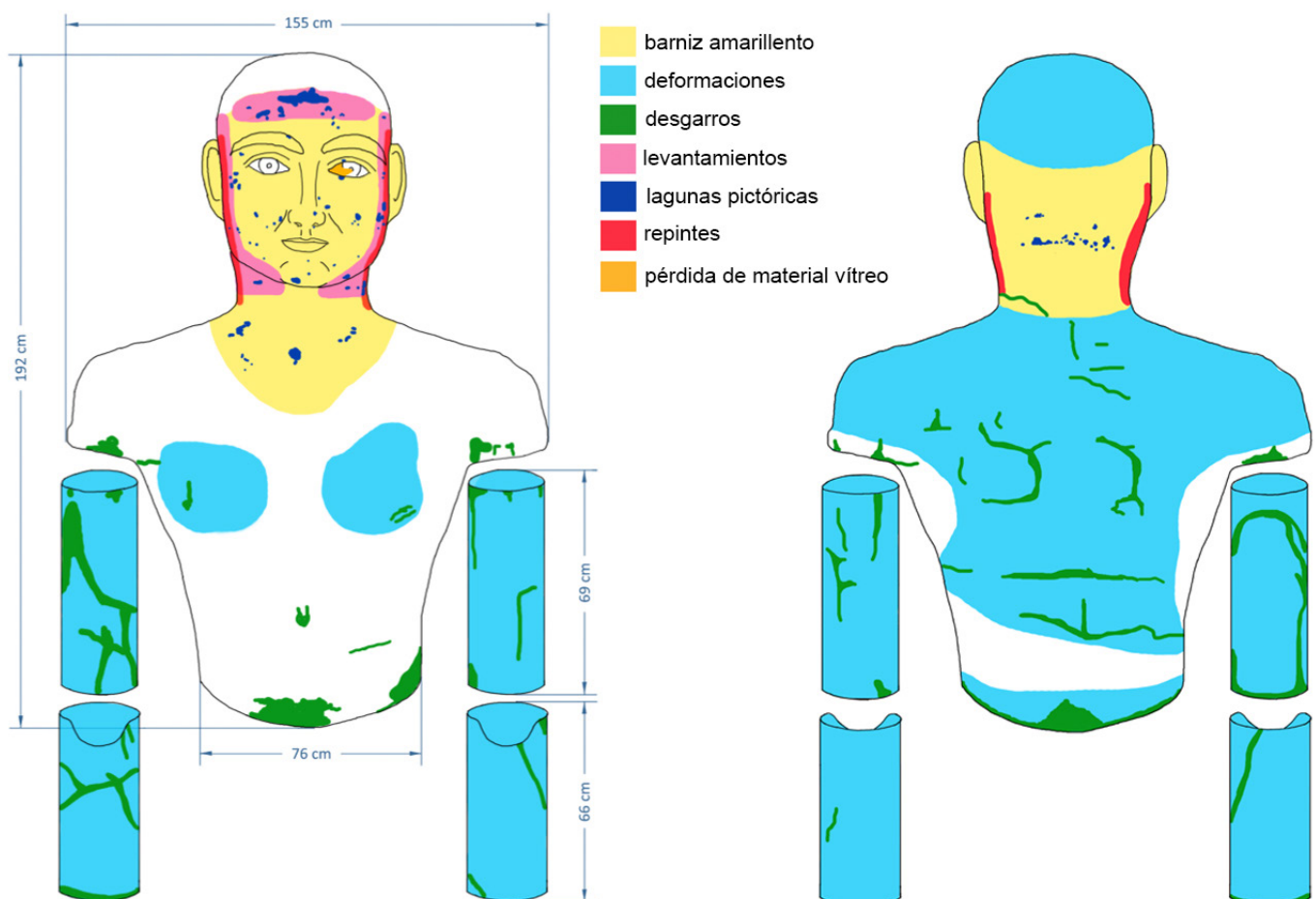


Figura 2. Esquema dimensional de la escultura y croquis de los principales daños que presenta.



Figura 3. Estado de conservación inicial de la escultura, antes de abordar el proceso de intervención.

La madera constituye el componente fundamental para el armazón interior, mientras que el cartón sirvió para la confección de la consistencia volumétrica que, en aquellas zonas determinantes, se cubrió por las correspondientes capas de preparación y policromía; otros elementos adicionales recurren a las características que ofrecen el vidrio o el pelo de origen animal. Además, como escultura que tipológicamente podría considerarse como variante de las imágenes vestideras de devanadera o de candelero, donde se otorga el mayor protagonismo a lo morfológico, estilístico y técnico de las partes nobles como la cabeza [15], el resto del cuerpo queda oculto con vestimentas confeccionadas exprofeso.

El soporte de cartón con armazón de madera

En origen, la figura estaba constituida por dos unidades estructurales básicas. Una de ellas, ahora perdida, se correspondía con la base de la escultura y, de acuerdo con lo que se desprende de la documentación fotográfica de cuando permanecía en uso, estaba formada por un esqueleto de madera con forma de tronco de pirámide cuadrangular, de unos 224 cm de altura y unas bases de 80 y 96 cm de lado. Sobre este armazón se fijaba la segunda estructura, asentada sobre la primera a través de cuatro sencillos ensambles a caja y espiga. Este segundo cuerpo, el que ha llegado a nuestros días y con unas dimensiones de 192 × 155 × 76 cm (Figura 2), recoge los



Figura 4. Esqueleto interior de la giganta, armado con listones de madera.

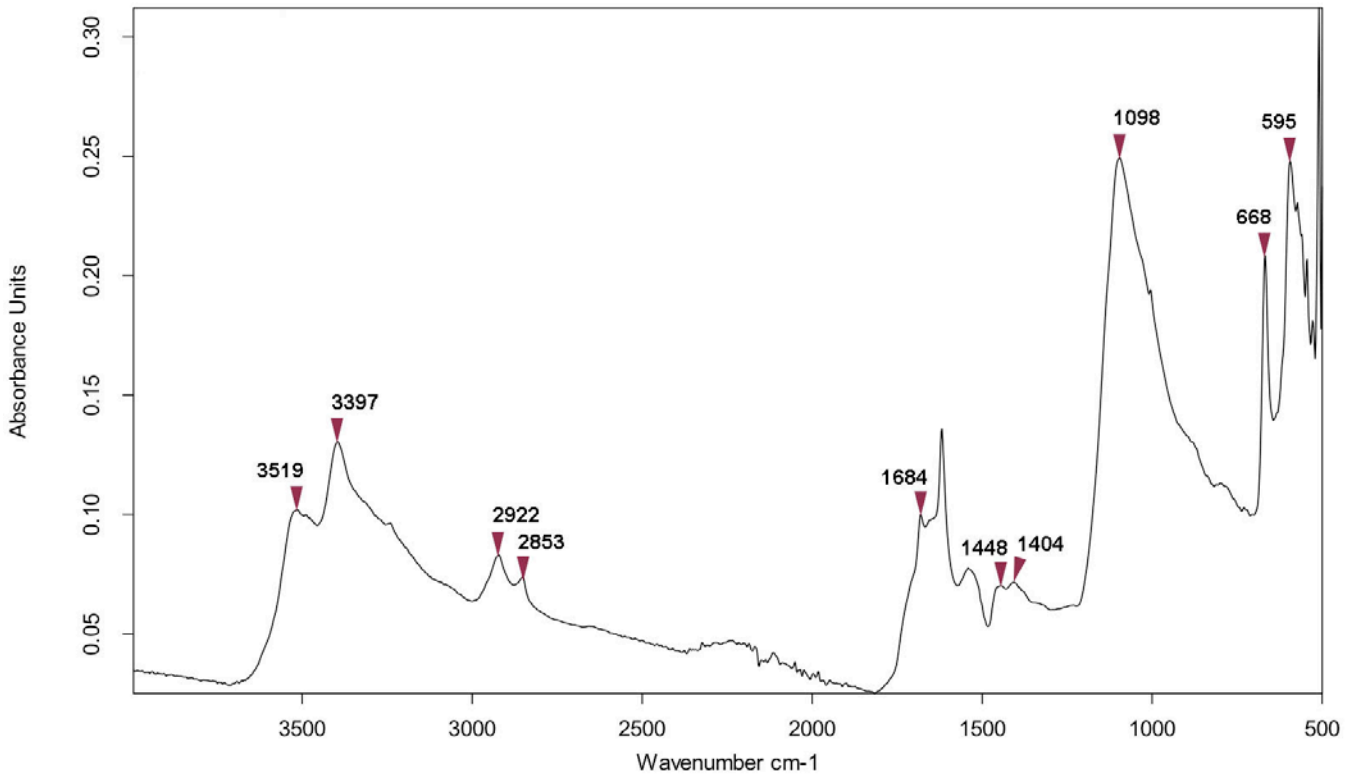


Figura 5. Caracterización por Espectroscopía FTIR. Espectro infrarrojo que determina en la preparación la presencia de yeso (3519-3397, 3246, 1684, 1620, 1098, 1004, 668, 595 cm^{-1}) y cola animal (3278, 3074, 2954, 1629, 1645, 1653, 1536, 1556, 1448, 1404 cm^{-1}); así como la naturaleza oleosa de la pintura (2922, 2853, 1736, 1705 cm^{-1}).

aspectos morfológicos más significativos de *La Turca*, como son su torso y la fisonomía del rostro (Figura 3); y además, acoge las extremidades superiores de la representación, que se articulan como miembros independientes. Se trata de una figura con cabeza de conformación muy ovalada y con una expresión frontal y hierática. Sus rasgos faciales son estereotipados y con un gran contingente de ingenuidad, con cejas arqueadas y muy pobladas, rasgos que pretenden marcar un tipo racial foráneo, juntamente con los complementos que la acompañan.

El cuerpo de la figura se encuentra hueco en su interior y está anatomizado por una armadura de listones de madera (Figura 4). Los volúmenes fundamentales quedan definidos por diferentes perfiles transversales que, como curvas de nivel, se distribuyen de manera paralela y equidistante desde la cintura hasta el cuello de la escultura. Estas disposiciones quedan sujetas por una red de listones longitudinales que siguen la geometría definida por las secciones horizontales, en una práctica constructiva que recuerda al trabajo de los artesanos boteros o, incluso, a las estructuras de la ingeniería naval.

Sobre este costillaje se dispone el soporte de cartón que, directamente y como una envoltura o epidermis, va definiendo los volúmenes anatómicos más generales del tronco, como el contorno de la cintura, la caja torácica y los hombros. Este revestimiento está conformado por la disposición y adhesión de fragmentos de cartón que, de acuerdo con la técnica tradicional, debieron solaparse y pegarse ciertamente con algún tipo de cola de origen animal, gacha o engrudo de harina [16]. Cabe indicar que en la espalda de la figura se localizan tres firmas

diferentes hechas con lápiz grafito y que se refieren, seguramente, al nombre del portador que cargaba con el gigante por las calles de la ciudad durante la procesión. En una de ellas se identifica con claridad el nombre de Rafael Tormo, mientras que las otras dos inscripciones son de difícil legibilidad, una de ellas por encontrarse tachada y la otra por localizarse sobre una zona de cartón significativamente deteriorada y rasgada.

Siguiendo un proceso paralelo, pero en esta ocasión recurriendo a una operación indirecta de estampación en cartón a través de moldes [17], la cabeza de *La Turca* fue inicialmente diseñada y compuesta en barro. A partir de este modelado se extrajeron matrices de escayola, que posibilitaron posteriormente la reproducción del rostro por medio de la sucesión de capas de cartón, encoladas con engrudo. Una vez extraída del molde, la cabeza fue montada sobre el cuerpo y se llevaron a cabo los procesos propios de preparación y policromía de las carnaciones.

Cada una de las extremidades superiores la componen dos miembros que se corresponden con el brazo y el antebrazo, unidos entre ellos y al cuerpo por tiras de alambre. Su hechura es simple y fueron confeccionados de manera directa con el encolado de fragmentos de cartón, posiblemente, haciendo valer algún tipo de sencilla horma cilíndrica que pudo servir como molde positivo.

Las manos de *La Turca* no han perdurado hasta nuestros días pero, analizando las que han subsistido de los demás gigantes coetáneos, con idénticos rasgos tecnológicos, se deduce que tuvieron que ser similares. Del mismo modo, debieron cons-

truirse con pedazos de cartón engrudado sobre una estructura de caños de hojalata o simples tubos de cartón que emularían las falanges de los dedos de la figura.

El aparejo y la policromía

La escultura ligera en cartón permite la adecuación de acabados similares a los ejecutados sobre otro tipo de soportes orgánicos como la madera, por lo que las técnicas de policromía solían ser análogas a las desarrolladas en la imaginería religiosa más tradicional. De acuerdo con las conclusiones extraídas de los análisis científicos realizados en los laboratorios del IRP, la figura de *La Turca* responde matérica y técnicamente a los cánones de creación más comunes que se desarrollaron en la geografía valenciana para este tipo de escultura [18]. Tal y como refleja la caracterización de materiales por Espectroscopía FTIR (Figura 5), el aparejo que se extiende sobre su cabeza está compuesto por una mezcla de cola animal y carga inerte de tipo cálcico, sobre la que se extienden los estratos de color con la técnica al óleo.

La pintura se distribuye a base de finas capas, sin empastes, con ligeras transiciones de tonalidades cálidas y haciendo notar con frescores o rubores encarnados determinadas zonas prominentes del rostro como los pómulos y la barbilla. No hay que olvidar que, en este tipo de esculturas, por tratarse de una imagen de vestir, la decoración pictórica solía extenderse exclusivamente sobre aquellas regiones que iban a quedar visibles una vez se procedía a cubrirla con su indumentaria textil. Por

esto, estos volúmenes ocultos se mantienen sin recubrimientos pictóricos, a excepción de la parte superior de la cabeza que, siguiendo la pauta de la imaginaria religiosa, se pintó con un campo elipsoidal de color oscuro.

Los complementos e indumentaria de caracterización

Una vez establecido el proceso de ensamblaje de las unidades modulares que componen la obra y formalizada la decoración pictórica, fueron incluidos los diferentes postizos o elementos complementarios que enriquecen estéticamente la escultura y que constituyen sus atributos iconográficos. En los lóbulos de sus orejas se practicaron sendos orificios donde se insertaron unos pendientes *dangle*, compuestos con anillas de alambre y perinolas de madera; se le confeccionaron varios mechones y trenzas que se clavaron a lo largo del contorno de la cabeza; y se incluyeron en las cuencas oculares unos ojos de cristal, para lo cual tuvo que practicarse en la franja parietal una trampilla que dio acceso al interior de la cabeza para su montaje.

Como imagen de vestir, la escultura presenta atuendos textiles que cubren los volúmenes y conceden a la imagen, como producto de toda esta diversidad material, una mayor fuerza expresiva. De este modo, el torso de *La Turca* queda cubierto por una camisola a modo de pechera blanca con chorrera o guirindola; y en sus antebrazos se enfundan unas mangas de camisa. Sobre estas prendas se dispone una chilaba o caftán de color rojo turco, con amplias mangas; y desde la cintura hasta el suelo luce un faldón morado de raso.



Figura 6. Miembro de cartón del antebrazo izquierdo de *La Turca*, gravemente deformado.

Estado de conservación. Factores de deterioro y patologías

Para determinar el estado en el que se encontraba la gigante cuando ingresó en los talleres del IRP para su intervención y entender la magnitud y origen de sus patologías, daños y alteraciones (Figura 2), es necesario advertir las vicisitudes que han marcado su vida material. Su propia idiosincrasia convierte a *La Turca* en un bien cultural expuesto a múltiples agentes dañinos que convergen debido a diversas situaciones especialmente comprometidas. Las características de sus materiales constitutivos, su función como elemento festivo, su almacenamiento en condiciones inapropiadas y el sometimiento a sucesivas intervenciones poco respetuosas han sido los factores que han determinado con mayor significación su deterioro y transformación.

Ha quedado patente la diversidad material de las estructuras, soportes, recubrimientos y complementos que, en general, son de tipo orgánico y con una actividad evidente frente a la irrupción de las principales causas de deterioro. En particular, el cartón, que concurre como soporte definitorio de la escultura, ha perdido la flexibilidad original al envejecer y acidificarse, volviéndose quebradizo y rompiéndose en diferentes zonas. Resulta incuestionable su fragilidad, que hace que muestre una mayor facilidad de rotura y laminación frente a cualquier movimiento con motivo de las fluctuaciones termohigrométricas.

Por otro lado, algunos de estos deterioros en el soporte se han producido por los riesgos que entraña su función ritual. Como elemento festivo de uso procesional, la gigante ha estado expuesta a numerosos impactos mecánicos, vibraciones y sacudidas, que han originado diferentes problemas estructurales y estéticos. Estos agentes de tipo mecánico también han provocado deformaciones muy graves en el soporte de cartón que, en las zonas de policromía, han llegado incluso a originar lagunas pictóricas de diferente consideración. Hay que destacar las importantes anomalías morfológicas que se han producido en los brazos de *La Turca* (Figura 6), así como en determinadas áreas del cuerpo, especialmente en el pecho, con fuertes deformaciones, pliegues y desgarros.

Desde que dejó de procesionar a mediados del siglo XX y hasta su actual intervención, la figura ha permanecido olvidada en un almacén municipal dedicado al mantenimiento de los parques y jardines de Xàtiva. Sin ningún tipo de medida de prevención que minimizara los riesgos de degradación, esta circunstancia favoreció la progresiva aparición de daños y el entumecimiento de las estructuras internas y de los ropajes y accesorios de la obra, sobre todo, por la exposición continuada a los cambios bruscos de humedad relativa y temperatura, la acumulación de depósitos de suciedad y la irrupción de agentes de biodeterioro.

Por estos motivos derivados de su almacenamiento, a los que se unen las manipulaciones inadecuadas, el armazón interno de madera presentaba roturas y desajustes, mientras que otras áreas mostraban el ataque de carcinoma común, en cualquier caso, inactivo, pero que en algunos puntos había ocasionado graves desperfectos. El tipo de insecto causante

del biodeterioro pudo determinarse al analizar el orificio de salida del imago, con una sección circular de unos 3 mm de diámetro, y al examinar los restos de serrín que se encontraba en su interior, con un aspecto granuloso muy característico del coleóptero *Anobium punctatum* [19].

Todos estos factores también acabaron por ocasionar problemas en los estratos pictóricos. Lo más destacable era la presencia generalizada por toda la superficie policroma de importantes levantamientos de la pintura original, más acusados en determinadas zonas como la frente y las mejillas. Estas separaciones entre capas, aunque de forma muy puntual, provocaron la aparición de pequeñas lagunas.

Es importante reseñar, además, las diferentes intervenciones históricas que, con la finalidad de reparar los daños producidos de manera reiterada por el uso de la gigante, acabaron por ocultar o transformar algunos aspectos que la caracterizaron en origen. Sobre estas zonas policromadas de la cabeza de la figura se superponían grandes áreas de repintes y barnices que respondían a un mal entendido proceso de mantenimiento que intentaba actualizar reiteradamente su aspecto a lo largo de los años (Figura 7). Las nuevas adiciones invasivas, de aspecto oleoso, cambiaron pronto de color, mientras que los sucesivos barnizados oxidaron y amarillaron rápidamente. Estos estra-



Figura 7. Detalle del lateral derecho del rostro, con los complementos del cabello y el pendiente de tipo dangle con anillas y perinola. La superficie policroma presenta zonas con repintes fuertemente estratificados y descohesión con craqueladuras, cazoletas y pérdidas puntuales del color.

tos considerados como impropios, junto con los depósitos de suciedad superficial, propiciaron una visión equívoca de su aspecto real, con un cromatismo apagado y oscurecido.

Las intervenciones anteriores también intentaron paliar los problemas que sucesivamente iba presentando la estructura interna de madera. Por lo común, la solución pasaba por la sujeción con alambres de los listones fragmentados o separados para recuperar, de una manera rápida, la estabilidad de la figura que tenía que volver a participar en los desfiles de la procesión eucarística.

En lo que se refiere a los postizos y complementos de *La Turca* cabe hacer referencia a algunos aspectos notables. Su indumentaria estaba fijada al cuerpo por unos clavos metálicos que oxidaron, lo que provocó manchas herrumbrosas por la corrosión, tanto en el soporte de cartón como en los elementos textiles. Por otra parte, debido al uso y al almacenamiento inadecuado, los tejidos presentaban diferentes desgarros e importantes depósitos de suciedad. Otro aspecto relevante es la fractura con pérdida de material que mostraba el elemento vítreo del ojo izquierdo, lo que provocaba una percepción desfigurada de la expresión del rostro (Figura 8).

Finalmente, hay que aludir a la pérdida de dos partes fundamentales de la figura: la estructura de madera que sujetaba el cuerpo principal de la escultura y que completaba su dimensión

original desde la cintura al suelo; y las manos que daban continuidad a sus brazos y que, como elemento determinante, se sujetaban a la altura del abdomen, cruzándose de acuerdo con un ademán muy característico y estandarizado. Se desconoce la razón por la que se perdieron estos elementos, pero, sin duda, su desaparición propiciaba que la lectura integral y comprensión compositiva de la obra se viera incompleta y distorsionada.

Procesos de conservación curativa y restauración

Los procesos para la recuperación de *La Turca* se desarrollaron de acuerdo con una doble finalidad. Responden, en primer lugar y conforme a las pautas establecidas por la conservación curativa, a la necesidad de frenar su deterioro, limitar sus lesiones y estabilizar las estructuras constitutivas. Una vez asegurada su consistencia material, se iniciaron los tratamientos de restauración que, en su vertiente más estética, viabilizaron la comprensión íntegra de la escultura, así como la recuperación de su verdadera composición, morfología y cromatismo. Los materiales utilizados (Tabla 1), de uso extendido en nuestro ámbito profesional, atienden a los criterios básicos de la conservación del patrimonio cultural y su afinidad con la obra, comportamiento y estabilidad se encuentran adecuadamente testados.



Figura 8. Pérdida de soporte vítreo en el ojo izquierdo de la escultura.

Tabla 1. Productos utilizados en los diferentes procesos de intervención, con una breve descripción y el proveedor que los ha suministrado.

Proceso	Productos	Descripción	Proveedor
Limpieza de tejidos en medio acuoso	Tween 20	Tensioactivo no iónico neutro derivado del óxido de etileno	CTS
Desinsectación de elementos lígneos	Xylazel Fondo WB Multitratamiento	Principios activos: 7,5 g/L propiconazol + 2,5 g/L IPBC + 2,5 g/L permetrina	Xylazel
Adhesión y estabilización del soporte de cartón	Almidón de trigo	Producto de origen natural, vegetal	Kremer Pigmente
Encolado de roturas en el soporte de cartón	Vinavil 59	Cola blanca sintética. Acetato de polivinílico	CTS
Refuerzo de roturas en el soporte de cartón	Duralong PaperPhoto	Papel de Alfa celulosa	CTS
	Almidón de trigo	Producto de origen natural, vegetal	
Fijación y consolidación de estratos pictóricos	Papel japonés	Bollore de 12,3 g/m ²	CTS
	Gelatina técnica	Cola animal de piel, de naturaleza proteica	
	Acril 33	Resina acrílica en dispersión acuosa	
Limpieza superficial de la policromía	Tris (Trizma)	Tampón alcalino	Merck
	Ácido clorídrico (HCl)	Ácido fuerte	
	Citrato de triamonio (TAC)	Agente quelante débil	
Eliminación de barnices y repintes	Dimetilsulfóxido (DMSO)	Disolvente polar	CTS
	Acetato de etilo (EAC)	Disolvente de polaridad media	
Primer barnizado de proceso	Resina damar	Resina vegetal, triterpénica	Kremer Pigmente
	White Spirit D40	Hidrocarburos alifáticos y alicíclicos	CTS
Estucado	Carbonato cálcico	Calcita, producto mineral	Kremer Pigmente
	Gelatina técnica	Cola animal de piel, de naturaleza proteica	CTS
Reposición de soporte vítreo	Acrisspol	Resina acrílica con carga	Glaspol
Reintegración cromática	Horadam Aquarell	Caja de acuarelas comerciales	Schmincke
	Gouache Talens	Juego de botes de colores comerciales	Art i Clar
	Laropal A81	Resina sintética de aldehído	Kremer Pigmente
	Pigmentos	Origen diverso	
Barnizado final	Regalrez 1094	Resina alifática	CTS
	Tinuvin 292	Amina estabilizadora	
	Ligroína	Hidrocarburo alifático	

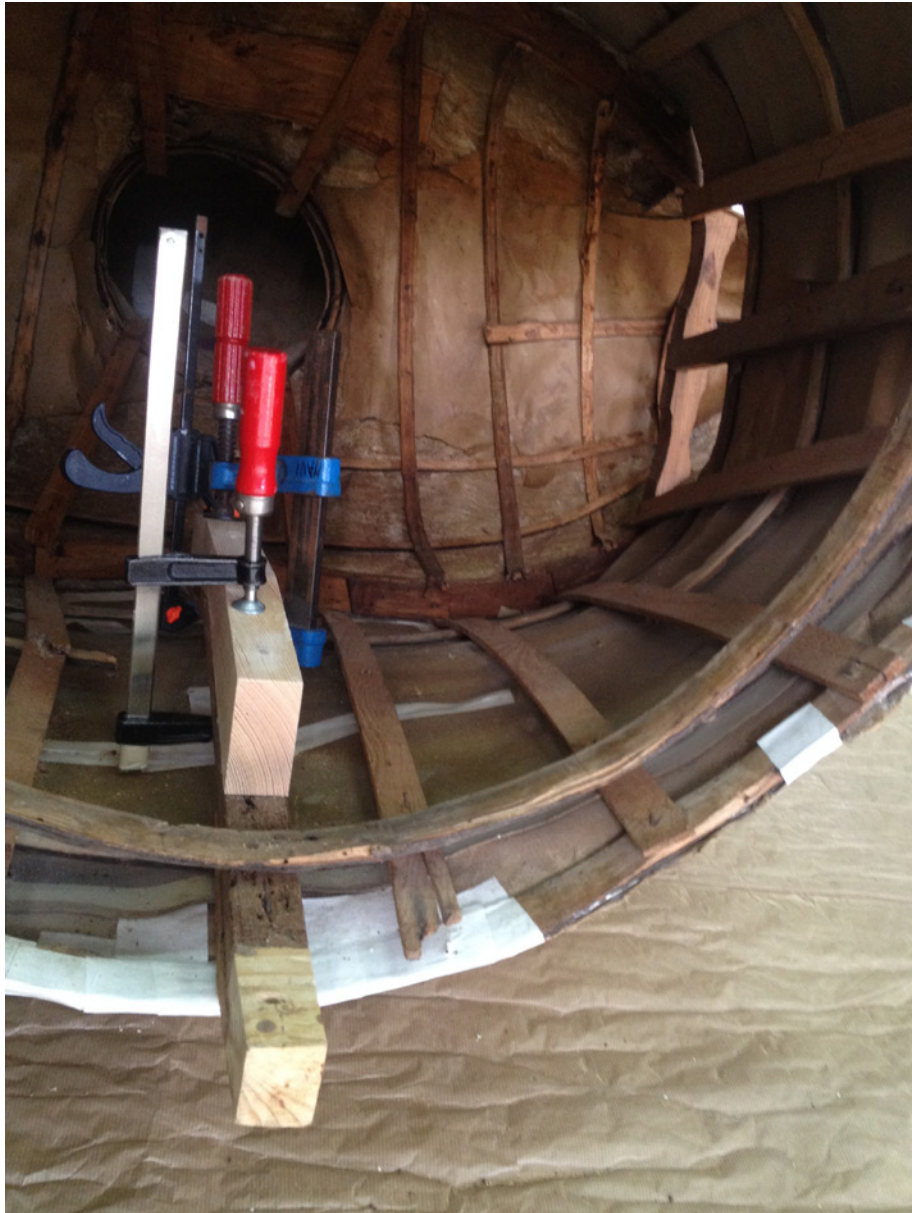


Figura 9. Intervención de estabilización en la estructura interna de madera, con la reposición de elementos lígneos y solapamiento de estructuras de refuerzo.

Intervención curativa en las estructuras lígneas y el soporte de cartón

Fue necesario el desmontaje total de la figura para poder atender de un modo efectivo a todos sus elementos por separado. La indumentaria y los demás accesorios se desclavaron o desmontaron y, de acuerdo con su fragilidad, estos complementos textiles y postizos se sometieron a una cuidadosa aspiración y a una limpieza con inmersión en agua desmineralizada [20-21], con la adición de un tensoactivo débil y no iónico como el Tween 20 que, como consecuencia de un proceso dinámico, favorece la transferencia de la suciedad de los tejidos al agua de lavado [22]. Este tratamiento en medio acuoso, además, devuelve a los tejidos a puntos óptimos de pH y favorece la recuperación de la flexibilidad y resistencia perdidas al relajar y dilatar las fibras textiles [23].

Se verificó que el ataque xilófago que presentaba la estruc-

tura interna de madera se encontraba inactivo. No obstante, fue protegida con carácter preventivo frente a futuras irrupciones de hongos e insectos con Xylazel Fondo, producto comercial que incorpora propiconazol, IPBC y permetrina como principios activos biocidas. Por otra parte, los listones que permanecían partidos se encolaron, mientras que la madera disgregada se saneó, extirpando las áreas que habían perdido por completo su integridad e injertando nuevos fragmentos de madera. Las zonas que mostraban mayor debilitamiento recuperaron su estabilidad al solapar nuevas piezas de refuerzo (Figura 9).

Los miembros que conforman los brazos de la escultura, gravemente deteriorados, con importantes roturas y deformaciones, se desarmaron igualmente, separándolos del cuerpo y eliminando los alambres antiguos que los sujetaban. Las

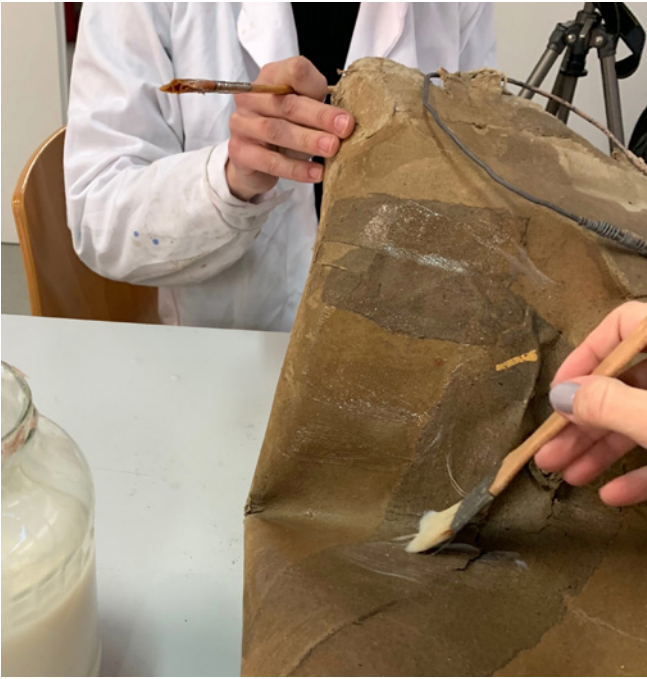


Figura 10. Tratamiento de humidificación y aplicación de pasta de almidón para la regeneración y reconfiguración escultórica del antebrazo.



Figura 11. Refuerzo de las zonas desgarradas con tiras de papel Duralong PaperPhoto.

anomalías formales en el soporte, tanto en los brazos como en el cuerpo y la cabeza de *La Turca*, se abordaron primeramente con la hidratación controlada de las fibras de cartón, mediante la pulverización de agua repetidamente en las zonas deformadas, lo que posibilitó la relajación de la materia y su manipulación hasta recuperar su configuración volumétrica. Una vez llevado a su sitio el cartón húmedo fue necesario mantenerlo estabilizado y sujeto con firmeza mientras se aplicaba con pincel un adhesivo de almidón de trigo suministrado por Kremer Pigmente, de origen vegetal y de fácil preparación [24] (Figura 10). Este tratamiento recuperó y fortaleció las superficies desfiguradas y sirvió, además, para adherir nuevamente los fragmentos de cartón que se encontraban despegados y tratar aquellas zonas que mostraban laminaciones.

Para las áreas que presentaban roturas se ensayaron diversas opciones de pegado, como el uso de cola animal, éter de celulosa Tylose MH 300 P y resina acrílica Plectol B-500, esta última, incluso espesada con Klucel G. No obstante, ninguna de estas opciones aportó las características adhesivas necesarias para asegurar un pegado adecuado en estas zonas. Las pruebas concluyeron que la mejor alternativa a estos productos y mezclas adhesivas pasaba por el uso de Vinavil 59, un acetato de polivinilo con el que se adhirieron los desgarros y se mantuvieron provisionalmente unidos con grapas hasta el completo secado de la cola.

Además, para asegurar con mayor firmeza estos deterioros más comprometidos se dispusieron tiras de refuerzo a lo largo de todas las líneas de junta (Figura 11). Estas piezas de reparación, que se pegaron con la misma cola de almidón, se confeccionaron con papel de Alfa celulosa Duralong

PaperPhoto de un gramaje de 120 g/m², con reserva alcalina de carbonato cálcico y un pH comprendido entre 8,5 y 9 para evitar la acidificación del soporte.

Curación y restauración de las áreas policromadas

Debido al elevado riesgo de desprendimiento en el que se encontraban los estratos pictóricos del rostro y del cuello, fue imprescindible la estabilización de urgencia de estas zonas. Para ello, se procedió a la consolidación y fijación de la pintura mediante la aplicación de gelatina técnica obtenida esencialmente del molido y cocción de piel animal e integrada por colágeno, por la afinidad que muestra este adhesivo con los componentes de los estratos pictóricos (Figura 12). Esta cola de naturaleza animal, una vez hidratada y en caliente, se aplicó sobre las zonas levantadas a través de papel japonés y con la ayuda de un pincel. A continuación, se procedió a la aplicación de calor mediante una espátula de termostato a una temperatura moderada, sin sobrepasar los 60 °C, interponiendo un papel TNT de gran absorbencia y ejerciendo una ligera presión hasta lograr el sentado del color y el completo secado de la cola. Las zonas con mayor riesgo de separación de estratos fueron tratadas con pequeñas inyecciones de Acril 33, diluido al 30 % en agua, una resina acrílica en dispersión acuosa que proporcionó un mayor poder de adhesión, ejerciendo una leve presión para asentar de nuevo las escamas levantadas.

Una vez asegurados estructuralmente los materiales que integran la obra se procedió a su intervención restaurativa, que comprendió aquellas operaciones de carácter estético que favorecieron la recuperación de su correcta lectura o aprecia-



Figura 12. Fijación de la película pictórica mediante gelatina técnica y planchado con espátula caliente para la aplicación de presión y calor.

ción. En especial, estos trabajos se desarrollaron en las zonas que presentan policromía y se centraron en los procesos de limpieza, estucado, reintegración cromática y barnizado.

Una vez realizados los ensayos previos necesarios, consistentes en métodos de prueba y error con diferentes mezclas disolventes [25], se sistematizó un protocolo de limpieza escalonado que consideró, en primer lugar, la extracción de la suciedad superficial a través de métodos acuosos [26]. De este modo, las pruebas desarrolladas sobre la pintura predisposieron una primera limpieza del material de depósito de la superficie por medio de una solución tamponada a pH 8,5, a la que se le adicionó citrato de triamonio (TAC) como agente quelante, que facilitó la sustracción de los iones metálicos que componen este tipo de sedimentación.

Sobre las capas de barniz y repintes se testearon mezclas de disolventes orgánicos neutros, de acuerdo con las combinaciones binarias de ligroína-acetona, ligroína-etanol y acetona-etanol, propuestas por el químico Paolo Cremonesi [27] para la eliminación de estratos filmógenos. No obstante, la acción física de estas mezclas a nivel intermolecular no fue suficiente para levantar estas capas, por lo que tuvieron que ensayarse formulaciones de disolventes que procuraran una

acción intramolecular de mayor poder de remoción. De este modo, se concretó finalmente una mezcla a muy baja proporción de dimetilsulfóxido (DMSO), diluido al 5 % en acetato de etilo (EAC).

El método de limpieza implementado devolvió a la obra su cromatismo real, de modo que se descubrieron las tonalidades y matices que habían permanecido ocultas (Figura 13). En este momento se extendió una ligera capa de barniz de proceso con resina damar, lo que favoreció la saturación de los colores para acometer con éxito las fases de reintegración cromática. El damar es una resina blanda triterpénica, ampliamente utilizada en las técnicas de policromía tradicional y en los procesos de restauración, seleccionada en este caso, en el conjunto de un sistema multicapa de barnizado [28], como primer estrato de barniz por las exigencias estéticas y ópticas de la intervención y por su origen natural, de acuerdo con la condición de los materiales que componen la capa pictórica que cubre el soporte de cartón de la cabeza de la escultura.

Las lagunas pictóricas se nivelaron con estuco elaborado con gelatina técnica y carbonato cálcico, de gran pureza y granulometría muy fina, suministrado por Kremer Pigmente, por la similitud que guarda con la preparación pictórica de



Figura 13. Proceso de limpieza. Eliminación gradual de la suciedad superficial, antiguos barnices y repintes.

la figura, además de por su probada estabilidad y adecuación a los materiales constitutivos de la obra. Después de igualar su acabado al aspecto agrietado que presenta la película pictórica, a través de la imitación con una particular red de craqueladuras por incisión, se procedió a reintegrar el color de las pérdidas mediante acuarela Horadam Aquarell de la casa comercial Schmincke, utilizando un rayado fino, ligeramente diferenciador. Aquellas zonas que requirieron un ajuste más preciso se acabaron de integrar con pigmentos aglutinados en Laropal A81, una resina sintética de urea-aldehído que muestra una gran resistencia a la degradación fotoquímica [29]. Como capa final de protección se pulverizó la pintura con un barniz elaborado con Regalrez 1094, resina de hidrocarburo de bajo peso molecular y de gran estabilidad frente a la irrupción de radiación ultravioleta [30], al que se le incorporó la amina estabilizadora Tinuvin 292, que actúa interfiriendo con las reacciones degradativas de oxidación [31]. Su aplicación por pulverización favoreció la homogeneidad en la distribución y ayudó a matizar la saturación de los colores, procurando un acabado satinado.

Finalmente, cabe justificar el hecho de recurrir a un sistema de barnizado y reintegración claramente diferenciado por capas, donde se acude al uso de varios estratos de intervención con resinas de diferente naturaleza y propiedades. En el caso de la utilización de la resina damar, como se ha apun-

tado, su aplicación como primera capa de barnizado responde a un requerimiento estético, puesto que la restauración busca aprovechar sus cualidades en consonancia con los materiales naturales de la obra. Por otra parte, el uso de diferentes resinas sintéticas para acometer los procesos de reintegración cromática y barnizado final de protección busca disponer dos capas de desigual polaridad, de carácter más polar el retoque de color realizado con Laropal A81 como aglutinante, y especialmente apolar el barnizado final con Regalrez 1094. De este modo, esta diferencia facilitaría en un futuro la eliminación de esta última capa de barniz y su sustitución por otra nueva sin remover las zonas de color reintegradas.

Recuperación de los elementos perdidos

La intervención restaurativa tuvo en consideración, igualmente, la reconstrucción de una nueva estructura de base con la finalidad de restablecer la altura que la gigante tuvo en origen. Este nuevo elemento que permitió recuperar sus dimensiones iniciales se realizó en madera y de acuerdo con la información documental extraída de fotografías antiguas. El cuerpo de *La Turca* se adaptó sobre su nuevo asiento por medio de cuatro varillas roscadas y tuercas de mariposa de acero zincado. El proceso de fabricación de estos nuevos elementos metálicos de sujeción incluye su recubrimiento con una capa de zinc, con el objetivo de protegerlos contra la corrosión.

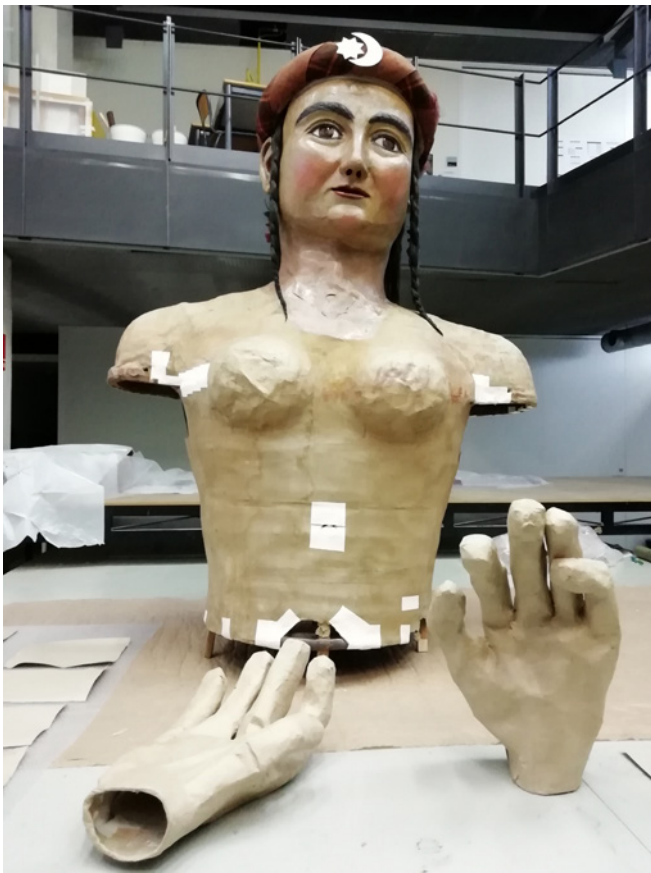


Figura 14. La giganta *La Turca* después de su conservación curativa y restauración, con la reproducción de unas nuevas manos en cartón.

Los elementos que componen las articulaciones de los brazos de la figura, antiguamente sujetos entre sí y al cuerpo por medio de hilo de alambre, fueron acoplados con nuevos dispositivos de sujeción, más seguros e inocuos para las piezas de cartón. El nuevo sistema de acoplamiento está formado por cable de acero galvanizado, con revestimiento de PVC; engarzado con sujeta-cables y guardacabos de acero.

Por otra parte, para restablecer por completo la estructura primigenia de *La Turca*, se decidió la recuperación de sus manos desaparecidas como criterio de presentación museográfica. Estos apéndices se crearon *ex novo*, también en cartón y atendiendo a la documentación gráfica histórica y a las peculiaridades técnicas y materiales que se pueden testar y verificar en las manos de los otros gigantes contemporáneos a la obra objeto de estudio, que sirvieron como referencias documentales (Figura 14). El producto elegido para este fin fue el cartón esponjoso que, hasta el cierre de su actividad industrial en 2016, fabricaba la Papelera de Sant Jordi de la localidad valenciana de Buñol. Este material, muy demandado en la confección de figuraciones festivas y elaborado con pulpa de papel y cartón reciclados, yute, trapo y algodón, proporciona una gran maleabilidad y resistencia. Los diferentes volúmenes fueron producidos con la adhesión de los trazos de cartón con engrudo de harina de trigo. Con la finalidad de otorgarles una reserva alcalina que minimizara su acidificación, las hojas de cartón se mojaron previamente con una disolución

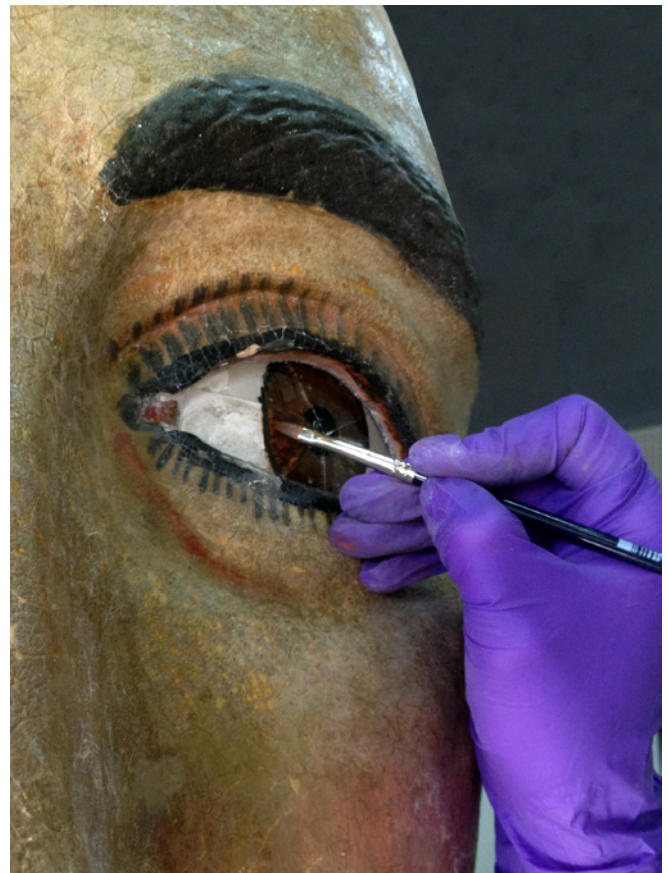


Figura 15. Proceso de reintegración cromática con gouache sobre la reposición volumétrica desarrollada en el globo ocular del ojo izquierdo de la escultura.

de carbonato de calcio, disuelto en una proporción de 2 g por litro de agua [32].

Finalmente, el ojo izquierdo de la figura, parcialmente perdido, fue recuperado morfológicamente mediante resina Acrisspol, una masilla de relleno de base acrílica de la casa comercial Glaspol, que fue vertida desde el interior de la cabeza de la figura después de conformar un molde de plastilina. Con su reintegración cromática con gouache Talens y barnizado con Regalrez 1094 se consiguió integrar esta parte del globo ocular y recomponer la expresión de su mirada (Figura 15).

Resultados y conclusiones

Una vez concluida la intervención, *La Turca* volvió a Xàtiva para su musealización permanente, lo que supuso ineludiblemente la pérdida de su uso procesional y el establecimiento de unas pautas mínimas de conservación preventiva. Su puesta en valor en el contexto del nuevo espacio expositivo dedicado a la fiesta del Corpus de la ciudad de Xàtiva supuso la incorporación de elementos museográficos, además de la puesta en marcha de acciones de mediación y didáctica para la construcción de lazos identitarios y su consideración como parte integrante del patrimonio cultural de la localidad valenciana.

La difusión de resultados se llevó a cabo por medio de diferentes vías, como fueron el seguimiento promovido por los medios de comunicación de ámbito local, la presentación de los



Figura 16. *La Turca*, con su nueva estructura de madera para la recuperación de su altura original.

trabajos de recuperación por medio de charlas y conferencias o la exposición temporal de la gigantona a mitad del proceso de intervención y desprovista de la indumentaria que cubre su cuerpo (Figura 16). Con estas acciones se consiguió contextualizar la escultura en la instancia histórica de su creación y uso procesional, de acuerdo con sus características artísticas, materiales e iconográficas y remarcando la importancia de las industrias y talleres creativos relacionados con la cultura festiva.

Proyectos como este, suman en el momento de considerar los ingredientes patrimoniales de la fiesta, como elementos fundamentales para la construcción del sentimiento de la cultura popular de nuestros pueblos y como agentes de sociabilización e identificación social [33].

Agradecimientos

La intervención sobre la gigantona denominada *La Turca* fue realizada en los talleres y laboratorios del Instituto de Restauración del Patrimonio de la Universitat Politècnica de València, gracias a la financiación del Ayuntamiento de Xàtiva. En los procesos de conservación curativa y restauración es necesario agradecer la participación de Aina Vega, Priscila Lehmann y Víctor Vicente.

REFERENCIAS

1. Correa, A., 'La arquitectura efímera del Barroco en España', *Norba: Revista de arte* **13** (1993) 23-70.
2. Mínguez, V., *Art i arquitectura efímera a la València del segle XVIII*, Institució Alfons el Magnànim, València (1990).
3. Mínguez, V. M.; González, P.; Rodríguez, M. I., *La fiesta barroca. El reino de Valencia (1599-1802)*, Publicacions de la Universitat Jaume I, Castellón (2014).
4. García, P., 'El papel maché y la forma tridimensional', in *Modelos y maquetas: la vida a escala*, coord. A. Carrión & L. Martín, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Madrid (2014) 160-169.
5. Prat, J., 'Folklore, cultura popular y patrimonio sobre viejas y nuevas pasiones identitarias', *Arxius de Sociologia* **3** (1999) 87-109.
6. Colomina, A., 'La restauració de l'indult del foc. El cas de la intervenció sobre la col·lecció del Museu de l'Artista Faller', *Revista d'Estudis Fallers* **21** (2016) 18-26.
7. González-Varas, I., *Conservación de Bienes Culturales. Teoría, historia, principios y normas*, Cátedra, Madrid (1999).
8. Carreres, S., *Los gigantes de la procesión del Corpus*, Ayuntamiento de Valencia, Valencia (1960).

9. Soto-Caba, V., *El Barroco efímero*, Cuadernos de Arte Español **75**, Historia 16, s.l. (1992).
10. Sanchis, J.; Boluda, M. L., *Fiestas y tradiciones de Xàtiva*, Ajuntament de Xàtiva, Xàtiva (1999).
11. Alejos, A., 'Figuras, símbolos, alegorías y monstruos en el Corpus valenciano', in *Religiosidad y ceremonias en torno a la eucaristía: actas del simposium*, Instituto Escorialense de Investigaciones Históricas y Artísticas, San Lorenzo de El Escorial (2003) 667-712.
12. Cucarella, T.; Heras, A.; Martínez, A., *Xàtiva: festivitats del Corpus*, Martín Impresores, Xàtiva (1999).
13. Bueno, B., *La procesión de Corpus Christi de Valencia*, Fundación Joaquín Díaz, Valencia (2015).
14. Ferrari, S., *Dizionario di arte e architettura. I termini, le correnti, i concetti*, Mondadori Bruno, Milano (2006).
15. Triguero, D., 'Imágenes vestideras de candelero, su origen, evolución técnica y materiales', in *Escultura ligera*, eds. R. M. Román & J. I. Catalán, Ajuntament de València, Valencia (2017) 135-146.
16. Cano, E., 'Evolución histórica y estudio técnico de la tradición del cartón-piedra en la imaginería festiva valenciana', Tesis de Máster, Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Universitat Politècnica de València, Valencia (2018).
17. Cisa, F.; Jutglar, N., 'Procesos escultóricos: estampación en cartón desde Barcelona. Conservación de imaginería festiva en uso', in *Escultura ligera*, eds. R. M. Román & J. I. Catalán, Ajuntament de València, Valencia (2017) 37-53.
18. Colomina, A., *La conservació del ninot indultat. Estudi tècnic i criteris de restauració*, CEIC Alfons el Vell, Gandia (2006).
19. Vivancos, V., *La conservación y restauración de pintura de caballete. Pintura sobre tabla*, Editorial Tecnos, Madrid (2007).
20. Mateo, I., *Conservación y restauración de textiles*, Editorial Síntesis, Madrid (2018).
21. Pedemonte, E., *Fibre, tessuti e moda. Storia, produzione, degrado, restauro e conservazione*, Marsilio Editori, Venezia (2012).
22. Timar-Balazsy, A., 'Wet cleaning of historical textiles: surfactants and other wash bath additives', *Studies in Conservation* **45**(1) (2000) 46-64, <https://doi.org/10.1179/sic.2000.45.1.46>.
23. López, M., 'Métodos y materiales de limpieza alternativos al medio acuoso en tratamientos de conservación-restauración de materiales textiles', Tesis doctoral, Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense de Madrid, Madrid (2017).
24. Muñoz, S., *La restauración del papel*, Editorial Tecnos, Madrid (2010).
25. Colomina, A.; Guerola, V.; Moreno, B., *La limpieza de superficies pictóricas. Metodología y protocolos técnicos*, Ediciones Trea, Gijón (2020).
26. Cremonesi, P., 'Reflexiones sobre la limpieza de las superficies policromadas', *Unicum* **8** (2009) 63-72.
27. Cremonesi, P., *L'uso dei solventi organici nella pulitura di opere policrome*, Il Prato, Padua (2004).
28. Zalbidea, M. A.; Gómez, R., 'Revisión de los estabilizadores de los rayos UV', *Arché* **6-7** (2011-2012) 495-504.
29. De la Rie, E. R.; Lomax, S. Q.; Palmer, M. & Maines, C. A., 'An investigation of the photochemical stability of films of the urea-aldehyde resins Laropal® A81 and Laropal® A101', in *13th Triennial Meeting ICOM CC Rio de Janeiro Preprints*, ed. James and James (Science Publishers) Ltd., Rio de Janeiro (2002) 881-887.
30. Whitten, J.; Lodi, C.; Sbulrino, C.; Volpin, S., 'Regalrez® 1094: proprietà ed usi TT - Regalrez 1094: Properties and uses', *Progetto restauro* **61** (2012) 38-40.
31. Chércoles, R.; de Tapol, B.; Ordoñez, A.; Domedel, L., 'Low molecular weight varnishes. Interview to E. René de la Rie, National Gallery of Art, Washington, DC', *Ge-Conservación* **2** (2011) 33-42.
32. Bogaard, J.; Whitmore, P., 'Effects of Dilute Calcium Washing Treatments on Paper', *Journal of the American Institute for Conservation* **40**(2) (2001) 105-123.
33. Colomina, A., *Guía de conservación y restauración de escultura en soporte orgánico*, Editorial Síntesis, Madrid (2019).

RECEBIDO: 2020.10.22

REVISTO: 2021.2.21

ACEITE: 2021.3.18

ONLINE: 2021.5.21



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NonComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

Para ver una copia de esta licencia, visite

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

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>

