



Conservar Património

17

ARP • Associação Profissional de  
Conservadores-Restauradores de Portugal

*Junho* | *June* 2013

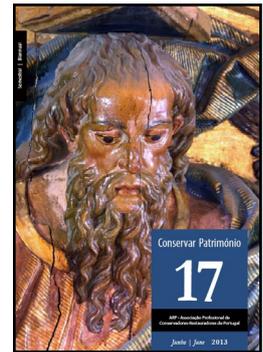
**Fotografia da capa | Cover photograph**  
Rosario Llamas & Ana Isabel Santos

# Conservar Património

ARP • Associação Profissional de Conservadores-Restauradores de Portugal

Número | Issue 17

Junho | June 2013



ISSN 2182-9942

## 5 Presidente da ARP | President of ARP

Nota de abertura | Opening remarks

## 7 Direcção da revista | Editors of the journal

Editorial | Editorial

## Artigos | Articles

### 11 Dina M. R. Mateus, Renata B. Silva, Fernando M. C. Costa, João P. F. Coroado

Diversidade microbiológica do edifício da Sacristia Incompleta do Convento de Cristo, em Tomar, e avaliação do seu controlo por biocidas

*Microbiological diversity in the Unfinished Sacristy building of the Convent of Christ, Tomar, and evaluation of its biocide-based control*

### 21 Tiago Miguel Ferreira, Cátia Santos, Romeu Vicente, J. A. Raimundo Mendes da Silva

Caracterização arquitectónica e construtiva do património edificado do núcleo urbano antigo do Seixal

*Architectonic and constructive characterisation of the old urban centre of Seixal, Portugal*

### 39 Rosario Llamas, Ana Isabel Santos

Estudio técnico y estado de conservación del retablo mayor de la parroquia de Nuestra Señora de los Olmos en la Torre de Juan Abad

*Estudo técnico e estado de conservação do retábulo-mor da Igreja Matriz de Nossa Senhora dos Olmos, de Torre de Juan Abad, Espanha*

*The main altarpiece of Our Lady of the Elms church in Torre de Juan Abad, Spain: technical study and condition state*

### 59 Márcia Teresa Soares Lutterbach, Ana Lucia Chaves de Oliveira, Eliane Marchesini Zanatta, Antonio Carlos Augusto da Costa

A berlinda de aparato do imperador D. Pedro II: identificação de fungos em partes seleccionadas e sua relação com biodeterioração e aerobiologia

*The imperial coach of D. Pedro II: DNA fungal identification in selected materials and its relation to biodeterioration and aerobiology*

## Varia | Varia

### 73 Normas de colaboração e instruções para os autores | Norms for collaboration and author guidelines

Os artigos publicados são sujeitos a avaliação por pares.  
The published articles are subject to peer review.

**Periodicidade | Frequency**

Semestral | Biannual

**Director | Editor**

**António João Cruz**

*Professor adjunto*

Escola Superior de Tecnologia de Tomar, Instituto Politécnico de Tomar, Portugal

ajcruz@ipt.pt

**Sub-directoras | Associate editors**

**Francisca Figueira**

*Técnica Superior*

Laboratório José de Figueiredo, Direcção-Geral do Património Cultural, Lisboa, Portugal

*Sócia da ARP / Member of ARP*

**Maria João Revez**

*Doutoranda / PhD student*

Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal

*Sócia da ARP / Member of ARP*

**Paginação | Layout**

António João Cruz

**Indexação e referência | Abstracting and reference**

**AATA – Art and Archaeology Technical Abstracts, 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>

**Latindex – Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal**

<http://www.latindex.unam.mx>

**Index Copernicus Journals Master List**

<http://journals.indexcopernicus.com>

**Ana Calvo**

*Professora Titular*

Universidad Complutense, Madrid, España

**Ana Martins**

*Associate Research Scientist*

Conservation Department, Museum of Modern Art, New York, USA

**António Candeias**

*Professor Auxiliar*

Universidade de Évora, Portugal

**Christian Degrygn**

*Conservation Scientist*

Haute Ecole de Conservation-Restauration Arc, La Chaux-de-Fonds, Suisse

**Edson Motta**

*Professor*

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

**Ester Ferreira**

*Head of the Analytical Research Laboratory of the Art Technology*

Schweizerisches Institut für Kunstwissenschaft, Zürich, Switzerland

**João Coroado**

*Professor Coordenador*

Escola Superior de Tecnologia de Tomar, Instituto Politécnico de Tomar, Portugal

**María José González López**

*Professora Titular*

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

**Mário Mendonça de Oliveira**

*Professor*

Universidade Federal da Bahia, Brasil

**René Larsen**

*Professor*

The Royal Danish Academy of Fine Arts, Copenhagen, Denmark

**Rosário Veiga**

*Investigadora Principal com Habilitação para Coordenação Científica*

Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal

**Salvador Muñoz Viñas**

*Professor*

Universidad Politécnica de Valencia, España

**Vítor Serrão**

*Professor Catedrático*

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

## Edição, propriedade e redacção | Publisher and editorial office

ARP – Associação Profissional de Conservadores-Restauradores de Portugal  
Junta de Freguesia de Santa Isabel  
Rua Saraiva de Carvalho, n.º 8, 2º andar, 1250-234 Lisboa, Portugal  
<http://revista.arp.org.pt>  
[mail@arp.org.pt](mailto:mail@arp.org.pt)

## Aviso legal | Disclaimer

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.



## Nota de abertura

## Opening remarks

*A* pós oito anos de publicação em papel, a revista *Conservar Património* entra numa nova fase de existência com formato digital e acesso livre, atributos que a farão chegar mais facilmente a todos os profissionais interessados nas matérias da Conservação e Restauro, e a uma comunidade fora do âmbito nacional.

*Ao longo destes anos, a existência da revista tem sido para a ARP — Associação Profissional de Conservadores-restauradores de Portugal — uma grande satisfação e orgulho, dado possibilitar a divulgação das missões da Associação de defesa do profissional e da qualidade técnica da conservação e restauro, com o objectivo de salvaguarda do património cultural.*

*Apesar de todas as dificuldades da ARP, uma associação profissional sem fins lucrativos que tem dependido de financiamentos para a publicação da revista, bem como, de todas as limitações inerentes à gestão da própria Associação, que se reflectiram, por vezes, na periodicidade da *Conservar Património*, está a ARP profundamente grata pelo esforço da direcção da revista, que proporcionou até agora a continuidade deste projecto.*

*Face às actuais circunstâncias sociais e às exigências de uma disseminação da informação de forma mais célere e adequada às novas realidades dos profissionais, a Direcção da ARP considerou pertinente uma renovação e actualização do formato de publicação da revista.*

*A*fter eight years of printing, the journal *Conservar Património* enters a new phase of existence with a digital format and free internet access, attributes that will reach more easily all the professionals interested in the field of Conservation-Restoration, and a vast community outside our national scope.

*Throughout these years, the existence of the journal has been for ARP — Professional Association of Conservator-Restorers of Portugal — a great satisfaction and pride, that enabled the disclosure of the missions of the Association, like the defense of the professionals and the technical quality of the Conservation and Restoration, with the aim of preserving the cultural heritage.*

*Despite all the difficulties of ARP, a professional nonprofit association that has depended on funding for the publication of this journal, and the limitations inherent to the management of the Association itself which impact sometimes the periodicity of *Conservar Património*, ARP is deeply grateful for the efforts of the journal editors, which have managed to continue this project up to now.*

*Given the current social circumstances and the requirements of a faster dissemination of information adequate to the new realities of the professionals, the Board of ARP considered relevant to renew and update the publishing format of the journal.*

*Ao iniciar este novo projecto on-line, a ARP está certa que a Direção da revista continuará o excelente trabalho desenvolvido, e que, com a sua contribuição e dedicação, proporcionará uma nova dimensão à Conservar Património.*

*O Presidente da ARP*  
Rui Camara Borges

*When starting this new online project, ARP is certain that the journal Editors will continue their excellent work, and that, with their contribution and dedication Conservar Património will reach a new significance.*

*The President of ARP*  
Rui Camara Borges



## Editorial

**C**om o presente número, a revista *Conservar Património* começa uma nova fase. Depois de oito anos de publicação em papel, inicia-se agora a sua publicação apenas em formato digital e, além disso, com livre acesso na internet.

*Vários factores contribuíram para esta transformação.*

*Imediatamente, em primeiro lugar, há a perda do apoio monetário da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) devido às restrições orçamentais do país. Aliás, o número anterior, saído muito recentemente, já não teve esse apoio. De qualquer forma, agradecemos reconhecidamente à FCT o financiamento da revista durante sete anos. A este respeito, temos que igualmente agradecer ao Centro Hércules, da Universidade de Évora, o apoio monetário que, através de publicidade, proporcionou à revista nos últimos números.*

*Porém, não são menos importantes razões de outra ordem, já há algum tempo equacionadas, e algumas delas relacionadas com questões desde logo presentes na reflexão que antecedeu o lançamento da revista. São razões que têm que ver com o impacto da revista e a sua capacidade de atracção.*

*Em Portugal, antes de 2005, quando surgiu a ideia da revista, os hábitos de investigação eram muito diferentes dos actuais e, por outro lado, a relação dos conservadores-restauradores com os equipamentos informáticos, de um modo geral, era muito incipiente. Não obstante alguma discussão e mesmo uma não total unanimidade de pontos de*

## Editorial

**W**ith the current issue, the journal *Conservar Património* begins a new chapter. After eight years of print, the journal will, from now on, be published in a digital format only and, in addition, with free Internet access.

*Several factors contributed to this transformation.*

*First and foremost, there is the loss of monetary support from the Foundation for Science and Technology (FCT) due to the current national budget constraints. The preceding issue of the journal, which was very recently published, already lacked that support. Nonetheless, we very gratefully acknowledge the FCT funding of the journal for seven years. In this regard, we must also thank the Centro Hércules, of the University of Évora, for its monetary support of recent issues of the journal through advertising.*

*However, there are other reasons of no less importance, of a different nature, that have been pondered upon for some time now, some of which related with questions already present in the reflection that preceded the launch of the journal. These reasons have to do with the impact of the journal and its attractiveness.*

*In Portugal, before 2005 — when the idea of the journal emerged —, research habits were very different and the relationship between conservation-restoration work and computer resources was generally incipient. Despite some discussion and an incomplete unanimity of viewpoints, the paper format appeared to be best suited for the field of*

vista, o formato em papel pareceu ser então o mais adequado para a área da conservação e restauro. Entretanto, surgiu a Biblioteca do Conhecimento Online (b-on), as publicações periódicas de natureza científica passaram a circular em grande parte apenas em formato digital, o tempo decorrente entre a submissão de um artigo e a sua publicação diminuiu muito significativamente, o mundo ficou mais global e os hábitos de pesquisa e de trabalho, mesmo de quem era mais avesso às novas tecnologias, foram-se gradualmente integrando, melhor ou pior, num contexto digital. Por outro lado, não obstante as diligências efectuadas, a Conservar Património nunca conseguiu ter um canal de distribuição eficiente, com manifesto prejuízo para a sua capacidade de atrair colaborações e de as divulgar depois de publicadas, portanto, das duas formas limitando o seu impacto. Nestas modificadas circunstâncias pareceu agora, novamente com discussão e sem total unanimidade, que o formato digital era o que melhor se adequava aos actuais hábitos, resolvia o problema da distribuição e, além disso, abria novas possibilidades à revista.

Entre estas novas possibilidades há duas que nos parecem especialmente importantes.

Em primeiro lugar, os artigos passam a poder incluir imagens a cores, sem qualquer restrição, o que, nalguns casos, é algo de fundamental. No passado, o brutal acréscimo de custos que a impressão a cores acarretaria, mesmo que apenas parcialmente, prejudicou sobremaneira alguns artigos. O problema foi minorado através da disponibilização das figuras a cores na internet, mas tal solução nunca o foi verdadeiramente.

Em segundo lugar, tal como é habitual nas melhores revistas internacionais, os artigos passam a ficar imediatamente disponíveis, logo depois de aceites, antes de ser criado o volume que vão integrar. Assim, vão-se evitar, nalguns casos, longos meses de espera, muito pouco aliciantes, resultantes da periodicidade semestral associada ao crónico atraso da publicação em papel.

Concomitantemente com esta alteração de suporte, há uma alteração gráfica resultante de outras opções tomadas que tiveram como objectivo a redução dos custos de publicação e a optimização de processos internos de organização e de gestão. Julgamos que dos processos de funcionamento que têm sido seguidos e do ajuste agora feito dependerá a continuidade da revista, tal como nos parece que no passado deles dependeu o diferente percurso que esta revista teve em relação a outras.

De facto, desde que a Conservar Património começou a ser publicada, registou-se em Portugal o desaparecimento de algumas revistas directa ou indirectamente relacionadas

conservation-restoration. Since then, the Online Knowledge Library (b-on) appeared, journals of scientific nature began to circulate largely in digital formats alone, the time between the submission of an article and its publication decreased very significantly, the world became more global and the habits of research and work, even those of who were more averse to new technologies, gradually became integrated, more or less successfully, in a digital environment. On the other hand, in spite of many efforts, Conservar Património could never find an efficient distribution channel. This clearly damaged its ability to attract collaborations and to promote them after publication, thus limiting its impact at both levels. Under the present circumstances, it seemed to us, again after long discussions and not entirely unanimously, that the digital format was better suited to the current habits, not only solving the distribution problem but also opening new possibilities for the journal.

Among these new possibilities there are two that seem especially important.

Firstly, the articles may now include colour images, without restrictions, which in some cases is fundamental. The brutal increase in costs that colour printing would bring about could not be considered in the past, seriously hindering some papers. The problem was lessened by making colour figures available on the internet, but this was never truly a solution.

Secondly, as is usual in international reference journals, the articles will now be immediately available after acceptance, before their insertion in the finalized issue. Thus, the sometimes months-long periods of a very unappealing wait for publication, ensued from the biannual periodicity of the journal along with repeated delays associated with paper printing, will be avoided.

Concurrent with this change of medium, there is a graphic change resulting from other options, aimed at reducing the costs of publishing and optimizing internal management processes. We believe that the continuity of the journal depends both on the operating procedures which have been followed thus far and on the present adjustment, as it seems to us that these may be the key to explain the difference in longevity between this journal and others.

In fact, since Conservar Património began to be published, Portugal witnessed the disappearance of some journals directly or indirectly related to conservation and restoration, including some younger ones. We believe that the different fate of Conservar Património is partly due to the very light, agile and informal structure on which it stands; these aspects have now been reinforced.

Despite all these changes, the fundamental goals that

com a conservação e restauro, algumas das quais, inclusivamente, tinham surgido mais tarde. Pensamos que o diferente destino da Conservar Património se deve, em parte, à muito leve, ágil e informal estrutura em que assenta, aspectos que foram agora reforçados.

Não obstante todas estas alterações, os objectivos fundamentais que nortearam a criação da revista em 2005 mantêm-se sem qualquer modificação. Reescrevendo o que então se afirmou, a revista continua a pretender: proporcionar um espaço aos conservadores-restauradores para a divulgação regular dos seus estudos e actividades; promover a colaboração com outras áreas, designadamente, a história da arte, a arqueologia, a museologia, a química, a física, a biologia e outras disciplinas de áreas das ciências naturais e sociais que possam ser relevantes para a compreensão das obras que constituem o nosso património cultural e dos respectivos processos de tratamento; fomentar a aproximação de todos o que se interessam pelo património e pela sua conservação e restauro, qualquer que seja o seu local de trabalho; desenvolver e fixar o vocabulário técnico em português relacionado com a conservação e a materialidade das obras, não obstante a total abertura à publicação de contribuições noutros idiomas e o reconhecimento da importância de uma língua de comunicação técnica internacional.

Esta continuidade em termos de objectivos é simbolicamente reforçada pela continuação da numeração dos números publicados em papel, sendo este primeiro número em formato digital o n.º 17 e não o n.º 1 de uma 2.ª série, como tem acontecido noutros casos.

É nossa convicção de que a revista fica, desta forma, bem mais atractiva, ainda que à custa da perda do suporte físico em papel. Esperamos que, em consequência, a revista venha a melhorar significativamente o seu impacto — seja em Portugal, seja noutros países, especialmente no Brasil e em Espanha, de onde temos recebido numerosas submissões — e possa, portanto, contribuir mais para a conservação do património. Nesse sentido, outras iniciativas irão brevemente ser tomadas no sentido de melhor se rentabilizarem as possibilidades abertas pela publicação da revista em formato digital com acesso livre na internet.

Para terminar, aproveitamos esta oportunidade para agradecer a todos os que têm submetido as suas contribuições, independentemente de as mesmas terem sido ou não aceites, bem como aos membros da Comissão Editorial e a todos os anónimos avaliadores sem os quais a revista não poderia existir e com os quais esperamos poder continuar a contar.

A Direcção da revista

guided the creation of the journal in 2005 remain the same. Reaffirming what was then stated, the journal will continue to endeavour: to provide a space for conservator-restorers to regularly give accounts of their studies and activities; to promote collaboration with other areas, namely history of art, archaeology, museology, chemistry, physics, biology and other disciplines in areas of the natural and social sciences that may be relevant to the understanding of the works that constitute our cultural heritage and their treatment processes; to draw nearer all of those with an interest in heritage and its conservation and restoration, whichever their workplace might be; to develop and establish the Portuguese technical vocabulary related to the conservation and materiality of the works, notwithstanding a full openness to contributions in other languages and a recognition of the importance of a language allowing international technical communication.

This continuity in terms of objectives is symbolically emphasized by continuing the numbering of the paper issues, with the first digital issue bearing the number 17 and not the number 1 of a 2nd series, as has happened in other publications.

It is our belief that Conservar Património will thus become much more attractive, even at the expense of losing its physical support. Hopefully, as a result, the journal will significantly improve its impact and increase its contribution to heritage conservation — in Portugal as well as in other countries, especially in Brazil and Spain, from where we have been receiving numerous submissions. Accordingly, other initiatives will soon be taken to make the most of the possibilities offered by the publication of the journal in an open access format.

Finally, we take this opportunity to thank all of those who have submitted their contributions, regardless of whether these were accepted or not, as well as the members of the Editorial Board and all the anonymous reviewers, without whom the journal could not exist and whom we hope to be able to keep counting on.

The Editors of the journal



# Diversidade microbiológica do edifício da Sacristia Incompleta do Convento de Cristo, em Tomar, e avaliação do seu controlo por biocidas

Dina M. R. Mateus<sup>1,2,\*</sup>

Renata B. Silva<sup>1</sup>

Fernando M. C. Costa<sup>1</sup>

João P. F. Coroado<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico de Tomar, Campus da Quinta do Contador, Estrada da Serra, 2300-313 Tomar, Portugal

<sup>2</sup>GeoBiotec – Geobiociências, Geotecnologias e Geo-engenharias, Universidade de Aveiro

\*[dinamateus@ipt.pt](mailto:dinamateus@ipt.pt)

## Resumo

Com o objetivo de caracterizar os microrganismos que colonizam as paredes calcárias da Sacristia Incompleta do Convento de Cristo, em Tomar, e estudar em laboratório o seu controlo por agentes biocidas, recolheram-se por *swabbing* amostras de seis locais e caracterizou-se a flora microbiana presente cultivável em laboratório, recorrendo a técnicas de microbiologia clássica. Verificou-se a presença de fungos, de bactérias heterotróficas e de microrganismos autotróficos em todas as amostras. Avaliou-se a eficácia relativa de diferentes biocidas através dos halos de inibição que provocam em placas de crescimento dos isolados bacterianos e fúngicos e testou-se o Biotin T, o cloreto de benzalcónio e, no caso dos fungos, também um aditivo para tintas. O cloreto de benzalcónio mostrou-se mais eficaz com os isolados bacterianos e o Biotin T com os isolados fúngicos.

## Palavras-chave

Deterioração da pedra  
Alteração biológica  
Bactérias  
Fungos  
Biocidas

Microbiological diversity in the Unfinished Sacristy building of the Convent of Christ, Tomar, and evaluation of its biocide-based control

## Abstract

This laboratory research aimed at characterizing the microorganisms that colonize the limestone walls of the Unfinished Sacristy of the Convent of Christ (Tomar, Portugal), as well as to study their control by means of biocidal agents. Six different locations were sampled through swabbing and the microorganisms were characterized using classical microbiology techniques. The presence of fungi, heterotrophic bacteria and autotrophic microorganisms was verified in all samples. The relative effectiveness of different biocides was tested through the analysis of the inhibition halos they caused in the growth plates of bacterial and fungal isolates. For bacteria, two currently used biocides were tested: Biotin T and benzalkonium chloride. For fungi, these same two biocides plus a paint additive were assessed. The biocides showed different levels of effectiveness for different microorganisms: the benzalkonium chloride was more effective on bacterial isolates, while Biotin T showed a better performance on fungal isolates.

## Keywords

Stone decay  
Biodeterioration  
Bacteria  
Fungi  
Biocides

ISSN 2182-9942

## Introdução

Os materiais pétreos são desde tempos imemoriais usados nas construções, em particular naquelas que hoje são consideradas património arquitetónico e histórico a preservar. Todos os materiais pétreos estão sujeitos a fenómenos de degradação, como a meteorização causada pela exposição aos elementos ambientais. As características da pedra calcária e a sua abundância em Portugal continental, principalmente no litoral centro, favorecem a sua utilização na edificação, quer como material estrutural quer como decorativo. Contudo, a susceptibilidade à alteração destes materiais obriga a diagnósticos e técnicas de conservação e restauro convenientemente sustentadas analiticamente. A falta de manutenção ou de limpeza adequada deixam marcas, muitas vezes irreversíveis. Neste trabalho, foi selecionado um exemplo particularmente crítico da degradação da pedra enquanto material de construção.

O Convento de Cristo é um complexo monumental histórico localizado na cidade de Tomar, em Portugal, cuja construção foi iniciada em 1160, com a edificação do Castelo Templário e da Charola. Considerado Património da Humanidade pela UNESCO desde 1983, abrange uma área de 45 hectares, divididos entre o Castelo Templário e o Convento de Cristo, que ocupam 5 hectares, e pela Mata dos Sete Montes, que ocupa os restantes 40 hectares. Estende-se do Castelo de Tomar até ao aqueduto dos Pegões, numa distância de mais de 7 quilómetros [1]. É neste complexo que se insere a Sacristia Incompleta, também designada por Casa do Capítulo Incompleta, cuja construção foi iniciada em 1513 por ordem de D. Manuel. Possuía dois pisos, o inferior para os frades e o superior para os cavaleiros, e sofreu renovações entre 1533 e 1545, tendo estas obras sido suspensas por D. João III e nunca retomadas. É um edifício retangular, em pedra calcária, do Jurássico médio [2], proveniente da região, situado a

sudoeste do primeiro claustro. Possuía um teto abobadado plano, sustentado por pilares que, quando desapareceu deixou toda a estrutura exposta às condições atmosféricas. Atualmente é visível a colonização de todas as superfícies por variados organismos.

Os agentes físicos, químicos e biológicos atuam em conjunto, de forma antagonista ou sinérgica, na deterioração da pedra [2], estando intimamente ligados entre si. A alteração física e química das rochas deve-se à quebra das ligações físicas e a reações químicas, intercrystalinas e intracrystalinas, perda de coesão ou desmoronamento, por interação com as condições do meio, e inicia-se e progride de forma relativamente rápida após a extração e talhe dos blocos da pedreira. A alteração geralmente é influenciada pela atividade de microrganismos responsáveis pela degradação biológica. O corolário desta afirmação dita que a degradação química das rochas está intimamente relacionada com a composição química respetiva, mas também, com as condições exteriores a que estas estão expostas. Ou seja, para compreender o fenómeno é imprescindível conhecer o material pétreo mas, igualmente, as condições exógenas que regulam os fenómenos da transformação [2].

Cada monumento, sujeito ao clima local, pode ser considerado um *habitat* diferente de qualquer outro [3]. Contudo, efeitos microclimáticos podem promover condições específicas, sendo possível observar diferenças significativas na colonização de acordo com o local dentro de um mesmo monumento, em termos qualitativos, mas sobretudo, quantitativos [4].

Os principais modelos de colonização da rocha consideravam que o organismo pioneiro era obrigatoriamente um fotoautotrófico: dado que estes requerem apenas luz solar, água e minerais para o seu crescimento assumia-se que estes abririam caminho para as bactérias heterotróficas, fungos e organismos superiores, promovendo o aparecimento de uma camada

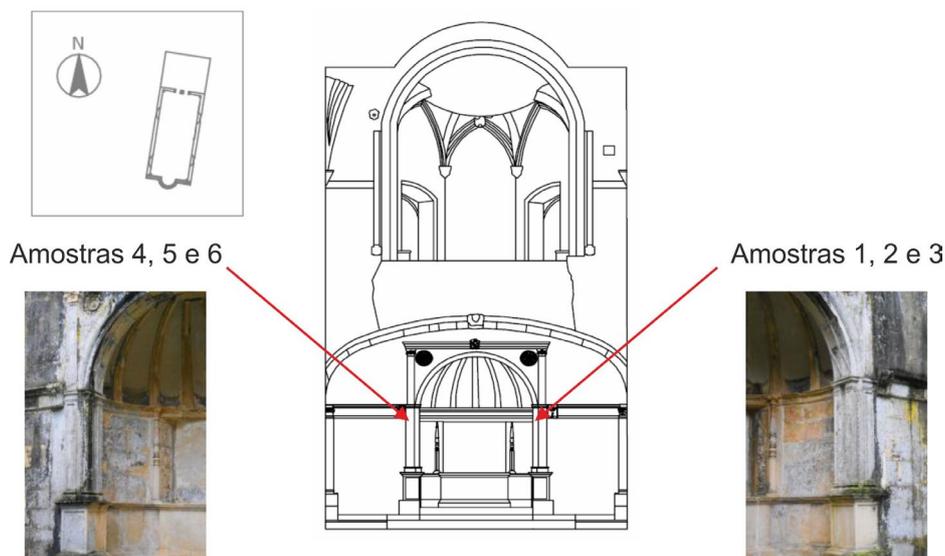


Figura 1. Locais de recolha das amostras.

de alimento orgânico [5]. Desta forma, a biomassa dos microrganismos fotossintéticos pode ser utilizada por microrganismos heterotróficos como fontes de carbono e energia [6]. Atualmente, porém, tem vindo a ser referido que a colonização inicial de edifícios pode ser realizada por bactérias e fungos organotróficos, em conjunto com organismos fotoautotróficos. Warscheid e Braams [7] e Zanardini *et al.* [8] tornaram claro que os poluentes de origem antropogénica podem, igualmente, ser utilizados por microrganismos heterotróficos, o que implica a possibilidade de estes serem os organismos pioneiros.

Tradicionalmente, os problemas relacionados com a biodeterioração são controlados pela simples aplicação de biocidas. Porém, esta atitude começa a mudar e surge a compreensão de que é necessária uma abordagem multidisciplinar que inclua os fatores ambientais e as propriedades do substrato para criar uma solução mais eficaz [9-11]. Considera-se também, cada vez mais, que a conservação preventiva e de manutenção devem ter um papel primordial, na medida em que permitem reduzir as intervenções de restauro [12]. A falta de limpeza e de manutenção de edifícios e monumentos históricos é um dos fatores que contribui de forma mais decisiva para a colonização biológica e deterioração [13].

Atualmente, para além dos métodos de limpeza físicos ou mecânicos, como a escovagem, a microabrasão, o uso de jacto de areia [12] ou a aplicação de radiação [5], e dos métodos químicos, estão disponíveis novos métodos. Perspetivam-se vantagens para os métodos de biorremediação [10, 14-17], bem como para os métodos que envolvem a incorporação de materiais antimicrobianos com propriedades de autolimpeza, como os fotocatalisadores heterogéneos [18].

## Materiais e métodos

### Recolha de amostras

Foram recolhidas amostras de seis locais da abside da Sacristia Incompleta do Convento de Cristo, que se encontra voltada a Norte (Figura 1 e Tabela 1). As amostras 1, 2 e 3 foram recolhidas do lado direito (Oeste) e as amostras 4, 5 e 6 do lado esquerdo (Este). A escolha dos locais de recolha das amostras permitiu avaliar a diferença de colonização biológica com a diferente exposição aos elementos atmosféricos. O método usado foi o *swabbing*, com zaragatoas esterilizadas e mergulhadas em solução de Ringer para transporte (Figura 2). Optou-se pelo método de *swabbing* com zaragatoa por ser um método não invasivo da matriz de suporte e permitir grande versatilidade de escolha da zona de amostragem.

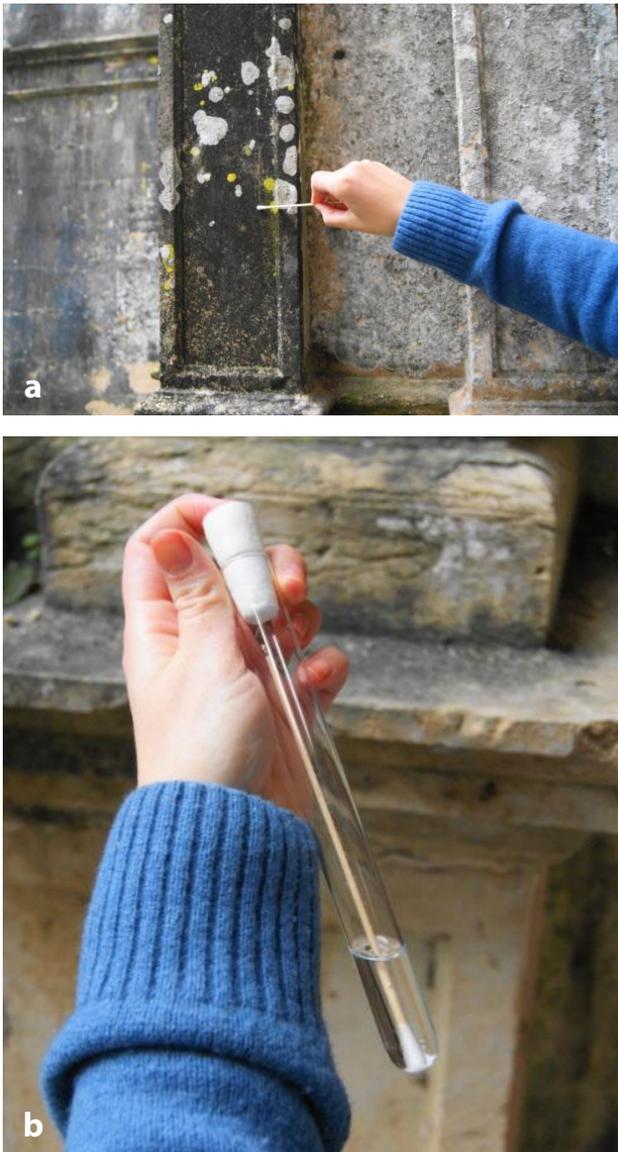
### Isolamento e meios de cultura

Utilizaram-se três meios de cultura diferentes. Para os microrganismos heterotróficos foram usados dois meios:

**Tabela 1**

Locais de recolha de amostras

| Amostra | Local de recolha        |   |
|---------|-------------------------|---|
| 1       | Base da coluna direita  |    |
| 2       | Coluna direita          |    |
| 3       | Zona interior direita   |   |
| 4       | Zona interior esquerda  |  |
| 5       | Base da coluna esquerda |  |
| 6       | Coluna esquerda         |  |



**Figura 2.** Recolha de amostra por *swabbing*.

*Tryptic Soy Agar* (TSA), da Himedia, como meio específico para bactérias e *Potato Dextrose Agar* (PDA), também da Himedia, suplementado com clorotetraciclina para crescimento de fungos. Para os organismos autotróficos foi selecionado o meio *Bold Basal Medium* (BBM) [19] que, além do agar-agar, não contém compostos orgânicos, potenciando assim o crescimento de organismos autotróficos. Os crescimentos dos microrganismos heterotróficos foram realizados numa incubadora a 22 °C

**Tabela 2**

Caracterização dos biocidas usados

| Biocida (nome comercial)           | Ação                 | Princípio activo   |
|------------------------------------|----------------------|--|
| Biotin T                           | Largo espectro       | Cloreto de didecil dimetilamónio (sal de amónio quaternário); 2-octil-2H-isotiazol-3-ona (isotiazolinona); ácido fórmico |
| Cloreto de benzalcónio             | Largo espectro       | Cloreto de alquil dimetil benzil amónio (sal de amónio quaternário)  |
| Aditivo anti-algas e fungos, Dyrup | Fungicida e algicida | N-2-terbutil-N-4-etil-6-metilto-1,3,5-triazina-2-4-diamina (triazina)  |

sem luz e os dos microrganismos autotróficos foram conduzidos a 22 °C numa incubadora com fotoperíodo de luz natural.

Após crescimento das amostras inoculadas nestes meios, foram repicados microrganismos por forma a se obter o respetivo isolamento.

### Caracterização dos isolados

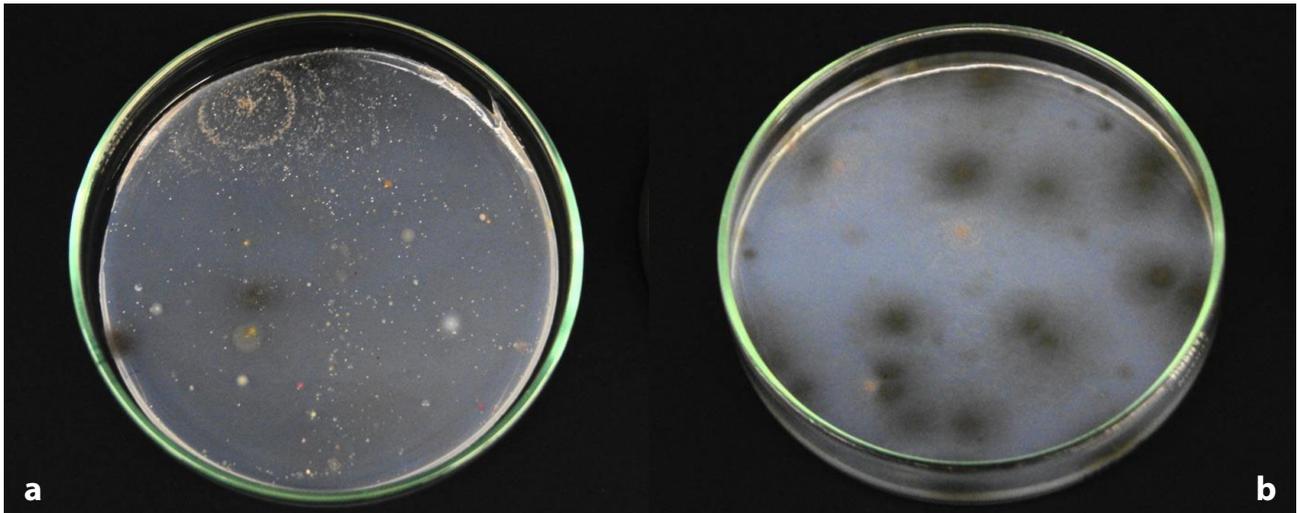
Para se proceder à caracterização dos microrganismos isolados efetuaram-se vários testes e colorações. Para os isolados bacterianos, procedeu-se à coloração de Gram, coloração de flagelos pelo método de Leifson, coloração de endósporos pelo método de Schaeffer-Fulton, teste para a presença de catalase, teste para a presença de oxidase e medição do tamanho dos isolados. Os resultados dos testes e das colorações, em conjunto com o tamanho dos microrganismos obtido por microscopia, podem ser utilizados para efetuar a identificação dos microrganismos presentes nas amostras com recurso ao *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*.

Para os isolados fúngicos, foi feita a observação macro e microscópica dos isolados, com particular atenção às estruturas reprodutivas coradas com azul de metileno.

### Testes aos biocidas

Após o isolamento dos microrganismos e da sua caracterização inicial, os isolados foram utilizados para testar alguns biocidas comerciais, por forma a se avaliar a sua eficácia. Foram selecionados dois agentes que já estavam a ser usados no monumento e normalmente utilizados em trabalhos de conservação e restauro, sendo-lhes apontadas as vantagens de apresentarem elevada eficiência e uma interferência mínima com o substrato pétreo. Utilizou-se ainda um terceiro biocida, com um princípio ativo diferente, normalmente não utilizado em substrato pétreo, mas como aditivo em tintas e vernizes comerciais aplicados em trabalhos de construção e de reabilitação urbana (Tabela 2).

Para a avaliação da eficácia dos diferentes biocidas, utilizaram-se pequenos discos de papel absorvente, embebidos no biocida a testar (soluções aquosas 3 % v/v). Colocaram-se os discos sobre placas previamente inoculadas, por espalhamento, com os microrganismos a testar. Os ensaios foram realizados em duplicado. Após 96 horas, fez-se a observação do crescimento, confirmando a



**Figura 3.** Exemplos de placas cultivadas de meio BBM (após 6 semanas).

presença de halos de inibição de crescimento microbiano em torno dos discos embebidos em biocida. Estes halos de inibição foram medidos e comparados, sendo tomados como indicadores da suscetibilidade do microrganismo ao biocida em causa. Quanto maior o halo, mais eficaz será o biocida.

## Apresentação e discussão dos resultados

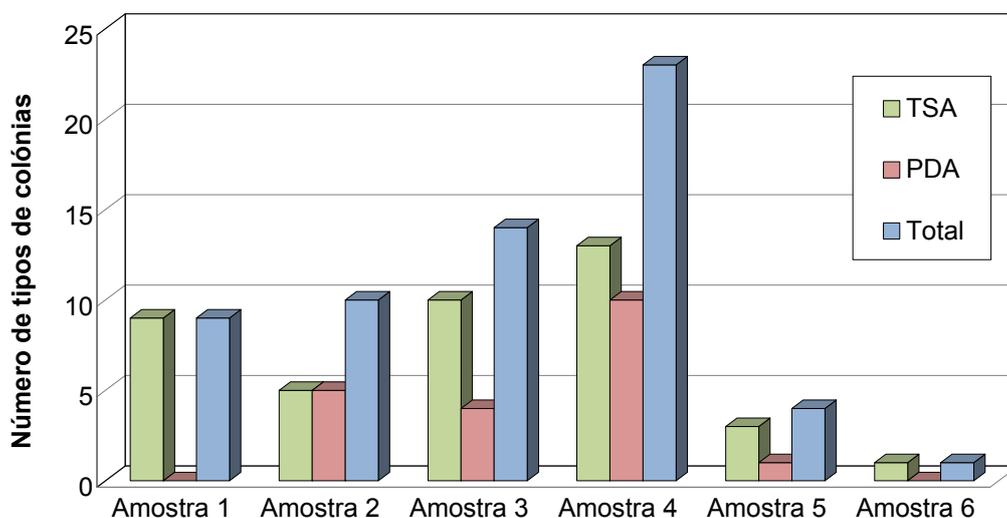
### Isolamento e caracterização de microrganismos

A abside encontrava-se colonizada de forma dispersa por líquenes e comunidades de algas e na altura do ano em que foi efetuada a amostragem (janeiro/fevereiro) apresentava elevada humidade. Não se observou a existência de briófitas, plantas superiores ou colonização animal. Não foi visível, a olho nu, uma diferença acentuada de colonização biológica entre o lado direito e esquerdo da abside.

Das amostras retiradas da superfície da pedra, foi possível cultivar uma grande variedade de microrganismos. A utilização de meios com diferentes composições permitiu isolar microrganismos heterotróficos (separados entre bactérias e fungos) e também autotróficos.

Da observação das placas de BBM inoculadas percebeu-se a presença de microrganismos fotossintéticos e a existência de algumas estruturas fúngicas. O crescimento foi visível em todas as placas (Figura 3), mas apenas ao fim de aproximadamente seis semanas.

Quanto aos microrganismos heterotróficos, verificou-se o aparecimento das primeiras colónias 24 h após a inoculação e uma marcada diferença quantitativa nas diferentes placas inoculadas com as amostras. Na Figura 4 apresenta-se uma contagem dos diferentes tipos de unidades formadoras de colónias ao fim de 4 dias. Da análise destes resultados percebe-se a existência de uma diferença nítida no número de diferentes microrganismos presentes nas amostras, sendo que as retiradas do lado direito da abside possuem, de modo geral, uma maior



**Figura 4.** Tipos de colónia em cada amostra, divididos por meio de cultura, após 4 dias de crescimento.

**Tabela 3**

Resultados dos testes aos isolados bacterianos

| Isolado | Forma      | Gram | Coloração das colónias | Tamanho das colónias    | Catalase | Oxidase | Endósporos | Flagelos | Comprimento × largura (µm) |
|---------|------------|------|------------------------|-------------------------|----------|---------|------------|----------|----------------------------|
| TSA B1  | Bacilos    | -    | Amarela                | Médio                   | +        | +       | -          | -        | 2,58×0,75                  |
| TSA B2  | Cocobacilo | -    | Laranja                | Pequeno                 | +        | -       | -          | -        | 1,91×0,64                  |
| TSA B3  | Cocobacilo | -    | Verde/cinza            | Espalhamento pela placa | +        | +       | -          | -        | 2,34×1,21                  |
| TSA B4  | Cocobacilo | -    | Amarela                | Muito pequeno           | +        | -       | -          | -        | 2,80×1,29                  |
| TSA B5  | Cocobacilo | +    | Amarela                | Muito pequeno           | -        | -       | -          | -        | 1,80×1,17                  |
| TSA B6  | Bacilo     | -    | Amarelo                | Espalhamento pela placa | -        | +       | -          | -        | 1,80×0,75                  |
| TSA B7  | Coco       | -    | Rosa forte             | Pequeno                 | +        | -       | -          | -        | 0,90×0,90                  |
| TSA B8  | Bacilo     | -    | Amarela                | Espalhamento pela placa | +        | +       | -          | -        | 3,29×1,21                  |
| TSA B9  | Cocobacilo | +    | Amarela                | Espalhamento pela placa | -        | +       | -          | -        | 1,65×1,27                  |
| TSA B10 | Bacilo     | +    | Amarela                | Pequeno                 | +        | +       | -          | -        | 2,65×1,00                  |
| TSA B11 | Cocobacilo | -    | Amarela                | Médio                   | +        | +       | -          | -        | -                          |
| TSA B12 | Cocobacilo | -    | Amarela                | Espalhamento pela placa | +        | +       | -          | -        | 1,90×1,09                  |
| TSA B13 | Coco       | -    | Amarelo ténue          | Médio                   | +        | -       | -          | -        | 1,17×1,17                  |
| TSA B14 | Bacilo     | -    | Amarela                | Espalhamento pela placa | +        | +       | +          | -        | 2,76×1,08                  |
| TSA B15 | Cocobacilo | -    | Amarela                | Espalhamento pela placa | +        | +       | -          | -        | 1,88×1,29                  |
| TSA B16 | Cocobacilo | -    | Amarela                | Médio                   | +        | -       | -          | -        | -                          |
| TSA B17 | Cocobacilo | -    | Amarela                | Pequeno                 | +        | +       | -          | -        | 1,71×1,08                  |
| TSA B18 | Bacilo     | -    | Rosa claro             | Médio/grande            | +        | -       | -          | -        | 5,40×0,66                  |
| TSA B19 | Bacilo     | +    | Rosa                   | Médio                   | +        | +       | -          | -        | 7,44×1,56                  |

contaminação. Dado que o material pétreo é o mesmo em ambos os lados da abside, é possível eliminar a hipótese de o maior nível de contaminação se dever a características do material, pelo que se pode postular que se deve à menor exposição às condições atmosféricas. Esta hipótese é sustentada pelo facto de no interior do arco, nos locais onde foram recolhidas as amostras 3 e 4 (locais menos expostos), a contaminação ser mais elevada.

Após repicagem, obtiveram-se 19 isolados bacterianos, aos quais foram realizados os testes supramencionados. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 3.

No caso dos fungos obtiveram-se 18 isolados com características diferentes, apresentados na Tabela 4, sendo a identificação preliminar quanto ao género apresentada na Tabela 5.

Observa-se assim que existe uma variedade considerável de microrganismos na rocha. Porém, tal como referido por Sainz-Jimenez [20], a existência de um determinado microrganismo numa amostra não implica que este seja responsável pela biodeterioração do substrato, uma vez que a sua presença pode não ser prejudicial. Da mesma forma, principalmente quando se utilizam métodos clássicos, os microrganismos com crescimento

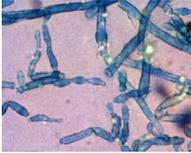
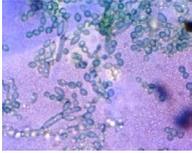
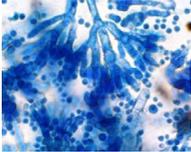
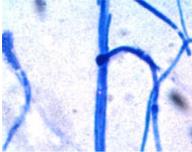
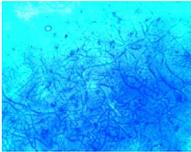
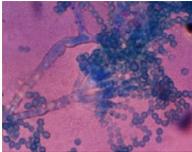
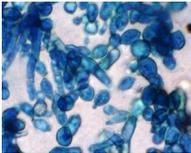
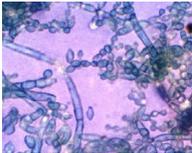
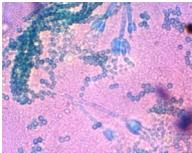
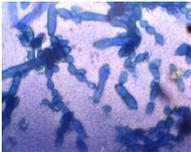
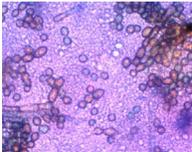
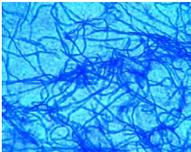
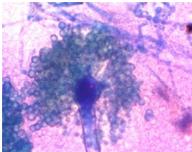
mais rápido são privilegiados em detrimento daqueles que têm crescimento lento, fazendo com que apareçam sobre-representados.

### Testes aos biocidas

Utilizaram-se discos absorventes embebidos em solução aquosa do biocida a testar, sempre com uma concentração de 3 %. A decisão de usar esta concentração foi um compromisso entre a gama de concentrações normalmente utilizada em trabalhos de conservação e em estudos realizados por outros investigadores [18] e, por outro lado, a obtenção de halos de inibição mensuráveis face ao diâmetro das caixas de Petri utilizadas nos ensaios.

Para a análise dos resultados relativos aos halos de inibição de crescimento bacteriano e fúngico, causados pelos discos embebidos em biocidas (exemplo ilustrativo na Figura 5), construíram-se os gráficos apresentados, respetivamente nas Figuras 6 e 7, que ilustram a comparação entre os diferentes biocidas. Para efeitos gráficos, nos isolados em que não houve crescimento em toda a placa, considerou-se um halo de 10 cm (superior ao diâmetro da placa que é de, aproximadamente, 9 cm).

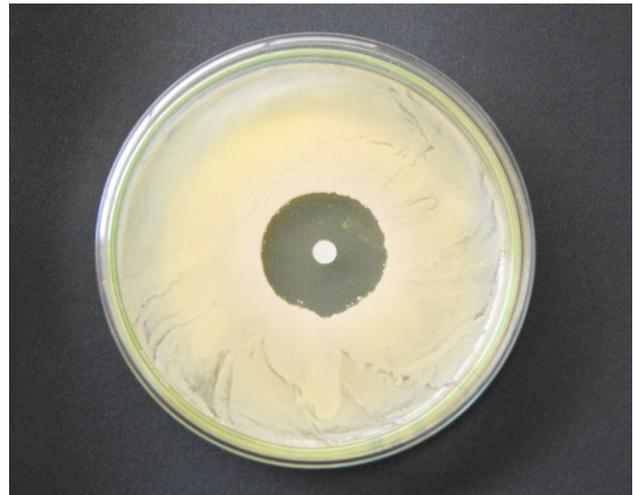
**Tabela 4**  
Resultados da observação macro e microscópica dos isolados fúngicos

| Isolado | Observação macroscópica   | Observação microscópica   | Isolado | Observação macroscópica  | Observação microscópica   |
|---------|---|---|---------|--|---|
| TSA F1  |    |    | PDA F1  |    |    |
| TSA F2  |    |    | PDA F2  |    |    |
| TSA F3  |    |    | PDA F3  |    |    |
| TSA F4  |   |   | PDA F4  |   |   |
| TSA F5  |  |  | PDA F5  |  |  |
| TSA F6  |  |  | PDA F6  |  |  |
| TSA F7  |  |  | PDA F7  |  |  |
| TSA F8  |  |  | PDA F8  |  |  |
| TSA F9  |  |  | PDA F9  |  |  |

**Tabela 5**

Identificação preliminar dos isolados fúngicos

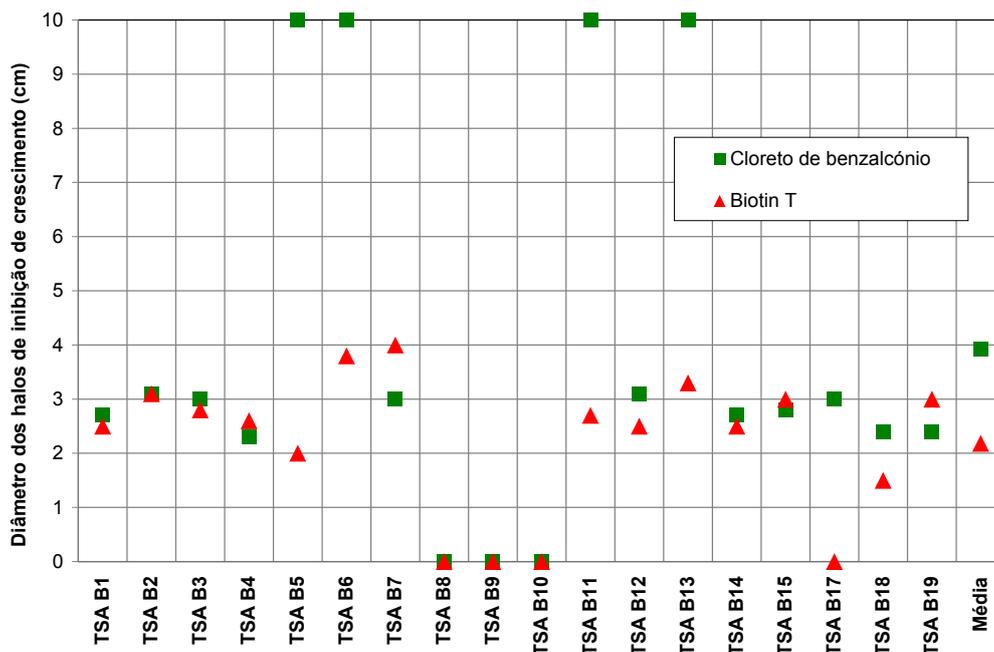
| Isolado | Hifas      | Identificação preliminar |                       |
|---------|------------|--------------------------|-----------------------|
|         |            | Sub-Divisão              | Género                |
| TSA F1  | Septadas   | Ascomycotina             | <i>Cladosporium</i>   |
| TSA F2  | Asseptadas | Zygomycotina             | <i>Mucor</i>          |
| TSA F3  | Septadas   | Ascomycotina             | <i>Penicillium</i>    |
| TSA F4  | Septadas   | Ascomycotina             | <i>Fusarium</i>       |
| TSA F5  | -          | -                        | -                     |
| TSA F6  | Septadas   | Ascomycotina             | <i>Cladosporium</i>   |
| TSA F7  | Septadas   | Ascomycotina             | <i>Penicillium</i>    |
| TSA F8  | Septadas   | Ascomycotina             | <i>Cladosporium</i>   |
| TSA F9  | -          | -                        | -                     |
| PDAF1   | Septadas   | Ascomycotina             | <i>Cladosporium</i>   |
| PDAF2   | Asseptadas | Zygomycotina             | <i>Mucor/Rhizopus</i> |
| PDAF3   | Asseptadas | Zygomycotina             | <i>Mucor</i>          |
| PDAF4   | Asseptadas | Zygomycotina             | <i>Mucor</i>          |
| PDAF5   | Septadas   | Ascomycotina             | <i>Penicillium</i>    |
| PDAF6   | Septadas   | Ascomycotina             | <i>Cladosporium</i>   |
| PDAF7   | Septadas   | Ascomycotina             | <i>Penicillium</i>    |
| PDAF8   | Septadas   | Ascomycotina             | <i>Cladosporium</i>   |
| PDAF9   | Septadas   | Ascomycotina             | <i>Aspergillus</i>    |



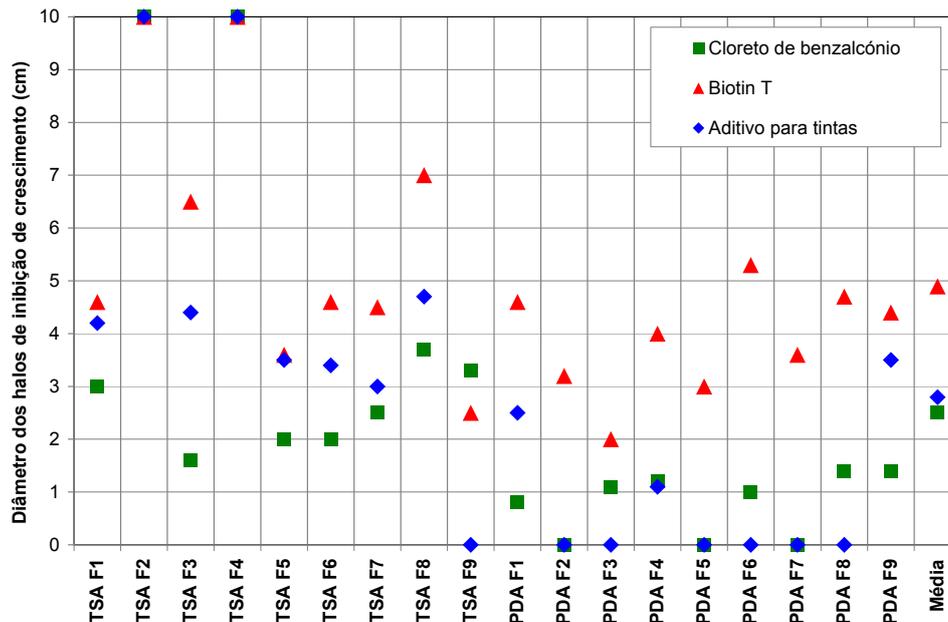
**Figura 5.** Exemplo ilustrativo de um halo de inibição de crescimento provocado por um disco embebido em biocida.

Para os isolados bacterianos, o Biotin T provou-se menos eficiente, tanto em termos médios, como para a maioria dos isolados considerados separadamente. As exceções foram os isolados TSA B4, TSA B7, TSA B15 e TSA B19, para os quais o Biotin T suplantou o cloreto de benzalcónio. Este resultado contraria o esperado, uma vez que o Biotin T combina 2 tipos de biocidas (isotiazolinona e amónia quaternária) e está atualmente a substituir o cloreto de benzalcónio nos tratamentos da pedra.

Da análise da Figura 7 percebe-se que para os isolados fúngicos o Biotin T foi o mais eficaz, apresentando, não apenas o valor médio de halo de inibição mais elevado como também os maiores halos de inibição para praticamente qualquer um dos isolados. Este resultado é congruente com o esperado, dada a atual tendência para substituir o cloreto de benzalcónio pelo Biotin T.



**Figura 6.** Comparação dos diâmetros dos halos de inibição provocados por cada um dos biocidas nos diferentes isolados bacterianos.



**Figura 7.** Comparação dos diâmetros dos halos de inibição provocados por cada um dos biocidas nos diferentes isolados fúngicos.

A comparação entre o aditivo para tintas e o cloreto de benzalcónio não é tão clara. Em termos médios, o aditivo para tintas teve um efeito ligeiramente superior, mas em alguns isolados o cloreto de benzalcónio apresentou resultados claramente superiores (TSA F9, PDA F3, PDA F4, PDA F6 e PDA F8). O aditivo para tintas é fungicida e algicida, mas será, provavelmente, muito menos eficaz contra bactérias, o que poderá ditar o seu abandono caso a contaminação bacteriana seja elevada.

Os resultados obtidos permitem reforçar a ideia de que, antes de se intervir num suporte com colonização biológica, se deve proceder à identificação das espécies presentes, bem como à sua suscetibilidade aos diferentes agentes biocidas. Obviamente, para além da eficácia direta, é necessário ter em conta o espectro de ação. A escolha dos biocidas parece atualmente ser ditada pela preocupação em controlar os agentes fúngicos e algas; no entanto deverá ter-se em atenção que as bactérias poderão também desempenhar um papel ativo na deterioração da pedra.

## Conclusões

Muitos fatores intervêm na degradação da pedra e, ainda que seja impossível dissociá-los, é importante caracterizar a influência de cada um. O crescimento de seres vivos, em particular de microrganismos, tem um impacto significativo na alteração do substrato, quer porque induz alterações físicas (como a expansão devido à variação do volume da água dos biofilmes contidos nos poros da rocha) e químicas (como a biossolubilização devido à produção de ácidos), quer pelo impacto inestético que pode ter.

Foi possível isolar vários tipos de microrganismo da superfície da rocha. Os autotróficos, de crescimento

significativamente mais lento, não foram caracterizados, mas dentro dos heterotróficos, isolaram-se 19 tipos de bactérias e 18 tipos de fungos, a partir dos seis locais de recolha. A distribuição da variedade de microrganismos denota uma clara tendência para uma maior colonização dos locais menos expostos às condições ambientais (vento, luz solar direta, etc.), que implicam gradientes térmicos menores e condições de humidade mais elevadas.

A identificação dos microrganismos aponta para a existência de vários *genera* de bactérias e de fungos. Contudo, não se pode afirmar perentoriamente que a degradação biológica observável na pedra é da exclusiva responsabilidade destes, uma vez que as técnicas de cultivo laboratorial apenas permitem o isolamento de uma pequena parte dos microrganismos realmente presentes no local. Isto implica que haverá uma quantidade e variedade de organismos na pedra muito superior ao aqui demonstrados. Para além disso, o simples facto de um microrganismo existir numa amostra recolhida da superfície da pedra não implica que ele seja, de facto, responsável pela alteração da mesma. Acresce ainda dizer que a classificação e identificação apresentada neste estudo é preliminar e sugere-se para trabalho futuro a sua confirmação, por exemplo através de técnicas de biologia molecular tal como já efetuado por alguns investigadores [6, 18].

Quanto aos testes efetuados com agentes biocidas, o método utilizado permitiu uma comparação da suscetibilidade dos isolados às diferentes substâncias ativas. Ressalva-se a necessidade de realizar testes adicionais no local, por forma a avaliar a eficácia dos biocidas nas comunidades microbianas como um todo e não apenas nos isolados, e, também, as possíveis interações com o substrato. Otimizar *in situ* a concentração de biocida a utilizar e monitorizar o seu efeito ao longo do tempo são operações necessárias em cada intervenção, as quais

devem ter em conta as condições ambientais do meio. Com o objetivo de simular as condições de campo, alguns investigadores efetuam também estudos laboratoriais em pedra colonizada com biofilmes estáveis em laboratório [6, 18, 21].

Ainda assim, percebe-se uma marcada diferença nos resultados obtidos com os diferentes biocidas: para os fungos, o Biotin T, que conjuga dois tipos de biocidas, é claramente mais eficaz, enquanto para as bactérias o cloreto de benzalcónio obteve melhores efeitos.

## Agradecimentos

Agradece-se as facilidades concedidas pela Sr.<sup>a</sup> Diretora do Convento de Cristo, Dr.<sup>a</sup> Ana Carvalho Dias.

## Referências

- 1 Convento de Cristo, <http://www.conventocristo.pt> (acesso em 27-7-2011).
- 2 Aires-Barros, L., *As Rochas dos Monumentos Portugueses. Tipologias e Patologias*, IPPAR, Lisboa (2001).
- 3 Mohammadi, P.; Krumbein, W., 'Biodeterioration of Ancient Stone Materials from the Persepolis Monuments (Iran)', *Aerobiologia* **24** (2008) 27-22. [crossref](#)
- 4 Bellinzoni, A.; Caneva, G.; Ricci, S., 'Ecological trends in travertine colonization by pioneer algae and plant communities', *International Biodeterioration and Biodegradation* **51** (2003) 203-210. [crossref](#)
- 5 Allsopp, D.; Seal, K.; Gaylard, C., *Introduction to Biodeterioration*, 2.<sup>a</sup> ed., Cambridge University Press, Cambridge (2004).
- 6 Miller, A.; Laiz, L.; Dionísio, A.; Macedo, M.; Sainz-Jimenez, C., 'Growth of phototrophic biofilms from limestone monuments under laboratory conditions', *International Biodeterioration and Biodegradation* **63** (2009) 860-867. [crossref](#)
- 7 Warscheid, T.; Braams, J., 'Biodeterioration of stone: a review', *International Biodeterioration and Biodegradation* **46** (2000) 343-368. [crossref](#)
- 8 Zanardini, E.; Abbruscato, P.; Ghedini, N.; Realini, M.; Sorlini, C., 'Influence of atmospheric pollutants on the biodeterioration of stone', *International Biodeterioration and Biodegradation* **45** (2000) 35-42. [crossref](#)
- 9 Warscheid, T., 'Prevention and Remediation against biodeterioration of building materials', in *Proceedings of the Second International RILEM Workshop on Microbial Impact on Building Materials*, ed. M. Ribas Silva, RILEM Publications SARL, Bagneux (2004).
- 10 Polo, A.; Cappitelli, L.; Brusetti, L.; Principi, P.; Villa, F.; Giacomucci, L.; Ranalli, G.; Sorlini, C., 'Feasibility of Removing Surface Deposits in Stone using Biological and Chemical Remediation Methods', *Environmental Microbiology* **60** (2010) 1-14. [crossref](#)
- 11 Miller, A. Z.; Dionísio, A.; Laiz, L.; Macedo, M. F.; Saiz-Jimenez, C., 'The influence of inherent properties of building limestones on their bioreceptivity to phototrophic microorganisms', *Annals of Microbiology* **59**(4) (2009) 705-713. [crossref](#)
- 12 Charola, A.; Korth, G.; Cedrola, M.; Magadán, M.; Kanan, M.; Jamarillo, M., *Manual Básico de Conservação para as Missões Jesuíticas dos Guaraní*, World Monuments Fund, Nova Iorque (2009).
- 13 El-Metwally, A.; Ramadam, A., 'The role of air pollutants and sewage waste in acceleration of degradation of the Islamic cultural heritage of Cairo', in *Comparative Risk Assessment and Environmental Decision Making*, ed. I. Linkov, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (2004) 363-370. [crossref](#)
- 14 Saiz-Jimenez, C., 'Biodeterioration vs Biodegradation: the role of Microorganisms in the Removal of Pollutants Deposited on Historic Buildings', *International Biodeterioration and Biodegradation* **40** (1997) 225-232. [crossref](#)
- 15 Ranalli, G.; Alfano, G.; Belli, C.; Lustrato, G.; Colombini, M.; Bonaduce, I.; Zanardini, E.; Abbruscato, P.; Cappitelli, F.; Sorlini, C., 'Biotechnology applied to cultural heritage: biorestation of frescoes using viable bacterial cells and enzymes', *Journal of Applied Microbiology* **98** (2005) 73-83. [crossref](#)
- 16 Webster, A.; May, E., 'Bioremediation of weathered-building stone surfaces', *Trends in Biotechnology* **24** (2006) 255-260. [crossref](#)
- 17 Jroundi, F.; Fernandez-Vivas, A.; Rodrigues-Navarro, C.; Bedmar, E.; Gonzalez-Munoz, M., 'Bioconservation of deteriorated monumental calcarenite stone and identification of bacteria with carbonatogenic activity', *Environmental Microbiology* **60** (2010) 39-54. [crossref](#)
- 18 Fonseca, A. J.; Pina, F.; Macedo, M. F.; Leal, N.; Romanowska-Deskins, A.; Laiz, L.; Gómez-Bolea A.; Saiz-Jimenez, C., 'Anatase as an alternative application for preventing biodeterioration of mortars: Evaluation and comparison with other biocides', *International Biodeterioration and Biodegradation* **64** (2010) 388-396. [crossref](#)
- 19 Dayananda, C.; Sarada, R.; Usha Rani, M.; Shamala, T.R.; Ravishankar, G.A., 'Autotrophic cultivation of *Botryococcus braunii* for the production of hydrocarbons and exopolysaccharides in various media', *Biomass & Bioenergy* **31** (2007) 87-93. [crossref](#)
- 20 Saiz-Jimenez, C., *Advances Research Centre for Cultural Heritage Interdisciplinary Projects: Bio-degradation of cultural heritage Workshops Proceedings* (2001).
- 21 Pinheiro, A. C.; Macedo, M. F.; Juradoc, V.; Saiz-Jimenez, C.; Viegas C.; Brandão J.; Rosado L., 'Mould and yeast identification in archival settings: Preliminary results on the use of traditional methods and molecular biology options in Portuguese archives', *International Biodeterioration and Biodegradation* **65** (2011) 619-627. [crossref](#)

**Recebido:** 22 de Outubro de 2012

**Revisto:** 13 de Fevereiro de 2013

**Aceite:** 8 de Março de 2013

**Online:** 22 de Julho de 2013

# Caracterização arquitectónica e construtiva do património edificado do núcleo urbano antigo do Seixal

Tiago Miguel Ferreira<sup>1,\*</sup>

Cátia Santos<sup>2</sup>

Romeu Vicente<sup>1</sup>

J. A. Raimundo Mendes da Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Coimbra

\*tmferreira@ua.pt

## Resumo

O presente artigo aborda o assunto dos núcleos urbanos antigos na perspectiva da análise e inventariação das características do edificado. O processo de tipificação e caracterização construtiva apresenta-se como síntese das principais formas de construção presentes, tomando como caso de estudo o núcleo urbano antigo do Seixal. Paralelamente, e tendo em conta a impreterível relação entre as duas dimensões referidas, é ainda apresentada a caracterização material e construtiva do edificado em análise. Partindo da tese de que os núcleos urbanos antigos são portadores de um património histórico e arquitectónico a proteger e a potenciar, este artigo pretende contribuir para demonstrar que o estudo e a correcta compreensão deste património representa uma tarefa basilar no apoio a intervenções de reabilitação e conservação qualificadas, conscientes e sustentáveis.

## Palavras-chave

Núcleos urbanos antigos  
Património edificado  
Tipificação  
Caracterização construtiva  
Reabilitação

Architectonic and constructive characterisation of the old urban centre of Seixal, Portugal

## Abstract

This paper addresses the issue of the old urban centres from the perspective of the analysis and inventory of building features. The cataloguing process of the building typologies is presented herein as a synthesis of the main construction forms, with the old city centre of Seixal being used as a case study. Furthermore, and taking into account the relation between such two dimensions, a material and constructive characterisation of the buildings in the old urban centre of Seixal is presented. As marks of an historical and architectural heritage, old urban centres should be protected, safeguarded and potentiated. For such, it is fundamental to have a complete understanding of the genesis of both buildings and urban mesh. This fact is essential to the support of qualified, conscientious and sustainable rehabilitation interventions on the old building stock.

## Keywords

Old urban centres  
Built heritage  
Building typologies  
Constructive characterisation  
Rehabilitation

ISSN 2182-9942

## Introdução

Os núcleos urbanos antigos são o testemunho material da história, desenvolvimento e ocupação de uma cidade, vila ou aglomerado. Atravessando várias épocas, permanecem como as melhores fontes de informação sobre a origem e a construção de uma urbe, criam a referência necessária, seja cultural, económica ou simplesmente simbólica, e conferem identidade ao espaço urbano.

O presente artigo é consequência de um vasto conjunto de inspecções realizadas num desses núcleos, através das quais foram sendo identificadas várias semelhanças no que respeita à organização, estrutura e materialidade dos edifícios, sendo que, a observação e registo dessas características permitiu a tipificação e a caracterização construtiva do património edificado de que tratará este texto.

Por tipificação entende-se a classificação em tipos. O conceito de tipo remete para a forma geral ou o conjunto de propriedades comuns a um número de indivíduos ou objectos, reconhecendo-se semelhanças estruturais entre objectos arquitectónicos que sobressaem das suas diferenças [1]. Neste sentido, verifica-se a abertura do conceito e a capacidade de transformação do tipo em relação ao modelo (objecto que se repete como é): “nenhum tipo se identifica com uma só forma, mas todas as formas são remissíveis aos tipos” [2].

## Tipos de edifícios habitacionais no núcleo urbano antigo do Seixal

### Enquadramento

Situado à beira-rio, o edificado do Seixal (Figura 1) adaptou-se na sua forma às condicionantes do terreno. Com base nos dados recolhidos identificaram-se três períodos

de expansão. O mais antigo diz respeito à malha urbana original que, como em muitas outras cidades portuguesas, se desenvolveu provavelmente em torno de uma construção religiosa, a igreja, e que actualmente corresponde à zona mais labiríntica do núcleo antigo. Numa segunda fase deu-se a expansão ao longo do rio, no sentido nascente e, por fim, já no século XX, a malha urbana flectiu para o interior [3]. Assim se formou a frente ribeirinha, correspondente às duas primeiras fases, e o Bairro Novo, correspondente à terceira fase construtiva (Figura 2).

Actualmente, no edificado do Seixal verifica-se a sobreposição e heterogeneidade de linguagens diferentes, claramente visíveis nos perfis de rua [4], sendo raros os edifícios que se mantêm sem significativas alterações à construção original. Este facto, justificado pelas necessárias adaptações às exigências de cada período (às circunstâncias socioeconómicas, demográficas e construtivas), dificulta a definição de tipos. Contudo, há aspectos construtivos, formais e organizacionais que se repetem. As características visíveis no exterior estão associadas a aspectos internos também semelhantes.

Para a classificação tipológica do edificado, foram analisados vários parâmetros tais como a forma e tamanho dos edifícios, a sua altura e o número de pisos, os sistemas de distribuição e organização interna, a materialidade e a sua época construtiva (note-se que dado o desconhecimento de datas precisas sobre a construção dos edifícios apenas é possível referenciar temporalmente de um modo relativo). Optou-se por sistematizar ao máximo o trabalho de tipificação apresentando cinco tipos. Num primeiro momento, a identificação dos tipos esteve associada instintivamente à métrica e composição da fachada (resultante de elementos como as portas, as janelas, as varandas, etc.), sendo posteriormente suportada também por valores espaciais, verificados com a entrada nas construções.



**Figura 1.** Vista aérea do núcleo urbano antigo do Seixal (imagem cedida pelo Ecomuseu Municipal do Seixal).

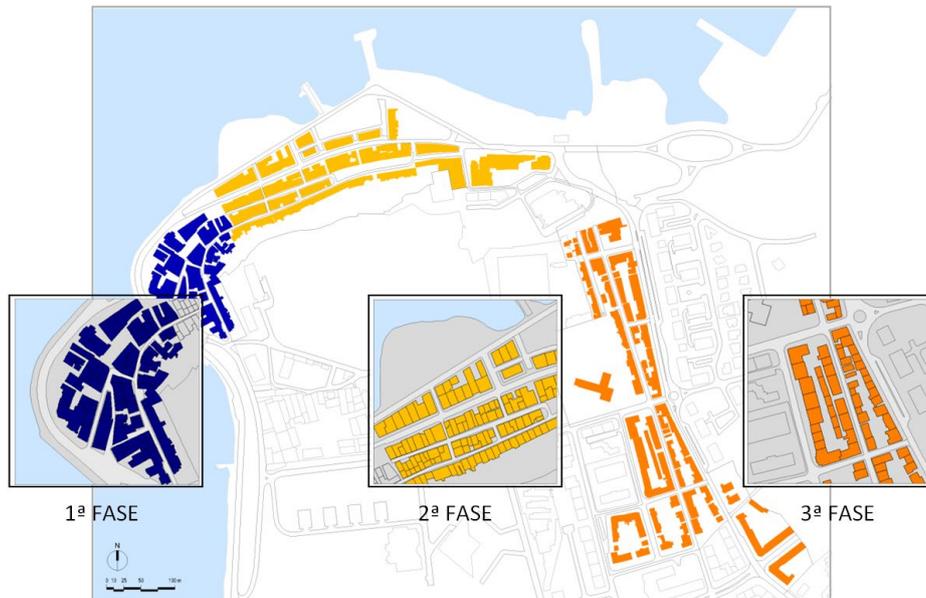


Figura 2. Evolução do núcleo urbano antigo do Seixal.

**Edifícios de frente estreita**

No núcleo urbano antigo do Seixal predominam os edifícios organizados em banda bastante simples, de pequena dimensão, largura de frente geralmente compreendida entre os 4,0 m e os 7,5 m e um fogo por piso. Sendo que originalmente seriam frequentes na forma de piso térreo, a maioria destes edifícios apresenta uma fachada de dois pisos de altura que, de forma sistemática, é subdividida na fachada em três alinhamentos de vãos. No 1.º piso, o alçado de vãos alinhados verticalmente apresenta geralmente duas janelas que ladeiam uma

outra de sacada, onde se regista ainda a presença de uma varanda formada por uma pedra única, de grandes dimensões, suportada unicamente pelo peso próprio das paredes sobre os seus extremos. Actualmente, sobre este tipo de implantação existem edifícios até quatro pisos, consequência do crescimento urbano.

No que diz respeito à organização interior, no modelo mais simples, estes edifícios apresentam três divisões por piso (Figuras 3a e 3b). A entrada é feita directamente para a sala, de área maior e voltada para a rua, e a partir daí acede-se à cozinha e ao quarto, espaços de tamanho semelhante que progressivamente se foram diferenciando

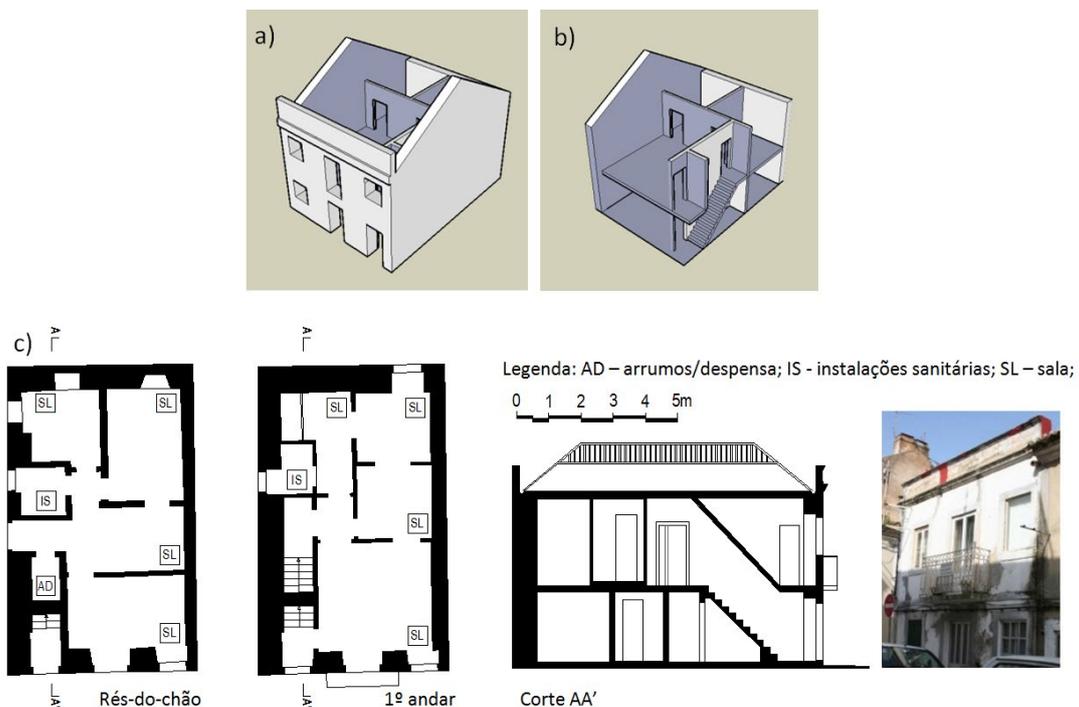


Figura 3. Edifícios de frente estreita: a) e b) modelo tridimensional; c) levantamento de um exemplo.

por elementos específicos como a chaminé ou a de pia de despejos. A planta no piso superior segue a mesma ordem. A sala é pois um compartimento privilegiado, em comunicação com os outros espaços da casa, com varanda e janela de sacada para a rua e a vida pública, numa procura de urbanidade. Os restantes compartimentos, de cariz mais utilitário ou privado, direccionam-se para os logradouros e para a fachada posterior. Lotes com maior profundidade possibilitam o aumento de compartimentos internos (Figura 3c).

Os acessos verticais desenvolvem-se junto a uma das empenas, libertando o resto da área para os compartimentos. A posição da escada, geralmente de tiro e largura reduzida, permite simultaneamente a ligação e a individualização/independência dos vários pisos, com acessos para o exterior e para o piso térreo no patamar de partida. Desta forma, o edifício pode ser ocupado na sua totalidade por uma família ou dividido em duas habitações completamente independentes. Esta situação reflecte-se na fachada tipo, que apresenta duas portas no rés-do-chão, uma das quais invariavelmente encostada à parede de empena, denunciando o acesso vertical interior.

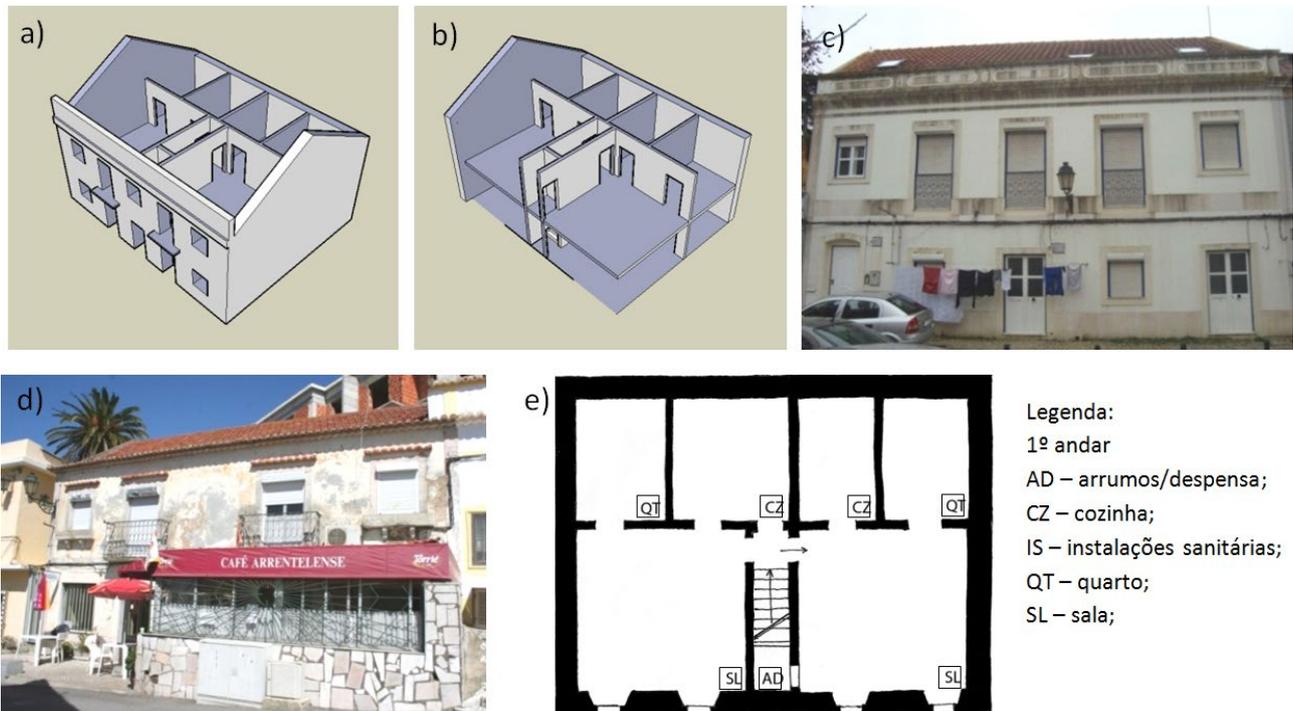
Superiormente, o edifício é rematado por um beiral ou platibanda, uma solução que aparenta ser mais recente. As platibandas poderão ter surgido originalmente em edifícios mais nobres, tendo sido posteriormente simplificadas e adoptadas em edifícios correntes. A cobertura é maioritariamente de duas águas, salvo casos pontuais e situações de gaveto. Observam-se frequentemente trapeiras como reflexo da progressiva ocupação do desvão dos edifícios.

## Edifícios de frente larga

Os edifícios de frente larga são geralmente edifícios multifamiliares, com largura de lote superior a 8 m, dois pisos, dois fogos por piso e distribuição central (Figuras 4a e 4b). No exterior, os alçados apresentam normalmente sequências de cinco vãos alinhados verticalmente (Figura 4c). Ao nível do piso térreo, a abertura central é a porta que serve as escadas de distribuição, havendo a registar mais duas portas na fachada que dão acesso directo aos fogos do rés-do-chão. No 1.º piso, alternam-se janelas de peito com janelas de sacada, sendo também frequentes os casos em que o módulo central não possui aberturas.

A organização interior dos fogos apresenta uma vez mais as salas voltadas para a rua principal, servindo de espaço de entrada, e as cozinhas e quartos localizados no extremo oposto do volume (Figuras 4d e 4e). Tal como no tipo anterior, o reduzido número e dimensão dos compartimentos em cada fogo estaria relacionado com os modos de vida e o uso de alguns equipamentos públicos (lavadouros, banhos, fornos, etc.) que preenchiam as funções que hoje requeremos individualmente em cada módulo habitacional.

Neste tipo de edifícios, o acesso vertical interior deixa de ser maioritariamente lateral, deslocando as escadas para uma posição central, que assim servem os dois fogos. A distribuição deste tipo de edifício é pois semelhante à de um prédio com esquerdo-direito, com partilha dos acessos verticais. Em virtude da sua localização a meio da planta, as escadas de tiro bastante inclinadas não se apoiam nas paredes resistentes mas sim em paredes divisorias interiores menos espessas.



**Figura 4.** Edifícios de frente larga: a) e b) modelo tridimensional c) vista exterior de um exemplo; d) vista exterior; e) planta de um exemplo de edifício de frente larga.



**Figura 5.** Edifício em banda térreo: a) vista exterior; b) projecto original; c) modelo tridimensional.

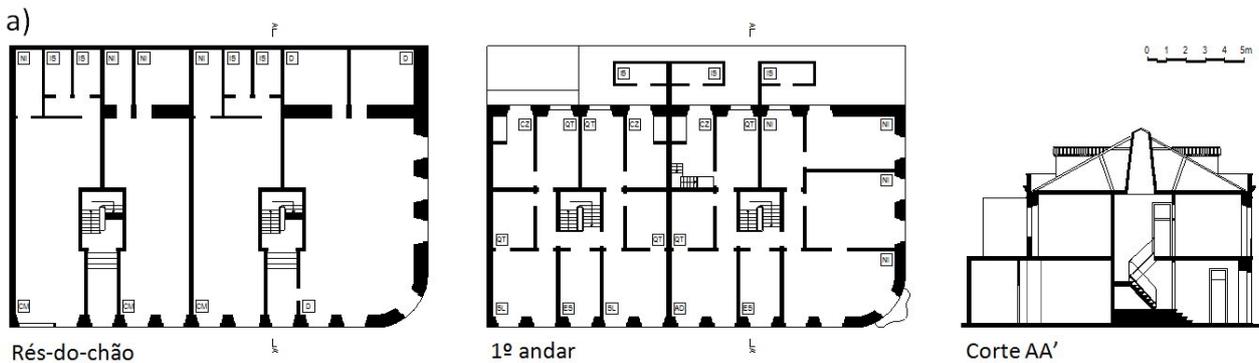
Sendo soluções de maior dimensão, estes edifícios poderão ter surgido em virtude de lotes de maior dimensão ou da possibilidade de agregação de pequenas casas independentes por proprietários mais abastados. Desenvolveu-se assim uma solução multifamiliar materializada no que alguns autores classificam de “casa dupla” [5].

### Edifícios em banda

No núcleo urbano antigo do Seixal foram ainda registados vários exemplos de construções em banda. Estes conjuntos correspondem à repetição de unidades mínimas de habitação e começaram a ser construídos essencialmente no princípio do século XX, quando houve

necessidade de alojar os novos trabalhadores das indústrias locais, em fase de elevado crescimento. A flexibilidade da planta, que permitia o crescimento por adição simples de módulos, era uma vantagem para os investidores que viram neste tipo uma construção económica e que permitia albergar um elevado número de pessoas.

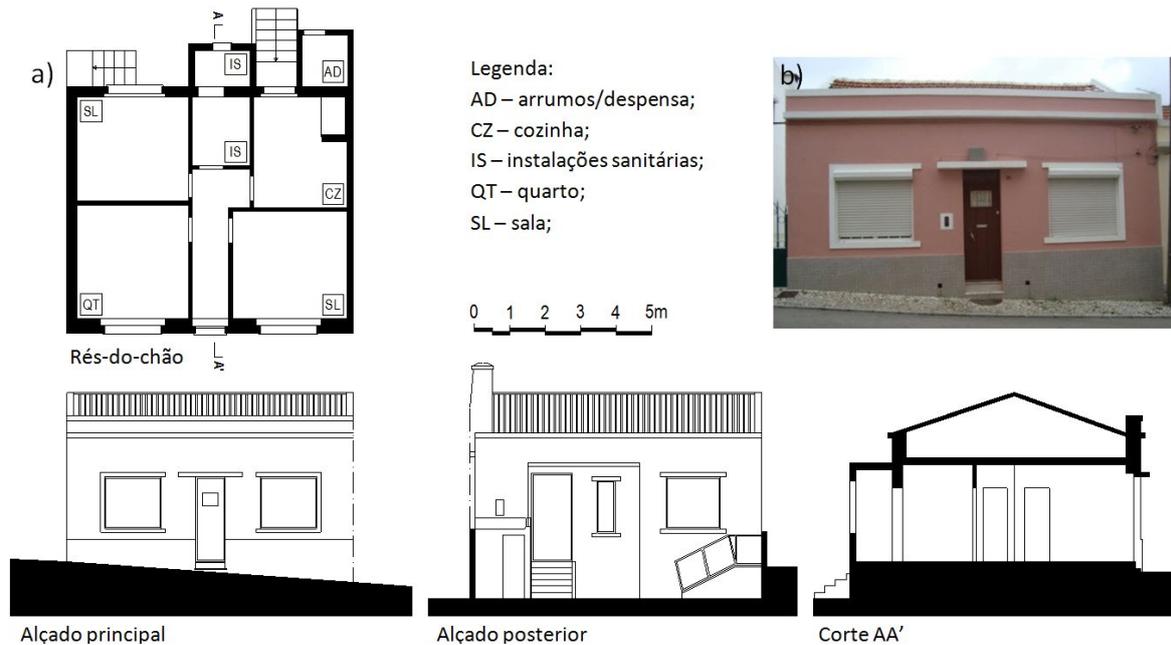
Os edifícios em banda são reconhecidos visualmente através da sua comprida fachada e do telhado de remates (beiral ou platibanda) contínuos (Figuras 5a, 5b e 5c). A imagem exterior apresenta aberturas regulares e alinhadas, dispostas consoante o interior. Neste tipo de edifícios, o correcto travamento entre as paredes meeiras, pouco espessas, e as paredes definidoras da envolvente exterior do edificado, é fundamental para garantir o correcto funcionamento do conjunto, nomeadamente no que toca a acções horizontais.



- Legenda:
- AD – arrumos/dispensa;
  - CM – comércio;
  - CZ – cozinha;
  - D – desocupado;
  - ES – escritório;
  - IS – instalações sanitárias;
  - NI – não inspeccionado;
  - QT – quarto;
  - SL – sala;



**Figura 6.** Edifício em banda de dois pisos: a) levantamento geométrico; b) vista exterior.



**Figura 7.** Edifício térreo do Bairro Novo: a) levantamento geométrico; b) vista exterior.

No interior, respeitando a mesma hierarquia de espaços – sala voltada para a rua, cozinha e quartos com uma localização mais interior – cada fogo é um módulo que se repete de forma simétrica com o seu adjacente. Assim, as colunas de infra-estruturas (chaminés, águas) surgem agrupadas duas a duas em torno da parede divisória, otimizando desta forma o aproveitamento do espaço da casa e reduzindo a construção de estruturas.

Na Praça Mártires da Liberdade surgem alguns exemplos de edifícios mais nobres, construídos com base nos princípios do edificado em banda (Figuras 6a e 6b). Mais recente, esta construção de dois pisos apresenta um pé-direito mais elevado, espaços mais amplos, pequeno corredor e paredes separadoras entre fogos constituídas por unidades de tijolo cerâmico perfurado. A distribuição é igualmente de esquerdo/direito, desta feita apoiada em escadas de dois lanços iluminadas por uma clarabóia. O desvão é útil e acessível a partir do interior dos fogos, assumido como mais uma divisão de cada habitação. No exterior, a fachada rematada por platibanda é de carácter menos encerrado: enquanto nos exemplos anteriores ao nível do primeiro andar existiam janelas de peito, aqui as janelas são maioritariamente de sacada.

### Edifícios térreos

O desenvolvimento industrial da vila levou ao crescimento da malha urbana para sul, originando o Bairro Novo e o aparecimento de edifícios com uma nova imagem e organização interior: edifícios térreos, de planta regular, com corredor de distribuição (Figuras 7a e 7b). Estes edifícios correspondem temporalmente à primeira metade do século XX e de algum modo seguiam os princípios de uma habitação económica, limitando a construção ao mínimo necessário.

O corredor, que já na zona ribeirinha havia aparecido pontualmente, é um dos elementos estruturantes deste tipo, situação apenas possível devido à ausência de lanços de escadas. Assumindo uma posição central na planta, o corredor torna-se o elo de ligação entre os compartimentos, contrariamente aos primeiros tipos, onde os espaços comunicavam directamente entre si.

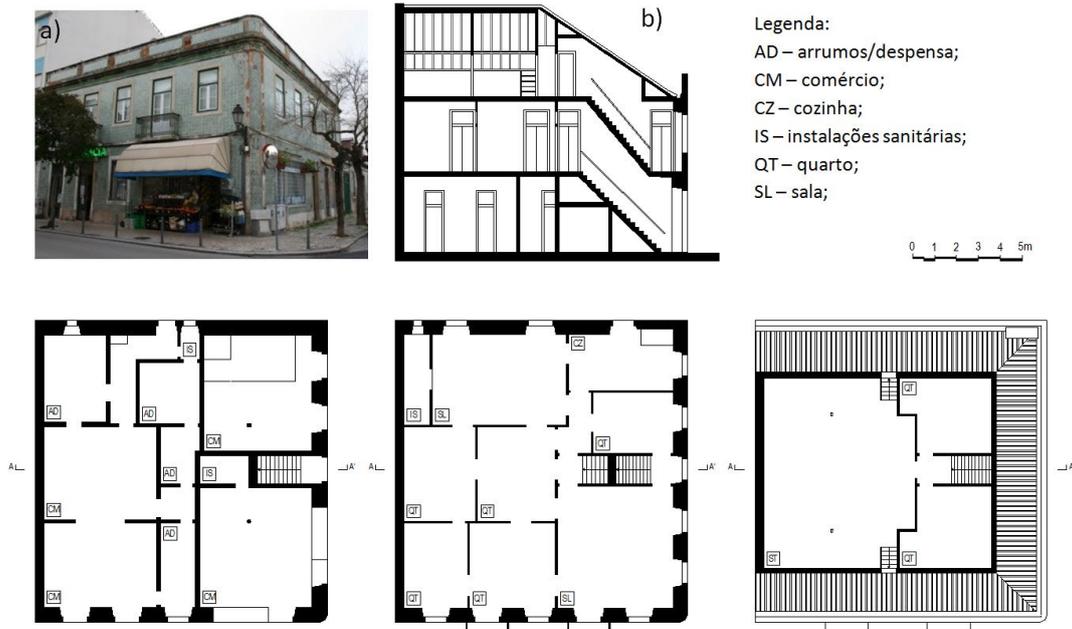
No Bairro Novo os edifícios apresentam paredes constituídas por tijolo maciço e perfurado, facto que leva a que as suas paredes exteriores apresentem uma redução de espessura relativamente aos tipos anteriores dos 55-75 cm para valores entre 30-40 cm. Os edifícios elevam-se ligeiramente em relação à rua e nas traseiras existem geralmente logradouros ou pequenos pátios individuais, acessíveis através da cozinha.

A evolução natural deste modelo passa muitas vezes pelo aumento da sua profundidade, do comprimento do corredor, e do número de compartimentos. Edifícios deste tipo ou com semelhantes características também podem ser observados nas freguesias da Amora e de Paio Pires, em bairros ou partes de ruas cuja predominância é de edifícios térreos. Os próprios edifícios em banda do Bairro dos Operários da Amora fazem uso de um módulo idêntico para compor o todo da construção.

### Edifícios singulares

A pontuar a malha urbana do Seixal existem outros edifícios de características interessantes, que não se enquadram claramente nas classes anteriormente definidas. Estes exemplos destacam-se pela sua nobreza, história ou ocupação/função, tornando-se únicos por entre uma malha relativamente uniforme e discreta.

Os edifícios de maior nobreza são aqueles que se evidenciam pela qualidade da construção, dos remates e/ou



**Figura 8.** Farmácia Soromenho: a) vista do exterior; b) levantamento geométrico.

dos diferentes elementos arquitectónicos presentes, reflexo de elevado estatuto socioeconómico dos seus proprietários. No exterior, relativamente a um edifício comum, verifica-se frequentemente a presença de platibandas, frisos trabalhados, revestimentos em azulejo, varandas, janelas de sacada e arredondamento dos cunhais. A par destas características arquitectónicas, a grande dimensão da planta, o elevado pé-direito dos pisos e a maior altura total são outras das características recorrentes neste tipo de edifícios. No interior, verifica-se uma planta mais elaborada, acessos verticais mais largos, elevado número de compartimentos ou compartimentos bastante amplos e acabamentos de elevada qualidade. A cobertura apresenta soluções de maior riqueza e complexidade, registando-se a presença de asnas de mansarda, pouco comuns no resto do edificado.

O exemplo por excelência deste tipo de construção é o edifício da Farmácia Soromenho (Figuras 8a e 8b), na Rua Paiva Coelho, uma habitação unifamiliar no piso superior com ocupação comercial no piso térreo, apresentando grande número de compartimentos amplos. No interior, os

aspectos decorativos são bastante trabalhados sob a forma de estuques e fingidos. O edifício apresenta platibanda e cunhal arredondado, sendo revestido a azulejo.

O edifício da antiga escola feminina, na Praça Luiz de Camões (Figuras 9a e 9b), é outro dos casos singulares, associando a nobreza à ocupação que mais tarde viria a ter. Destacando-se como um dos edifícios mais altos da praça, possui no último piso um miradouro sobre o rio. Apresenta um elevado número de compartimentos, detalhes de acabamento elaborados e pormenores construtivos de grande qualidade, de que é exemplo a caixa-de-ar que ventila todo o soalho do rés-do-chão.

## Caracterização construtiva do edificado

### Enquadramento

Ao longo da presente secção é feita a caracterização construtiva do edificado antigo do centro histórico urbano do Seixal, inferindo sobre os materiais, as soluções



**Figura 9.** Antiga escola feminina: a) vista exterior; b) projecto de 1912 (imagem cedida pelo Arquivo Municipal do Seixal).



**Figura 10.** Tipologias de alvenaria presentes no núcleo urbano antigo do Seixal.

**Figura 11.** Paredes de alvenaria com estrutura de madeira embecida.

construtivas e as tecnologias mais utilizadas. Esta caracterização surge aqui de forma tripartida entre os seguintes elementos: paredes resistentes, pavimentos e coberturas.

### **Caracterização das paredes resistentes**

Quando se pretende analisar um determinado edifício sob uma perspectiva macroscópica, procurando inferir sobre as características da alvenaria que o constitui, é necessário identificar de forma genérica quais os materiais e as tecnologias construtivas aplicadas na sua execução. Segundo Appleton, consideram-se como paredes

resistentes ou paredes mestras aquelas que, dadas as suas características geométricas e mecânicas, contribuem de forma decisiva para a estabilidade do edifício, quer quando sujeito à acção das forças verticais (designadamente as de natureza gravítica quer quando sujeitas à actuação de forças horizontais de natureza aleatória (vento e sismos). Como características comuns, as paredes resistentes apresentam, de forma geral, uma espessura considerável, entre 0,50 m e 1,50 m, sendo constituídas por materiais heterogêneos e originando elementos rígidos e muito pesados. No caso das paredes resistentes exteriores, a elevada espessura é justificada pelos requisitos de estanquidade à água e de conforto a que têm de obedecer. As diferenças,

normalmente de carácter regional ou local, prendem-se essencialmente com a disponibilidade dos materiais [6].

Na sua maioria, as paredes de alvenarias são constituídas por fragmentos de pedra calcária de dimensões assimétricas, aplicados de forma aleatória e ligados por argamassas de cal, areia e terra. Mecanicamente, esta pedra apresenta-se frágil e pouco compacta, desagregando com facilidade. Era comum a aplicação de outros materiais – fragmentos de quartzo, seixos e cacos cerâmicos (tijolos e telhas) – com o objectivo de “dar corpo” e preencher os vazios deixados entre os elementos de maior dimensão.

As argamassas de ligação utilizadas nestes edifícios são muito influenciadas pelos materiais locais. As argamassas ordinárias – vulgarmente utilizadas na constituição das alvenarias – seriam constituídas por areia, seixo e cal aérea, tendo também sido observadas argamassas que incorporam argila e barro. A elevada percentagem de terra e areia observada nas alvenarias garante a estas construções uma identidade similar à das alvenarias de taipa. Dir-se-á que esta particularidade resulta, não apenas da já referida disponibilidade material, mas principalmente do facto de muitos destes edifícios serem fruto de obras de reconstrução após o grande sismo de Lisboa de 1755.

A fraca resistência mecânica da pedra calcária, associada ao carácter pobre das argamassas de assentamento e de revestimento, contribui decisivamente para a reduzida qualidade das alvenarias, traduzindo-se frequentemente em episódios de desagregação localizada. Do ponto de vista estrutural, este material revela-se muito vulnerável face a acções climáticas, em particular à acção da humidade ascensional.

Para além das alvenarias ordinárias de pedra irregular já descritas, foram ainda identificadas no núcleo urbano antigo do Seixal vários casos de paredes de frontal e alvenarias de tijolo simples, estas últimas utilizadas maioritariamente em intervenções de ampliação em altura dos edifícios, tirando partido da maior leveza deste material. A Figura 10 ilustra as tipologias de alvenaria mais comumente observadas no decurso das acções de inspecção realizadas.

Com o crescimento dos edifícios (com pisos elevados) e com o aumento do tamanho dos lotes medievais (estritos) permitindo maiores vãos, as estruturas de madeira assumiram uma tridimensionalidade com a utilização de elementos de madeira embebidos nas paredes com enchimento de pedra irregular, argamassa e agregados (grés e arenitos) e cacos cerâmicos de menor dimensão. Embora estas estruturas de madeira não apresentem grande regularidade geométrica, as paredes de frontal com prumos verticais, associados a travessas horizontais e algumas diagonais, formam as chamadas “cruzes de Santo André” [7]. As diferentes peças são entalhadas para permitir o seu encaixe e ajustamento, sendo pregadas entre si e os frechais que, por sua vez, estabelecem ligação com os pavimentos (ver Figura 11). Enquanto nos edifícios mais nobres, estas estruturas de madeira apresentam normalmente elevada regularidade geométrica e dimensional, nos edifícios de



**Figura 12.** Exemplos da aplicação de tirantes em edifícios do núcleo urbano antigo do Seixal.



**Figura 13.** Revestimentos de azulejo.

**Figura 14.** Tipologias de pavimentos presentes no núcleo urbano antigo do Seixal.

construção dita erudita (construção popular) os diversos elementos apresentam variações dimensionais e de formato. Este facto é sintomático em relação à forma como decorriam as obras de construção destes edifícios, pautadas pela total ausência de programação, e vivendo fundamentalmente da capacidade de improvisação dos mestres pedreiros e carpinteiros [8].

As paredes meeiras apresentam-se frequentemente estruturalmente dependentes, sendo constituídas por alvenarias menos espessas e de pior qualidade, incorporando estruturas de madeira embebidas. A ligação entre estas paredes resistentes ortogonais e a parede de fachada é fundamental para o correcto

funcionamento dos edifícios antigos de alvenaria, uma vez que é este travamento que garante a resistência e a estabilidade de todo o conjunto. Uma solução corrente entre os edifícios do núcleo urbano antigo do Seixal consiste na aplicação de tirantes em ferro forjado que garantem a ligação entre paredes ortogonais e/ou entre paredes opostas. Estes elementos eram normalmente aplicados ao nível dos pavimentos e da cobertura, observando-se ainda soluções de aplicação de tirantes como medida de reforço pós-construção. A Figura 12 ilustra algumas das tipologias de tirantes mais comuns no núcleo urbano antigo do Seixal (em forma de “pé de galinha”, “T”, “S” e “L”).

A análise dos tipos de revestimento confirmou a presença generalizada de revestimentos com acabamento final à base de tintas plásticas. Devido à sua composição baseada em polímeros sintéticos, a sua utilização em paredes antigas de alvenaria compromete seriamente o desempenho das suas camadas de revestimento e contribui decisivamente para acelerar a degradação da camada final de reboco que protege a alvenaria. Este tipo de solução funciona como uma barreira estanque que impede a libertação de água e de sais solúveis que se encontram no interior da parede, provocando a retenção de vapor de água no interior das paredes e das molduras de pedra dos vãos, acelerando sua a degradação.

Uma percentagem relativamente reduzida dos edifícios avaliados apresenta como acabamento final revestimentos cerâmicos, alguns destes provenientes do grande advento do azulejo de fachada que ocorreu em Portugal durante a segunda metade do Séc. XIX, período em que as fábricas de Lisboa, e do Porto e de Gaia, utilizando técnicas semi-industriais ou industriais, iniciam a produção do azulejo de padrão. Estas unidades de fabrico produziam respectivamente, azulejos de relevos pronunciados, num gosto pelo volume e pelo contraste de luz e de sombra, e azulejos de padronagens lisas [9]. Ao uso do azulejo encontrava-se subjacente a ideia de durabilidade, uma vez que este tipo de solução permitia manter o bom aspecto da fachada durante um período de tempo mais alargado que as soluções de revestimento alternativas, mesmo nos casos em que a conservação era praticamente inexistente (ver Figura 13).

### Caracterização dos pavimentos em madeira

No núcleo urbano antigo do Seixal, grande parte dos edifícios apresentavam pavimentos em madeira. Entre a segunda metade do Séc. XVIII e a primeira metade do Séc. XX, a construção portuguesa foi muito marcada pelo uso da madeira, impulsionada nomeadamente pelas estruturas em gaioleiro nos edifícios pombalinos. Com a generalização das estruturas de betão armado em Portugal, as estruturas de madeira foram caindo em desuso, dando-se início a um período de vazio que contribuiu, em parte, para o estado actual das madeiras nos edifícios antigos [8].

Nos casos inspeccionados, a madeira surge de forma estrutural, não só nos pavimentos, mas também nas paredes de alvenaria, nos tabiques e nas fundações (estacaria), e de forma não estrutural, em revestimentos (soalhos e fasquiados) e nas guarnições dos vãos. As espécies de madeira de uso mais frequente identificadas são de castanho, de carvalho e de pinho bravo. Embora em menor quantidade, e muito provavelmente associado a intervenções recentes, observaram-se ainda alguns exemplares de madeira de eucalipto.

No decurso das várias acções de inspecção, foram observadas diferentes configurações para as peças de madeira, correspondendo a diferentes tipos de corte e “falquejamento”. Nos casos em que não era executado o



Figura 15. Ligações entre pavimentos e paredes.

“falquejamento”, as vigas eram aplicadas como estruturas de suporte, preparando as extremidades e eventuais zonas de ligação entre peças. A forma dada aos barrotes dependia inevitavelmente do processo de preparação e serragem do tronco que, por sua vez, limitava a sua trabalhabilidade na execução de samblagens, talhões, entalhes, etc. [7].

Os pavimentos observados (ver Figura 14) são correntemente constituídos por vigas colocadas paralelamente entre si, com afastamentos que variam aproximadamente entre os 0,40 m e os excepcionais 0,60 m. As secções transversais são também variáveis, tendo sido observados toros redondos de diâmetros variados (troncos



**Figura 16.** Soluções construtivas originais de reforço de pavimentos.

apenas despídos da casca, ricos em borne e mais facilmente deterioráveis), associados aos edifícios de menor nobreza, e vigas e barrotes esquadriados, mais ou menos costaneiros conforme os edifícios a que se destinavam [10]; também as dimensões destas secções rectangulares são bastante variáveis, com as alturas dominantes a variarem entre os 140 e os 160 mm, para as vigas correntes, e entre os 200 e os 220 mm, para as vigas de maiores vãos. Quanto à largura, apresentam normalmente valores a variar entre os 80 e os 140 mm.

Importa referir a forma como se processa a ligação entre pavimentos e as respectivas paredes de apoio. A técnica mais simples, e mais comumente observada no edificado

do Seixal, consiste no encaixe do vigamento de madeira em aberturas dispostas nas paredes, com as dimensões dos barrotes. Observaram-se ainda, de forma pontual, a descarga sobre cachorros ou a existência de um elemento de distribuição de carga, por exemplo, um frechal de madeira, a fim de evitar a concentração de tensões sob a zona de entrega dos barrotes à parede de alvenaria (Figura 15).

Destaque-se a observação de algumas ligações efectuadas com recurso a elementos metálicos (tirantes), garantindo desta forma a mobilização de um comportamento conjunto entre os elementos resistentes horizontais e verticais. Construtivamente, esta solução passava pela incorporação de peças metálicas pregadas às vigas de madeira e embebidas nas paredes. Em alguns casos, estas peças metálicas eram ancoradas na face exterior da parede, atravessando-a em toda a espessura, de modo a mobilizar forças de atrito e de compressão.

Observaram-se igualmente algumas soluções construtivas originais de reforço das estruturas do pavimento. Era frequente a utilização de colunas de apoio em ferro fundido como forma de vencer grandes vãos, nomeadamente em edifícios cujo piso térreo se pretendia desprovido de paredes resistentes interiores. Com igual finalidade surgem ainda alguns exemplos de vigas mistas, nas quais a viga de madeira é reforçada por dois tirantes de varão de ferro, ligados aos seus extremos e reunidos num pendural também ele em ferro. A Figura 16 apresenta exemplos de ambas as soluções descritas.

No que respeita ao revestimento dos pavimentos, os edifícios inspeccionados no núcleo urbano antigo do Seixal apresentam maioritariamente pavimentos constituídos por soalho de madeira de pinho ou casquinha. As tábuas do soalho exibem normalmente um acabamento aplainado em ambas as faces, garantindo desta forma uma ligação perfeita ao vigamento de madeira que lhes serve de suporte. A ligação das tábuas entre si era realizada de uma das formas indicada na Tabela 1.

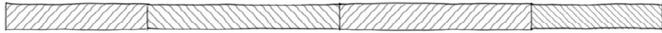
As tábuas do soalho encontram-se normalmente colocadas perpendicularmente às vigas, sendo a ligação entre ambos os elementos realizada tradicionalmente através de pregos de arame.

### **Caracterização das coberturas em madeira**

O telhado, parte superior de um edifício destinada a cobri-lo e a protegê-lo da acção dos agentes atmosféricos, compreende sempre duas partes distintas: o madeiramento ou armação – estrutura da cobertura – e a cobertura. A primeira, de madeira nos casos que aqui se abordam, pode ser igualmente metálica ou em betão armado; a segunda pode apresentar diversas naturezas, sendo mais frequentemente compostas por telhas cerâmicas, chapas metálicas ou chapas de zinco.

Tal como no caso dos pavimentos, também as coberturas presentes no núcleo antigo do Seixal apresentam um grande número de diferentes soluções, variáveis no que se refere à geometria, à forma estrutural e aos materiais estruturais, de

**Tabela 1**  
Diferentes tipos de soalhos registados no núcleo urbano antigo do Seixal

| Tipo de soalho                       | Ligação entre tábuas  | Esquema  |
|--------------------------------------|---|--|
| Soalho de junta                      | As tábuas apresentam-se simplesmente justapostas  |  |
| Soalho de chanfro                    | Tipo de soalho normalmente associado às construções económicas em que as juntas são inclinadas  |  |
| Soalho à portuguesa ou de meio fio   | Ligação entre as tábuas realizada “à meia madeira”: as tábuas apresentam juntas rebaixadas até metade da sua espessura, ficando ambos os rebaixos na mesma face da tábuas |  |
| Soalho de meio fio recontrado        | Todas as tábuas apresentam juntas rebaixadas até metade da sua espessura; os rebaixos apresentam-se alternados numa e outra face da tábuas                                |  |
| Soalho à inglesa ou de macho e fêmea | Ligação entre as tábuas realizada através do encaixe de um elemento macho num elemento fêmea, produzindo maior perfeição em termos de acabamento final                    |  |

revestimento e de isolamento (ver Figura 17). As coberturas inclinadas, com clara predominância sobre as coberturas planas, apresentam as mais variadas formas e constituições. As suas inclinações variam fundamentalmente com a localização do edifício na malha urbana e com o tipo de utilização do desvão entre o tecto do último piso e a cobertura – sótãos, mansardas e águas furtadas [8].

O facto de muitos edifícios se encontrarem construídos em banda, apresentando uma largura reduzida, conduz a que as soluções de telhado com duas águas sejam as mais utilizadas. Dentro destas soluções de duas águas, observam-se três configurações distintas:

a) a solução estruturalmente mais simples, que consiste em vigas/barrotes principais de madeira paralelos à fachada, descarregando sobre as paredes meirias ou meãs; b) uma estrutura de barrotes a descarregar sobre um lintel no topo das paredes de fachada e uma viga de cumeeira, como se fossem asnas desprovidas de escoras, pendural e linha; e c) solução com uma geometria de asna fechada simples (ver Figura 18). Nos casos de coberturas de grandes dimensões (maiores vãos e número de vertentes), a solução estrutural torna-se mais complexa em termos das suas ligações e da geometria dos elementos de madeira.

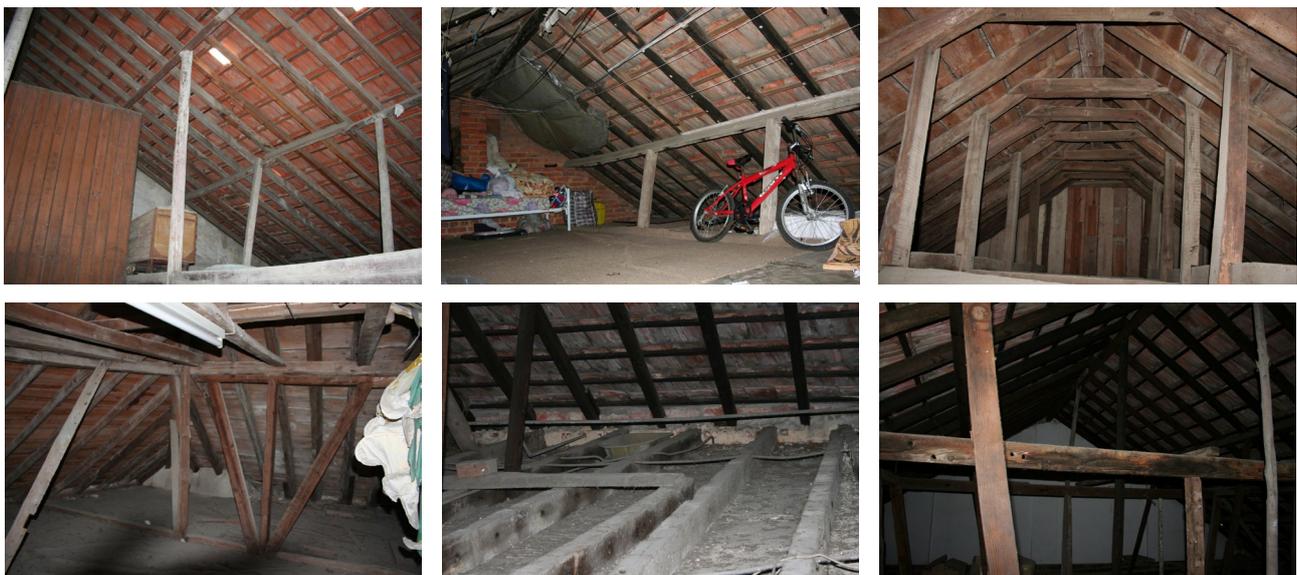


Figura 17. Exemplos de coberturas observadas no núcleo urbano antigo do Seixal.



**Figura 18.** Geometria e constituição da estrutura de suporte das coberturas.

As ligações entre os vários elementos da estrutura da cobertura são, na sua maioria, pregadas, nem sempre apresentando cuidados de samblagem entre as peças de madeira e as ferragens. As samblagens, cuja função é garantir a transmissão de esforços por atrito e compressão na interface entre os elementos a unir, são realizadas por dentes e, em certos casos, complementadas com a execução de respiga e mécha. As ligações com ferragens foram observadas apenas em asnas complexas e, conseqüentemente, de maior vão. Suportada por critérios empíricos, a dimensão destas ligações pode variar entre larguras de 3 a 6 cm e espessuras de 0,5 a 1,2 cm, sendo determinada pela dimensão da estrutura.

A Figura 19 apresenta exemplos de diferentes tipos de ligações em estruturas de cobertura em madeira: a) ligação de respiga e mécha; b) ligação de mécha e respiga oblíqua, reforçada com um tirante metálico; c) ligação de forquilha ou respiga engasgada, reforçada através de cavilhas metálicas; e d) estribo de ferro utilizado para suspender a linha (ou tirante horizontal) ao pendural.

Quanto aos revestimentos, no núcleo urbano antigo do Seixal predominam as coberturas revestidas a telha cerâmica. A telha do tipo lusa e a telha do tipo marselha representam a maioria das soluções, com predominância da última. Os revestimentos em telha canudo (ou telha portuguesa) têm vindo a desaparecer gradualmente. Em alguns casos observa-se uma grande heterogeneidade de materiais e soluções, com a presença de três a quatro tipos de revestimento diferentes na mesma cobertura.

As intervenções observadas ao nível dos revestimentos consistem essencialmente na resolução de infiltrações, através da substituição localizada de telhas ou, com frequência, da aplicação de telas e sistemas de subtelha. Verificou-se que a aplicação de telas impermeabilizantes sobre os revestimentos da cobertura, tem implicações graves ao nível do seu funcionamento, impedindo ou condicionando a ventilação das telhas e da zona do desvão da cobertura, alterando desta forma as condições higrotérmicas do local.

## Principais alterações aos tipos originais

Com o tempo, e motivadas por questões de adequação aos níveis de conforto e higiene, exigências de espaço ou adopção de materiais e técnicas mais recentes, as construções foram sendo reformuladas, ampliadas ou substituídas. No decurso do trabalho de campo foram registados vários casos de alterações visíveis ao que se pressupõe ter sido o edifício original, desde aspectos relacionados com a organização da planta até à imagem exterior. Sem carácter estatístico, identificaram-se e agruparam-se essas alterações segundo a frequência e o impacto.

Nos casos mais frequentes no Seixal aponta-se a construção de anexos sobre as fachadas posteriores, na área dos pátios ou logradouros (Figura 20a). Na mesma linha surge também a criação de novos compartimentos no interior dos edifícios, alterando a planta primitiva. A necessidade de espaço ou de áreas específicas são as principais causas deste tipo de alterações. Em grande parte das inspecções verificou-se ainda a presença de instalações sanitárias improvisadas, construídas para suprimir a sua ausência ou para substituir a pia de despejos, em muitos casos transformada na “casa de banho” possível. Muito frequentemente, o desvão das escadas (ou o espaço por cima da entrada, no 1.º piso) é aproveitado para desenvolver as instalações sanitárias de modo a não perturbar o funcionamento das restantes divisões (Figura 20b). Noutras situações, são construídas fora do perímetro



**Figura 19.** Diferentes tipos de ligações em estruturas de cobertura em madeira.

da casa ou a partir da divisão de áreas maiores, alterando o traçado interior.

Sobre os tipos de alterações mais frequentes, importa referir ainda o aspecto das fachadas, dos materiais e dos revestimentos. A este nível colocam-se essencialmente problemas de descaracterização da imagem do núcleo urbano antigo. Verificam-se em grande número a substituição das caixilharias originais em madeira por outras de materiais mais recentes, como o alumínio, e a utilização de rebocos de base cimentícia e de tintas plásticas, soluções não compatíveis com o suporte.

Relativamente às alterações de maior impacto, refira-se que apesar de nem todas ocorrerem com muita frequência, justificam a sua referência pelo facto que acarretarem consequências mais gravosas para o edifício, principalmente ao nível estrutural, destacando-se neste ponto as situações de vazamento dos pisos térreos e de abertura de grandes vãos na fachada (Figura 20c). Os dois tipos de alterações baseiam-se na eliminação de elementos de suporte resistentes ou pseudo-resistentes comprometendo a capacidade ao corte do edifício.

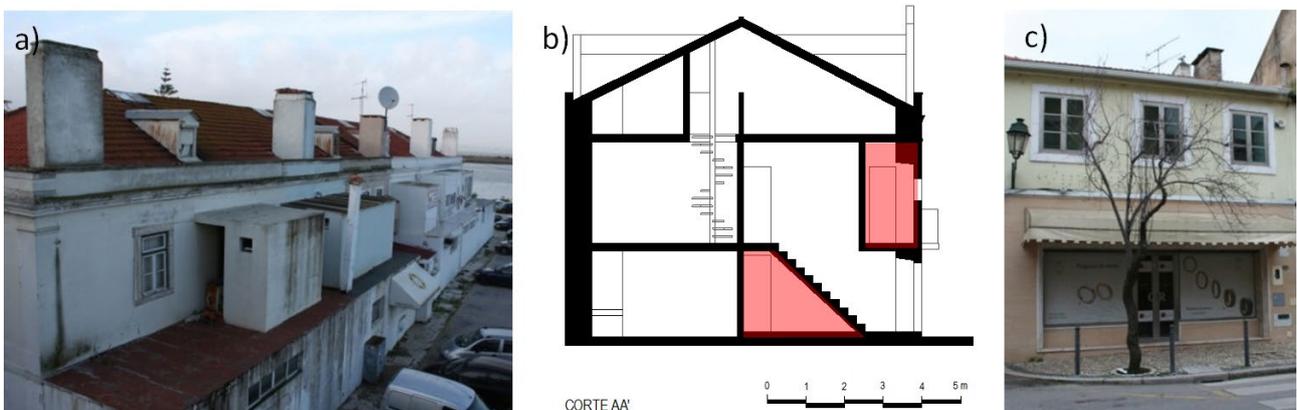
Outra das alterações que merece destaque é a introdução de pavimentos, escadas e coberturas em estrutura de betão armado. A solução implica carregar as paredes resistentes de alvenaria com sobrecargas para as quais não foram idealizadas. Ao peso destas estruturas junta-se

quase sempre a má resolução da sua ligação à estrutura pré-existente. Nem sempre visíveis mas dignos de registo são também os casos em que as estruturas atirantadas foram desactivadas, reduzindo substancialmente o comportamento global do edifício face à acção sísmica.

Através das alterações aqui mencionadas, é possível constatar que a acção do homem está ligada de forma negativa aos problemas construtivos em edifícios antigos, causando determinado conjunto de anomalias. Contudo, importa sublinhar que uma das principais causas de anomalias em edifícios antigos é natural e prende-se com o envelhecimento dos próprios materiais e com a consequente alteração de algumas das suas propriedades mecânicas fundamentais (elasticidade, resistência mecânica, etc.). Também, num número apreciável de casos, as anomalias têm origem em desastres naturais, com particular destaque para os sismos, as inundações e os incêndios.

## Reflexões sobre os processos de reabilitação urbana: critérios e estratégias de intervenção sobre o património edificado

O conjunto de edifícios de um núcleo urbano antigo deve ser entendido como património edificado. As acções



**Figura 20.** Alterações ao edificado: a) construção de anexos; b) criação de instalações sanitárias sobre a caixa de escadas; c) abertura de grandes vãos.

de conservação e reabilitação, também neste caso, devem reger-se pelo respeito e salvaguarda do património, através de intervenções compatíveis com as técnicas e materiais tradicionais. Este princípio deve aplicar-se tanto à reabilitação estrutural como à reabilitação de carácter não estrutural, de modo a evitar os processos de degradação acelerada, originados pela interacção de tecnologias e materiais distintos. Deve-se avaliar antes de intervir, identificando as limitações dos vários tipos de edifícios, no que respeita à reocupação e à segurança, e minimizando as fragilidades dos mesmos. A reabilitação dos edifícios implica uma intervenção global sobre paredes, pavimentos, cobertura e revestimentos. Partindo dos problemas observados no património edificado do núcleo urbano antigo do Seixal, é possível identificar também uma linha de soluções passíveis de serem aplicadas em outros edifícios de características construtivas e tecnológicas semelhantes.

As alvenarias encontradas no núcleo urbano antigo do Seixal apresentam-se bastante homogéneas em termos de composição (pedra calcária e argamassa tradicional), marcadas definitivamente por razões de disponibilidade regional destes materiais.

Por sua vez, os pavimentos com estrutura de madeira apresentam limitações, quer de origem estrutural, quer de origem não estrutural. As principais preocupações passam pela sua capacidade de carga, posta em causa através da frequente aplicação de betonilhas sobre a estrutura original de madeira, e pelo controlo e limitação de deformações. As intervenções necessárias nos pavimentos deverão ser orientadas pelo conhecimento e compreensão dos materiais e da tecnologia, e apoiadas por criteriosas acções de diagnóstico.

As soluções adoptadas em coberturas deverão garantir que estas se mantêm eficientes ao longo do tempo, evitando que a cobertura se transforme na principal fonte de degradação dos edifícios. A reabilitação destas estruturas dificilmente pode ser parcial, implicando geralmente o levantamento global do telhado, a reparação, reforço ou substituição dos elementos estruturais (incluindo tratamentos de preservação das madeiras), a substituição e realinhamento da estrutura secundária de apoio, a colocação de subtelha, a limpeza e escolha das telhas a reutilizar, o fabrico de telhas para substituição parcial e a recolocação do telhado com reconstrução de todos os pontos singulares (beirais, cumeeiras, rufos, etc.). Os processos de manutenção periódica e hierarquizada das coberturas, tal como dos restantes elementos construtivos dos edifícios, constituem a ferramenta adicional imprescindível para diminuir as disfunções que actualmente se verificam. A ausência de acções de manutenção regulares é uma das principais razões porque as coberturas são frequentemente responsáveis pela degradação precoce do edifício no seu conjunto, assim como de outros elementos primários (pavimentos e paredes) [11]. Refira-se ainda que nos processos de reabilitação, a ausência ou insuficiência de projecto, a reduzida formação específica da mão-de-

obra, a adopção de novos materiais complementares com desconhecimento do seu comportamento e dos princípios de utilização, são factores que poderão constituir causas principais de anomalias e que urge serem combatidos.

A reabilitação dos núcleos urbanos antigos vai ainda além das questões patrimoniais e históricas, abrangendo uma dimensão social e económica. Ao revitalizar, evita-se a desertificação e a marginalidade decorrente da degradação física e social do espaço. A nível nacional verificaram-se já várias intervenções sobre núcleos urbanos antigos, destacando-se, entre outros, os casos das cidades de Guimarães, Porto, Évora e Beja. Em Beja, por exemplo, o Gabinete Técnico Local elaborou um “Plano de Salvaguarda e Recuperação do Centro Histórico” (1982), definindo três importantes objectivos estratégicos: proteger o edificado de acções de demolição e de descaracterização, restaurar, combatendo a degradação, e reabilitar como modo de garantir o futuro do centro histórico [7]. As intervenções concertadas de conservação, restauro do património e reabilitação urbana permitem aumentar a qualidade espacial ao mesmo tempo que evitam o abandono crescente das áreas centrais das cidades. Nesse sentido, dotar os núcleos urbanos antigos de serviços, equipamentos, infra-estruturas e actividades que cativem a população deve fazer parte do plano de acção numa estratégia que vise a sustentabilidade e à qual se alie também a segurança.

## Considerações finais

Após o trabalho desenvolvido verifica-se que o núcleo urbano antigo do Seixal possui vários tipos de edifícios, dos quais se destacam os edifícios de frente estreita, de frente larga, em banda, térreos do Bairro Novo e singulares. Dentro de cada tipo de edifícios existem variantes decorrentes da alteração de determinados elementos, particularmente na composição da fachada, comprovando o princípio da transformação dos tipos [12]. Não sendo possível a entrada em todos os edifícios existentes, a tipificação assumiu importância ao permitir organizar e sistematizar o conhecimento, sendo mais fácil compreender os casos não visitados por associação aos tipos estabelecidos. É possível afirmar ainda que se encontra generalizado o tipo habitacional de frente estreita com um fogo por piso, apresentando escada lateral interior.

A evolução dos edifícios foi acontecendo ao longo do tempo com o intuito de aumentar a área e o número de compartimentos da habitação. Simultaneamente, passaram também a ser utilizados modelos multifamiliares, como é o caso do edifício de esquerdo-direito e as bandas habitacionais. A época de crescimento industrial levou ainda ao desenvolvimento de outro tipo de edifício – a habitação unifamiliar térrea no Bairro Novo.

A caracterização do edificado dos núcleos urbanos antigos portugueses deverá ser encarada, não como uma necessidade actual, mas como uma prioridade a que

importa atender para compreender a construção urbana antiga como património edificado. A necessidade de caracterizar o edificado antigo na perspectiva do seu valor patrimonial e na perspectiva da sua integridade estrutural é absolutamente fundamental. No âmbito do caso de estudo do Seixal, a caracterização consistiu na análise tipológica e na identificação das soluções e tecnologias construtivas, com particular ênfase para as alvenarias, os pavimentos e as coberturas. Relativamente a estes três elementos, as inspecções permitiram registar ainda maioritariamente muitas das soluções tradicionais originais: alvenaria de fragmentos de pedra calcária ligados por argamassas de terra, cal e areia; pavimentos de estrutura em madeira com a aplicação de soalho; e cobertura de estrutura em madeira revestida por telha lusa ou de Marselha.

Verificou-se nos casos inspeccionados a adaptação dos espaços às novas exigências de conforto e salubridade, levando por exemplo à busca por melhores condições de iluminação e de ventilação e à introdução de instalações sanitárias. Devem ter-se em atenção determinadas soluções não compatíveis com as da construção original, nomeadamente ao nível dos revestimentos e da caixilharia, factores de descaracterização da imagem do edificado e catalisadores de processos de degradação. Outras alterações verificadas causam grande impacto devido às possíveis consequências estruturais que delas advêm. São exemplos preocupantes a abertura de grandes vãos na parede de fachada ou a supressão de elementos resistentes ao nível do rés-do-chão, muitas vezes decorrentes da mudança de função do edifício. As alterações de uso ou de ocupação de um edifício são aceitáveis, desde que não motivem intervenções estruturais e arquitectónicas intrusivas e que sejam devidamente pautadas pelo rigor e ponderação [13].

Por outro lado, o pontuar da malha urbana antiga com exemplos desenquadrados temporalmente ou de intervenção não compatível com as técnicas tradicionais deve ser travado, sob pena de no futuro a sua percentagem se tornar irremediável e comprometedor do conceito de núcleo urbano antigo. Para que tal não aconteça, torna-se imprescindível definir estratégias correctas de reabilitação para o todo e as suas partes, como forma de preservar e qualificar o nosso património urbano. Para proceder à acção conformada de urbanismo e arquitectura é pois fundamental conhecer de antemão, por um lado, a evolução da malha da cidade e, por outro lado, as características arquitectónicas e construtivas dos espaços e edifícios, bem como as suas alterações e patologias sistemáticas, intervindo em consciência com o passado e em compromisso com o futuro.

Como comentário final, importa salientar a importância do trabalho de tipificação e caracterização arquitectónica e construtiva dos edifícios como um bom ponto de partida para intervenções de reabilitação e conservação do património edificado. É urgente a implementação dessa consciência junto dos diferentes agentes para reduzir o risco de intervenções não qualificadas, não planeadas e

sem qualquer tipo de respeito pelo património. A ausência de estudos e projectos e a forma inábil, quase criminosa por vezes, como se decidem e se realizam certas intervenções ditas de reabilitação em edifícios antigos, justifica por si só um conjunto importante de anomalias e resulta afinal na condenação desses edifícios [8]. A consciência do que é um edifício antigo deve traduzir-se também em políticas locais de intervenção e na criação de legislação específica definindo critérios para a conservação e reabilitação de modo a inverter o actual processo de degradação do património que ainda chegou até nós, um património herdado de gerações – um património edificado.

## Referências

- 1 Arís, C. M., *Las Variaciones de la Identidad: Ensayo Sobre el Typo en Arquitectura*, Ed. Del Serbal, Barcelona (1993).
- 2 Rossi, A., *A Arquitectura da Cidade*, Ed. Cosmos, Lisboa (2001).
- 3 Santos, J., 'O núcleo urbano antigo do Seixal', *Boletim Ecomuseu Informação* **30** (2004) 12-15.
- 4 Centro de Arqueologia de Almada (CAA), *Levantamento e Inventário do Património Construído no Núcleo Histórico da Cidade do Seixal*, CAA, Almada (2001).
- 5 Cabrita, A.; Aguiar, J.; Appleton, J., *Manual de Apoio à Reabilitação dos Edifícios do Bairro Alto*, Câmara Municipal de Lisboa, Lisboa (1992).
- 6 Appleton, J., *Edifícios Antigos – Contribuição para o Estudo do seu Comportamento e das Acções de Reabilitação a Empreender*, LNEC, Lisboa (1991).
- 7 Vicente, R., 'Estratégias e Metodologias para Intervenções de Reabilitação Urbana. Avaliação da Vulnerabilidade e do Risco Sísmico do Edificado da Baixa de Coimbra', tese de doutoramento, Universidade de Aveiro (2008).
- 8 Appleton, J., *Reabilitação de Edifícios Antigos, Patologias e Tecnologias de Intervenção*, Orion, Lisboa (2003).
- 9 Instituto Camões, *A Arte do Azulejo em Portugal*, <http://cvc.instituto-camoes.pt/conhecer/exposicoes-virtuais/a-arte-do-azulejo-em-portugal.html> (2000) (acedido a 28 de Agosto de 2010).
- 10 *Estruturas de Madeira: Reabilitação e Inovação*, GECORPA, Lisboa (2000).
- 11 Ferreira, T., 'Avaliação da Vulnerabilidade Sísmica de Núcleos Urbanos Antigos. Aplicação ao Núcleo Urbano Antigo do Seixal', tese de Estudos Avançados em Reabilitação do Património Edificado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (2010).
- 12 Hernández, M., 'La Tipología en Arquitectura', tese de doutoramento, Universidad de las Palmas de Gran Canaria (1984).
- 13 Ferreira, T., 'Avaliação da Vulnerabilidade Sísmica das Paredes de Fachada de Edifícios em Alvenaria'. Tese de Mestrado, Universidade de Aveiro (2009).

**Recebido:** 19 de Novembro de 2012

**Aceite:** 1 de Abril de 2013

**Online:** 22 de Julho de 2013



# Estudio técnico y estado de conservación del retablo mayor de la parroquia de Nuestra Señora de los Olmos en la Torre de Juan Abad

Rosario Llamas\*  
Ana Isabel Santos

*Instituto de Restauración del Patrimonio, Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia, España*

\* [rllamas@crbc.upv.es](mailto:rllamas@crbc.upv.es)

## Resumen

El retablo de la Iglesia Mayor de Nuestra Señora de los Olmos, en la comarca del Campo de Montiel, atribuido a Francisco Cano, es una obra de arte única que representa la esencia del Manierismo o del Renacimiento tardío en la región. Su estudio técnico es uno de los objetivos de este artículo que pretende dar cuenta de los aspectos constructivos e identificar los materiales (especies de madera, pigmentos y aglutinantes) y las técnicas usadas. Simultáneamente, se ha caracterizado su estado actual de conservación, describiéndose en detalle los problemas detectados, tanto a nivel estructural como a nivel de la policromía. Se ha pretendido revalorizar una importante obra que consiguió sobrevivir a los eventos de la guerra civil española. De una forma general, es inédita la información que se ha podido recoger y que aquí se presenta.

## Palabras clave

Retablo  
Estudio técnico  
Estado de conservación  
Policromía  
Manierismo

Estudo técnico e estado de conservação do retábulo-mor da Igreja Matriz de Nossa Senhora dos Olmos, de Torre de Juan Abad, Espanha

## Resumo

O retábulo-mor da Igreja Matriz de Nossa Senhora dos Olmos, da comarca do Campo de Montiel, atribuído a Francisco Cano, é uma obra de arte única que representa a essência do Maneirismo ou da Renascença tardia na região. O seu estudo técnico é um dos objetivos deste artigo que pretende dar conta dos aspectos constructivos e identificar os materiais (espécies de madeira, pigmentos e aglutinantes) e as técnicas usadas. Simultaneamente, foi efectuada a caracterização do seu actual estado de conservação, descrevendo-se em detalhe os problemas detectados, quer a nível estrutural quer ao nível da sua policromia. Pretendeu-se valorizar uma importante obra que conseguiu sobreviver aos eventos de guerra da história da Espanha. De uma forma geral, é inédita a informação histórica que foi possível recolher e que aqui é apresentada.

## Palavras-chave

Retábulo  
Estudo técnico  
Estado de conservação  
Policromia  
Maneirismo

ISSN 2182-9942

## The main altarpiece of Our Lady of the Elms church in Torre de Juan Abad, Spain: technical study and condition state

### Abstract

The altarpiece of the church of Our Lady of the Elms, in Campo de Montiel, attributed to Francisco Cano, is a unique masterpiece that represents the essence of the Mannerism or Late Renaissance in the region. Its technical study is one of the objectives of this article that seeks to explain the constructive aspects and identify the materials (wood species, pigments and binders) and the techniques used. Simultaneously, we have characterized its current state of preservation, describing in detail the problems identified, both structurally and in terms of the polychromy. We have tried to revalue an important work that got to survive the events of the Spanish Civil War. Generally speaking, it is unpublished information that has been collected and presented here.

### Keywords

Altarpiece  
Technical study  
State of preservation  
Polychromy  
Mannerism

## Introduction: el retablo en su contexto

El Retablo Mayor de la Iglesia Parroquial de Nuestra Señora de los Olmos, podría situarse por sus características, tanto estructurales como formales e incluso decorativas, entre la tipología de retablos renacentistas del siglo XVI. No obstante, se pueden observar ciertos aspectos que reflejan su evolución hacia una nueva corriente artística.

El Retablo Mayor de Nuestra Señora de los Olmos ocupa la parte central del ábside de la Iglesia Parroquial de la Torre de Juan Abad (Figura 1). Situado tras el altar mayor, formalmente está constituido por tres calles y tres cuerpos (el tercero es el ático).

El conjunto alcanza unas dimensiones generales de 13,7 m de altura por 8,4 m de ancho, ocupando una extensión total de 80 m<sup>2</sup>, superficie a lo largo de la cual se engloban elementos escénicos compuestos por pintura, arquitectura y escultura.

Cronológicamente nos situamos a finales del siglo XVI y comienzos del XVII, aunque el dorado completo del retablo se realizó en la primera mitad del siglo XVIII. Fue creado por uno de los artistas clave del Renacimiento en el Campo de Montiel: el arquitecto y escultor Francisco Cano [1 pp. 127-131].

Según el Libro de actas y decretos del Ayuntamiento de La Torre de Juan Abad, la contratación de la obra tuvo lugar durante una reunión del Concejo celebrada el 11 de abril de 1581:

En la villa de la Torre de Juan Abad, en once días de Abril de myll e quinientos y ochenta y un años, estando el rreberendo licenciado Aguado, cura desta villa y Juan de Abarca, y Alonso Gómez, allcaldes hordinarios desta villa y Juan Martín, y Martín Muñoz y Pedro Díaz, y Martín García, rregidores perpetuos desta villa, y estando así juntos trataron y confirieron y concertaron lo siguiente:

...platicaron sobre que quieren que se faga un rretablo para la yglesia maior desta villa, y porque está en esta villa Francisco Cano, veçino que dixo ser de Villanueva de los Infantes y trataron con él de la traça y orden que sobre ello á de aver, mostró una conque á de tener un sagrario en el orden primero... [2].

Por lo que respecta a la localización geográfica exacta del retablo, éste se ubica en Castilla La Mancha, en un pueblo de la comarca del Campo de Montiel, La Torre de Juan Abad, dentro de la Iglesia Parroquial de Nuestra Señora de los Olmos.

A nivel estilístico, se sitúa en clara transición entre el Renacimiento y el Barroco, por lo que es evidente la influencia Manierista que refleja la obra: continúa imitando a los grandes maestros del Renacimiento en la proporción y perfección formal, pero introduciendo ya una estética más depurada, dinámica y compleja, llena de contrastes, donde las formas se van abriendo y suavizando.

Francisco Cano compuso el retablo a partir de tres cuerpos y tres calles, reservando los espacios centrales para el Sagrario y la imagen de la Virgen. El ático fue reservado a la escena de la Crucifixión, coronada en este caso, por Dios Padre (Figura 2).

La obra se comenzó en el mismo año que se realizó el contrato, 1581, pero no pudo ser terminada en el plazo dado. La mejora presentada por el maestro Juan Ruíz Delvira, junto con las dificultades para la obtención de fondos económicos, retrasaron su finalización. Fue en 1751 cuando Juan Antonio del Barco, maestro pintor y dorador, doró finalmente el retablo mayor de la iglesia [1 p. 155].

Lamentablemente, la Guerra Civil causó la destrucción y expolio de una gran parte del patrimonio artístico español de la zona: numerosos retablos, esculturas y pinturas, sobretodo religiosas, fueron quemadas o robadas. El Retablo Mayor de Nuestra Señora de los Olmos es una de las obras que se han conservado en su ubicación original, uno de los pocos testimonios artísticos que se conservan de una época de gran auge económico, social y cultural en la comarca del Campo de Montiel. Otros retablos, de la misma época y estilo, como el de Terrinches o el de Villahermosa, no han llegado hasta nosotros, pues fueron destruidos en el conflicto bélico español.

La importancia estilística del retablo, la calidad técnica del mismo, y el hecho de ser uno de los pocos que ha permanecido intacto y sin importantes intervenciones



**Figura 1.** El Retablo Mayor de la Iglesia Parroquial de Nuestra Señora de los Olmos.



Figura 2. Calle central del retablo. Detalle de la parte superior.

previas, justifican el estudio realizado. El retablo se convierte en este caso en un documento histórico único, reflejo de la pujanza cultural de un momento determinado en la historia de la zona, y que además, fue realizado por un gran maestro del momento que conoció a los maestros del Renacimiento Italiano, y contribuyó a difundir su estilo.

Algunos han sido los autores que han citado a Francisco Cano en sus obras, haciendo referencia también al Retablo Mayor de Nuestra Señora de los Olmos. Pilar Molina [1] expone una detallada evolución de la historia constructiva de la Iglesia y del Retablo; Enrique Herrera Maldonado, en su estudio sobre el Monasterio del Escorial, incluye un capítulo dedicado al influjo de este estilo en la Mancha, donde aparece la figura de Francisco Cano, con una breve descripción biográfica que da a conocer otras de sus obras, sobretodo arquitectónicas, así como la formación e influencias artísticas que presenta [3]; asimismo, Ángela Madrid y Medina también estudiará la figura del artista en uno de sus artículos para los *Cuadernos de Estudios Manchegos* [4]. A pesar de que estos estudios han servido de punto de partida de nuestra investigación, sólo aportan breves referencias históricas sobre la obra y el artista.

Así, la importancia del trabajo que se presenta se debe a la ausencia de estudios previos sobre el Retablo Mayor de la Iglesia Parroquial de Nuestra Señora de los Olmos

que permitan un conocimiento técnico del mismo y que describan su estado de conservación, y a la falta de un protocolo de intervención que garantice su conservación y mantenimiento eficaz.

Del estudio de las técnicas de ejecución, de los materiales y del diagnóstico de alteraciones a través de los métodos científicos de análisis, se derivarán los tratamientos y condiciones de conservación.

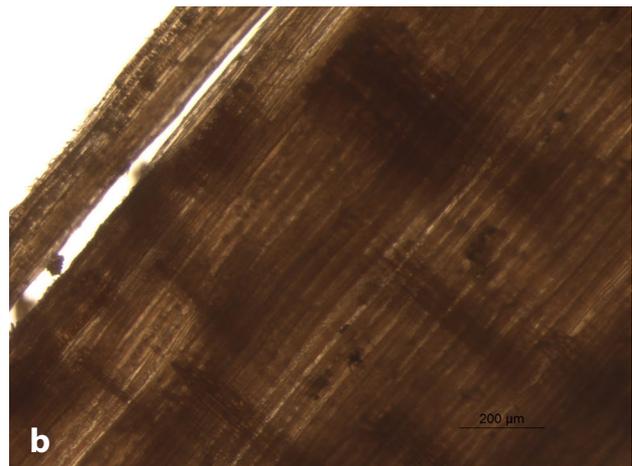
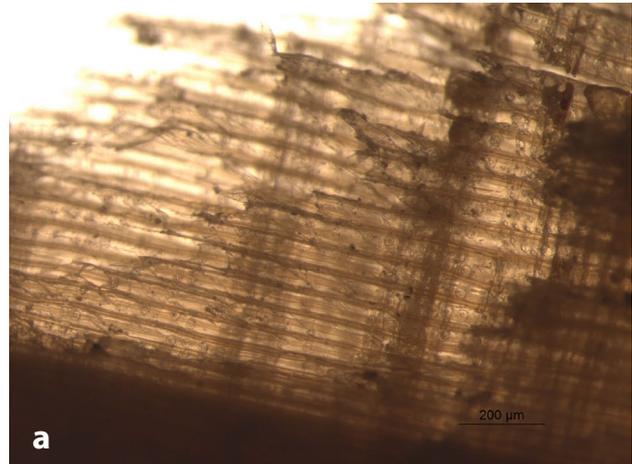


Figura 3. Muestras de madera analizadas que corresponden con el *Pinus sylvestris*.

El retablo compone, junto al espacio arquitectónico que lo acoge, un complejo sistema constructivo y simbólico y se constituye en parte integrante del lugar de culto religioso, con el que será necesario compatibilizar su preservación. Así, el conocimiento integral de la obra y de sus valores tangibles e intangibles, se convierte en el paso previo y necesario para asegurar su correcta conservación y transmisión.

## Análisis de la ejecución técnica del retablo

### La mazonería del retablo: aspectos constructivos

Para el estudio e identificación del tipo de madera utilizada en las diferentes partes del retablo, se han extraído un total de cuatro muestras de soporte leñoso, correspondientes a una escultura, al tabernáculo, y al armazón general, tanto por su parte exterior (cornisa del banco) como del interior (travesaño). Por último, también se tomó una muestra de soporte textil, para el estudio de las obras sobre lienzo ubicadas en las calles laterales.

En el caso de la madera extraída de la escultura “San Pedro”, se ha comprobado tras el estudio con luz transmitida e incidente de la muestra, que son visibles las punteaduras de los campos de cruce del parénquima radial, así como las traqueidas longitudinales en forma de ventana. La muestra pertenece al grupo de las gimnospermas o coníferas, en concreto a la especie *Pinus sylvestris*. Lo mismo ocurre con las maderas obtenidas del soporte leñoso correspondiente a la cornisa del retablo, y con la madera extraída de uno de los travesaños posteriores (Figura 3). El uso de esta especie se debe a su gran disponibilidad en la zona, así como a su resistencia, ligereza y fácil talla, lo cual, a su vez, la convierte en el material idóneo para este tipo de obras.

La madera del Sagrario, a diferencia, presenta las punteaduras areoladas de los campos de cruce entre el

parénquima radial y las traqueidas longitudinales, del tipo *Pinoide I*, como revela la forma lenticular u ovalada de las mismas [5].

Por otro lado, el montaje de la obra se realizó con la madera en blanco, sin dorar ni policromar, es decir, al natural, tal y como era práctica común en la época. La técnica de ejecución se basó en la construcción del sotobanco o mesa de altar en primer lugar, siendo éste de obra, ya que iba a ser el punto de apoyo de las cargas. Sobre el sotobanco evoluciona el resto del conjunto, gracias al ensamblaje de los diferentes elementos estructurales. En este caso, el sotobanco presenta en la parte central un altar adosado de madera (Figura 4).

Para el ensamble de las distintas partes del conjunto se deben diferenciar dos tipos de uniones, aquellas realizadas entre piezas pequeñas que están perfectamente encoladas y cubiertas por capas de imprimación, dorados o policromías, y las necesarias para el ensamble de conjuntos estructurales, las cuales han sido realizadas mediante elementos sencillos de madera para permitir los movimientos naturales de la madera y facilitar el montaje del retablo.

Han sido encontrados varios tipos de ensamblajes, reforzados con piezas auxiliares de madera, como el sistema de colas de milano, o con elementos de forja. Por lo general, en relación con las dimensiones de la obra, se han localizado pocos clavos de forja utilizados para el ensamblaje. Así, las principales uniones se realizan mediante encastres en madera, recurriendo a los clavos únicamente en casos puntuales.

Durante el proceso constructivo, sobre el sotobanco se asentó el banco, y sobre éste se ensamblaron las bases de las columnas, soportes que sirven de apoyo al entablamento, que a su vez, enlaza con el zócalo del cuerpo siguiente. Entre las columnas y los entablamentos o los pedestales, se adopta la unión a caja y espiga, quedando perfectamente fijados. Toda la obra se articula por partes, incluso los diferentes elementos estructurales independientes se organizan por conjuntos con el fin de facilitar su montaje/



Figura 4. Altar adosado al sotobanco del retablo.

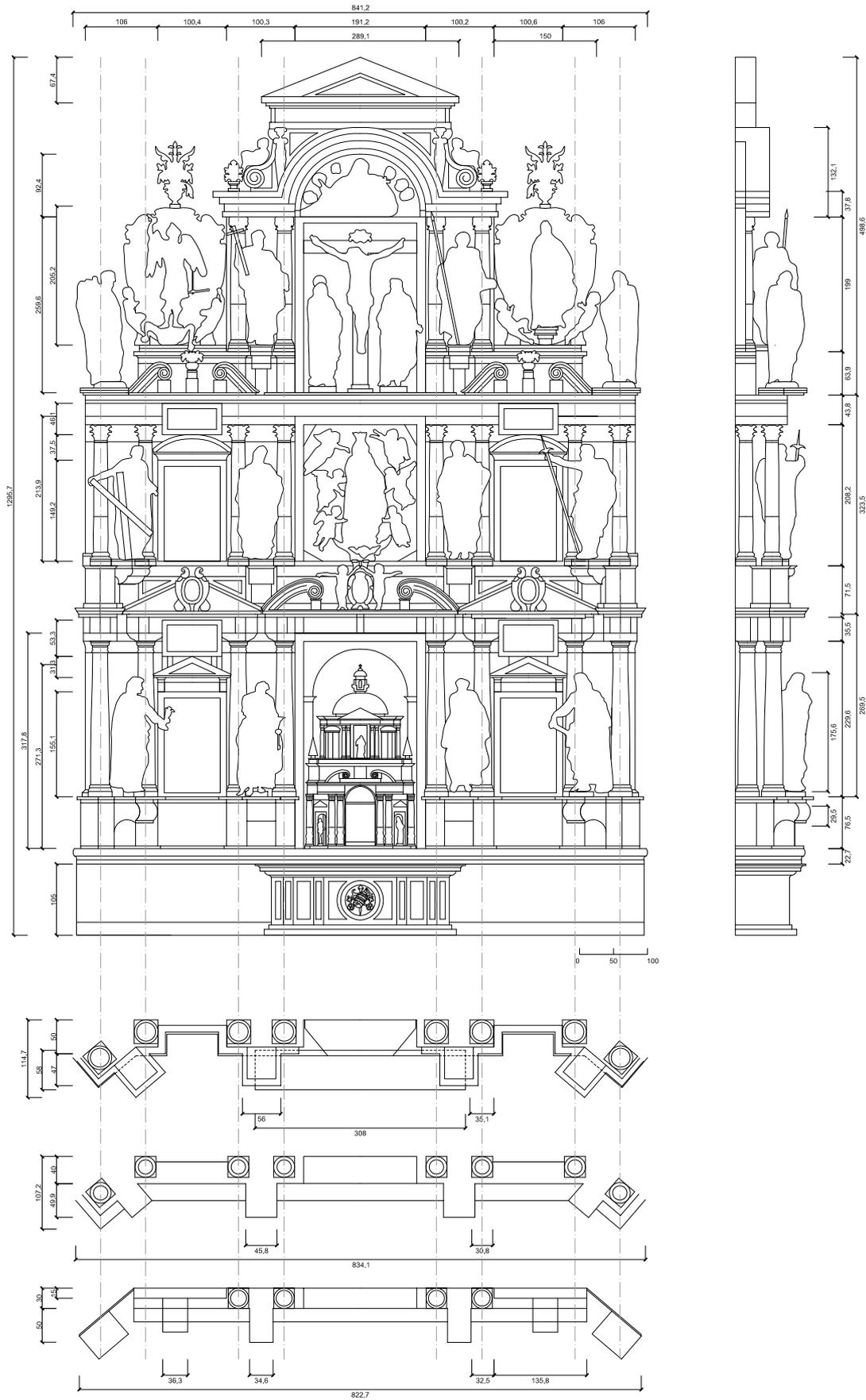


Figura 5. Alzado, planta y perfil del retablo (medidas en cm).



**Figuras 6.** Detalle del tirante de unión entre el retablo y el muro situado entre el banco y el primer cuerpo.



**Figura 7.** Sistema de anclaje del retablo al muro mediante tirantes de madera.

desmontaje. Las columnas, por ejemplo, están compuestas por capiteles y basas independientes que se unen al fuste por medio de espigas redondas o cuadradas (Figura 5).

Por detrás de estos elementos estructurales se eleva el resto de la construcción, formada por paneles de madera dispuestos verticalmente y ensamblados bien a unión viva, bien con colas de milano abiertas, unión que garantiza un perfecto acoplamiento de las partes reduciendo los posibles movimientos de las piezas. Asimismo, los paños de una misma tabla, están reforzados por el reverso con travesaños de madera dispuestos tanto en sentido longitudinal, como en sentido transversal. Estos paneles, junto con las columnas, que actúan como soportes o transmisores de las cargas del retablo, están realizados con la madera dispuesta en vertical, como es la tradición, debido a la mayor resistencia de la madera en sección axial sometida a compresión.

Paralelamente la obra queda fijada al muro posterior por medio de anclajes o tirantes de madera (Figuras 6 y 7), cuya función es impedir el vuelco de la fábrica hacia delante, así como transmitir horizontalmente las cargas hacia el muro, repartiendo el peso del conjunto a distintos niveles [6]. En el caso que nos ocupa, se trata de piezas de madera de acabado tosco, con una sección comprendida entre 5 y 8 cm<sup>2</sup> aproximadamente, que se insertan directamente en el muro, reforzados con yeso. Su fijación al reverso del retablo puede realizarse encastrándolos entre dos elementos planos horizontales, como serían el banco y los entablamentos, o bien pueden estar ensamblados con otras piezas de madera, empleando para ello uniones sencillas. Unas y otras se refuerzan con cola y clavos. En la parte superior del retablo se fijan sobre el zócalo que eleva los tondos o medallones que rematan las calles laterales, recurso muy importante a nivel de estabilidad. La mayoría de puntos de anclaje en el retablo se componen de varios tirantes, excepto en esta zona superior, donde únicamente se ha colocado una pieza de refuerzo.

Por último, se colocaron las esculturas y los elementos decorativos. Para la fijación de las primeras se emplearon uniones mediante espiga, reforzadas con un clavo que

atravesaba las peanas que las elevan. Para reforzar el conjunto se colocaron tirantes de hierro desde la parte superior de la escultura hasta la tabla posterior perteneciente a la estructura sustentante. Los elementos decorativos quedan también fijados a la estructura principal siendo encolados a unión viva y reforzados con elementos de forja.

En términos generales, la estructura arquitectónica del retablo está constituida por las partes principales del tradicional retablo gótico: el sotabanco, el banco o predella y el cuerpo o núcleo del conjunto, con evolución de la polsera.

Situado en la base, el sotabanco es una estructura auxiliar, realizada en obra, que sostiene todo el conjunto y lo eleva a una altura adecuada para la visión de los fieles. Su sencilla decoración reproduce una imitación del mármol, como si de un zócalo continuo se tratara. Por encima, el banco o predella continúa la estructura del cuerpo principal (mismo número de calles) creando la sensación de reticularidad característica del Renacimiento.

En la calle central, el banco queda partido por el sagrario (Figura 8). El cuerpo principal, parte fundamental del retablo, presenta las escenas de mayor interés e importancia religiosa, en una rigurosa jerarquización espacial. En este caso, el retablo se divide en tres calles, siendo la central más alta y ancha. La mayor anchura de la calle central focaliza la atención del observador. En los espacios correspondientes a las calles laterales se representan escenas completas, mientras que en el resto de divisiones, se representan personajes bíblicos.

Son las estructuras clásicas y la aparición del ático como cuarta parte del retablo, claramente diferenciado del cuerpo, los elementos que marcan su evolución a lo largo del Renacimiento.

El ático, prolongación de la calle central, hace de remate superior del conjunto, donde se encuentra la escena de la Crucifixión de Cristo. Este elemento está rematado por una especie de frontón curvo, cuyo espacio interno muestra la figura de Dios Padre. Como coronamiento de las calles laterales aparecen sendos enormes medallones que engloban la escultura de un santo.



**Figura 8.** Detalle del sagrario.

Los laterales del retablo se quiebran hacia delante, rompiendo la planta lineal en configuración de una planta ligeramente ochavada o quebrada para adaptarse a la forma semicircular del ábside de la Iglesia (no obstante, aún queda bastante separado del muro). Esto recuerda en cierto sentido a la polsera o guardapolvo góticos, pero en su evolución hacia una forma tridimensional, en un intento de crear más perspectiva visual, de manera que no está construido como simples tablas inclinadas que cierran y engloban el retablo.

Según la clasificación surgida en la primera mitad del siglo XVI, el retablo correspondería a la tipología de “Retablo de Entrecalles” [7 p.70], según la cual, se diseñan en el cuerpo unas llamadas entrecalles (alineaciones de casas más estrechas) construidas con elementos característicos del sistema, como en este caso son las columnas. Éstas flanquean las calles principales y permiten situar series de apóstoles/santos (en este caso el Apostolado en talla a escala natural), sin introducir confusión en el discurso doctrinal del retablo, sino entrando en consonancia con el mismo, completándolo (Figura 9).

El Retablo Mayor de la Iglesia Parroquial de Nuestra Señora de los Olmos posee una estructura autoportante donde la propia construcción de la obra cumple una función estructural. Los pesos y fuerzas se reparten gracias a determinados elementos horizontales y verticales

articulados entre sí mediante diferentes tipos de uniones, dando estabilidad y unidad al conjunto.

En primer lugar, el entablamento es el elemento estructural clave del nuevo retablo renacentista, ya que marca un cambio en la concepción gótica basada en el predominio de la verticalidad a la hora de distribuir las partes del mismo. A partir del Renacimiento destacan las líneas horizontales, las cuales limitan los distintos cuerpos marcando los diferentes niveles en que se divide el retablo (Figura 10). Nuestro entablamento se compone de tres partes: la primera es la cornisa, en la parte inferior, que a su vez está dividida en tres franjas lisas. La segunda parte es el friso, situado en la zona intermedia. Éste varía su decoración en los diferentes cuerpos: en el primero, presenta una interpretación de los clásicos tríglifos y metopas, intercalando cabezas de querubines, con molduras redondeadas, volutas, y relieves con formas vegetales; en el segundo y tercer cuerpo se trata de un friso corrido decorado con elementos vegetales, entre los cuales puede aparecer el relieve de un angelito desnudo. La última parte del entablamento es el arquitrabe que en el primer cuerpo es completamente liso; en el segundo, presenta dardos y ovos en la parte inferior, y tacos y denticulos en la franja superior, dejando el resto en franjas lisas; y en el tercer cuerpo únicamente es decorado con dardos y ovos. En las calles laterales, el entablamento está partido por unos marcos rectangulares que encierran relieves de figuras bíblicas.

El segundo elemento que confiere un acentuado sentido horizontal al conjunto es un zócalo que eleva el segundo y tercer cuerpo. Este zócalo se une al entablamento del cuerpo inferior con los soportes del siguiente, formando la malla estructural, y recibiendo por tanto el nombre de entre cuerpos. En las entrecalles, donde aparecen las esculturas del Apostolado, estos zócalos se parten por las peanas o ménsulas que elevan las figuras y las sacan hacia el exterior del retablo (Figura 11).

En sentido vertical encontramos otros elementos sustentantes, en este caso únicamente en forma de



**Figura 9.** Sujeción de las esculturas al armazón mediante tirantes de hierro por su parte posterior.



**Figura 10.** Entablamento perteneciente al primer cuerpo partido por un marco rectangular que encierra una figura femenina.

columnas. No se han utilizado pilastras en este caso. Las columnas cumplen una función estructural y de unión entre los diferentes cuerpos. La tipología y ornamentación que presentan en cada cuerpo reflejan una posible alusión a la evolución de los órdenes clásicos, no obstante en una interpretación personal del artista. Las columnas se levantan sobre una basa y poseen fustes acanalados (en el segundo y tercer cuerpo sólo los dos tercios superiores). Los capiteles varían según se asciende: en el primer cuerpo presentan las tres partes características del orden dórico (ábaco, equino y collarino), pero decorado con relieves; en el segundo responden al orden compuesto, con hojas de acanto, de cuya parte superior salen volutas, recordando el orden jónico; y por último, en el tercer cuerpo, también de orden compuesto, presentan hojas de acanto mezcladas con otros motivos vegetales, lo que enlaza con el orden corintio.

En los espacios dejados por los elementos anteriores se crean las casas, que son los espacios para las escenas. En la calle central, poseen base cuadrangular y están rehundidas en el plano del retablo para albergar los diferentes conjuntos escultóricos. Por su parte superior se cierran en cielo plano acasetonado.

En las laterales, también de forma cuadrangular pero de menor tamaño, las casas son los espacios huecos donde se ensamblan las tablas a las que se adhieren las obras pictóricas sobre lienzo. Por la parte superior están rematadas con un frontón curvo en el primer cuerpo, y triangular en el segundo.

Conviene realizar un análisis específico del sagrario o tabernáculo como unidad independiente, a la vez que es parte intrínseca y fundamental del conjunto.

El sagrario es un elemento litúrgico que tendrá un desarrollo singular, en respuesta a la tendencia imperante de fervor y exaltación eucarística derivada del Concilio de Trento. El sagrario recibe una atención considerada, no sólo en la perspectiva disposición central, sino también en su propia estructura: es un templo dentro del templo. Concebido como una construcción exenta, está dividido en dos cuerpos superpuestos con remate cupulado. Las columnillas de orden compuesto con su tercio inferior

decorado, organizan este templete clásico que ocupa la altura del primer cuerpo y del banco, cuya continuidad horizontal rompe. Asimismo, como se comenta anteriormente, posee un programa iconográfico propio. Este tratamiento distinguido se debe a que en muchas ocasiones, los sagrarios se encargaban por separado del resto del retablo. En este caso concreto, la variación en la forma y tamaño respecto al espacio destinado, así como el uso de diferente tipo de madera, apuntan a la posibilidad de que se trate de una pieza no original.

Junto con la malla estructural del retablo, cabe mencionar otros elementos que, aunque no cumplan propiamente esta función, contribuyen a componer la imagen general del conjunto. Entre ellos encontramos los remates, diferentes piezas que como su propio nombre indica, sirven de remate superior: frontones triangulares y curvos (en ocasiones partidos), tondos o medallones, escudos, volutas, jarrones florales, cartelitas...

“Si las casas son los espacios que albergan la imaginaria religiosa que transmite el discurso conceptual sagrado del retablo, las superficies susceptibles de ornamentación quedan limitadas a basamentos, entablamentos, enjutas de los huecos en las hornacinas..., siempre respetando el orden estructural que refleje el equilibrio clásico imperante en toda la obra” [8].



**Figura 11.** Imagen de San Mateo junto a la calle central en el segundo cuerpo.

## Los estratos pictóricos

En su evolución hacia el periodo barroco, el Retablo Mayor de la Iglesia Parroquial de Nuestra Señora de los Olmos está decorado con una gran riqueza de materiales, adquiriendo gran importancia el dorado, que inunda prácticamente toda la fábrica, limitando las policromías y pinturas a lugares específicos del retablo, como son los relieves del banco y cartelas, y las esculturas.

La presencia y determinación de los materiales del retablo, ha sido posible gracias al análisis científico a través del microscopio electrónico de barrido con espectroscopia de rayos X dispersiva de energía (SEM-EDX), que nos ha permitido determinar la composición elemental de las muestras extraídas.

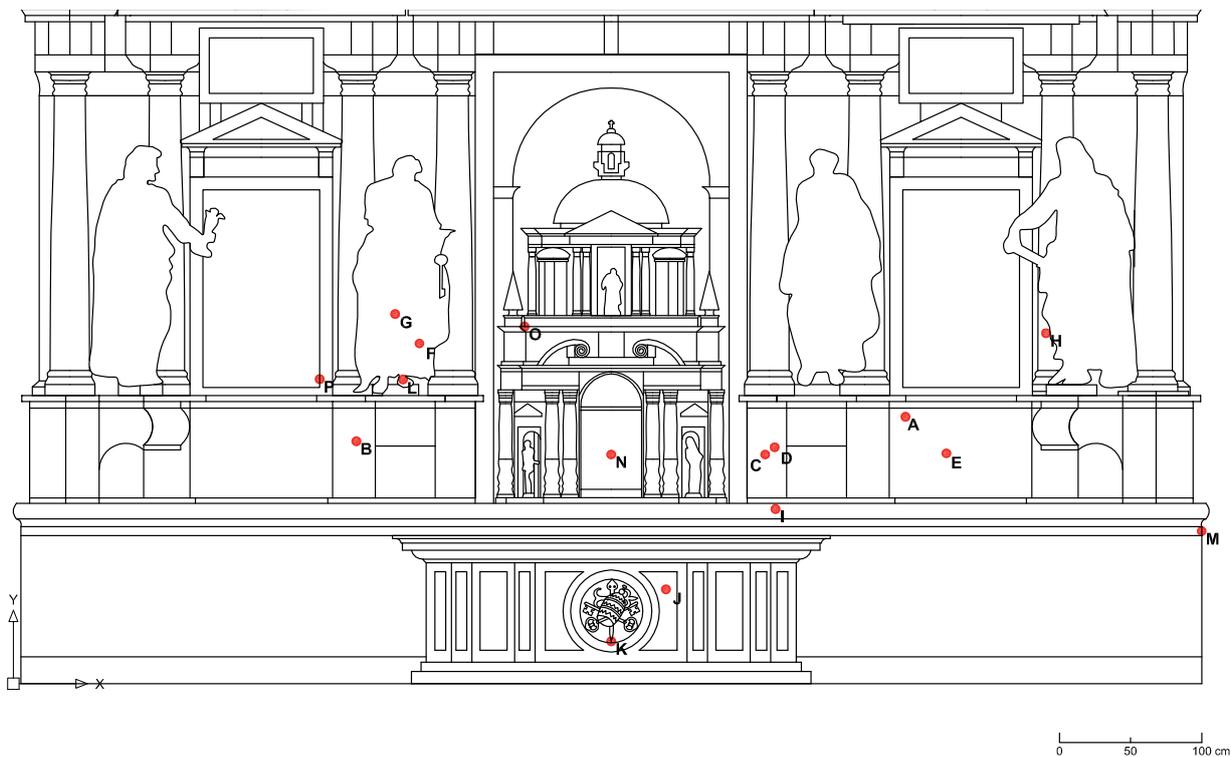
Con el fin de identificar los diferentes componentes integrantes de la obra, la estrategia de muestreo utilizada ha sido la selección de puntos intencionadamente basada en la paleta de colores. Así, se han extraído muestras según los diferentes colores integrantes de la obra, los

que se han considerado más representativos y de mayor interés. Dentro de cada zona cromática seleccionada, el punto de extracción corresponde con una zona de pérdida de los estratos pictóricos, para evitar una nueva alteración sobre los mismos.

Los puntos de extracción han quedado precisados gracias a las coordenadas incluidas en el diagrama de extracción de muestras (Figura 12). En este sentido cabe indicar que las muestras han sido obtenidas de la parte baja del retablo, de mayor accesibilidad. Algunas muestras han evidenciado la presencia de blanco de titanio, pigmento reciente que no se corresponde con la fecha de policromía del retablo, lo cual hace pensar que las partes inferiores hayan podido ser repintadas en algunas partes.

En la tabla 1 se especifica la morfología y composición de los distintos colores utilizados.

Por otro lado, la morfología, grosor y superposición de estratos, ha sido estudiada mediante microscopía óptica. La técnica pictórica empleada (aglutinante) se ha analizado mediante ensayos de tinción, los cuales también han



|          |                                   |                      |          |   |                      |
|----------|-----------------------------------|----------------------|----------|---|----------------------|
| <b>A</b> | Capas pictóricas: Jorado          | [X: 627,7; Y: 189,2] | <b>I</b> | Capas pictóricas: azul                              | [X: 536,1; Y: 123,8] |
| <b>B</b> | Capas pictóricas: carnación       | [X: 241,2; Y: 171,9] | <b>J</b> | Capas pictóricas: marrón                            | [X: 459,1; Y: 66,9]  |
| <b>C</b> | Capas pictóricas: negro           | [X: 528,8; Y: 162,4] | <b>K</b> | Capas pictóricas: blanco                            | [X: 420,6; Y: 29,9]  |
| <b>D</b> | Capas pictóricas: rojo            | [X: 534,9; Y: 168,9] | <b>L</b> | Soporte leñoso (escultura San Pedro)                | [X: 274,1; Y: 215,7] |
| <b>E</b> | Capas pictóricas: naranja         | [X: 656,3; Y: 163,3] | <b>M</b> | Soporte leñoso (cornisa)                            | [X: 835,9; Y: 108,1] |
| <b>F</b> | Capas pictóricas: verde azulado   | [X: 285,6; Y: 241,1] | <b>N</b> | Soporte leñoso (armazón interno)                    | [X: 419,8; Y: 161,8] |
| <b>G</b> | Capas pictóricas: ocre - amarillo | [X: 266,7; Y: 259,4] | <b>O</b> | Soporte leñoso (sagrario)                           | [X: 359,8; Y: 253,1] |
| <b>H</b> | Capas pictóricas: dorado          | [X: 726,4; Y: 248,4] | <b>P</b> | Soporte textil (lienzo "Nacimiento del Niño Jesús") | [X: 215,4; Y: 215,8] |

**Figura 12.** Estrategia de muestreo.

**Tabla 1**  
Morfología y composición de los distintos colores del retablo. Análisis por SEM-EDX y microscopía óptica

| Color         | Muestra  | Morfología   | Composición   |
|---------------|--|--|---|
| Carnación     | Mano del relieve "San Dámaso"                          | Capa pictórica de grosor fino (50 µm aprox.), compuesta por partículas de diferente tonalidad: blanco, amarillento, anaranjado y rojo. Las de estos dos últimos colores son de mayor tamaño, distinguibles a simple vista  | Se trata de una carnación, compuesta por blanco de plomo, tierra roja, y colorante amarillo orgánico fijado sobre una carga inerte  |
| Negro         | Libro del relieve "San Ambrosio"                       | Capa pictórica de grosor muy fino (20 µm aprox.), muy homogénea, de color negro  | El color negro que la caracteriza está compuesto por negro marfil y un porcentaje de sombra tostada. El aglutinante utilizado en la capa pictórica es el aceite.  |
| Rojo          | Túnica del relieve "San Ambrosio"                      | Capa pictórica de grosor fino (30 µm aprox.), muy homogénea, de color rojo   | El pigmento rojo es bermellón o cinabrio  |
| Naranja       | Túnica de Jesucristo en el relieve "Lavatorio de pies" | Capa pictórica delgada (30 µm aprox.) de color naranja   | Carga inerte compuesta por Si, Ca, Al y O con presencia de impurezas arcillosas. La capa pictórica está compuesta por colorante orgánico rojo y amarillo fijado sobre una carga inerte  |
| Verde azulado | Yúnica de la escultura "San Pedro"                     | Capa pictórica delgada (50 µm aprox.) de color verde azulado. Está compuesta por dos finos estratos de diferente tonalidad: el inferior muy claro (posee gran proporción de blanco), y el superior más saturado e intenso. Se distinguen partículas de diferente tamaño de pigmento azul | Cristales de albayalde (alta proporción) y posiblemente de malaquita (baja proporción). Se detectan algunas impurezas arcillosas. El aglutinante utilizado es cola animal   |
| Azul          | Borde de la cornisa                                    | Capa pictórica delgada (50 µm aprox.) de color azul. No es homogénea; se distinguen ciertas partículas aisladas de pigmento, de mayor tamaño, y con un tono azul más puro e intenso, así como zonas más claras   | Cristales posiblemente de azurita, de atapulgita, y de albayalde. La capa pictórica está formada por diferentes pigmentos. Se detecta por SEM-EDX la presencia de Cu, lo que podría indicar el uso de azurita. También se detectan los componentes de la atapulgita y del blanco de plomo   |
| Marrón        | Fondo del escudo                                       | Capa pictórica delgada (20 µm aprox.) de color marrón rojizo. Se identifican ciertas partículas de pigmento rojo de mayor tamaño que el resto  | Cristales de minio y de los compuestos característicos de los pigmentos tierra (Fe, Si, Al, Ca, Mg y K)   |
| Blanco        | Fondo del escudo                                       | Capa pictórica delgada (40 µm aprox.) de color blanco. Se observan manchas oscuras   | Cristales de dióxido de titanio, junto con otras impurezas ferrosas, silicatos y cloruros. La capa pictórica está compuesta por blanco de plomo, o albayalde, y blanco de titanio. Las manchas que presenta, así como el amarilleo de la zona de preparación adyacente, están causadas por la migración de las sustancias grasas y resinosas que componen el estrato superior de barniz |

ayudado a determinar la presencia de ciertos compuestos químicos como compuestos de hierro o de cromo.

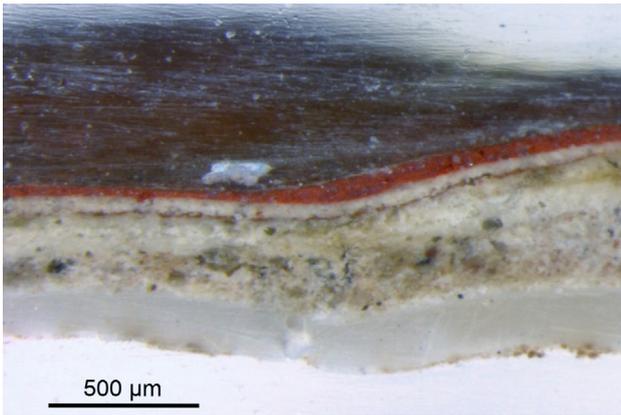
En primer lugar, sobre el soporte leñoso aparece el aparejo de la policromía, formado por dos capas diferenciadas: una preparación de *gesso grosso*, que contiene sulfato cálcico y otras arcillas poco molidas (partículas de gran tamaño, distinguibles bajo microscopía óptica), aglutinados con cola animal, seguida de otra capa más blanca de *gesso fino* únicamente de yeso y cola. El primer estrato, más grueso, tiene un espesor medio de alrededor de 500 µm, siendo el segundo de 200 µm aproximadamente. El aparejo tenía la función de corregir las deformaciones e irregularidades de la madera, dejando una superficie lo más lisa posible para la aplicación de las capas pictóricas. Además asegura una correcta unión entre la pintura y su soporte y da luminosidad a los colores (Figuras 13 y 14).

En el caso de la muestra perteneciente a los dorados del retablo, la capa de preparación está compuesta por una doble capa, una más espesa y basta, con impurezas arcillosas, y otra superior compuesta únicamente por sulfato cálcico y cola animal. Se han identificado los

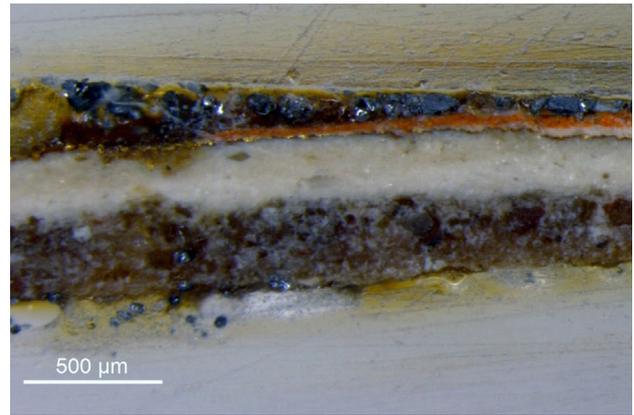
diferentes componentes del *gesso grosso* (Ca, S), así como impurezas de tipo arcilloso (Si, Al, Mg, K, Na) (Figura 15). También se han identificado los cristales de sulfato cálcico del *gesso fino* (Figura 16).

En las zonas doradas, previamente al pan de oro, se puede percibir la fina capa de bol, una arcilla de color rojo, homogénea en composición y espesor (alrededor de 30 µm), aglutinada con cola animal (Figura 17). El bol tiene una doble función, por una parte la de proporcionar una superficie suave y sin imperfecciones, y por otra, aportar un tono cálido que mejoraba el aspecto del oro e incrementaba su brillo. El proceso de dorado se realizaba al agua, para ser posteriormente bruñido. En ocasiones el oro utilizado no era puro, podía mezclarse con otros metales para abaratar costes.

Sobre el bol de Armenia, compuesto por cristales de caolín con óxidos de hierro (Figura 18), se observa la lámina dorada formada por oro (Au) principalmente, pero con aparición de bajísimas trazas de plata (Ag) y cobre (Cu) en los espectros (Figura 19). Las zonas no visibles del retablo presentan una capa de oro muy fina, no bruñida, en zonas como detrás de las esculturas, la parte trasera de



**Figura 13.** Microfotografía de la muestra Ref. D: capas pictóricas del relieve “San Ambrosio” (túnica) en el banco. Se distingue la doble capa de preparación, una fina capa de bol blanco, la capa pictórica de rojo bermellón, y finalmente una delgada capa identificada con el barniz. La ubicación exacta del punto de extracción puede observarse en la Figura 12.



**Figura 14.** Microfotografía de la muestra Ref. E: capas pictóricas del relieve “Lavatorio de pies” (decoración túnica Jesucristo) en el banco. Se distingue la doble capa de preparación, el bol con la fina lámina de oro, la capa de color naranja, y una delgada capa irregular de una sustancia identificada como el barniz. La ubicación exacta del punto de extracción puede observarse en la Figura 12.

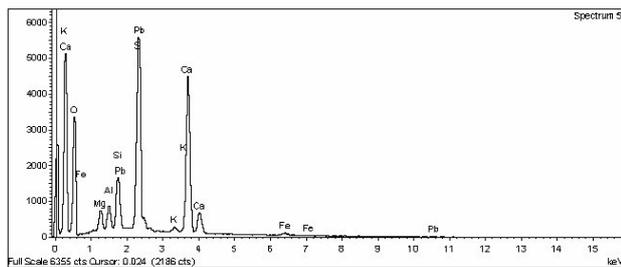
las columnas o sobre las cornisas de la parte superior [9].

Cuando se va a aplicar color en lugar de la lámina dorada, se ha comprobado por SEM-EDX la presencia de una capa de imprimación blanca de 20  $\mu\text{m}$  de espesor. Esta capa está compuesta por albayalde o blanco de plomo, y es aplicada para dar mayor luminosidad a los colores (Figura 20).

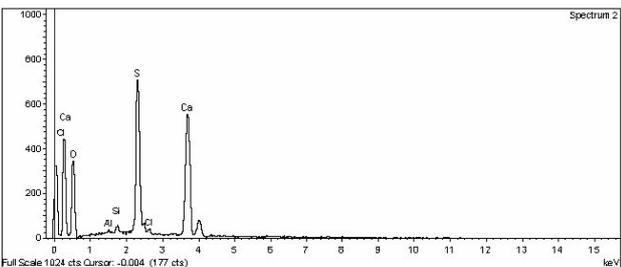
Las vestimentas de las esculturas están decoradas con temas vegetales pintados sobre oro, técnica conocida como “estofado”. El aglutinante detectado en estas zonas no es graso, sino proteico, lo cual, junto con el examen organoléptico, parece indicar que el artista utilizó el temple a la cola. La capa pictórica en este caso fue aplicada en dos estratos diferenciados. Bajo el tono característico de

la misma, se aplicó una fina base del mismo pigmento mezclado con una alta proporción de blanco de plomo para dar mayor luminosidad, como recomienda Pacheco en su tratado [9]. El uso de esta técnica en la ornamentación de las vestimentas de relieves y esculturas de los personajes bíblicos representados, justifica la presencia de un finísimo estrato de bol rojo bajo la capa pictórica aplicada en zonas adyacentes.

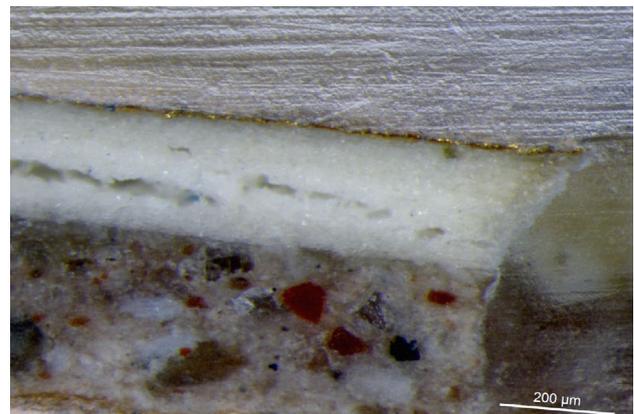
La capa pictórica, de un grosor medio de 40-50  $\mu\text{m}$  aproximadamente, presenta gran riqueza y diversidad de tonalidades. No obstante, los tonos rojizos, anaranjados y verdosos de las vestimentas de los apóstoles y santos, constituyen la paleta predominante en este conjunto. Los azules, amarillos y marrones, junto con el negro y el blanco completan la paleta del artista. Los análisis por SEM-EDX han revelado los diferentes pigmentos que forman



**Figura 15.** Espectro de SEM-EDX del *gesso grosso*.



**Figura 16.** Espectro de SEM-EDX del *gesso fino*.



**Figura 17.** Microfotografía de la muestra Ref. A: capas pictóricas del fondo dorado del relieve “Lavatorio de pies” ubicado en el banco. Se distingue la doble capa de preparación, el bol y la fina lámina de oro. La ubicación exacta del punto de extracción puede observarse en la Figura 12.

estos colores, que están de acuerdo con la información de que Juan Antonio del Barco, dorador y policromador del retablo, utilizaría el verde de cobre o malaquita, el azul de azurita, la atapulcita, que podría haber sido coloreada con índigo, el blanco de plomo o albayalde, y la tierra roja. No obstante, también utilizaría colorantes orgánicos fijados sobre una carga inerte (creta), como por ejemplo en la consecución de los tonos naranjas.

Generalmente, según se ha comprobado mediante microscopía óptica, los pigmentos están bien molidos. En algunas estratigrafías se pueden distinguir pequeños granos de pigmento de diversa tonalidad, como por ejemplo en los tonos azules, verdes, rojizos, y en las carnaciones, lo cual indica la presencia de más de un pigmento en su composición. En determinadas zonas del retablo se ha detectado la presencia de una delgada capa de imprimación blanca, compuesta por sulfato cálcico y blanco de plomo. Se trata de un “bol blanco” que el artista aplicó bajo la capa pictórica con el objetivo de aumentar la luminosidad de sus colores.

Finalmente, se ha detectado en la superficie una capa irregular de una sustancia de naturaleza resinosa y grasa, pudiéndose tratar de un barniz de resina natural disuelto en



**Figura 21.** Microfotografía de la fibra textil soporte del lienzo titulado “Nacimiento del Niño Jesús”. Fibra de lino.

aceite. No obstante, su composición no está muy definida debido a las sucesivas capas de cera y suciedad depositadas en la superficie.

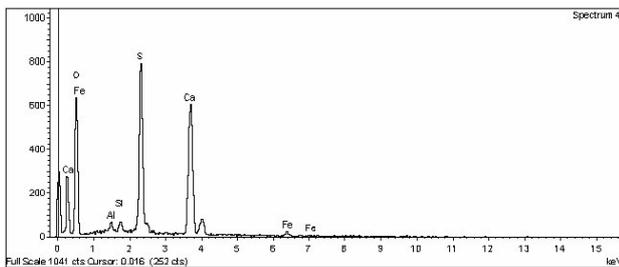
### Las pinturas sobre lienzo

Las pinturas sobre lienzo ubicadas en las casas de las calles laterales del retablo están realizadas en óleo. El tejido de lino (Figura 21) presenta un ligamento de tipo tafetán simple. La trama cerrada y la regularidad en su factura y corte nos indican que están realizados industrialmente. La capa de preparación coloreada (preparación almagra) es finísima, apenas perceptible. La película pictórica también es bastante fina, sin apenas empastes o texturas. En general, el estilo y la calidad de ejecución técnica de las obras son muy rígidos y toscos. En cuanto a la técnica pictórica, el artista no utiliza veladuras, las figuras no están bien integradas en el fondo, y la concepción espacial es algo primitiva y forzada.

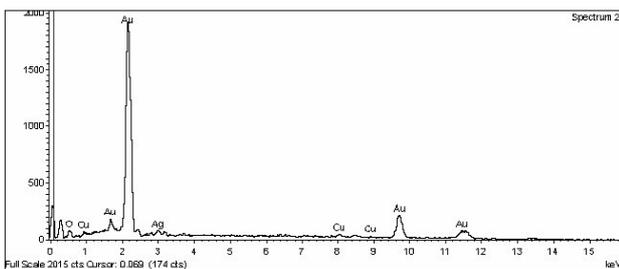
El análisis bajo iluminación infrarroja demuestra la ausencia de dibujo subyacente. Asimismo, tampoco se han detectado arrepentimientos del artista durante la ejecución de la obra.

Todo ello indica que el momento de ejecución de estas obras es posterior al de construcción del retablo. Los bordes de los lienzos aparecen sin pintar, dejando ver un área de soporte muy definida, pudiendo haber sido pintados con la tela montada en un bastidor, lo cual indica de nuevo que pertenecerían a una época muy posterior a la ejecución del retablo. La diferencia con la técnica de ejecución y estilo respecto a este, así como entre las dimensiones de las casas donde se ubican los lienzos y el tamaño de estos, apoyan este planteamiento: son elementos incorporados en una época posterior a la construcción del conjunto, en sustitución de los lienzos originales, hoy perdidos (Figura 22).

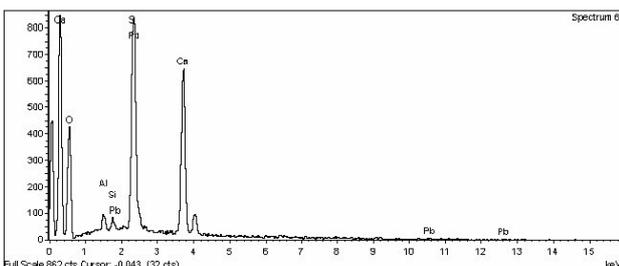
Por otra parte, la fijación de los lienzos a la estructura del retablo está realizada sin bastidor, como es característico de los lienzos “fijos”, clavados directamente a una tabla posterior de madera, que además de soporte,



**Figura 18.** Espectro de SEM-EDX del bol.



**Figura 19.** Espectro de SEM-EDX del oro.



**Figura 20.** Espectro de SEM-EDX de la capa de imprimación clara.



**Figura 22.** Borde inferior del lienzo titulado “Nacimiento de la Virgen María”, donde se aprecia el área sin pintar y la diferencia de formato con respecto a la casa del retablo.



**Figura 23.** Detalle de las fendas abiertas entre los diferentes paños que conforman la escena de “La Crucifixión”.

sirve para aislar la tela de la humedad. Por la parte anterior están enmarcados por molduras vegetales en relieve que cubrirían los bordes de los lienzos originales, a modo de marco.

## Estado de conservación del retablo

### Estado actual de la estructura sustentante

El estado de conservación de una obra de arte como es un retablo está muy condicionado por su uso como objeto de culto, pues es parte integrante de la ceremonia religiosa. Este uso litúrgico supone una de las principales causas de deterioro de este tipo de manifestaciones artísticas, pues su ubicación es necesariamente en Iglesias, Capillas y Ermitas, lugares en general poco acondicionados para su conservación.

A lo largo del tiempo, los retablos han sido objeto de variaciones y mutilaciones sujetas al cambio de los gustos estéticos en diferentes épocas. A este tipo de alteración habría que añadir las destrucciones parciales, e incluso totales, de gran cantidad de retablos durante la Guerra Civil española (1936-1939). Afortunadamente, el Retablo

Mayor de la Iglesia Parroquial de Nuestra Señora de los Olmos, no solo sobrevivió al conflicto bélico, sino que no fue afectado por modificaciones debidas a motivos religiosos o estéticos. Además, no ha sufrido ninguna intervención de restauración importante, únicamente algún intento de limpieza y la aplicación de pequeños refuerzos para la sujeción de algunas piezas.

Otro tipo de causa de deterioro, es la provocada por la propia técnica de ejecución de la obra, y por el uso de materiales inadecuados por parte del artista. También encontramos las alteraciones que se deben a la acción de agentes externos, como las condiciones ambientales, el ataque biológico o la propia acción del ser humano.

Por otro lado, es habitual que la intensidad de los daños en el conjunto de los retablos esté generalmente determinada por la orientación y situación concreta de las piezas.

En el caso del retablo en estudio, los principales daños de tipo físico que presenta, han sido producidos por la propia naturaleza de la madera, la retracción que sufre el material y los cambios de volumen (contracción-dilatación) frente a las variaciones de humedad y temperatura. Este fenómeno ha provocado el desencolado y/o desensamblaje de piezas, así como su posterior separación y desplazamiento. Las piezas de mayor tamaño sufren fendas que las recorren longitudinalmente. Este es el caso de la tabla de la Crucifixión, que presenta grandes fendas que, aunque no debilitan sustancialmente su resistencia, sí son focos de acumulación de polvo y ponen al descubierto nuevos puntos del material leñoso, a la vez que distorsionan la percepción estética de la escena (Figura 23).

Estas fendas son causadas por el agotamiento prematuro de la madera que pierde su elasticidad por los constantes movimientos (Figura 24). Las tablas, en un primer momento, únicamente sufren deformaciones y fisuras microscópicas, pero estas pequeñas grietas acaban siendo el origen de las fendas abiertas por toda la superficie del retablo siguiendo el sentido de la veta de la madera.

Hay que destacar en este caso, la ausencia de deformaciones importantes en las piezas, y por tanto, la ausencia de acumulación de tensiones constructivas. Tampoco se ha detectado degradación importante por ataque de xilófagos u hongos, lo que supone algo excepcional que acrecienta en el buen estado de conservación estructural del conjunto.

Sin embargo, en algunas zonas se localizan lagunas o pérdidas de material leñoso, ocasionadas por roturas, cuya localización accidental puede ser variada: manos y dedos de esculturas, fragmentos de los elementos vegetales que decoran los capiteles de columnas (Figura 25), las zonas sobresalientes del armazón (esquinas de cornisas, peanas y frontones).

Otros elementos han desaparecido en su totalidad, destacando los atributos que portaban ciertos Apóstoles, lo cual ha dificultado su identificación iconográfica.

Por otro lado se aprecian zonas puntuales en las que la madera, junto con las capas pictóricas, está quemada



**Figura 24.** Grietas abiertas en el frontón que atraviesan la figura de “Dios Padre”.

a causa de su exposición a altas temperaturas, las cuales provocaron la pérdida de material (por descomposición de la celulosa) en determinados puntos, y el ennegrecimiento parcial de los elementos afectados (Figura 26). La iluminación del retablo con velas es una de las principales causas de los quemados, que han afectado principalmente a las peanas que elevan a los Apóstoles centrales del primer cuerpo, y a las esculturas pequeñas del sagrario.

Respecto a las restauraciones inadecuadas, cabe señalar las cuñas de madera colocadas en las bases de las esculturas para asegurar su estabilidad, que están ocasionando, si no un daño estructural muy grave, sí una alteración estética considerable. La sujeción de las llaves que presenta la escultura de San Pedro, mediante una cuerda atada a la mano, también se debe a una inadecuada intervención posterior. Esta sujeción improvisada del atributo, además de producir una alteración estética, no constituye una solución estable.

Pero es el sistema de dobles colas de milano encastradas a contra-veta en el espesor de la madera la intervención que ha supuesto una alteración mayor en la estructura. Estas piezas fueron colocadas en las zonas de unión de paños o en fendas y grietas con el fin de evitar su avance o la separación de piezas, habiendo causado por el

contrario, la aparición de nuevas grietas en los bordes, al haber bloqueado los movimientos naturales de la madera.

A pesar de que en la mayoría de los casos se trata de incorporaciones posteriores al momento de ejecución del retablo, en algunos casos, fueron colocadas en el momento de la construcción, pues así lo indica el idéntico tipo de madera utilizada en ambos casos.

Por otro lado, en la parte trasera del retablo destaca la acumulación de escombros y polvo (sobre todo en la parte inferior), la cual puede favorecer la proliferación de hongos e insectos xilófagos, por la carencia de ventilación.

Otro factor de degradación importante sufrido a través de los años por el retablo, han sido los sistemas de iluminación, desde velas situadas a lo largo de toda la parte inferior del retablo, hasta las instalaciones eléctricas actuales. Las primeras no sólo han dejado manchas de cera, sino que han producido quemados, como anteriormente se señala, que han afectado a las capas pictóricas y a partes del soporte que hoy aparece ennegrecido.

En segundo lugar, se han localizado restos de una antigua instalación de luz eléctrica, compuesta por anclajes



**Figura 25.** Pérdida de madera en la base de una de las columnas del primer cuerpo.



**Figura 26.** Detalle de los ángeles portadores del escudo emblemático de la Orden de Santiago.

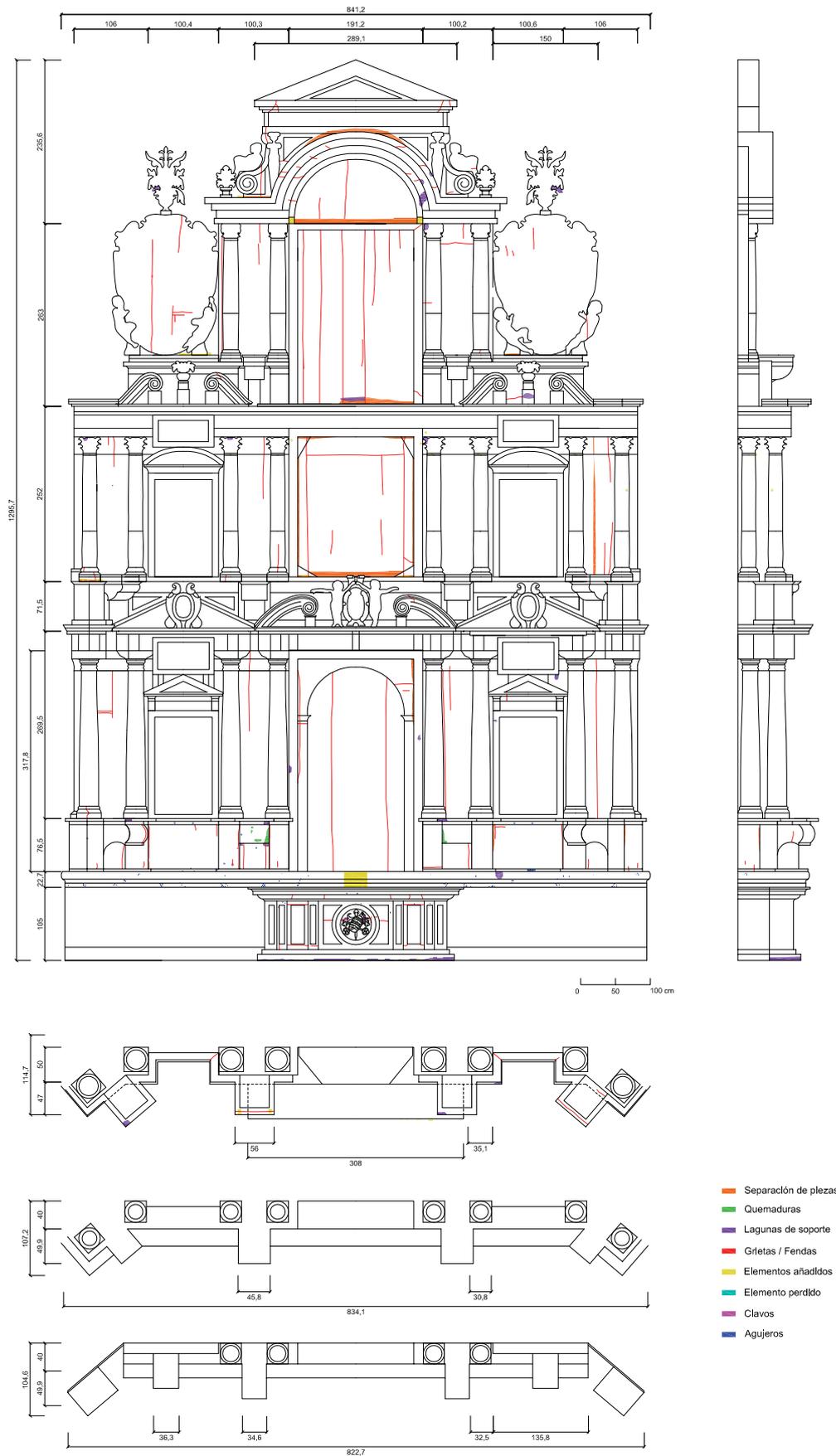


Figura 27. Mapa de daños general de la mazonería del retablo.



**Figura 28.** Entablamento del primer cuerpo: abrasión de la lámina de oro.

insertados directamente en el soporte leñoso, lo que conlleva la perforación del mismo, así como la presencia de un elemento extraño dentro de su estructura interna. Gran número de agujeros se han encontrado por toda la superficie del conjunto, sobretodo en la zona inferior, concretamente en la cornisa del pie del banco.

Analizando otros elementos, se observa que el sagrario no se corresponde con las dimensiones del espacio destinado a su ubicación, ya que por detrás se deja ver madera al desnudo, lo cual distorsiona la percepción general del conjunto. Este hecho, junto a la diferencia en la naturaleza del soporte leñoso respecto al original ya señalada, justifica su incorporación posterior, posiblemente en sustitución del original perdido. La escultura ubicada en su cuerpo superior posiblemente tampoco se corresponda

con su lugar original, ya que la forma original señalada en el dorado es diferente a la de la figura actual.

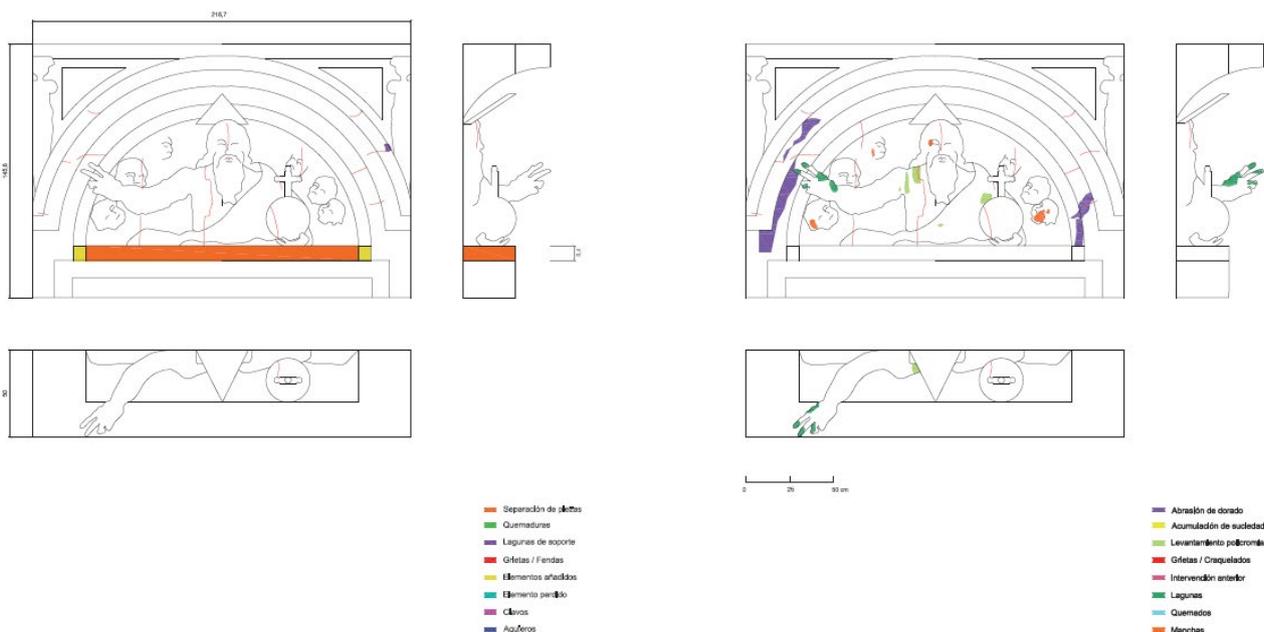
Como también se comenta en el estudio de la estructura sustentante, el elemento ubicado sobre el ático a modo de remate del conjunto, se podría considerar un añadido posterior, sujeto a la moda y gustos de una época más reciente.

Por último, cabe mencionar la alteración que el sistema de anclaje del retablo al muro está provocando en este último [6]. En este sentido, se han localizado dos grandes grietas cuyo origen se focaliza en el punto de inserción en el muro de los tirantes que van unidos a los medallones de la parte superior del retablo. Este punto de inserción al muro se ha convertido en un punto de fuertes tensiones que podría ser origen de una alteración estructural del conjunto arquitectónico, la cual en última instancia recaería sobre el retablo (Figura 27).

### Estado de conservación de las capas pictóricas

El estado de conservación de los dorados y policromías de la estructura arquitectónica es bastante bueno, aunque encontramos zonas más dañadas por abrasión (Figura 28). En el caso de los dorados, la preparación previa es adecuada y el oro utilizado es de bastante calidad pues apenas está adulterado.

El movimiento de la madera provocado por las variaciones de humedad y temperatura, también ha provocado graves alteraciones en las capas pictóricas. La separación de piezas, así como las grietas y fendas ocasionadas en el soporte, han derivado a su vez, en el agrietamiento, levantamiento y desprendimiento tanto



**Figura 29.** Mapa de daños del soporte y de los estratos pictóricos del grupo escultórico “Dios Padre”. Para cada uno de los paneles del retablo se ha realizado este tipo de gráfico.

de la película pictórica como del estuco y los dorados en algunas zonas. Cuando envejecen y polimerizan estas capas de materia pictórica, a la vez que aumenta su dureza, pierden su elasticidad, siendo incapaces de soportar las contracciones y dilataciones del soporte. A su vez, en referencia a las condiciones termo higrométricas, se encuentran zonas con problemas de cohesión de los aglutinantes, manifestados en los craquelados de la capa pictórica y dorados (Figuras 29 y 30).

En zonas, esta superficie cuarteada se ha arqueado ligeramente en sus bordes formando las conocidas cazoletas, que en ocasiones incluso han provocado la pérdida del material (Figura 31). La alteración de los materiales pictóricos causada por el oxígeno queda reflejada en la variación del croma, que ha afectado sobre todo a los colores verdes, oscurecidos y marro naceos, los azules que tienden a tornar verdes, y los blancos que han adquirido en general una tonalidad amarillenta. Este efecto es debido, en concreto, a la alteración del aglutinante oleoso de las capas pictóricas, que se oxida, oscureciendo en mayor o menor medida el pigmento junto con el que forma la capa pictórica. El aglutinante proteico de los capas pictóricas de los estofados se encuentra en mejor estado.

Otra alteración de la policromía original del retablo está causada por unas manchas puntuales de una sustancia de naturaleza resinosa (según han detectado los análisis químicos realizados). Podría tratarse de un barniz mal aplicado, o movido por las altas temperaturas, que confiere a estas zonas una tonalidad marronácea y manchada. La presencia de esta sustancia también se ha detectado en el interior de la estructura estratigráfica, entre los compuestos de la capa pictórica y la preparación, así como acumulada entre ambas, alteración provocada por la migración de estos componentes desde el estrato superior de barniz. Su presencia en los estratos e interfases puede ocasionar una reacción físico-química, disolviendo los compuestos presentes en estas.

Según demuestran los resultados del análisis SEM-EDX, la capa de preparación presenta cloruros, es decir sales solubles, las cuales pueden conllevar la alteración del resto de materiales pictóricos, reaccionando con ellos, sobretodo en presencia de agua o humedad. Estos cloruros también se han detectado en determinadas zonas de la capa pictórica. La acumulación de partículas en suspensión, el polvo y el hollín de las velas, principales fuentes de suciedad superficial (principalmente acumuladas en la parte superior de cornisas y basamentos, así como en los



**Figura 30.** Mapa de daños del soporte y de los estratos pictóricos del grupo escultórico “La Crucifixión”.



**Figura 31.** Pérdida de capas pictóricas en el libro que sujeta la figura de “San Pedro”.

pliegues de cuerpos y vestimentas de las esculturas), con el tiempo han ido formando costras más cohesivas y difíciles de eliminar, y junto con la oxidación de los barnices y de los aglutinantes oleosos, confieren al conjunto un oscurecimiento generalizado, especialmente visible en las carnaciones. Además, son una fuente de acidez, otro de los agentes más agresivos para los materiales pictóricos.

En las zonas altas y poco accesibles se ha encontrado una gran cantidad de residuos complementarios: telarañas, plumas de palomas, excrementos de animales..., depósitos higroscópicos y ácidos que suponen un riesgo para el desarrollo de otras patologías.

A su vez, los clavos insertados en la madera también suponen una alteración para la policromía, ya que la han perforado, provocando su pérdida en estos puntos y el agrietamiento y levantamiento en las zonas adyacentes. Asimismo, pueden ocasionar la oxidación de los materiales pictóricos.

Por su parte, en relación con los dorados, es frecuente encontrar la abrasión de la película, dejando a la vista la capa de bol, sobretodo en la zona inferior del retablo más expuesta al uso. No obstante, la alteración del oro es leve, ya que no afecta a nivel visual al conjunto no alterando su percepción global. En general, las alteraciones descritas aparecen, en mayor o menor grado, por toda la superficie del retablo.

Una grave alteración puntual de las capas pictóricas es el quemado de los angelitos portadores del escudo de la Orden de Santiago los cuales están ubicados en la calle central sobre el primer cuerpo. El daño producido por el efecto de un calor excesivo debe ser considerado de gravedad extrema, pues no solo afecta a la superficie de la película pictórica, sino también a la estructura interna. Pigmento y aglutinante pierden la fuerza cohesiva: se funden y carbonizan pulverizándose, lo cual supone una alteración difícilmente recuperable. En las zonas en que la pintura no se ha perdido, presenta granulaciones, ampollas, pústulas y cráteres, debido a la dilatación y posterior deformación plástica que sufrió la capa pictórica por la exposición constante al calor extremo. En este caso, la deformación plástica afecta tanto a la película pictórica, que se torna fina y quebradiza, como a la preparación.

Paralelamente, la superficie de la pintura presenta un color marrón amarillento que le confiere un aspecto opaco. La zona inferior del retablo, donde estuvieron ubicadas las velas, también presenta granulaciones (cornisa inferior), y en casos, la policromía ha desaparecido, pulverizándose junto con el soporte, como se puede observar en las ménsulas que levantan las esculturas de los Apóstoles San Pedro y San Pablo.

El examen de la superficie pictórica bajo iluminación UV ha evidenciado la presencia de algunos repintes puntuales, aunque en general la policromía original del conjunto se mantiene en un relativo buen estado de conservación. El retablo no ha sufrido intervenciones anteriores de importancia y su estado de conservación se debe sobre todo al envejecimiento natural de los materiales.

Sin embargo, como suele ocurrir dada su accesibilidad, la parte inferior del retablo sí presenta pequeñas zonas de intervención previas. Destaca una zona de repinte que se corresponde con el escudo que representa la Cruz de la Orden de Santiago. Tras analizar una muestra extraída de esta zona, los análisis han detectado la presencia de blanco de Titanio, lo cual indica que no se trata de la película pictórica original.

En relación con estas pequeñas intervenciones previas, también encontramos la limpieza que un antiguo sacerdote realizó sobre las carnaciones (rostros, manos y pies) de algunas esculturas y relieves, provocando el resecamiento y el pasmado de la película pictórica y confiriéndoles un aspecto blanquecino. El proceso de limpieza, clandestino, se detuvo al ser descubierto por el párroco de la Iglesia, como muestran ciertas zonas.

### **Estado de conservación de las pinturas sobre lienzo**

Cabe señalar que su estado de conservación es bastante peor. Ya hemos apuntado que su técnica de ejecución y los materiales utilizados en su elaboración son de muy baja calidad. Además, presenta un inadecuado sistema de fijación al conjunto mediante clavos. El soporte textil se encuentra destensado y deformado, alteraciones que se transfieren a la pintura en forma de grietas, craquelados, e incluso levantamientos y pérdidas, distribuidos por toda la superficie de las obras.

Las deformaciones del soporte textil se deben al mal estado de las tablas ubicadas por el reverso, cuyas irregularidades en la superficie, en las uniones de paños, y en las zonas de los clavos, han quedado marcadas en el lienzo. Asimismo, los clavos que unían las telas a las tablas posteriores, han desgarrado y oxidado los bordes, que están levantados, tendiendo a enrollarse hacia el exterior.

Además de la gran acumulación de suciedad ambiental que afecta al anverso, la superficie pictórica está muy oscurecida y los colores se han decolorado, debido a la baja calidad de los materiales y a su exposición prolongado a la luz.

Por último, se observan pequeñas manchas en zonas puntuales, salpicaduras oscuras de una sustancia no identificada.

## A modo de reflexión final

El retablo que acabamos de estudiar presenta varias particularidades que lo hacen especialmente interesante. Por un lado, la obra no ha sufrido tratamientos completos de restauración, sino únicamente pequeños intentos puntuales de limpieza y algunos repintes en las partes accesibles de la zona inferior.

A su vez, es necesario señalar la importancia del retablo como testimonio de la pujante actividad económica de la Comarca de Montiel en el momento histórico representado, importancia acentuada si cabe, por el hecho de ser uno de los pocos conservados en la zona al haber conseguido salir indemne de los acontecimientos bélicos sufridos en España.

Todo ello hace que el retablo Mayor de la Iglesia Parroquial de Nuestra Señora de los Olmos, construido en plena transición entre el Renacimiento y el Barroco, se pueda considerar una obra única en género y estilo, la cual merecía un exhaustivo estudio técnico y de conservación que esperamos repercuta en un plan de conservación efectiva.

## Agradecimientos

Queremos agradecer la participación de los alumnos del Máster en Conservación y Restauración de Bienes Culturales de la Universidad Politécnica de Valencia en la identificación de los materiales constitutivos del retablo. También agradecemos la inestimable ayuda de la Dra. Dña. Dolores Yusà, que colaboró muy amablemente en los procesos de identificación.

## Referencias

- 1 Molina, P., *De la Fortaleza al Templo II. Arquitectura Religiosa de la Orden de Santiago en la Provincia de Ciudad Real (ss. XV-XVIII)*, Diputación Provincial, Ciudad Real, (2006).
- 2 'Libro de actas y decretos del Ayuntamiento. Años 1578-1592', manuscrito del Archivo Municipal de la Torre de Juan Abad, caja núm. 209, s.f.
- 3 Herrera Maldonado, E., 'Influjo de la arquitectura Escorialense en la Mancha: la portada de la Iglesia Parroquial de San Andrés, en Villanueva de los Infantes', en *El Monasterio del Escorial y la Arquitectura*. ed. F. J. C. y Fernández de Sevilla, El Escorial, Real Centro Universitario Escorial-María Cristina (2002), 675-696.
- 4 Madrid y Medina, A., 'Villanueva de los Infantes en tiempos de Miguel de Cervantes', *Cuadernos de Estudios Manchegos* 25 (2005).
- 5 Doménech Carbó, M. T.; Yusà Marco, D. J., *Compendio de Principios Físico Químicos de Materiales Pictóricos. Prácticum*, Editorial UPV, Valencia, (2010), 137-143.

- 6 Llamas Pacheco, R., *Análisis Estructural del Retablo Gótico Valenciano: Información Técnico-gráfica y Estudio de Nuevos Sistemas de Anclaje al Muro Como Factor Determinante para Su Conservación*, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia (2001) 308-309.
- 7 Serrano, R.; Miñana, M<sup>a</sup> L.; Hernan, A.; Calvo R.; Sarrià, F., *El Retablo Aragonés del Siglo XVI: Estudio Evolutivo de las Mazonerías*, Diputación General de Aragón, Aragón (1992).
- 8 'Mazonería, ensambles y nueva estructura', en *Retablo de Carbonero el Mayor: Restauración e Investigación*, Secretaría General Técnica e Instituto del Patrimonio Histórico Español (2003) 157-176.
- 9 Pacheco, F., *El Arte de la Pintura*, Faxardo (1649).

**Recibido:** 5 Noviembre 2012

**Revisto:** 19 Abril 2013

**Aceptado:** 28 Abril 2013

**Online:** 22 Julio 2013

# A berlinda de aparato do imperador D. Pedro II: identificação de fungos em partes selecionadas e sua relação com biodeterioração e aerobiologia

Márcia Teresa Soares Lutterbach<sup>1</sup>  
Ana Lucia Chaves de Oliveira<sup>1</sup>  
Eliane Marchesini Zanatta<sup>2</sup>  
Antonio Carlos Augusto da Costa<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Tecnologia, Laboratório de Biocorrosão e Biodegradação, Rio de Janeiro, Brasil

<sup>2</sup>Museu Imperial, Petrópolis, Brasil

<sup>3</sup>Museu de Astronomia e Ciências Afins e Universidade do Estado do Rio de Janeiro/IQ, Rio de Janeiro, Brasil

\* [antoniocosta@mast.br](mailto:antoniocosta@mast.br)

## Resumo

A berlinda de aparato do imperador D. Pedro II foi construída pela companhia britânica Pearce & Countz, responsável pela construção das carruagens da monarquia britânica, para sua cerimônia de coroação, em 1841. Seus materiais componentes são de diferentes naturezas, com distintas resistências mecânicas e algumas incompatibilidades com padrões ambientais de sua área de guarda. Partes específicas, tais como tecidos de algodão, ornamentos e crinas de cavalo foram investigadas, bem como a microbiota presente no interior e no exterior da berlinda imperial. A partir deste monitoramento, 37 colônias de fungos filamentosos, 6 leveduras e 4 bactérias foram isoladas (sequenciamento do DNA). A maioria dos micro-organismos pode danificar os materiais constituintes.

## Palavras-chave

Berlinda  
Biodeterioração  
Biologia molecular

The imperial coach of D. Pedro II: DNA fungal identification in selected materials and its relation to biodeterioration and aerobiology

## Abstract

The imperial coach of emperor D. Pedro II was built by Pearce & Countz British Company, responsible for the coaches from the British Monarchy, for his crowning ceremony, in 1841. Its component materials are of several natures, with distinct mechanical strength and some incompatibilities with environmental patterns in its place of storage. Specific parts, such as corduroy fabrics, ornaments and horse manes were investigated for microorganisms present both in the interior and exterior of the Imperial Coach. From this monitoring, 37 filamentous fungi, 6 yeasts and 4 bacterial strains were isolated (DNA sequencing). Some of them are known for their toxic and pathogenic nature. Most microbes found can damage its constituting materials.

## Keywords

Coach  
Biodeterioration  
Molecular biology

ISSN 2182-9942

## Introdução

A berlinda de aparato do imperador D. Pedro II foi construída pela firma britânica Pearce & Countz, fornecedora da Casa Real Inglesa, especialmente para a cerimônia de sagração e coroação de D. Pedro II, em 1841. Era utilizada pelo imperador em ocasiões solenes, como os casamentos de suas duas filhas, a abertura e o fechamento da Assembléia Geral. A carruagem foi confeccionada em madeira e ferro e elementos decorativos em prata, madeira entalhada com folha de ouro e pintura que remete à cana de açúcar, couro, janelas em cristal, bordados e galões em fios dourados, estofamentos e revestimentos em veludo de algodão e crina de cavalo. Puxada a oito cavalos, era conhecida pela população como “Monte de prata”, devido ao material predominante, ou “Carro cor de cana”, em razão de sua coloração.

A berlinda de aparato de D. Pedro II é um objeto museológico com implicações históricas de grande relevância por ser representativa do Segundo Reinado e de um sistema de governo monárquico, além de uma importante personalidade histórica como D. Pedro II. Sua representatividade é potencializada pelo fato de ser revestida de uma carga simbólica muito marcante – verdadeira “insígnia” nacional e imperial – tendo servido ao longo de todo o governo desse imperador e estando presente nas ocasiões mais solenes da história brasileira. Dessa forma, acaba por associar-se emblematicamente ao próprio Estado Monárquico brasileiro.

No entanto, a despeito de seu caráter histórico e simbólico, não se pode descartar o fato de ter sido um objeto utilitário, ou seja, tinha uma função prática que repercutiu em alguns desgastes e deteriorações diretamente ligadas ao uso.

Essas características são essenciais para determinar uma metodologia de intervenção fundamentada em conceitos éticos internacionalmente aceitos, tendo como base a Carta do Restauo de 1972 [1] e a *Teoria del Restauo de Cesari Brandi* [2], baseada no trabalho deste importante teórico da ciência da restauração.

Sendo assim, o principal critério norteador de todas as intervenções foi o da instância histórica, procurando-se respeitar ao máximo a integridade e a legibilidade do objeto, bem como as marcas do uso. Os danos mais acentuados foram sanados, buscando-se resgatar a leitura visual sem, no entanto, incorrer em possíveis interpretações fantasiosas. O projeto de restauração envolveu várias etapas, visando preservar a berlinda de aparato de D. Pedro II como bem cultural representativo e evocativo da memória e do patrimônio nacional [3]. As Figuras 1a e 1b apresentam uma visão geral da berlinda e as Figuras 1c a 1h mostram vários pormenores da mesma. Em todos os casos observa-se a situação antes e após a restauração.

## A berlinda e a sua restauração

### Características físicas e materiais

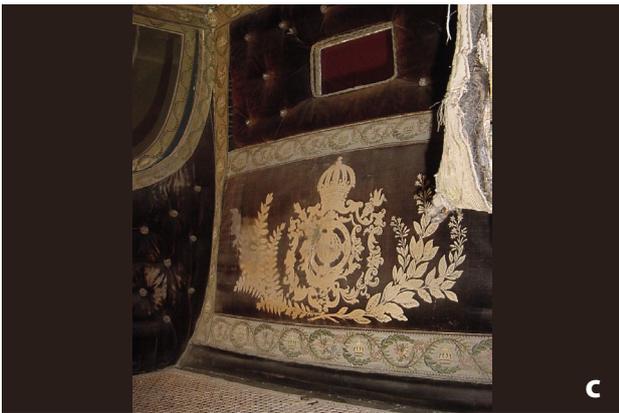
A berlinda de D. Pedro II é composta por uma grande variedade de materiais, com diferentes graus de resistência, sendo muitos materiais com certas incompatibilidades em relação às condições ambientais. Apesar dessa diversidade, houve uma preocupação na seleção dos melhores materiais: madeiramento em pinho-de-riga, aço e ferro de excelente têmpera, couros adequadamente tratados, sem contar a prata. As qualidades destes materiais aliadas à maestria da fabricação contribuíram para o razoável estado de conservação em que a peça se encontra atualmente, mesmo após todas as vicissitudes pelas quais passou, tais como transposição de local de guarda, variações climáticas abruptas. Além disso, um objeto que era funcional (viatura), atravessou o oceano por vezes (Inglaterra/Brasil, Brasil/França, França/Brasil), permaneceu nas cocheiras do Barão do Catete por mais de uma década após a Proclamação da República, depois foi para as cocheiras do Palacete D’Eu onde ficou até a década de 40 quando foi doada ao Museu Imperial. No seu período museal, sofreu algumas intervenções que não foram tão satisfatórias, como o caso da desinfestação com phostoxin que provocou uma grande alteração cromática, principalmente nas partes com revestimentos têxteis.

As peças em madeira, ferro e aço da estrutura, encontravam-se em estado de conservação mais favorável se comparadas às que são constituídas de materiais têxteis. Estes, apesar da alta qualidade, não possuem a mesma resistência aos agentes agressores e constituem a parte mais afetada pela deterioração. No entanto, apesar dos danos, foram confeccionados com extrema habilidade, recorrendo-se, inclusive, a materiais de qualidade comprovada, como os fios metálicos de bordados, franjas, canutões e borlas. O fato de essas peças encontrarem-se danificadas deve-se à fragilidade em relação a ações mecânicas inadequadas. As alterações cromáticas dos tecidos – aspecto bastante delicado e de difícil solução – referem-se à sensibilidade face aos agentes agressores ambientais, bem como a intervenções restaurativas impróprias.

### Procedimentos de desmonte, higienização mecânica e química

Foi feita a desmontagem das partes têxteis, revestimentos, escadas de armar, soleiras e do forro do tejadilho, incluindo-se a numeração minuciosa de todas as peças, elaboração de desenhos elucidativos e registros fotográficos, além do acondicionamento provisório e a análise minuciosa de fragmentos para encaminhamento a testes laboratoriais.

Os tratamentos de higienização foram pautados por critérios diferenciados de acordo com as particularidades técnicas, materiais e visuais das áreas tratadas, tendo



**Figura 1.** Berlinda de aparato do imperador D. Pedro II: visão geral (a, b), detalhes internos (c, d), roda (e, f) e detalhes externos (g, h). Antes da restauração (a, c, e, g) e após restauração (b, d, f, h).

em vista a busca de sua leitura com a preocupação de resguardar, sempre que possível, as marcas do tempo. Foi feita a higienização de cada elemento têxtil, dos bordados em fios metálicos e da estrutura em madeira que compõe a berlinda de aparato de D. Pedro II, como representado na Figura 2.

A policromia cor de cana dos elementos em madeira das rodas, suspensão, alçados e timão apresentou uma crosta acentuada de poeira e sujidades que comprometem visualmente seu aspecto, uma vez que os filetes ficam praticamente encobertos. A limpeza tem o objetivo de resgatar sua aparência visual, deixando à mostra os filetes, importantes para a questão da legibilidade.

Os ornatos dourados em madeira e metal foram limpos com a finalidade de remover as sujidades e retirar partes degradadas de verniz, uma vez que comprometem visualmente o aspecto dourado que também é importante no contexto da peça. O verniz não é original, tendo sido aplicado em uma intervenção realizada em 1975. No entanto, a limpeza foi controlada mantendo-se, nas reentrâncias, vestígios de pátina de modo a evidenciar o ouro sem dar o aspecto de novo.

A limpeza dos ferros dourados busca retirar partes oxidadas e impermeabilização, realizadas pontualmente, uma vez que várias partes estavam oxidadas e com perda de douramento.



**Figura 2.** Desmonte de partes da berlinda (a) e higienização mecânica (b)

O verniz aplicado sobre as armas imperiais pintadas nos flancos da caixa, intervenção datada de 1975, foi removido porque se encontrava degradado alterando cromaticamente os elementos representados, sobretudo os mantos verdes, que se tornaram muito escuros, quase pretos.

### Reintegração de partes da berlinda, descolamentos, escoriações e desgastes

A parte mais comprometida e delicada dos tecidos referia-se aos veludos, cuja cor original, verde, é fortemente associada à simbologia heráldica do imperador e da nação, motivo pelo qual se torna premente sua reintegração.

Os galões largos e estreitos foram tratados com a fixação dos fios metálicos com fios de seda, de forma a favorecer a visualização simbólica e a reintegração cromática e de volume localizada, com pó de veludo, justificada novamente pelo critério histórico, favorecendo a visualização simbólica.

Os descolamentos generalizados das partes em madeira, pintada e dourada, sobretudo das rodas, da suspensão e do timão, foram decorrentes do uso, apresentando-se, quase sempre, associados a escoriações e desgastes. Foram mantidos tais registros, em sua maioria restritas a uma consolidação, fixando-se os descolamentos, reintegrando e obturando, somente as perdas mais acentuadas que estiveram interferindo nas características históricas e funcionais.

### Remoção de pinturas sobre pinturas originais perdidas e tingimentos

Outras partes como os couros das correias, dos estribos e da tábua de armar, bem como de duas hastes de sustentação dos estribos superiores da dianteira, também originalmente verdes, foram repintadas de tinta preta. Ao contrário das repinturas anteriores estas foram aplicadas sobre o couro já muito desgastado, tornando-se impossível resgatar a sua cor original. Neste caso optou-se por fazer uma reintegração total, cuja cor fosse a mais próxima possível dos vestígios encontrados. Este critério apoia-se no fato de tratar-se de uma pintura plana, objetivando a proteção dos revestimentos de couro e sem nenhuma conotação artística. Sua reintegração contribuiu igualmente para o resgate de sua legibilidade original. O trabalho em pesponteado com linha amarela encoberta pela nova pintura preta, também foi removido, não só pela estética, mas porque seus ornatos referem-se à simbologia heráldica. O tratamento foi muito cuidadoso conjugando-se remoção mecânica com bisturi, e química, utilizando-se um solvente à base de ácido sulfônico e soda cáustica, de maneira pontual para evitar a migração para o couro e recorrendo-se a aquarela para situações pontuais.

As franjas da capa da boléia, completamente esmaecidas, foram tingidas por imersão por serem

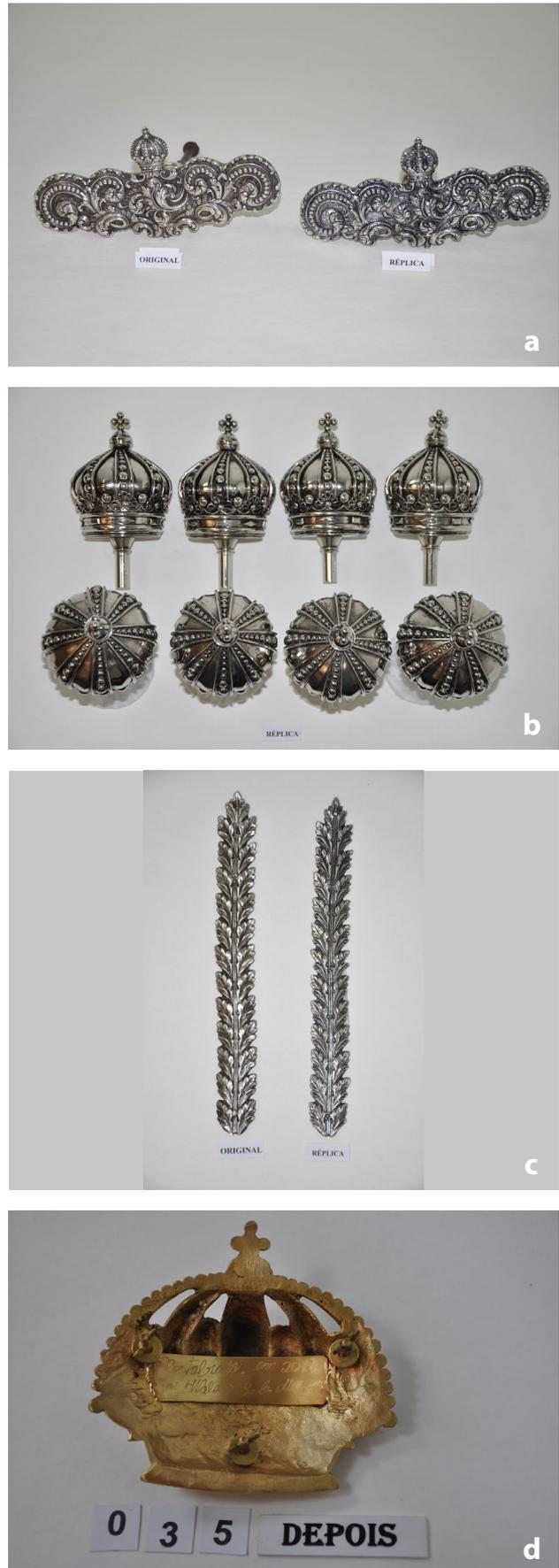


Figura 3. Peças metálicas reconstituídas pelo Museu Imperial.

totalmente verdes. Esta coloração, visivelmente nas partes resguardadas da luz, entre as dobras.

Este tratamento foi recomendado com o intuito de resgatar a legibilidade e também pelo estado de conservação das fibras, relativamente favorável, permitindo uma intervenção deste porte.

### Reconstituições possíveis e reinserções

Tal procedimento refere-se às peças que se perderam, mas que possuem réplicas por serem elementos pares ou simétricos. Sendo assim, as peças perdidas deixaram referências óbvias de sua aparência formal e material e incluem: maçaneta de prata da portinhola esquerda; extremidade posterior do ornato do timão em prata; pequeno detalhe, em prata, do friso que arremata a caixa, próximo da portinhola direita; arremates de prata dos pinos das dobradiças das portinholas; coroa imperial, em metal dourado, do pavilhão das armas da lateral esquerda da capa da boléia; pítions, em metal, das hastes inferiores dos estores; pináculos do tejadilho.

As perdas implicaram em situações divergentes que indicam critérios e propostas opostas, pró ou contra intervenções reconstituintes. De qualquer forma, todas as reconstituições realizadas têm a marca do artesão, com a referência de “Museu Imperial/Restauração 2012”, evidenciando não ser uma peça original, e sim uma intervenção restaurativa. Isto foi válido tanto para as peças metálicas, quanto as que foram reproduzidas em couro e tecido. As peças foram reproduzidas obedecendo ao mesmo aspecto formal e dimensões, mas em material diferente; no entanto, visualmente semelhante à prata e ao metal dourado. Detalhes dessas peças podem ser vistos na Figura 3. O único caso de reinserção aplicou-se às quatro lanternas de prata, dos ângulos da caixa, retiradas antes da doação da berlinda ao Museu Imperial e que pertencem atualmente, a colecionadores particulares. Até o momento não foi possível viabilizar a aquisição, ou, recorrermos à confecção de réplicas, de aspecto formal idêntico, mas com características próprias diferenciadas, conforme anteriormente citado.

Não foram encontrados na literatura publicada, trabalhos científicos de monitoramento microbiológico, envolvendo uma peça da envergadura da berlinda de aparato. No entanto, a literatura reporta a ocorrência de fungos associados à biodeterioração do patrimônio cultural numa série de objetos de importância e museológica ou edificações de alto valor histórico [4,5]. O que pode ser observado nos exemplos abaixo é que a ocorrência de micro-organismos nestas peças ou ambientes tem concordância com algumas espécies encontradas no presente trabalho, mostrando que, inequivocamente, a contaminação cruzada se dá do ambiente para as peças/construções, alertando claramente para a necessidade de controle das condições ambientais, quando possível, visando a conservação preventiva para evitar a biodeterioração.

Sabe-se da importância das ferramentas biotecnológicas para a preservação e restauração do patrimônio cultural, mas parece que estas ferramentas não são suficientemente utilizadas neste contexto, devido à uma separação que naturalmente existe entre arte e ciência. Nesse contexto, Rakotonirainy et al. [6] isolaram e fizeram a caracterização biomolecular de fungos associados ao aparecimento de foxing num livro do século XIX. O emprego da biologia molecular nesse aspecto permitiu o sequenciamento de 145 clones, basicamente dos gêneros: *Aspergillus*, *Bjerkandera*, *Chaetomium*, *Gloeotinia*, *Penicillium*, *Polyporus*, *Saccharicola*, *Trichoderma* e *Ulocladium*. Os autores reforçam que muitas dos gêneros isolados são celulolíticos, o que reforça o potencial biodeteriorador.

Gómez-Alarcón et al. [7] identificaram a presença de fungos na Igreja de Carrascosa del Campo (Espanha), os quais apresentavam alta atividade produtora de ácidos orgânicos. Os fungos identificados pertenciam aos gêneros *Penicillium* e *Fusarium*, os quais exerciam efeitos corrosivos sobre as paredes do monumento, devido à produção de ácidos oxálico, fumárico e succínico.

Herrera e Videla [8] enfatizam que os fatores mais importantes na deterioração de monumentos e construções pertencentes ao patrimônio cultural incluem os processos de biodeterioração, a deterioração atmosférica e a poluição antropogênica. Os autores orientam, assim, que o meio ambiente tem papel decisivo no tipo e extensão dos processos de deterioração a que se sujeita o patrimônio cultural. Os autores informam que os resultados do monitoramento microbiológico foram relacionados com a concentração de poluentes, a fim de se buscar relações sinérgicas entre efeitos atmosféricos e biodeterioração.

Milanesi et al. [9] estudaram a deterioração de natureza fúngica sobre um afresco medieval da *Cappella del Sacro Chiodo*, na cidade de Siena, Itália. Os autores observaram que a identificação genética levou à caracterização do *Penicillium chrysogenum*, provavelmente responsável pelo decréscimo na concentração de carbono, observada pelos autores como sendo de 26 para 13 %. Os autores reportam uma diminuição na concentração de bactérias, provavelmente devido ao aparecimento de cobre sobre o afresco.

Fazio et al. [10] observaram a presença do fungo *Nigrospora* numa escultura de madeira jesuítica, exposta no Museu de Ciências Naturais, indicando que pouco se conhece sua ação sobre a madeira. Esta observação é indicativa da importância de se investigar a biodegradação da madeira/celulose em relação a novas espécies isoladas. O fato da literatura não reportar sua ocorrência como usual nesse tipo de material, não significa que, eventualmente, não tenham ação biodeterioradora.

Konkol et al. [11] alertam para a importância da detecção do crescimento fúngico em peças do patrimônio histórico, em estágios iniciais. Isso servirá de alerta para o emprego de tratamentos de remediação não invasivos, não requerendo intervenções de restauração.

## Objetivos

O objetivo deste trabalho foi investigar a população microbiana presente em partes selecionadas da berlinda de aparato do imperador D. Pedro II, durante sua restauração no ano de 2012. Especificamente, pretendeu-se identificar a microbiota presente, por técnicas tradicionais e de biologia molecular, relacionando-a com a encontrada no ambiente de guarda do aparato, subsidiando informações sobre a biodegradabilidade dos seus materiais componentes.

## Metodologia

### Monitoramento microbiológico do ar

A análise microbiológica do ar do ambiente em torno da berlinda e no seu interior foi realizada através da exposição de placas de Petri com agar Sabouraud contendo cloranfenicol para detecção de fungos e agar Plate Count para detecção de bactérias, após sedimentação espontânea do material em suspensão neste ambiente.

Foram feitas coletas em diversos materiais que compõem a Berlinda através de *swabs*. Em seguida este material foi acondicionado em tubos de ensaios contendo 9 mL de solução salina e conduzidos ao Laboratório de Biocorrosão e Biodegradação (LABIO) do Instituto Nacional de Tecnologia. No laboratório foram realizadas seis diluições decimais sendo inoculados 0,1 mL em placa de Petri com agar Sabouraud por meio da técnica de semeadura por espalhamento. Essas placas foram incubadas em BOD a 25 °C por um período máximo de 21 dias. As placas utilizadas no monitoramento do ar também foram incubadas em idênticas condições. Os fungos filamentosos, leveduras e bactérias que cresceram nas placas, foram isolados em meios de cultura seletivos específicos aos micro-organismos alvo. Após seus isolamentos os fungos filamentosos e leveduras foram preservados em óleo mineral e as bactérias foram congeladas a -80 °C.

### Identificação de fungos

A identificação dos fungos filamentosos foi realizada através da observação macroscópica e microscópica de sua morfologia. A identificação filogenética foi realizada por biologia molecular, onde a lise celular foi realizada por três ciclos de choque térmico e o DNA extraído com o *kit* comercial Ultra Clean Soil DNA Isolation Kit (MOBIO, California).

O gene que codifica a região ITS foi amplificado utilizando o conjunto de *primers* ITS5 (5'-GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG-3', senso) e ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3', anti-senso). Os produtos de PCR foram purificados utilizando um *kit* específico para este objetivo e depois sequenciados.

As bactérias, após isolamento, foram observadas em microscópio ótico utilizando-se o método de coloração de Gram.

### Identificação de bactérias e leveduras

A identificação bacteriana foi realizada por meio de biologia molecular. A partir das linhagens puras, o DNA foi extraído utilizando *kit* comercial para extração de DNA. Após a extração, o gene bacteriano rRNA 16S foi amplificado por PCR utilizando o “primer” universal Sadir (5'-AGAGTTTGATCATGGCTCAGA-3', senso) e S17 (5'-GTTACCTTGTTACGACTT-3', anti-senso). A identificação das leveduras foi realizada por meio de biologia molecular. A partir das linhagens puras, o DNA foi extraído utilizando *kit* comercial para extração de DNA. O gene que codifica a região ITS foi amplificado utilizando o conjunto de *primers* ITS5 (5'-GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG-3', senso) e ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3', anti-senso). Os produtos de PCR foram purificados utilizando um *kit* específico para este objetivo e depois sequenciados.

### Extração de DNA dos fungos

Cada fungo crescido foi retirado por meio de raspagem da placa de Petri, onde se encontrava em crescimento em meio específico para cada espécie, e transferido para um tubo cônico Falcon de 15 mL. O tubo foi colocado em um cilindro contendo nitrogênio líquido por 5 minutos, levado para um banho-maria a 60 °C por 10 minutos e macerado com auxílio de um pistilo. Este procedimento foi repetido por três vezes.

Posteriormente, a extração do DNA foi realizada com *kit* Ultra Clean Soil Isolation (MO BIO Laboratories) e os procedimentos foram realizados de acordo com a especificação do fabricante. O DNA foi eluído em 30 µL da solução fornecida pelo *kit* e quantificado através da leitura em espectrofotômetro NanoDrop ND-1000 (Thermo Scientific, Waltham, EUA).

### Extração de DNA das leveduras e bactérias

As amostras de bactérias e fungos foram retiradas de seus meios específicos por meio de centrifugação durante 10 minutos em 10.000 g de rotação. O *pellet* foi transferido para *ependorf* de 1,5 mL contendo 400 µL de solução de lise celular contida no *kit* DNA IQ Casework Pro Kit for Maxwell (Promega), posteriormente os tubos foram colocados em banho seco em temperatura de 95 °C por 10 minutos e por fim centrifugado por 2 minutos em 15.000 rpm. O sobrenadante obtido foi transferido para a primeira coluna do *kit* extração mencionado e levado para o extrator automático Maxwell 16 (Promega). O DNA foi eluído ressuspendido em 50 µL da solução fornecida pelo *kit* e quantificado através da leitura em espectrofotômetro NanoDrop ND-1000 (Thermo Scientific, Waltham, EUA).

## Amplificação da região ITS por reação em cadeia da polimerase (PCR)

As reações de PCR foram realizadas utilizando o Kit Top Taq Master Mix (Qiagen) num volume final de 50 µL, contendo 0,5 µM de cada iniciador. Os iniciadores utilizados foram: ITS-5 (senso, 5'-GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG-3') e ITS-4 (anti-senso, 5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') para fungos e leveduras e Sadir (senso, 5'-AGAGTTTGATCATGGCTCAGA-3') e S17 (anti-senso, 5'-GTTACCTTGTTACGACTT-3') para bactérias. As reações de PCR foram realizadas no termociclador PCR System 9700 (Applied Biosystems). O produto da amplificação foi visualizado através de uma corrida eletroforética em gel de agarose a 1 % em tampão TE 1X.

## Sequenciamento do DNA

O DNA dos fungos isolados foi submetido a seqüenciamento utilizando o *kit* Big Dye Terminator v3.1 (Applied Biosystems) em um seqüenciador automático ABI 3130 (Applied Biosystems) com 4 capilares de 50 cm. Os iniciadores ITS-5 (senso) e ITS-4 (anti-senso) foram utilizados para seqüenciar a região ( $\pm$  600 pb) e Os iniciadores Sadir (senso) e S17 (anti-senso) foram utilizados para seqüenciar a região (1500 pb). A concentração dos iniciadores utilizados foi de 3,2 pmol.

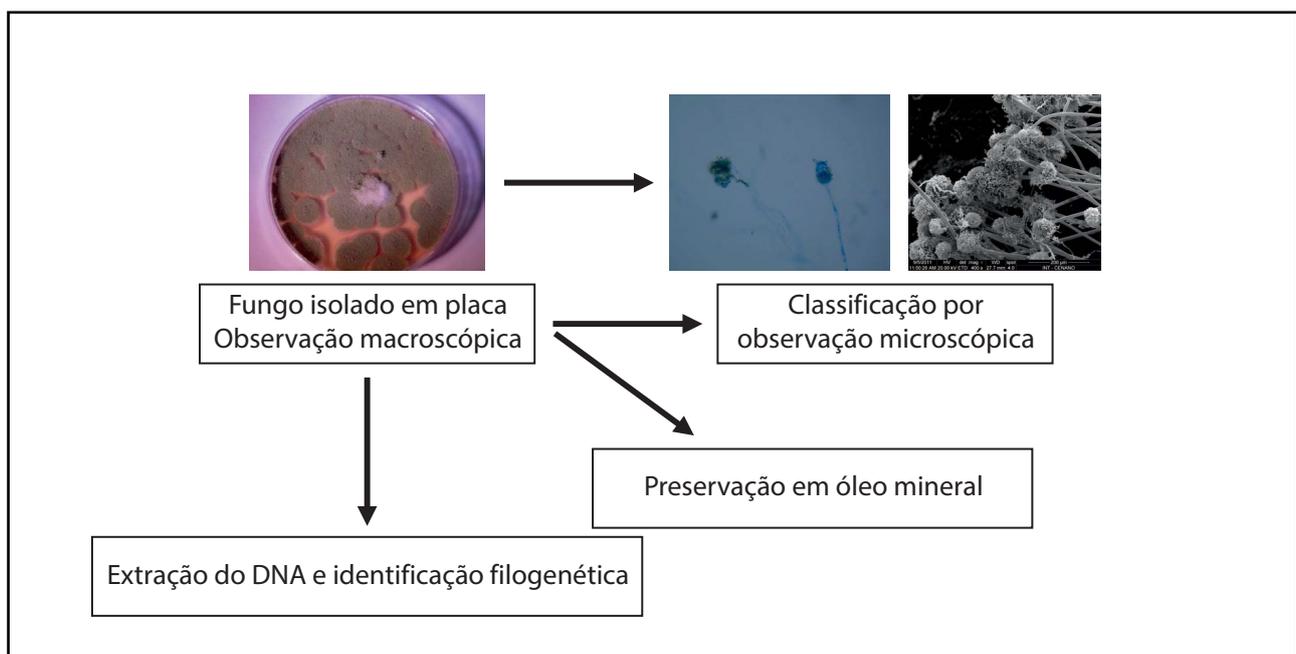
Os produtos da extensão foram purificados através do Kit Big Dye XTerminator Purification, para a retirada dos nucleotídeos e iniciadores não incorporados. Após a purificação, os produtos foram eletroinjetados no seqüenciador.

Os cromatogramas obtidos do sequenciamento foram submetidos aos programas *Chromas Lite*, versão 2.01 e *Bioedit* para análise da qualidade das seqüências. As seqüências validadas pelos programas foram pareadas às depositadas no banco de dados de DNA do Genbank [12] para a análise da similaridade através da ferramenta *BLASTn* (*Basic Alignment Search Tool*), disponível no próprio site do NCBI, sendo que apenas os fragmentos com similaridade acima de 98 % são consideradas confiáveis e anotadas. O procedimento adotado para a identificação de fungos contaminantes do ambiente e da berlinda de aparato do imperador D. Pedro II encontra-se apresentado na Figura 4. Já com relação à identificação filogenética dos fungos contaminantes o procedimento seguiu o protocolo apresentado na Figura 5. A Figura 6 apresenta um exemplo de aplicação das técnicas para observação microscópica e filogenética de fungos contaminantes, utilizando o couro da escada da berlinda de aparato como peça de estudo.

## Resultados e discussão

Os resultados do monitoramento microbiológico feito encontram-se apresentados na Tabela 1.

O monitoramento microbiológico permitiu concluir pela predominância de contaminação fúngica das partes selecionadas, em detrimento das bactérias e leveduras. Apenas uma levedura foi isolada, *Candida atlantica*, a qual não apresenta muita informação relacionada à sua ocorrência na literatura publicada, ficando-se restrito a informações relacionadas à taxonomia e classificação [15]. Com relação às bactérias, foram isoladas quatro espécies: *Microbacterium oleivorans*, *Bacillus sp.*, *Bacillus subtilis* e



**Figura 4.** Representação esquemática dos procedimentos genéricos adotados para identificação dos fungos contaminantes do ambiente e da berlinda.

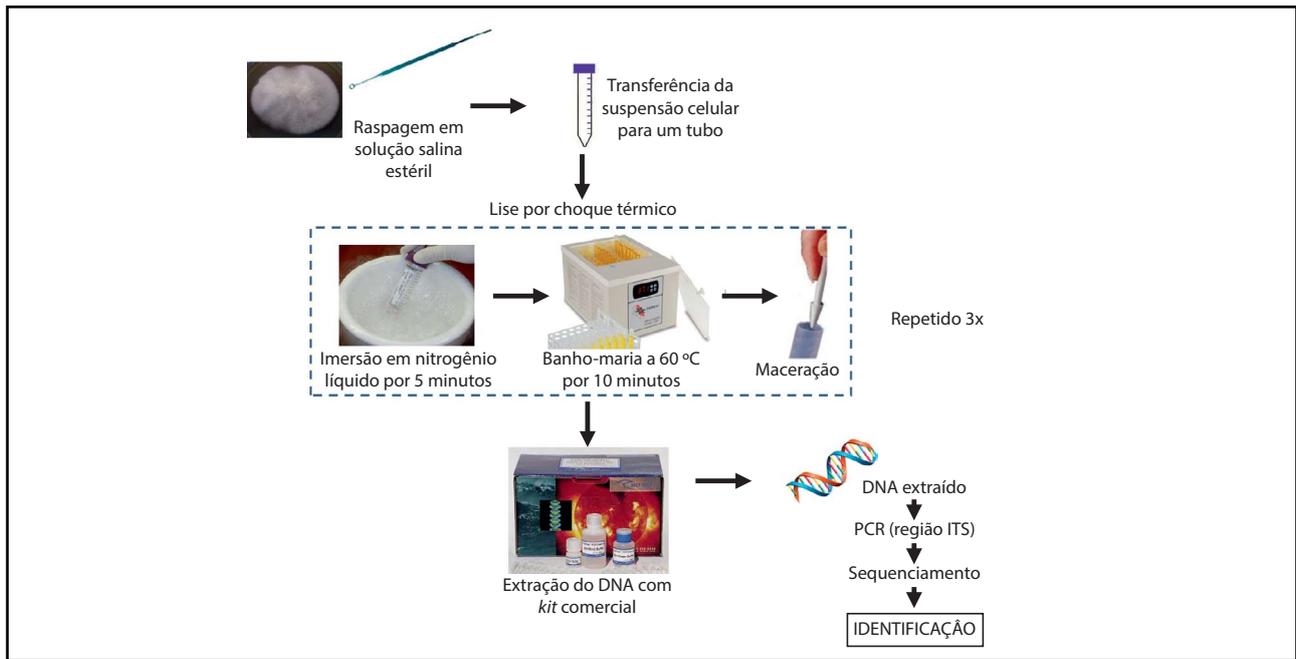


Figura 5. Procedimentos para identificação filogenética de fungos contaminantes do ambiente e da berlinda.

*Bacillus pumilus*. Com exceção da espécie *M. oleivorans*, tipicamente encontrada em óleos crus, todas as demais espécies são típicas do solo, facilmente explicando sua presença num objeto da natureza da berlinda. A distribuição das várias espécies pelas diferentes zonas da berlinda está registada na Tabela 1, que dá conta de uma grande diversidade.

A parte mais difícil da investigação foi relacionar as espécies encontradas com as partes de onde foram isoladas

e sua correlação com seus *habitats* típicos, explicando, assim, as possíveis contaminações cruzadas e ocorrências.

A espécie *Aspergillus caesiellus*, por exemplo, foi isolada do acabamento dos puxadores da berlinda, sendo, entretanto, sua ocorrência típica em solos quentes e cereais; essa espécie é tipicamente associada à deterioração de vegetação, o que pode ser facilmente correlacionado com sua ocorrência em peças de madeira. Cabe, no entanto, indicar como essa espécie foi isolada do puxador da peça,

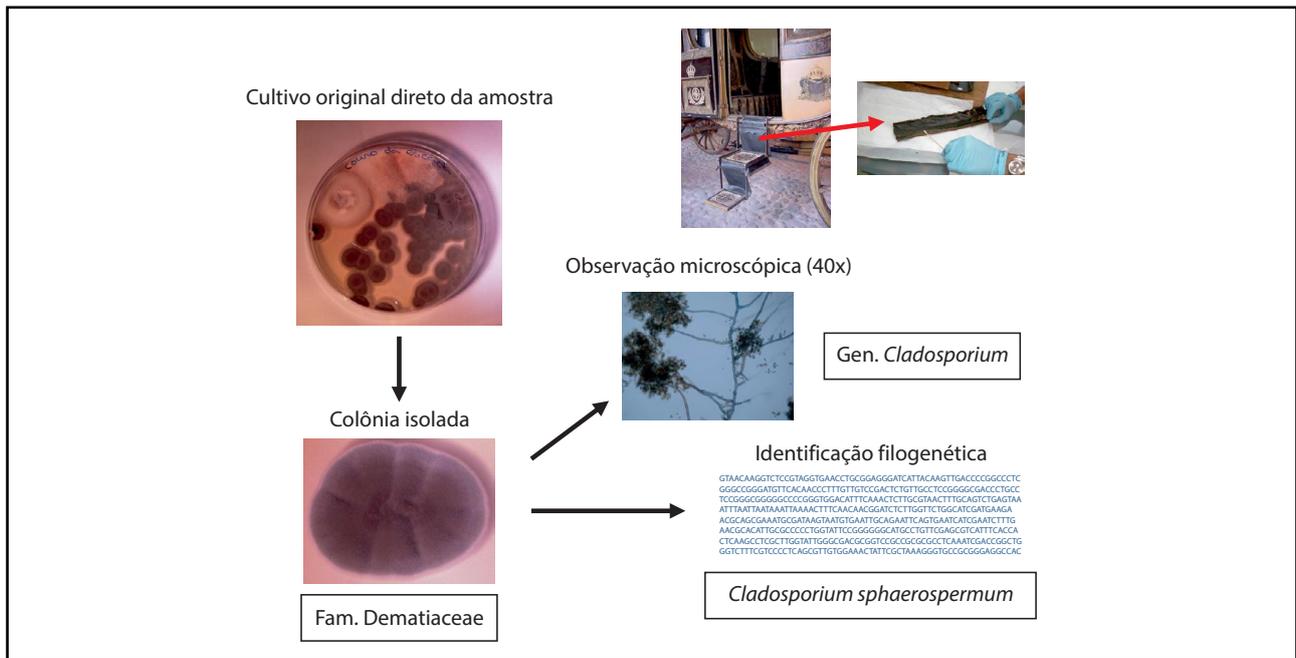


Figura 6. Exemplo de aplicação das técnicas para observação microscópica e filogenética de fungos contaminantes do couro da escada da berlinda.

**Tabela 1**

Espécies fúngicas isoladas de partes da berlinda, do ar interior e do ambiente externo da área de guarda

| Espécie                              | Quantidade | Local   |
|--------------------------------------|------------|---|
| <i>Aspergillus caesiellus</i>        | 1          | Acabamento dos puxadores  |
| <i>Aspergillus flavus</i>            | 2          | Ar (40 min dentro da berlinda)  |
| <i>Aspergillus sp.</i>               | 1          | Ar (1 h fora da berlinda)   |
| <i>Bipolaris sp.*</i>                | 1          | Ar (1 h fora da berlinda)   |
| <i>Cerebella andropogonis*</i>       | 2          | Ar (1 h fora da berlinda)<br>Ar (1 h dentro da berlinda)  |
| <i>Cladosporium cladosporiodes</i>   | 4          | Ar (1 h dentro da berlinda)<br>Ar (40 min fora da berlinda)<br>Couro da escada da berlinda<br>Crina do encosto (lavada) |
| <i>Cladosporium sphaerospermum</i>   | 1          | Couro da escada   |
| <i>Cladosporium sp.</i>              | 3          | Ar (40 min fora da berlinda)<br>Crina do encosto (não lavada)<br>Veludo   |
| <i>Epicoccum nigrum*</i>             | 1          | Ar (1h dentro da berlinda)  |
| <i>Hamigera fusca*</i>               | 4          | Teto<br>Crina do encosto (não lavada)<br>Tecido em contato com a crina<br>Botão do capitonê                             |
| <i>Leptosphaeria sp.*</i>            | 1          | Ar (1 h dentro da berlinda)   |
| <i>Penicillium brevicompactum</i>    | 1          | Crina do encosto (lavada)   |
| <i>Penicillium citrinum</i>          | 1          | Ar (40 min fora da berlinda)  |
| <i>Penicillium copticola</i>         | 1          | Crina do encosto (não lavada)   |
| <i>Penicillium italicum</i>          | 1          | Couro da escada   |
| <i>Penicillium olsoni</i>            | 1          | Vidro da frente da berlinda   |
| <i>Penicillium sp.</i>               | 2          | Ar (40 min fora da berlinda)<br>Veludo  |
| <i>Penicillium steckii</i>           | 1          | Ar (1 h fora da berlinda)   |
| <i>Pestalotiopsis neglecta*</i>      | 1          | Ar (1 h dentro da berlinda)   |
| <i>Pestalotiopsis maculiformans*</i> | 1          | Ar (1 h dentro da berlinda)   |
| <i>Phoma sp.</i>                     | 1          | Ar (40 min fora da berlinda)  |
| <i>Pseudocercospora norchiensis*</i> | 1          | Ar (40 min dentro da berlinda)  |
| <i>Trichoderma atroviride</i>        | 1          | Ar (40 min fora da berlinda)  |
| <i>Trichoderma viride</i>            | 1          | Ar (40 min fora da berlinda)  |
| <i>Xylaria sp.*</i>                  | 1          | Ar (1 h dentro da berlinda)   |

\*Espécies não relacionadas na base de dados do Centre de Recherche sur la Conservation des Collections como espécies típicas de contaminação do patrimônio cultural [14]

uma vez que apresenta ocorrência típica tão diversa da peça de onde foi isolada [16]. Já a espécie *Aspergillus flavus*, isolada do ar interior da berlinda, é de ocorrência comum em madeira, couro, papel e poeira atmosférica,

sendo, portanto, uma espécie de ocorrência previsível no ambiente de guarda da berlinda, assim como o *Aspergillus sp.* encontrado no ambiente externo da berlinda [17].

O gênero *Bipolaris*, isolado do ar exterior da berlinda, foi identificado por van Tieghem em 1876, sendo um fungo cosmopolita, filamentosos e de ocorrência típica no solo e em resíduos de plantas. Algumas espécies são patogênicas: *Bipolaris spicifera*, *Bipolaris australiensis* e *Bipolaris hawaiiensis*, apresentando um amplo espectro de ações, incluindo alergias e infecções de várias naturezas [18].

A espécie *Cladosporium cladosporioides* foi isolada do ar interior e exterior à berlinda, além do couro da escada e da crina de cavalo que compõe o encosto da berlinda. Essa espécie é cosmopolita, sendo muito comum em todo o mundo, tendo sido isolada do ar, solo, produtos têxteis, alimentos e sementes. Mesmo nos ambientes domésticos é de ocorrência usual. É uma espécie associada à decomposição de material vegetal, ninhos de aves e penas, papel, madeira e poeira atmosférica, indicando, dessa forma um potencial de degradação das peças onde coloniza. Strzelczyk et al. [19] confirmam a fácil contaminação fúngica de couros não tratados, conforme observado no presente trabalho. O mesmo comentário pode ser feito para a espécie *Cladosporium sphaerospermum* e para o *Cladosporium* sp.. A espécie *Epicoccum nigrum* constitui-se num saprófita cosmopolita, de distribuição mundial, tendo sido isolado do ar interior da berlinda.

O que se observa, em linhas gerais, é que os fungos isolados do ar e de partes selecionadas da berlinda têm, na sua maioria, ocorrência cosmopolita, o que os torna comuns do ponto de vista da aerobiologia. No entanto, cabe investigar aqueles que não são de ocorrência comum, a fim de se verificar o potencial biodeteriorante que possam apresentar em contato com a berlinda de aparato.

Seves et al. [20] reportam a dificuldade de crescimento de espécies fúngicas e bacterianas em telas para pintura. Os autores reportam que materiais têxteis não se mostram, a princípio, como um substrato fácil para crescimento microbiano. No entanto, os micro-organismos permanecem viáveis por um tempo muito longo, desenvolvendo, posteriormente atividade hidrolítica sobre a celulose e proteínas.

A fim de facilitar este tipo de avaliação dos resultados e para que a discussão das espécies isoladas não se torne enfadonha, procurou-se utilizar como referência a base de dados do Centre de Recherche sur la Conservation des Collections [14], que relaciona os fungos típicos das contaminações do patrimônio cultural com suas possíveis ocorrências. Dessa forma, torna-se mais fácil buscar uma associação entre contaminação ambiental e ocorrência de espécies em partes selecionadas da berlinda e potenciais ocorrências de natureza biodeteriorante.

As espécies que foram isoladas do ar e que não constam como típicas de contaminações do patrimônio cultural foram: *Bipolaris* sp., *Cerebella andropogonis*, *Epicoccum nigrum*, *Leptosphaeria* sp., *Pestalotiopsis neglecta*, *Pestalotiopsis maculiformans*, *Pseudocercospora norchiensis* e *Xylaria* sp.. Além disso, a espécie *Hamigera fusca* foi isolada do teto da berlinda, da crina não lavada

do encosto da berlinda e do botão do capitonê. Em termos gerais, pode-se dizer que praticamente todos os fungos atípicos de contaminação do patrimônio cultural foram encontrados no ar. No entanto, apresentam uma particularidade: foram isolados do ar interior da berlinda, indicando uma colonização preferencial no interior da peça, independente da possibilidade de terem vindo do ar exterior para o interior da berlinda. Cabe avaliar, em relação a essas espécies (ou mesmo gêneros), as informações disponíveis sobre suas ocorrências e conteúdos enzimáticos com potencial biodeteriorante.

Os fungos do gênero *Bipolaris* causam danos em plantas, particularmente dália (planta típica da região serrana, onde se localiza a berlinda), em regiões tropicais, muito embora estes fungos sejam cosmopolitas. A dispersão destes fungos ocorre prioritariamente devido à ação do vento e através de sementes e mudas infectadas. Além disso, em pequenas distâncias, gotas de chuva e/ou irrigação podem servir como meio de transporte aos esporos, sendo as condições favoráveis ao desenvolvimento destes fungos temperaturas amenas associadas à alta umidade relativa do ar e molhamento frequentes [21]. Embora haja uma grande diversidade dentro do gênero, as espécies típicas são produtoras de celulase e protease, o que sinaliza para a possibilidade de ataque à berlinda, sob condições adequadas.

A espécie *Cerebella andropogonis*, encontrada no ar interior e exterior à berlinda, apresenta-se como uma espécie cosmopolita de ocorrência comum na América do Sul [22]. Não foram encontrados relatos sobre sua ação na biodeterioração do patrimônio cultural, sendo, fundamentalmente de natureza patogênica para as plantas que coloniza. Dessa forma, pode-se inferir sobre o fato de apresentar atividade celulolítica, o que seria, a princípio, potencialmente perigoso caso as condições ambientais favorecessem sua infestação em partes da berlinda contendo celulose.

Araújo et al. [23] estudaram a caracterização morfológica e enzimática de fungos do gênero *Epicoccum* e observaram que este gênero é produtor de pectinase e quitinase, o que indica a possibilidade de ataque, por exemplo, à crina de cavalo que compõe o encosto da berlinda.

O gênero *Leptosphaeria* é um colonizador típico de plantas, onde produz toxinas e enzimas degradativas, caracterizando sua ação parasítico-necrotrófica. Caracteriza-se por um elevado nível de plasticidade em termos de aquisição de nutrientes, o que o torna um potencial agente biodeteriorante [24].

No Brasil as espécies do gênero *Pestalotiopsis* se acham registradas em quase todos os estados. Considerado um fungo cosmopolita, o gênero *Pestalotiopsis* pode ser encontrado como fitopatógeno e endofítico. Seus esporos são de fácil disseminação, e penetram nos tecidos vegetais por ferimentos ou aberturas naturais, infectando os mais diversos hospedeiros botânicos [25].

Rosa e Menezes [26] caracterizaram espécies de *Pseudocercospora* objetivando sua diferenciação. Os autores indicam a ocorrência das espécies em bananeiras, pelo desenvolvimento de cercosporiose da bananeira, doença típica desta planta. Mais uma vez, um fungo isolado no interior da berlinda apresenta-se com uma espécie de potencial celulolítico em função da sua colonização típica.

Já o fungo *Xylaria* é tipicamente um degradador da madeira, requerendo particular atenção no que diz respeito à sua presença no ar e possível contaminação cruzada na berlinda [27].

Por último, o gênero *Hamigera* é tipicamente encontrado em solos e em componentes têxteis, sendo muitas vezes confundido morfológicamente com o gênero *Penicillium*. Tendo sido encontrado no teto da berlinda, na crina não lavada do encosto da berlinda e no botão do capitonê, sua diversidade de colonização sinaliza para seu potencial biodegradador de partes da peça [28]. Sánchez-Piñero et al. [29] confirmam a necessidade de se investigar espécies atípicas em peças e obras do patrimônio histórico, por se tratarem estes de substratos de natureza não-convencional, portanto, de potencial desconhecido.

Ranalli et al. [30] publicaram uma extensa revisão sobre a biodeterioração do patrimônio cultural sobre matrizes inorgânicas, orgânicas e compostas, concluindo que informações básicas sobre os organismos associados deve ser investigada a fim de direcionar o problema da biodeterioração para o estabelecimento de práticas ideais de preservação.

## Conclusão

Pode-se concluir que a ciência, em particular nas áreas multidisciplinares, deve ter um papel chave na proteção e conservação do patrimônio cultural da humanidade, usualmente de natureza frágil, para as gerações futuras. Essa meta é particularmente difícil de ser atingida devido ao tamanho e diversidade de objetos envolvidos, bem como à enorme variedade de materiais constitutivos. Cabe ressaltar, que o patrimônio cultural muitas vezes está intrinsecamente relacionado à ocorrência de materiais vegetais e de natureza animal.

Para finalizar, Capodicasa et al. [31] alertam para uma questão crucial na conservação de obras do patrimônio cultural: as condições ambientais têm que ser rigorosamente monitoradas e corrigidas, uma vez que são elas as responsáveis pela transformação de um estado de dormência microbiana para um estado de intensa atividade metabólica.

Conclui-se, do presente trabalho, que a biologia molecular associada às técnicas clássicas de identificação microbiológica permitiram identificar uma vasta população fúngica em partes selecionadas da berlinda do imperador D. Pedro II. Apesar de suas naturezas cosmopolitas, praticamente todos os fungos (e potencialmente algumas bactérias) apresentam elevado potencial biodeteriorador,

devido à presença de enzimas celulolíticas e proteolíticas, as quais, embora não quantificadas no presente trabalho, são reportadas na literatura como produzidas por essas espécies ou gêneros microbianos. Dessa forma, os estudos conduzidos no âmbito da Aerobiologia permitiram direcionar o procedimento de restauração de um importante objeto museológico, em particular com claras orientações para a avaliação do espaço de guarda da berlinda, o qual deve ser, tanto quanto possível, isolado dessas espécies microbianas.

## Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer pelo suporte dado pela GE Celma para a restauração da berlinda de aparato, bem como ao CNPq e à FAPERJ pelo suporte à pesquisa.

## Referências

- 1 Ministério de Instrução Pública, Governo da Itália, Carta do Restauro, Circular 117 de 6 de abril de 1972.
- 2 Brandi, C., *Teoria del Restauro*, Einaudi, Turim (2000).
- 3 Museu Imperial de Petrópolis, <http://www.museuimperial.gov.br/conservacao-restauracao.html> (acesso em 20-2-2013).
- 4 Sterflinger, K., 'Fungi: their role in deterioration of cultural heritage', *Fungal Biology Reviews* **24** (2010) 47-55. [crossref](#)
- 5 Szaeapanowska, H.; Cavaliere A. R., 'Fungal deterioration of 18th and 19th century documents: A case study of the Tilghman Family Collection, Wye House, Easton. Maryland', *International Biodeterioration & Biodegradation* **46** (2000) 245-249. [crossref](#)
- 6 Rakotonirainy, M. S.; Heude, E.; Lavédrine, B., 'Isolation and attempts of biomolecular characterization of fungal strains associated to foxing on a 19th century book', *Journal of Cultural Heritage* **8** (2010) 126-133. [crossref](#)
- 7 Gómez-Alarcón, G.; Muñoz, M. L.; Flores, M., 'Excretion of organic acids by fungal strains isolated from decayed sandstone', *International Biodeterioration & Biodegradation* **34** (1994) 169-180. [crossref](#)
- 8 Herrera, L. K.; Videla, H. A., 'The importance of atmospheric effects on biodeterioration of cultural heritage constructional materials', *International Biodeterioration & Biodegradation* **54** (2004) 125-134. [crossref](#)
- 9 Milanesi, C.; Baldi, F.; Vignani, R.; Ciampolini, F.; Faleri, C.; Cresti, M., 'Fungal deterioration of medieval wall fresco determined by analysing small fragments containing copper', *International Biodeterioration & Biodegradation* **57** (2006) 7-13. [crossref](#)
- 10 Fazio, A. T.; Papinutti, L.; Gómez, B. A.; Parera, S.D.; Romero, A. R.; Siracusano, G.; Maier, M. S., 'Fungal deterioration of a Jesuit South American polychrome wood sculpture', *International Biodeterioration & Biodegradation* **64** (2010) 694-701. [crossref](#)
- 11 Konkol, N.; McNamara, C. J.; Mitchell, R., 'Fluorometric detection and estimation of fungal biomass on cultural heritage materials', *Journal of Microbiological Methods* **80** (2010) 178-182. [crossref](#)
- 12 Genbank, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/> (acesso em 12-1-2013).
- 13 Lutterbach, M. T. S.; Galvão, M. M., 'Fuel for the future biodiesel', in *Applied Microbiology and Molecular Biology*

- in Oilfield Systems*, ed. E. Whitby e T. L. Skovhus, Springer, Heidelberg (2011) 229-235. **crossref**
- 14 *Mycota – Fungal contaminants of cultural heritage*, <http://mycota-crcc.mnhn.fr/site/resultRechEspece.php?mots=penicillium&lang=eng> (acesso em 12-02-2013).
  - 15 Fungal Biodiversity Centre, Institute of the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, <http://www.cbs.knaw.nl> (acesso em 2-5-2013).
  - 16 Caltex Mold Services, [http://www.caltexmoldservices.com/section/mold\\_library/aspergillus/aspergillus\\_caesiellus/](http://www.caltexmoldservices.com/section/mold_library/aspergillus/aspergillus_caesiellus/) (acesso em 4-5-2013).
  - 17 *Mycota – Fungal contaminants of cultural heritage*, <http://mycota-crcc.mnhn.fr/site/accueil.php?lang=eng> (acesso em 4-5-2013).
  - 18 Doctor Fungus, <http://www.doctorfungus.org/thefungi/bipolaris.php> (acesso em 9-5-2013).
  - 19 Strzelczyk, A. B.; Bannach, L.; Kurowska, A., 'Biodeterioration of archeological leather', *International Biodeterioration & Biodegradation* **39** (1997) 301-309. **crossref**
  - 20 Seves, A. M.; Sora, S.; Ciferri, O., 'The microbial colonization of oil paintings. A laboratory investigation', *International Biodeterioration & Biodegradation* **37** (1996) 215-224. **crossref**
  - 21 Instituto Federal Goiano, *Aspectos gerais e morfológicos de bipolaris sp.*, [http://fitopatologia1.blogspot.com.br/2010/11/descricao-micologica-aspectos-gerais-e\\_09.html](http://fitopatologia1.blogspot.com.br/2010/11/descricao-micologica-aspectos-gerais-e_09.html) (acesso em 4-3-2013)
  - 22 Rodríguez Hernández, M., Minter, D. W., Castañeda Ruíz, R. F., *Cerebella andropogonis*, Descriptions of Fungi and Bacteria, CABI Bioscience, <http://www.cabi.org/dfb/?loadmodule=review&page=4048&reviewid=10591&site=159> (acesso em 4-4-2013).
  - 23 Araújo, L. G.; Sena, A. P. A.; Chaibub, A. A.; Côrtes, M. V. C. B.; Filippi, M. C. C., 45º Congresso Brasileiro de Fitopatologia - Manaus, AM, *Tropical Plant Pathology* **38** (Suplemento) (2012).
  - 24 Genoscope – Centre National de Séquençage, *Leptosphaeria maculans*, <http://www.cns.fr/spip/-Leptosphaeria-maculans-.html> (acesso em 4-4-2013).
  - 25 Kruschewsky, M. C., 'Taxonomia e ecologia do gênero *Pestalotiopsis* no Brasil, com ênfase para a mata atlântica do sul da Bahia', dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Santa Cruz (2010).
  - 26 Rosa, R. C. T.; Menezes, M., 'Caracterização patogênica, fisiológica e morfológica de *Pseudocercospora musae*', *Fitopatologia Brasileira* **26**(2) (2001) 141-147. **crossref**
  - 27 Fonseca, M. D. P., 'Produção de enzimas oxidativas por fungos amazônicos degradadores de madeira', dissertação de mestrado em Biotecnologia e Recursos Naturais, Universidade do Estado do Amazonas (2009).
  - 28 Peterson, S. W.; Jurjevic, Z.; Bills, G.F.; Stchigel, A. M.; Guarro, J.; Vega, F. E., 'Genus *Hamigera*, six new species and multilocus DNA sequence based phylogeny', *Mycologia*, **102**(4) (2010) 847-864. **crossref**
  - 29 Sánchez-Piñero, F.; Bolívar, F. C., 'Indirect effects of a non-target species, *Pyrrhalta luteola* (Chrysomelidae) on the biodeterioration of Brussels tapestries', *International Biodeterioration & Biodegradation* **54** (2004) 297-302. **crossref**
  - 30 Ranalli, G., Zanardini, E., Sorlini, C., 'Biodeterioration – Including cultural heritage', in *Encyclopedia of Microbiology*, ed. M. Schaechter, 3<sup>rd</sup> ed., Academic Press, New York (2009), 191-205. **crossref**
  - 31 Capodicasa, S.; Fedi, S.; Porcelli, A. M.; Zannoni, D., 'The microbial community dwelling on a biodeteriorated 16th century painting', *International Biodeterioration & Biodegradation* **64** (2010) 727-733. **crossref**

Recebido: 27 de Maio de 2013

Revisto: 12 de Julho de 2013

Aceite: 12 de Julho de 2013

Online: 22 de Julho de 2013



## Normas de colaboração e instruções para os autores

### Âmbito da revista

A revista *Conservar Património* é uma revista científica que pretende publicar semestralmente estudos relacionados com a conservação e restauro, nas suas várias modalidades e perspectivas, e estudos sobre as múltiplas dimensões das obras que constituem o património cultural provenientes de disciplinas como a história da arte, a arqueologia, a museologia, a química, a física, a biologia ou outras.

A revista é publicada pela Associação Profissional de Conservadores-Restauradores de Portugal (ARP), mas os autores não têm que ter qualquer ligação a esta associação. A revista agradece todas as colaborações que espontaneamente lhe sejam enviadas desde que se enquadrem nos seus interesses e estejam de acordo com os padrões de qualidade que pretende manter. Embora estas colaborações não solicitadas constituam o essencial de cada número, a direcção da revista pode dirigir convites de colaboração a autores com excepcional currículo nas áreas de interesse da revista.

As colaborações submetidas para publicação devem ser inéditas e, portanto, não devem ter sido previamente publicadas ou estar a aguardar publicação noutra local.

### Tipos de colaboração

A revista tem diversas secções, conforme a natureza e o fôlego das contribuições, designadamente as seguintes:

— *Artigos*, para as contribuições mais importantes, que podem dar conta de tratamentos de conservação efectuados

## Norms for collaboration and author guidelines

### About the journal

*Conservar Património* is a scientific journal that aims to biannually publish research papers related to conservation-restoration in its various modalities and perspectives. It is also interested in papers from other fields of knowledge, such as history of art, archaeology, museum studies, chemistry, physics and biology or others, about the multiple dimensions of cultural heritage works.

The journal is published by the Associação Profissional de Conservadores-Restauradores de Portugal (ARP), although the authors are not obliged to a relationship with ARP. The journal is glad to receive any paper submissions that reflect its editing policy and quality standards. Although spontaneously submitted papers constitute the essence of each volume, the editors may invite collaborations from authors with relevant knowledge within the universe of interest of the journal.

The submitted papers must not have been published or submitted elsewhere.

### Types of collaboration

The journal has different section headings according to the content nature of the submitted papers. The available sections are listed below:

— *Articles*, for the main contributions. The papers may present conservation treatments done with the support of other fields of knowledge, studies not directly connected

com recurso a estudos envolvendo outras disciplinas, apresentar estudos realizados sem qualquer relação com intervenções de conservação e restauro ou constituir artigos de revisão sobre os materiais, as técnicas, a história ou as intervenções de conservação;

— *Intervenções*, onde são apresentadas intervenções de conservação realizadas sem o recurso a estudos laboratoriais ou outros;

— *Notas*, secção dedicada à divulgação de textos de temática semelhante à dos artigos e das intervenções, mas com menor dimensão;

— *Opiniões*, onde são divulgadas opiniões pessoais, devidamente justificadas, sobre os diversos aspectos envolvidos na conservação, bem como notícias ou recensões sobre outras publicações ou acontecimentos relevantes. São incluídas aqui contribuições recebidas na forma de carta, bem como comentários a outras contribuições publicadas na revista.

## Avaliação

Todas as colaborações não convidadas submetidas para publicação são alvo de uma primeira avaliação de natureza geral por parte da Direcção com vista à determinação do seu interesse e da sua adequação à revista. Após parecer favorável, são sujeitas a avaliação anónima por pares (*peer reviewing*). Sempre que possível, nessa avaliação participarão membros do Conselho Editorial. As colaborações convidadas não estão sujeitas a este processo. As colaborações destinadas à secção de *Opiniões* podem passar apenas pela avaliação da Direcção.

Em qualquer caso, a opinião dos autores não traduz necessariamente a opinião da ARP ou da Direcção ou do Conselho Editorial da revista e são os autores os únicos responsáveis pelas opiniões manifestadas, mesmo nas situações em que são sugeridas modificações aos textos inicialmente submetidos.

## Idiomas

Embora a revista privilegie a utilização da língua portuguesa, poderão igualmente ser publicadas contribuições noutros idiomas, designadamente, inglês, francês, espanhol ou italiano. Ainda que a Direcção da revista use a variante do português europeu anterior ao acordo ortográfico de 1990, são igualmente aceites colaborações noutras variantes do português, como a variante do acordo ortográfico ou a variante brasileira. Nestes casos, como em qualquer outro idioma em que também existam variantes, de forma coerente deverá ser usada uma só variante em todo o texto.

Os textos destinados às secções de *Artigos*, *Intervenções* e *Notas* devem ter título e resumo em português e inglês e, se forem escritos noutro idioma, também devem ser acompanhados de título e resumo nesse mesmo idioma.

to conservation-restoration interventions, or reviews about subjects related to materials, techniques, history and intervention methodologies;

— *Interventions*, for contributions reporting on conservation interventions without the support of laboratory studies or others;

— *Notes*, for contributions similar to those included in articles and interventions, but smaller in size;

— *Opinions*, for personal but relevant opinions on different conservation aspects and for reports on relevant occurrences or reviews of published materials. Letters and comments about published contributions are also included here.

## Review

All the contributions submitted for publication are subject to a first general review from the Editors to ascertain whether they are within the journal scope and objectives. After passing this first stage, the papers are subjected to peer reviewing. The Editorial Board will participate as often as possible in this stage of review. Invited contributions are not subjected to this type of reviewing. Contributions to the *Opinions* section may be reviewed solely by the Editors.

Whichever the case may be, the authors' opinion does not necessarily coincide with that of ARP or of the journal's Editors or Editorial Board. The authors are solely responsible for their opinions, even when modifications to their texts are suggested in the review process.

## Languages

Although the Portuguese language is privileged, other languages may be accepted for publishing, namely English, French, Spanish or Italian. While the Editors will continue to use the European Portuguese spelling prior to the 1990 Orthographic Agreement, collaborations in other spellings will be accepted, such as the variant spelling of the Orthographic Agreement or the Brazilian variant. In such cases, however, there must be consistence throughout the texts; the same holds true for other languages with spelling variants.

The papers destined to the *Articles*, *Interventions* and *Notes* sections must contain a Portuguese and an English title and abstract and, if written in another language, must also incorporate the title and abstract in that language.

## Text organization

All papers except those destined to the *Opinions* section must obey the following structure: Title written in the original language, as well as in Portuguese and English,

## Organização dos textos

Excepto os textos destinados à secção de *Opiniões*, a organização de qualquer contribuição deve obedecer à seguinte estrutura geral: título no idioma do texto, em português e em inglês, nomes dos autores e instituição, organização ou empresa a que pertencem e respectivos contactos, resumo, palavras-chave, texto, agradecimentos, referências bibliográficas, tabelas e figuras. Os textos destinados à secção de *Opiniões*, além do título no idioma do texto, deverão ter o título em português e em inglês.

Cada resumo não deve ultrapassar as 150 palavras e deve funcionar como um pequeno texto autónomo sem remeter para o texto principal. Deve haver resumos em português, em inglês e no idioma original do texto, se o mesmo for diferente daqueles. As palavras-chave, até um máximo de seis, devem ser apresentadas da mesma forma, isto é, em português, em inglês e no idioma original do texto. As palavras-chave devem ajudar a enquadrar o texto no seu contexto geral e devem complementar as palavras usadas no título, portanto, sem as repetir.

Os textos, sobretudo os de maiores dimensões, devem estar divididos em secções e subsecções, de acordo com o seu conteúdo.

Os textos devem ser cuidadosamente revistos tendo em atenção a correcção ortográfica e gramatical. As notas de rodapé devem ser evitadas e as referências à bibliografia devem ser feitas através de números entre parêntesis rectos.

Podem ser utilizadas tabelas e figuras, devendo usar-se esta última designação e não as de imagem, foto, fotografia, ilustração, esquema ou outra. Todas as tabelas e figuras devem estar referenciadas no texto através dos respectivos números. Devem ser colocadas no final, cada uma numa folha diferente, e ser acompanhadas das respectivas legendas. Os autores devem obter as permissões necessárias para a utilização de figuras ou outros materiais sujeitos a *copyright*.

A bibliografia referenciada deve ser apresentada no final do texto através de lista numerada de acordo com o local de citação no texto e com o formato adiante apresentado.

## Referências bibliográficas

A lista final das referências bibliográficas citadas (e apenas estas) deve ser apresentada segundo a ordem de citação. Como modelo, sugere-se a consulta de artigos já publicados na revista.

Para as situações mais comuns, o formato das referências é o seguinte:

### Livro

#### Formato:

Apelido, Iniciais dos nomes próprios; Apelido, Iniciais dos nomes próprios, *Título em Itálico e Maiúsculas*, vol. [se houver mais do que um volume], edição [se não for a 1.<sup>a</sup>], Editora, Local (data).

authors' names and affiliation, respective contacts, abstract, keywords, text, acknowledgements, references, tables and figures. The texts destined to the *Opinions* section shall have the title written in the original language, as well as in Portuguese and English.

The abstracts must not surpass 150 words and must function as a separate text without referring to the main text. The abstracts should be written in Portuguese, English and in the original language if different from the former two. A maximum of six keywords should also be presented in Portuguese, English and the original language. The keywords should help to frame the text in its general context and should complement the words in the title without repetition.

The texts should be divided in sections and subsections in accordance with their content.

The orthographic and grammatical review should be done carefully. Footnotes should be avoided and reference marks should be numbered between straight brackets.

Tables and figures may be used, and should be thus designated — and not as images, photos, photographs, illustrations, schemes or other. All tables and figures must be referenced in the text by their respective numbers. They should be placed at the end of the text, each with its respective legend on a separate sheet. The authors must gain the necessary permission to use the figures or other copyright materials.

References should be listed at the end of the text, numbered in accordance with the text citations and the following styles.

## References

The list of references (cited references only) at the end of the paper should follow the citation sequence of the text. As a template, the consultation of papers formerly published by the journal is suggested.

For the most common situations, the reference format is as follows:

### Book

#### Format:

Author Surname, First Names Initials; Author Surname, First Names Initials, *Title in Italics and Uppercase*, vol. [if there is more than one volume], edition [if not the first], Publisher, Place of publication (year of publication).

#### Examples:

Bomford, D.; Dunkerton, J.; Gordon, D.; Roy, A., *Art in the Making. Italian Painting Before 1400*, National Gallery, London (1989).

Berrie, B. H. (ed.), *Artists' Pigments. A Handbook of their History and Characteristics*, vol. 4, National Gallery of Art – Archetype Publications, Washington – London (2007).

**Exemplos:**

Bomford, D.; Dunkerton, J.; Gordon, D.; Roy, A., *Art in the Making. Italian Painting Before 1400*, National Gallery, London (1989).

Berrie, B. H. (ed.), *Artists' Pigments. A Handbook of their History and Characteristics*, vol. 4, National Gallery of Art – Archetype Publications, Washington – London (2007).

**Capítulo de livro ou comunicação em volume de actas****Formato:**

Apelido, Iniciais dos nomes próprios, 'Título do capítulo ou da comunicação em minúsculas', in *Título do Livro em Itálico e Maiúsculas*, ed. Iniciais dos nomes próprios e apelido do autor ou organizador do livro, vol. [se houver mais do que um volume], edição [se não for a 1.<sup>a</sup>], Editora, Local (data) 1.<sup>a</sup> página-última página.

**Exemplos:**

McManus, N. C.; Townsend, J. H., 'Watercolour methods, and materials use in context', in *William Blake. The Painter at Work*, ed. J.H. Townsend, Tate Publishing, London (2003) 61-79.

Chastang, Y., 'The conservation of two pietre dure and gilt-bronze-mounted cabinets made by Domenico Cucci for Louis XIV', in *The Decorative: Conservation and the Applied Arts*, ed. S. Cather, A. Nevin, J. H. Townsend, M. Spring, J. K. Atkinson e D. Eastop, IIC, London (2012) 73-79.

**Artigo de revista****Formato:**

Apelido, Iniciais dos nomes próprios, 'Título do artigo em minúsculas', *Revista em Itálico e Maiúsculas* Volume em negrito(Fascículo) (data) 1.<sup>a</sup> página-última página.

**Exemplos:**

Carr, D. J.; Young, C. R. T.; Phenix, A.; Hibberd, R. D., 'Development of a physical model of a typical nineteenth-century English canvas painting', *Studies in Conservation* 48(3) (2003) 145-154.

Cultrone, G.; Madkour, F., 'Evaluation of the effectiveness of treatment products in improving the quality of ceramics used in new and historical buildings', *Journal of Cultural Heritage* 14(4) (2013) 304-310.

**Internet (documentos disponíveis apenas em formato digital)****Formato:**

Apelido, Iniciais dos nomes próprios, 'Título do documento em minúsculas' (data do documento), in *Nome do Site em Itálico e Maiúsculas*, Instituição, url (data de acesso no formato dia-mês-ano).

**Exemplos:**

'Azurite', in *Cameo*, Museum of Fine Arts, Boston, <http://cameo.mfa.org/wiki/Azurite> (acesso em 16-7-2013).

**Chapter in a book or paper in conference proceedings****Format:**

Author Surname, First Names Initials, 'Title of chapter or paper in lowercase', in *Book or Proceedings Title in Italics and Uppercase*, ed. First Names Initials and Surname of editor of publication, vol. [if there is more than one volume], edition [if not the first], Publisher, Place of publication (year of publication) first page-last page.

**Examples:**

McManus, N. C.; Townsend, J. H., 'Watercolour methods, and materials use in context', in *William Blake. The Painter at Work*, ed. J.H. Townsend, Tate Publishing, London (2003) 61-79.

Chastang, Y., 'The conservation of two pietre dure and gilt-bronze-mounted cabinets made by Domenico Cucci for Louis XIV', in *The Decorative: Conservation and the Applied Arts*, ed. S. Cather, A. Nevin, J. H. Townsend, M. Spring, J. K. Atkinson e D. Eastop, IIC, London (2012) 73-79.

**Paper in a journal****Format:**

Author Surname, First Names Initials, 'Paper title in lowercase', *Journal in Italics and Uppercase* **volume in bold**(issue) (year of publication) first page-last page.

**Examples:**

Carr, D. J.; Young, C. R. T.; Phenix, A.; Hibberd, R. D., 'Development of a physical model of a typical nineteenth-century English canvas painting', *Studies in Conservation* 48(3) (2003) 145-154.

Cultrone, G.; Madkour, F., 'Evaluation of the effectiveness of treatment products in improving the quality of ceramics used in new and historical buildings', *Journal of Cultural Heritage* 14(4) (2013) 304-310.

**Internet (documents available in digital format only)****Format:**

Author Surname, First Names Initials, 'Document title in lowercase' (documents' date), in *Site Name in Italics and Uppercase*, Institution, url (access date in day-month-year format).

**Examples:**

'Azurite', in *Cameo*, Museum of Fine Arts, Boston, <http://cameo.mfa.org/wiki/Azurite> (accessed 16-7-2013).

*Tracing Bosch and Bruegel: Four Paintings Magnified*, <http://www.bosch-bruegel.com/index.php> (accessed 16-7-2013).

Deneffe, D.; Fransen, B.; Henderiks, V.; Mund, H., 'Early Netherlandish painting. A bibliography. 1999-2009' (2011), Centre d'Étude des Primitifs Flamands, <http://xv.kikirpa.be/fr/publication.htm#Bijdragen> (accessed 16-7-2013).

*Tracing Bosch and Bruegel: Four Paintings Magnified*, <http://www.bosch-bruegel.com/index.php> (acesso em 16-7-2013).

Deneffe, D.; Franssen, B.; Henderiks, V.; Mund, H., 'Early Netherlandish painting. A bibliography. 1999-2009' (2011), Centre d'Étude des Primitifs Flamands, <http://xv.kikirpa.be/fr/publication.htm#Bijdragen> (acesso em 16-7-2013).

## Material não publicado

### Formato:

Apelido, Iniciais dos nomes próprios, 'Título em minúsculas', tipo de documento, Instituição, Local, Dados de acesso (data).

### Exemplos:

Varley, A. J., 'Statistical image analysis methods for line detection', tese de doutoramento, University of Cambridge, Cambridge (1999).

Holanda, F., 'Do tirar pelo natural', manuscrito, Academia das Ciências de Lisboa, Lisboa, Ms. Azul 650 (1790).

'Folhas da obra da Igreja e o mais que ficou arruinado por cauza do terramoto que houve em dia de todos-os-santos do ano de 1755', manuscrito, Arquivo Histórico da Misericórdia, Almada, Maço 6, n.º 15, L.º 25-A (1757).

## Figuras

Cada figura deve ser enviada separadamente num ficheiro gráfico (tiff, jpeg, psd, pdf, entre outros). O nome de cada ficheiro deverá ser o número da figura. No caso de figuras compostas por diferentes partes (a, b, c, etc.), cada parte deverá corresponder a um ficheiro diferente. Os ficheiros gráficos devem ter resolução apropriada (em princípio, 300 dpi).

No caso de figuras que são montagens ou esquemas, estes devem ser feitos pelos autores e devem ser enviados na forma de um só ficheiro gráfico. Não são adequadas montagens feitas no Word. No caso de gráficos e de esquemas, as cores e os símbolos devem ser empregues coerentemente. Como fonte de caracteres a usar nessas figuras, é sugerido o uso da fonte Arial ou semelhante.

A lista com as legendas das figuras deve ser colocada no final do documento principal.

## Submissão das colaborações

Para o texto deve ser utilizado um ficheiro do Word (formato com extensão doc e não docx) e, embora não seja obrigatório, é vivamente recomendada a utilização de um modelo de documento que pode ser obtido no *web site* da revista (<http://revista.arp.org.pt>). As figuras, como já foi explicado, devem ser enviadas em ficheiros gráficos.

As colaborações devem ser enviadas para a Direção através do e-mail [ajcruz@ipt.pt](mailto:ajcruz@ipt.pt). No caso de ficheiros de

## Unpublished material

### Format:

Author Surname, First Names Initials, 'Title in lowercase', type of document, Institution or other issuing body, Local, accession number (year).

### Examples:

Varley, A. J., 'Statistical image analysis methods for line detection', PhD dissertation, University of Cambridge, Cambridge (1999).

Holanda, F., 'Do tirar pelo natural', manuscript, Academia das Ciências de Lisboa, Lisboa, Ms. Azul 650 (1790).

'Folhas da obra da Igreja e o mais que ficou arruinado por cauza do terramoto que houve em dia de todos-os-santos do ano de 1755', manuscript, Arquivo Histórico da Misericórdia, Almada, Maço 6, n.º 15, L.º 25-A (1757).

## Figures

Each figure should be sent as an individual graphic file (tiff, jpeg, psd, pdf or other). The name of each file should be the respective figure number. When the figure is composed of different parts (a, b, c, etc.), each part should correspond to a different file. The graphic files should have an appropriate resolution (normally 300 dpi).

When the figures are constructed images or schemes, they should be made by the author and sent as one individual graphic file. Word constructed images are not adequate. When designing graphics and schemes, care should be taken to use colours and symbols coherently. Arial or similar is suggested as the font to be used in those figures.

The figure captions list should be placed at the end of the main document.

## Submission

Papers should be submitted as Word files (doc format and not docx) and, although not strictly obligatory, it is vividly recommended to use the template document that is available on the website of the journal (<http://revista.arp.org.pt>). The figures should be sent as separate graphic files, as previously specified.

Collaborations should be sent to the Editor to the following email address: [ajcruz@ipt.pt](mailto:ajcruz@ipt.pt). When sending large files, the text file and the figure files should be zipped and sent through an online file sharing service (many free services are available).

## Rights

Authors are free to make their own articles available as deemed necessary and to use their content (text and figures) outside the journal after the corresponding issue

grande dimensão, o ficheiro de texto e os ficheiros das figuras deverão ser colocados num ficheiro zip e este deve ser enviado através de um serviço de envio de ficheiros (de que há vários exemplos gratuitos).

## Direitos

Os autores podem disponibilizar livremente os ficheiros pdf dos respectivos artigos pelos meios que entenderem e usar livremente o conteúdo dos seus artigos (texto e figuras) depois de publicada a revista em que se inserem, devendo fazer referência, no entanto, à sua publicação original na *Conservar Património*.

Os autores autorizam a ARP a livremente republicar os respectivos artigos em qualquer outra eventual publicação que venha a promover (por exemplo, recolha de artigos seleccionados), independentemente do suporte que a mesma venha a ter e de eventual alteração gráfica.

Revisto em 16 de Julho de 2013.

is published; nevertheless, the original publication in *Conservar Património* should always be referenced.

The authors authorize ARP to freely republish their articles in any further publications it may promote (e.g. a collection of selected papers), regardless of any change in medium or in graphic layout.

Last revised on July 16th, 2013.



