

MARIA SOFIA MOURA NEVES MOREIRA PIRES

Licenciada em Conservação e Restauro

POTENCIALIDADES DAS FERRAMENTAS DIGITAIS APLICADAS AO PATRIMÓNIO CULTURAL

QUATRO CERÂMICAS ARQUEOLÓGICAS DO CONVENTO DE JESUS
(SETÚBAL)

MESTRADO EM CONSERVAÇÃO E RESTAURO

Universidade NOVA de Lisboa
Setembro, 2023

POTENCIALIDADES DAS FERRAMENTAS DIGITAIS APLICADAS AO PATRIMÓNIO CULTURAL

QUATRO CERÂMICAS ARQUEOLÓGICAS DO CONVENTO DE JESUS
(SETÚBAL)

MARIA SOFIA MOURA NEVES MOREIRA PIRES

Licenciada em Conservação e Restauro

Orientadora: Professora Doutora Inês Coutinho,
Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa

Coorientadores: Doutora Susana Coentro,
Investigadora, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa

Júri:

Presidente: Professora Doutora Catarina Paula Oliveira de Ma-
tos Madureira Villamariz,
Professora Auxiliar, FCT-NOVA

Arguentes: Doutora Maria Armanda Simenta Rodrigues
Grueau,
Professora Associada, FCT-NOVA
Mestre Inês Isabel Mateus da Silva Feliciano,
Investigadora, FCT-NOVA

Orientador: Professora Doutora Inês Coutinho,
Professora Auxiliar, FCT-NOVA

Membros: Doutora Susana Coentro
Investigadora, FCT-NOVA

Potencialidades das ferramentas digitais aplicadas ao Património Cultural - Quatro cerâmicas arqueológicas do Convento de Jesus (Setúbal)

Copyright © Maria Sofia Moura Neves Moreira Pires, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer às minhas orientadoras por todo o apoio durante este ano. À Professora Inês, por toda a confiança que depositou em mim, e por descomplicar as minhas ideias, por mostrar que não existem problemas existem situações! À Professora Susana, pela disponibilidade, e pelas palavras motivacionais nos momentos mais difíceis! Um agradecimento também à Vanessa pela ajuda no FTIR, mas sobretudo por todo o apoio dado.

Às pessoas da VICARTE, não podia não deixar um enorme obrigada por me acolherem tão bem. Em especial, um grande obrigada à Catarina por ser a minha psicóloga de serviço, com os discursos motivacionais quando eu mais precisei, e por toda a ajuda sempre e em tudo!

Aos amigos que a FCT me deu, e que são como uma família, Ana, João, Leo, Mara e Mariana, obrigada por este caminho que fizemos juntos, agradeço imenso terem feito destes anos uma experiência inesquecível, com muitas boas histórias e eternas memórias! Foram anos intensos, mas acima de tudo cheios gargalhadas e muitas “novidades”! À minha família académica, às minhas madrinhas Bicas e Inês, às minhas afis Cris e Mari obrigada por me ajudarem a descobrir tudo o que poderia haver de melhor nesta FCT, e por me mostrarem as coisas boas a tirar destes anos! Um grande agradecimento também as minhas avós, Borges e Joana por me apoiarem sempre! À Prada e à Sofia obrigada por se cruzarem no meu percurso, e o tornarem ainda melhor! Agradeço também ao NuCoRes, e às pessoas com quem trabalhei, que bom que foi poder trabalhar, mas acima de tudo crescer com todos vocês!

Aos amigos da paz, da Missão País, do Projeto + e do CAMTIL, obrigada por trazerem ao de cima o meu melhor lado, e me lembrarem o que é realmente essencial!

Agora o maior agradecimento à minha família, em especial, aos meus pais que me ajudaram sempre, para que conseguisse chegar onde cheguei, e a ter forças para alcançar o que eu quisesse! Ao meu irmão por ser um bom explicador e acima de tudo um ótimo conselheiro!

Por fim, deixo um último obrigada a todos os professores, e colegas que marcaram o meu percurso académico!

RESUMO

O "restauro digital" é uma ferramenta que permite a criação de modelos digitais 3D do património cultural, e que tem tido atualmente um grande desenvolvimento no campo da conservação e restauro. Esta ferramenta apresenta inúmeras vantagens, quer pelo seu potencial expositivo e de divulgação da arte e cultura material, quer pela possibilidade de simulação no contexto de restauro.

O Convento de Jesus, em Setúbal tem um vasto espólio cerâmico, na ordem dos milhares de fragmentos, que pela sua grandeza se torna difícil de conhecer, partilhar e tratar, e que, por isso, ficam, na maior parte dos casos, condenados às reservas. Assim, com esta dissertação tentaram explorar-se as potencialidades das ferramentas digitais neste campo, com intuito de perceber as vantagens do "restauro digital" e conseguir dar resposta às dificuldades de tratamento e de exposição das grandes coleções.

Foram eleitos quatro casos de estudo deste convento: um prato grande, um prato canelado, um pote e uma taça, que levantavam problemáticas de conservação diferentes relativamente à forma e às dimensões. Todos os casos de estudo possuíam uma grande área lacunar, possivelmente derivado do seu contexto arqueológico. Os fragmentos pertencentes a estas peças foram digitalizados e procedeu-se ao "restauro digital" e material (ou tradicional) dos mesmos, com o intuito comparar estas duas abordagens e perceber de que forma é que podem também ser trabalhadas em conjunto e de forma complementar.

Em paralelo, explorou-se ainda o papel do conservador-restaurador no processo de digitalizações de coleções, e do uso das ferramentas digitais no contexto do património cultural.

Os resultados alcançados salientaram a importância do uso das novas tecnologias digitais para contextos como o do Convento de Jesus e os casos de estudo ajudaram à percepção dos desafios e oportunidades nas duas vertentes de intervenção - material e digital - utilizadas.

Palavas chave: 3D, "restauro digital", cerâmica arqueológica, faiança

ABSTRACT

Digital restoration is a tool that allows the creation of 3D models of cultural heritage and has currently undergone a great development in the field of conservation and restoration. This tool has numerous advantages, both for its potential for exhibitions and the dissemination of art, as well as for the possibility of simulation in the context of restoration.

The Convent of Jesus in Setúbal has a large collection of ceramics, in the order of thousands, which, due to their size, are difficult to get to know, share and deal with. With this dissertation, we have tried to explore the potential of digital tools in this field, with the aim of realizing their advantages and being able to respond to the challenges associated with large collections.

Four case studies were chosen from the convent: a large plate, a corrugated plate, a pot, and a bowl, which raised different issues in terms of shape and size. These fragments all had in common a large area of gap, possibly due to their archaeological context. They were all scanned and restored digitally and materially. The objective is understanding the differences between these two approaches in a concrete way, and to know how they can work together in a complementary way.

At the same time, the role of the conservator in the digital process was explored, as was the use of digital tools in the context of cultural heritage.

The results emphasized the importance of using technology in contexts such as the Convent of Jesus and the case studies helped us realize the challenges and opportunities in the two areas of intervention - material and digital.

Keywords: 3D, Digital restoration, archaeological ceramics, faience

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Panorama.....	1
1.2	A Era Digital	1
1.2.1	Terminologia.....	4
1.2.2	Conservação e restauro material v.s. uso de ferramentas digitais.....	5
	1.2.2.1. Vantagens e Preocupações.....	7
	1.2.2.2. Tipologia de material.....	9
1.3	Enquadramento Histórico.....	10
1.4	Objetivos.....	11
2	INTERVENÇÃO DE CONSERVAÇÃO E RESTAURO	13
2.1	Casos de estudo	14
2.2	Metodologia.....	16
2.2.1	SCJ0018	17
2.2.2	SCJ0037	20
2.2.3	SCJ0087	21
2.2.4	SCJ0130	23
3	USO DE FERRAMENTAS DIGITAIS PARA O RESTAURO DE CERÂMICA ARQUEOLÓGICA	27
3.1	Metodologia.....	27
3.1.1	Equipamento e software.....	27
	3.1.1.1. Scanner Space Spider	27

3.1.1.2. Meshmixer.....	28
3.1.1.3. Blender.....	28
3.1.2 Peças digitalizadas	30
3.2 Procedimentos e resultados.....	32
3.2.1 SCJ0037	33
3.2.2 SCJ0018	37
3.2.3 SCJ0087	39
3.2.4 SCJ0130	42
4 O PAPEL DO CONSERVADOR- RESTAURADOR NA DIGITALIZAÇÃO E COMO FERRAMENTA DE RESTAURO	47
4.1 Revisão de literatura.....	47
4.2 Estudo - Práticas atuais da digitalização em museus	49
4.3 Discussão - Papel do conservador-restaurador no digital.....	50
5 CONCLUSÕES.....	53
5.1 Perspetivas de trabalho futuro.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Esquema ilustrativo dos termos 3D aplicados ao Património Cultural	5
Figura 1.2 - Gráfico circular com as tipologias de equipas, com base nos artigos da revisão bibliográfica.....	9
Figura 1.3 - Convento de Jesus atualmente, após recuperação	10
Figura 1.4 - Justa Rodrigues Pereira.....	10
Figura 2.1 - Molde da lacuna em placas de cera.....	18
Figura 2.2 - Deformação do preenchimento	19
Figura 2.3.a) Reajuste da união com pasta de moldar; b) Excesso de preenchimento	19
Figura 2.4.a) Reintegração cromática da cor do vidrado; b) Reintegração cromática das linhas azuis.....	20
Figura 2.5 - Limpeza pontual (com água destilada)	21
Figura 2.6 - Proteção dos números de inventário.....	22
Figura 2.7 - Processo de remoção das intervenções anteriores	22
Figura 2.8.a) Apoio criado com palitos; b) Apoio criado com fitas adesivas.....	23
Figura 2.9 - Remoção dos adesivos das intervenções anteriores.....	24
Figura 2.10 - Aperfeiçoamento da forma	25
Figura 3.1 - Processo de digitalização	30
Figura 3.2 - Posição do fragmento para a aquisição.....	31
Figura 3.3 - Resultados obtidos através do Meshmixer	34
Figura 3.4 - Processo de criação do preenchimento no Blender.....	34
Figura 3.5 - Teste da reintegração cromática pela sobreposição 2D do fragmento	35
Figura 3.6 - Teste de reintegração cromática: a) Blender; b) MeshLab; c) Photoshop	36
Figura 3.7 - Imagens restauro 3D do prato (SCJ0037).....	36
Figura 3.8 - Formato poligonal do prato, antes da ondulação	37

Figura 3.9 - Imagens restauro 3D do prato canelado (SCJ0018).....	39
Figura 3.10 - União digitalmente de um fragmento (visto de dentro e de fora)	39
Figura 3.11 - Falhas do corte do preenchimento.....	40
Figura 3.12 - Imagens do restauro 3D da taça (SCJ0087).....	41
Figura 3.13 - Esquema das dimensões médias das partes do pote (considerando o existente e a parte em falta).....	43
Figura 3.14 - Imagens restauro 3D do pote (SCJ0130).....	44
Figura 4.1 - Gráfico circular com o número de artigos com e sem conservadores com autores	48
Figura 4.2 - Gráfico de barras com o número de artigos em função da data de publicação. ..	49
Figura 5.1 - Fotografias antes da intervenção SCJ0018.....	63
Figura 5.2 - Fotografias antes da intervenção SCJ0037.....	64
Figura 5.3 - Fotografias antes da intervenção SCJ0087.....	65
Figura 5.4 - Fotografias antes da intervenção SCJ0130.....	66
Figura 5.5 - Mapeamento SCJ0018.....	80
Figura 5.6 - Mapeamento SCJ0037.....	80
Figura 5.7 - Mapeamento SCJ0087.....	81
Figura 5.8 - Mapeamento SCJ0130.....	82
Figura 5.9 - Espetro de infravermelho da massa de preenchimento da Jovi - Air Dry.....	84
Figura 5.10 - Espetro de infravermelho (Micro-FTIR) da pasta de modelar Jovi.....	84
Figura 5.11 - Metodologia que não resultou - SCJ0018	86
Figura 5.12 - Metodologias que não resultaram - 1ª tentativa SCJ0037.....	87
Figura 5.13 - Metodologias que não resultaram - 2ª tentativa SCJ0037.....	87
Figura 5.14 - Metodologias que não resultaram - Processo 3º Tentativa SCJ0037	88
Figura 5.15 - Metodologias que não resultaram - 3º Tentativa SCJ0037.....	89
Figura 5.16 - Metodologias que não resultaram - 1ª tentativa SCJ0130.....	89
Figura 5.17 - Metodologias que não resultaram - 2ª tentativa SCJ0130.....	90
Figura 5.18 - Fotografias pós intervenção SCJ0018.....	91
Figura 5.19 - Fotografias pós intervenção SCJ0037.....	92
Figura 5.20 - Fotografias pós intervenção SCJ0087.....	93
Figura 5.21 - Fotografias pós intervenção SCJ0130.....	94

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Fragmentos eleitos para a intervenção material e digital	14
Tabela 2 - Símbolo dos comandos e respetivas funções.....	28
Tabela 3 - Comandos dos atalhos usados e as respetivas funções	29
Tabela 4 - Símbolos referentes aos atalhos usados	30
Tabela 5 - Etapas do processo de tratamento das aquisições digitais	32
Tabela 6 - Sugestão da técnica de fabrico de cada objeto	67
Tabela 7 - Defeitos de fabrico e respetivas imagens de pormenor do fragmento SCJ0018.....	68
Tabela 8 - Defeitos de fabrico e respetivas imagens de pormenor do fragmento SCJ0037.....	69
Tabela 9 - Defeitos de fabrico e respetivas imagens de pormenor do fragmento SCJ0087.....	70
Tabela 10 - Defeitos de fabrico e respetivas imagens de pormenor do fragmento SCJ0130...70	
Tabela 11 - Estado de conservação de cada objeto.....	71
Tabela 12 - Patologias identificadas e respetivas imagens de pormenor do fragmento SCJ0018	72
Tabela 13 - Patologias identificadas e respetivas imagens de pormenor do fragmento SCJ0037	73
Tabela 14 - Patologias identificadas e respetivas imagens de pormenor do fragmento SCJ0087	74
Tabela 15 - Patologias identificadas e respetivas imagens de pormenor do fragmento SCJ0130	75
Tabela 16 - Sugestão do método de limpeza a ser utilizado em cada objeto	77
Tabela 17 - Identificação das bandas referentes ao espectro de Micro-FTIR, da pasta de modelar Jovi [73][74]	84

SIGLAS

FCT NOVA	NOVA School of Sciences and Technology
SCJ	Setúbal, Convento de Jesus
3D	Três dimensões
PRR	Plano de Recuperação e Resiliência
ZEP	Zona especial de proteção
IGESPAR	Instituto de Gestão do Património Arquitetónico e Arqueológico
PVC	Policloreto de vinil
PB-72	Resina Acrílica Paraloid® B72
PS	Poliestireno
PE	Polietileno
EPS	Polietileno expandido
obj	Object replacement character
png	Portable network graphic
V&A	<i>Victoria & Albert Museum</i>
MET	<i>The Metropolitan Museum of Art</i>
CANNS	Centro Nacional de Arqueologia Náutica e Subaquática
DGPC	Direção-Geral do Património Cultural

INTRODUÇÃO

1.1 Panorama

O Convento de Jesus em Setúbal tem um vasto espólio de objetos de diferentes materialidades, sendo que destes se destacam os materiais cerâmicos, que pelo seu elevado número os tem condenado à reserva. Perante estes números torna-se pouco viável o seu restauro, e consequentemente torna-os pouco conhecidos, e partilhados. Além disso, a investigação destes objetos relativamente à história do convento e da ordem das clarissas, à produção (nacional e internacional) e às técnicas envolvidas, ao estudo das formas e das iconografias acaba por ser pouco realizado.

E aqui, surge a utilização de ferramentas digitais, por permitirem tornar mais inclusivo o património, facilitando e aumentando o acesso e conhecimento dos objetos, permitindo também o seu consequente estudo. Para as instituições museológicas, estas ferramentas podem também ajudar a tornar mais apelativo o conhecimento do espólio (através por exemplo de impressões, de realidade aumentada, de recriações, ...).

1.2 A Era Digital

A década digital foi definida como era de transformação (digital), através de uma sociedade e tecnologias digitais. O objetivo definido pela Comissão Europeia foi a alteração para uma nova forma de aprender, entender, trabalhar e explorar [1]. Esta transformação tem por base seis direitos/princípios: a sustentabilidade (no sentido da consciência ecológica e na tentativa de dispositivos que tentem ser sustentáveis); a proteção e segurança; a participação

(colocar os cidadãos no centro das escolhas); a liberdade de escolha; e a solidariedade e inclusão [2].

O rápido avanço tecnológico tem aberto novos caminhos no mundo da tecnologia digital, entre eles a preocupação com a salvaguarda digital do património cultural, com o intuito de preservar o passado, para o usufruto das presentes e futuras gerações. Na atualidade, esta transição (cultura – digital) foi fortemente impulsionada pela pandemia COVID19 [3]. Mas estes novos caminhos já têm sido pensados desde 2007 com a publicação “The London Charter and its Applicability”, onde foram refletidas e discutidas as definições e princípios da visualização 3D, no que diz respeito à investigação realizada no contexto do estudo da realidade virtual aplicada ao património cultural [4].

O Digital, mesmo relacionado com o património é um termo vasto e que abre diversas vertentes, para: a digitalização, a documentação e disseminação do património, permitir um acesso mais amplo, e experiências imersivas para o público (presente e futuro) [3]. Estas perspetivas podem usufruir das potencialidades da inteligência artificial, do 3D e da realidade estendida (realidade virtual, realidade aumentada e realidade mista [5]) [3].

A preservação digital foi definida como a necessidade de manter o património cultural acessível, sendo que para este objetivo tem de se manter a essência dos objetos, protegendo a integridade/autenticidade e identidade dos mesmos [6].

“Digital preservation consists of the processes aimed at ensuring the continued accessibility of digital materials. To do this involves finding ways to re-present what was originally presented to users by a combination of software and hardware tools acting on data.”¹

Atualmente, e numa visão prática, tem havido um grande crescimento na utilização das ferramentas digitais para a salvaguarda do património, tanto por profissionais da área, como também impulsionada por órgãos governamentais.

A União Europeia criou uma plataforma online, a Europeana², que pretende partilhar e tornar acessível o património cultural, através de imagens, textos, sons, vídeos e modelos 3D

¹ Tradução realizada pela autora: A preservação digital consiste nos processos que permitam a acessibilidade aos materiais digitais. Para fazer isto envolveu encontrar maneiras de representar a versão original apresentada às pessoas pela combinação de ferramentas de softwares e hardwares que trabalhem sobre os dados.

² <https://www.europeana.eu/pt>

provenientes de diferentes instituições da europa [7], sendo a sua missão ajudar na mudança para o digital:

"A Europeana fortalece o setor do património cultural na sua transformação digital. Desenvolvemos conhecimento, ferramentas e políticas para abraçar a mudança digital e incentivar parcerias que promovam a inovação."

A transformação digital foi definida como a tentativa de tornar possível o acesso digital ao património, com o intuito de o poder conhecer, usufruir e partilhar [7]. Esta pode ser uma ferramenta importante por conseguir englobar todo o património de vários museus, arquivos, etc, de vários países, permitindo assim, uma partilha mais completa.

Também o Google Arts & Culture³ é outro exemplo de uma iniciativa que trabalha com artistas e com instituições com o intuito de preservar e partilhar a arte e a cultura, deixando-a acessível para todos.

*"Google Arts & Culture is a non-commercial initiative. We work with cultural institutions and artists around the world. Together, our mission is to preserve and bring the world's art and culture online so it's accessible to anyone, anywhere."*⁴

A nível profissional, relacionada com a área da Conservação e Restauro, o congresso YOCOCU - edição de Natal de 2022, serviu de exemplo da sua relevância e atualidade, sendo que neste congresso foram exploradas duas questões que são um claro espelho do atual avanço, com o intuito de perceber mais e melhor o papel, neste momento, do restauro/re-construção virtual, e tudo o que estes possam implicar, bem como perceber se o conservador é um profissional importante e se sim em que áreas dentro do digital [8]:

³ <https://artsandculture.google.com/>

⁴ Tradução realizada pela autora: Google Artes e Cultura é uma iniciativa não comercial. Nós trabalhamos com instituições culturais e artistas à volta do mundo. Juntos a nossa missão é preservar e trazer o mundo das artes e da cultura online para ser acessível para todos em qualquer lugar.

"Virtual restoration and virtual reconstruction of Cultural Heritage vs restoration of the artwork. Is treatment still necessary or can it be replaced by virtual reconstructions?"⁵

"Conservation of Digital Art: who has to take care of it? Is the restorer the most appropriate professional for this task?"⁶

Em Portugal, o governo deu um incentivo financeiro, aplicado no âmbito do programa PRR (Plano de Recuperação e Resiliência). Este investimento reverte para equipamentos e softwares que permitam a digitalização dos objetos culturais, para a preservação futura [9].

Tendo presente a quantidade de património, móvel e imóvel existente, que em muitos casos fica condenado às reservas pela falta de espaço expositivo físico, esta é uma tentativa de deixar o património acessível tridimensionalmente, aumentando e respeitando os princípios de inclusão, ao mesmo tempo que o preserva e o expõem.

1.2.1 Terminologia

O termo 3D está associada a uma temática bastante vasta e que engloba a aquisição digital ou a digitalização 3D, a modelação digital e a manufatura aditiva ou subtrativa [10].

Restauro 3D, "restauro digital" ou restauro virtual são os termos utilizados para definir a criação de modelos digitais, que permitam a organização dos materiais existentes de um determinado objeto, para o seu restauro, isto é, na tentativa de mostrar o objeto numa visão de como esteve anteriormente ao momento atual [10]. No caso da cerâmica este processo passa pela união dos fragmentos de um objeto e o seu sucessivo restauro virtual. Esta técnica não tem como objetivo substituir o trabalho dos profissionais de conservação e restauro, mas sim auxiliar no processo de tomada de decisão [11]. Este é um termo que compreende a anástilose digital, que é definida como a união digital de fragmentos que forma um objeto, criando um

⁵ Tradução para português realizada pela autora: Restauro e reconstrução virtual do património cultural contra restauro de obras de arte. O tratamento continua a ser necessário ou pode ser substituído pela reconstrução virtual?

⁶ Tradução para português realizada pela autora: Conservação da arte digital: quem tem de tomar conta disso? É o conservador-restaurador o profissional mais apropriado?

modelo digital do mesmo [10]. Estas ferramentas podem ser utilizadas em vários tipos de objetos, no entanto, a maioria é tridimensional (por exemplo, monumentos e estátuas), e até agora o foco principal tem sido em objetos arqueológicos [11].

A terminologia *recriação* ou *reconstrução virtual* são outros termos usados na área do património cultural, mas que são distintos do anterior [10]. A recriação é a utilização de modelos digitais com o intuito de mostrar uma determinada época, isto é, apresentar traços culturais, ambientais de um objeto cultural numa determinada altura histórica [10]. Já a reconstrução é a construção visual que parte de um modelo digital de um objeto que se sabe construído pela confirmação de provas que o comprovem [10].

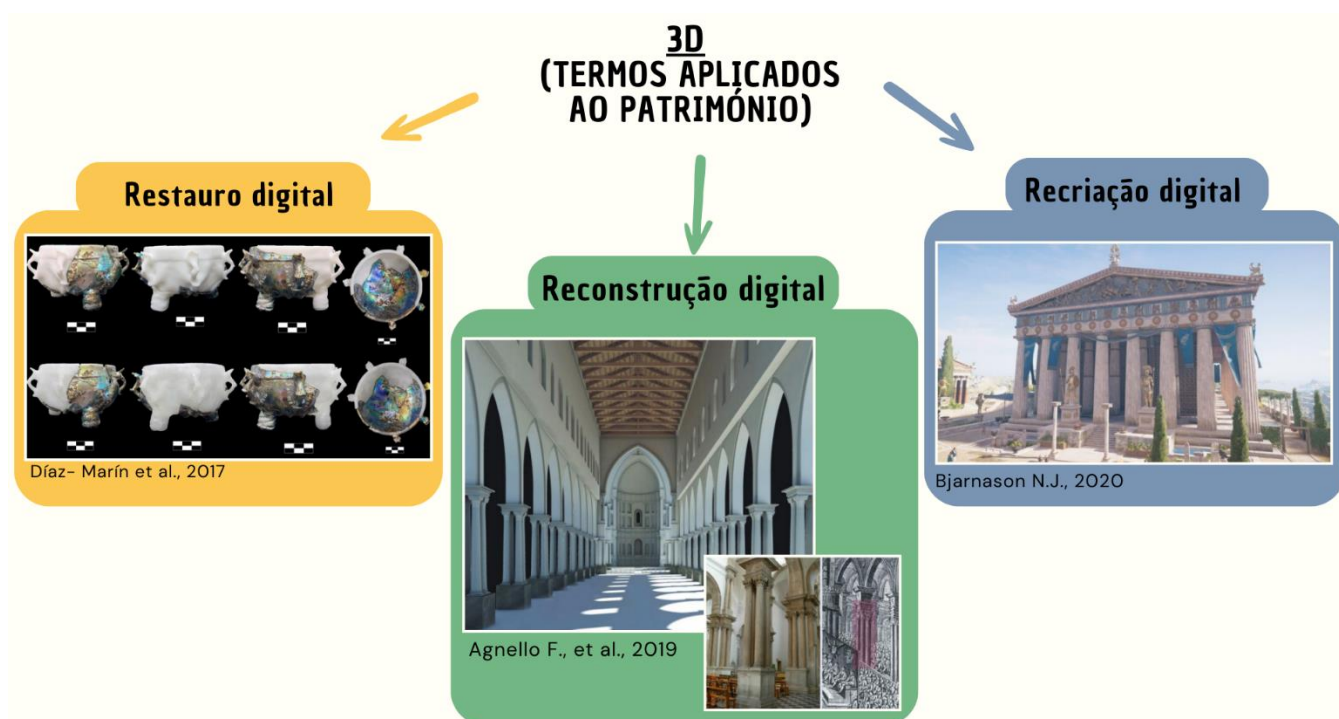


Figura 1.1 - Esquema ilustrativo dos termos 3D aplicados ao Património Cultural

1.2.2 Conservação e restauro material v.s. uso de ferramentas digitais

A conservação do património é uma atividade que envolve um trabalho interdisciplinar, em que o conservador é quem tem um contacto mais direto com o património cultural [12]. A sua concretização caracteriza-se pelo conjunto de ações que salvaguardem o património cultural e o significado a si associado com o intuito de o preservar para as presentes e futuras gerações [13].

Restauro é um dos termos englobados pela conservação e é o conjunto de ações aplicadas diretamente no património, quando degradado (perda de função ou significado) e que pretendam facilitar a compreensão do seu significado [13].

Para a preservação e salvaguarda do património cultural é preciso compreendê-lo no que diz respeito ao seu contexto, significado e propriedades físicas [14]. A preservação dos objetos é feita para a consequente preservação dos valores associados ao património. Estes valores são definidos quando conferidos por uma pessoa a um objeto (pessoalmente) ou por um grupo de pessoas/ sociedade a um objeto (culturalmente). Esta valorização pode ser associada a vários tipos de valor: de arte, estético, histórico, de uso, de investigação, de educação, de idade, de novidade, de sentimentos, monetário, associativo, comemorativo e/ou raridade [15].

Para a preservação de um objeto considerado Património Cultural, tem de se ter em consideração alguns pontos fundamentais, tais como, o código de ética do conservador-restaurador, a autenticidade e integridade, a ideia da intervenção mínima, o uso de materiais que sejam reversíveis ou retratáveis e compatíveis e o dever de documentar todas as ações realizadas [16].

No caso do "restauro digital" muitas são ainda as dúvidas de que este seja um processo que vá ao encontro do trabalho dos conservadores. Por exemplo, *o Final Report Digitization and IPR in European Museums* [17], que explica o que é, para que serve, as vantagens e as preocupações do uso destas ferramentas, não refere os conservadores nem aborda o seu papel neste processo. O documento fala sobre as medidas que cada país impôs para o digital, todos têm uma entidade (em muitos casos ministérios - ex. Ministério da Educação, Cultura e Ciência, Países Baixos, Ministério Federal da Educação, Ciência e Investigação, Áustria) responsável por este processo. Mas de uma forma direta não há referência a conservadores, claro que, estas entidades podem numa organização mais interna ter estes profissionais. Apesar dos avanços tecnológicos que têm existido, e consequentemente existirem alguns artigos que referem a importância de equipas multi/interdisciplinares, ainda poucos referem a importância ou simplesmente o papel dos conservadores-restauradores neste processo. Além disso estão também por definir as metodologias de utilização adequada destas ferramentas, tanto para a salvaguarda da autenticidade, bem como os aspetos relativos à documentação e armazenamento da mesma.

A ética do conservador-restaurador mostra-se essencial, para garantir a salvaguarda da autenticidade e dos valores do património. Será que o facto de a realização de restauros digitalmente não ser uma ação direta material no património, tem feito com que se menospreze a responsabilidade deste profissional por não ser uma ação permanente?

Com o intuito de perceber as vantagens e preocupações do atual uso destas ferramentas digitais no contexto do património cultural, e o papel do conservador-restaurador neste processo foi feita uma revisão mais focada de bibliografia. A sua pesquisa foi realizada com palavras-chave como: *digital anastylosis ceramic*, *digital anastylosis*, *virtual restoration*, *3D restoration*, ou através da consulta de referências de alguns dos artigos. Foram explorados 30 casos de estudo publicados de diferentes materialidades, onde se recorreu às tecnologias 3D para o restauro/reconstrução dos objetos tridimensionalmente, percecionando também os tipos de materiais mais comumente utilizados. Foram ainda estudados outros artigos e livros, por exemplo uma revisão de literatura sobre o uso do 3D aplicado à conservação e restauro, e outros relacionados com a autenticidade, ética, e princípios de preservação do património, constituindo todos eles uma grande contribuição para a perceção do impacto das tecnologias no campo da conservação e restauro.

É de notar que ao longo deste trabalho se irá usar a terminologia de "restauro digital" (entre aspas) para definir o conjunto dos processos de modelação digital das áreas lacunares (preenchimento de lacunas) e aplicação de textura (reintegração cromática).

1.2.2.1 Vantagens e Preocupações

Por muito que esta tecnologia seja recente, são conhecidas muitas vantagens da sua utilização e, consequentemente surgem também algumas preocupações. Já o domínio das desvantagens ainda é pouco ou nada explorado.

O ponto positivo mais defendido é o de o património cultural ficar, por meio de tecnologias 3D, mais acessível a um maior número de visitantes [6], [18]–[21]. Através das exposições e/ ou plataformas online o património pode alcançar virtualmente um maior número de pessoas (ex. *Europeana*, *Google Arts & Culture*). Além disso, as peças guardadas em reservas podem assim ganhar visibilidade sem ocupar espaço expositivo físico.

Outro aspeto muito defendido é o facto destas tecnologias permitirem um estudo/análise dos objetos, bem como a exploração das ações de conservação e restauro, mais

adequadas, sem os danificar e sem a necessidade de intervenção direta [10], [18]–[22]. Isto permite que exista uma maior reflexão sobre as mais-valias e as preocupações inerentes a um determinado caso de estudo, tentando precaver que aconteçam algumas ações que posteriormente se mostrem ir contra os valores dos objetos [18] e os princípios éticos dos profissionais que deveriam ser salvaguardados. Além disso, permite também explorar metodologias para serem aplicadas no restauro material. As ferramentas digitais 3D podem também ajudar a dar a conhecer a estética dos objetos bem como os aspetos funcionais, relacionadas com o seu fabrico [23].

É discutido também que estas ferramentas são importantes no caso de se fazerem réplicas, por permitirem o toque e manuseio das peças pelos visitantes, o que faz com que haja um maior incentivo para se visitarem os museus [18], [24], e ao mesmo tempo, torna-os mais inclusivos no caso, por exemplo de pessoas com incapacidade visual, já que permitem através de outros sentidos dar a conhecer as coleções [20], [24].

O facto dos modelos criados, possibilitarem que sejam alterados é outra grande vantagem, pois qualquer adição de informação que exista permite a sua reformulação, e/ou alteração da proposta inicial [22].

Mas, associado a estes aspetos benéficos surgem, como já foi referido, preocupações sendo que a que ganha mais destaque é a ética e a necessidade de se refletir sobre a possibilidade de ao usar estas tecnologias se perder de alguma forma a autenticidade do património [22]. Isto é, poder perder-se os valores, o significado dos objetos através por exemplo da falta de documentação das ações realizadas. Esta não é uma preocupação nova só levantada pelo "restauro digital", sendo que a intervenção material também gera esta preocupação. A questão, para ambos os casos, é sempre a forma de fazer, o profissional que o faz e a documentação escrita e fotográfica das ações realizadas.

Outro aspeto que é ainda visto como uma preocupação é o armazenamento dos ficheiros, bem como a manutenção dos arquivos. O avanço das tecnologias é muito rápido e está em constante evolução, por isso é necessário haver uma reflexão sobre o arquivo dos ficheiros, a compatibilidade dos mesmos e a sua acessibilidade no futuro [21], [25].

Por fim, é referido também que o saber fazer, relacionado, maioritariamente ao artesanato, pode perder-se [25]. A preocupação não é exatamente que o digital possa vir substituir o espaço destas manualidades, até porque ambas podem complementar-se. No entanto, o facto dos incentivos financeiros apenas serem focados nas tecnologias digitais e nos arquivos

digitais, é o que levanta esta preocupação, por, em muitos casos, não haver a repartição desses incentivos para ambas as partes.

1.2.2.2 Tipologia de material

Dos 30 casos de estudo⁷ referidos anteriormente, o "restauro digital" tem maior predominância em património em pedra, sendo 13 artigos dedicados a este material [18], [22], [26]–[35]. Sucedem-lhe os materiais cerâmicos, que contam com 9 dos casos [31], [36]–[43] e seguem-se outros 9 referentes a objetos de diferentes outras tipologias [11], [19], [24], [44]–[49], tal como se pode confirmar no gráfico abaixo apresentado (Figura 1.2).

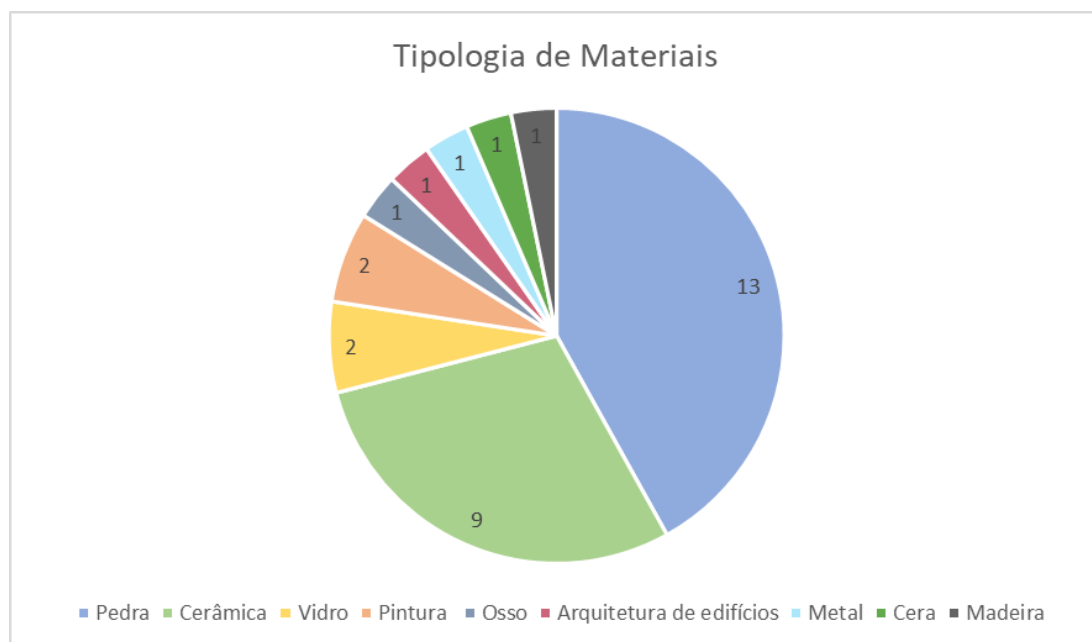


Figura 1.2 - Gráfico circular com as tipologias de equipas, com base nos artigos da revisão bibliográfica

Observa-se a utilização mais frequente destas ferramentas para objetos de dimensões mais reduzidas e possivelmente também relacionado com os avanços tecnológicos e com scanners de maior precisão.

⁷ Um dos artigos aborda uma escultura de pedra e outra de cerâmica, pelo que este aparece na contagem das tipologias duas vezes, sendo que o número total, somando os valores do gráfico são 31 e o número de artigos, é de apenas 30.

1.3 Enquadramento Histórico

O Convento de Jesus é um monumento arquitetónico de cariz religioso, sediado no distrito e concelho de Setúbal [50], [51] (**Figura 1.3**). É atualmente um edifício classificado como monumento nacional, com zona especial de proteção (ZEP), com o intuito de proteger os valores que o fazem ter relevância nacionalmente [51]. O convento manteve a sua função até 1834, até à extinção de ordens religiosas [52]. Seguidamente, o edifício foi dado à Santa Casa da Misericórdia, tendo servido de hospital (Hospital da Misericórdia) [50] até 1959 e, desde 1961, foi feita a adaptação para museu [53].



Figura 1.3 - Convento de Jesus atualmente, após recuperação⁸

Este monumento foi mandado construir a pedido de Justa Rodrigues Pereira (**Figura 1.4**), ama de D. Manuel (1495-1521), a D. João II (1481-1495), sendo a sua construção a cargo do arquiteto Boitaca [50], [52], [54], [55]. O seu início deu-se em 1491, dois anos após ter sido conferida a licença por parte do Papa [54], sendo esta uma das primeiras experiências do manuelino em Portugal [1, 6]. O seu predisposto era servir de convento feminino, para a ordem de Santa Clara, também conhecida com ordem das clarissas [50], que pretendiam viver em clausura, num ideal contemplativo de pobreza e despojamento [50], [52].



Figura 1.4 - Justa Rodrigues Pereira⁹

Nos anos 70 do século XX, deram-se as primeiras escavações arqueológicas no interior do convento, sendo que não existe grande informação relativa às mesmas [50]. Em 1989, segundo a orientação de Carlos Tavares da Silva, arqueólogo, realizaram-se outras escavações, estas na zona exterior, do convento junto à fachada do mesmo [50]. Cinco anos depois,

⁸ Imagem retirada de: <https://www.publico.pt/2020/09/30/fugas/noticia/tres-anos-convento-jesus-setubal-reabre-visitas-1933495>

⁹ Imagem retirada: <https://www.crossingportugal.pt/convento-de-jesus/>

em 1994 foram realizadas mais escavações que tiveram continuidade em 1997 – 1998, com o intuito de perceber a evolução estratigráfica [50].

Em 2005-2006 realizou-se mais uma escavação no interior sob orientação dos arqueólogos Maria João Cândido e José Luís Neto, com consultoria do Professor Doutor Fernando António Batista Pereira (professor de História de Arte e Museologia [50]. Em 2007-2008 realizaram-se outras escavações ao exterior pelos mesmos arqueólogos, em conjunto com um empreiteiro contratado pelo Instituto de Gestão do Património Arquitectónico e Arqueológico (IGESPAR) [50], [56]. No âmbito do projeto "Convento de Jesus. Reabilitação e reinstalação do Museu de Setúbal, em 2012-2015, foi alvo de mais uma intervenção arqueológica [56]. Em 2015-2016 Nathalie Antunes-Ferreira, arqueóloga e antropóloga, coordenou outras escavações ao interior, realizadas no âmbito do "Projeto de recuperação e valorização do Convento de Jesus" [57].

Este convento tinha a vantagem de a sua localização ser perto de uma zona portuária, fundamental para as trocas comerciais [50], [52], [58]. O sal é um elemento com grande relevância nas trocas comerciais, pelo menos desde o século XIV, e que está interligado com a desenvolvimento desta zona. São também conhecidas muitas cerâmicas portuguesas exportadas para outros países, e vice-versa [50], [52], [58] possivelmente devido a este porto. No entanto, não existe muita informação relacionada com as produções cerâmicas do Convento de Jesus, apenas se sabe que estes locais de clausura pretendiam ser locais de oração, de "salvação da alma" e onde eram realizados trabalhos manuais [52].

Quanto ao tipo de material escavado, existe muito pouca informação partilhada, contudo, sabe-se que durante as escavações de 2007-2008 e 2012-2015 foram encontrados materiais cerâmicos vidrados e não vidrados, azulejos, ferro e cobre [56], [59]. Sabe-se ainda que dentro do material cerâmico a maior parte é referente a faianças, o que pode justificar o elevado número de objetos até então escavados no convento. Sendo estes, até então, um conjunto de 17000 fragmentos escavados, catalogados e inventariados, e um número bastante superior por inventariar. Não obstante que existam, em muito menor escala, outras tipologias cerâmicas, sendo conhecidos objetos de importações europeias e porcelanas [60].

1.4 Objetivos

O papel do Conservador-Restaurador no digital (digitalização e restauro 3D), como constatado anteriormente, tem ainda um longo caminho a percorrer, caminho este que se quer interdisciplinar, mas em que o apoio/foco destes profissionais ainda está pouco ou nada

delineado. Por muito que o seu intuito de alcançar um número maior de pessoas e, de possibilitar dar a conhecer um maior espólio do património cultural, sejam grandes vantagens, têm ainda alguns pontos por onde crescer. Sendo alguns dos exemplos, a falta de metodologias para a digitalização e para o "restauro digital", de diretrizes que expliquem como e onde guardar e as questões relacionadas com a salvaguarda dos valores e da autenticidade dos objetos.

Este estudo pretende explorar as potencialidades do uso de ferramentas digitais tridimensionalmente no campo de conservação e restauro, em particular para conjuntos de grandes dimensões de objetos cerâmicos. O Convento de Jesus, em Setúbal, é um exemplo, onde o uso destas ferramentas pode ser essencial, por ser um espólio vasto onde a intervenção de conservação e restauro e a exposição de todos os fragmentos é pouco provável (pela falta de espaço físico, por questões financeiras ou mesmo pelo público-alvo) e, ainda pelo facto de muitos dos fragmentos que completam as peças não serem conhecidos.

Assim, o uso de ferramentas 3D traz a possibilidade de dar resposta a esta circunstância, podendo apresentar cada peça completa, numa versão semelhante com o original, não ocupando espaço físico de exposição. Podendo ainda haver a sua atualização à medida que o tempo passa, e para a eventualidade de serem descobertos mais fragmentos ou quando existe um maior desenvolvimento sobre o conhecimento da peça em questão.

Elegeram-se quatro casos de estudo, para se fazer o restauro material e digital. O intuito foi perceber as diferenças concretas destas duas abordagens, percecionando as vantagens e as limitações dos dois processos tendo em conta as características específicas das peças em questão. A fim de perceber como é que os restauros digital e material, podem trabalhar em conjunto.

A conservação e restauro pretende salvaguardar o património cultural e os valores a si associados e, para esse trabalho, alguns pontos têm de ser ponderados, indo ao encontro do código de ética do conservador-restaurador. Desta forma, este estudo de caso levantou também a necessidade de se refletir sobre o papel do conservador no mundo do digital, bem como as preocupações a ter de forma a preservar os objetos considerando os pontos acima referidos. Além desta reflexão, trabalhar no "restauro digital" levantou a necessidade de se ponderar onde é que se armazenam as modelações criadas e de que forma estas deverão ser guardadas para a sua acessibilidade e compatibilidade com softwares no futuro.

INTERVENÇÃO DE CONSERVAÇÃO E RESTAURO

O conjunto de faianças em estudo é composto por 311 fragmentos, de dimensões, formas, iconografias, épocas de produção diferentes, e provenientes de escavações arqueológicas realizadas em alturas distintas. Entre as formas encontradas as mais comuns foram pratos, taças, tampas e fragmentos avulso. A decoração é maioritariamente azul e branca (com diferentes tonalidades de azul) ou azul, branco e manganês, apesar de também existirem fragmentos com amarelo e verde. Relativamente à sua produção grande parte do conjunto apresenta defeitos de fabrico. No que toca ao estado de conservação dos fragmentos, as patologias mais predominantes são a sujidade, grandes áreas lacunares e falhas e fragilidade do vidrado.

Os fragmentos estavam inicialmente acondicionados em duas caixas de plástico de uso comum, com alguns fragmentos acondicionados em plástico bolha e outros em sacos de plástico individual. A totalidade do conjunto foi inventariada e catalogada numa base de dados criada com os seguintes parâmetros: (i) número de inventário, (ii) descrição, (iii) observações e (iv) imagem (as dimensões só foram consideradas para os casos de estudo explorados).

Neste capítulo serão apresentados os casos de estudo, as suas patologias e a intervenção de conservação e restauro realizada.

2.1 Casos de estudo

Tendo em consideração o número avultado de fragmentos, e o tempo disponível para a realização deste trabalho, foram, como referido anteriormente, eleitos quatro casos de estudo: (i) SCJ0018, um prato canelado; (ii) SCJ0037, um prato comum; (iii) SCJ0087, uma taça; (iv) SCJ0130, um pote.

De um modo geral, foram escolhidos por alguns levantarem desafios a nível da intervenção material e outros digital. Além disso foram eleitos estes 4 casos de estudo por serem bastante desafiantes, por todos apresentarem mais de 50% de material em falta. Normalmente, o restauro de objetos apenas é considerado para peças que tenham mais de 45% da sua totalidade, com exceção de serem: de elevado valor, raridade, ... sendo que nestes objetos o intuito foi experimentar novas abordagens de intervenções materiais, bem como de alguma forma permitir que peças desta grande coleção de faianças sejam expostas. As razões particulares para cada uns destes casos estão apresentadas na **Tabela 1** abaixo apresentada.

Tabela 1 - Fragmentos eleitos para a intervenção material e digital

Nº Inventário	Fotografia	Razão de escolha
SCJ0018		- Pela forma ondulada (para testar se o scanner capta a forma, e medir a facilidade do processo digital.

SCJ0037



- Por ser uma forma comum, e teoricamente de fácil digitalização e modelação.

SCJ0087



- Por ser uma forma com maior profundidade, e por ser constituído por diversos fragmentos.

SCJ0130



- Por não se conhecerem: as dimensões, a forma e pela dimensão das lacunas de vidro

Para cada um destes quatro fragmentos foi realizado o relatório de diagnóstico de estado de conservação, bem como a respetiva proposta de intervenção, que podem ser consultados em anexo (A.2).

Relativamente à função destes objetos, acredita-se que possam ter tido uma função utilitária, tendo em conta que todos eles apresentam marcas de abrasão, indicando o seu possível uso e manuseamento frequente.

No que diz respeito ao estado de conservação, todos os fragmentos, foram classificados num grau de razoável, à exceção do SCJ0130 ao qual foi atribuído o grau de mau, numa escala de degradação composta por quatro categorias (severo, mau, razoável e bom), que pode ser consultada em anexo (A.2). Numa visão global em todos os objetos, a patologia que se encontra em maior predominância é a perda de material, sendo que todos apresentavam uma grande área lacunar.

Foi ainda realizada a caracterização material de um conjunto representativo de fragmentos do mesmo acervo, que assumimos os resultados para os casos de estudo, pela semelhança perceptível a observação direta entre as pastas e os vidrados. Alguns resultados foram analisados e comparados com peças de outras localizações, e publicados num poster apresentado no âmbito da 16th EMAC Conference (European Meeting on Ancient Ceramics), que pode ser consultado em anexo (A.4).

2.2 Metodologia

Tendo em consideração as grandes áreas lacunares em todos os casos de estudo, a metodologia de trabalho desenvolveu-se em constante adaptação, a fim de conseguir responder às dificuldades que foram surgindo. Essas grandes lacunas surgiram também algumas dificuldades no processo de reintegração volumétrica, pelo que podem ser consultadas, em anexo, as metodologias que não foram bem sucedidas (A6).

A intervenção material passou por um conjunto de etapas, mencionados na proposta de intervenção, (que pode ser consultada em anexo - A2). A limpeza, o preenchimento de lacuna e a reintegração cromática, no caso das peças SCJ0037 e SCJ0018. Já para a SCJ0087 e SCJ0130 a remoção de intervenções anteriores, a limpeza, a respetiva montagem (união dos fragmentos), o preenchimento das lacunas e a reintegração cromática.

Sendo a água o solvente mais seguro para a limpeza de sujidade [61], este processo foi seguido todos os objetos, adaptando apenas a forma de limpeza às características de cada um.

Para o SCJ0018 foi realizada limpeza por emersão, uma vez que a peça se encontrava estável e por apresentar um grande número de sujidade impregnada. Para isso, utilizou-se um

recipiente de plástico com uma solução de água morna e umas gotas de detergente neutro (Teepol® ≈0,003%), seguindo-se uma neutralização com água da torneira para tirar o excesso de detergente, por água destilada (sem emergir o fragmento) e acabando borrifando com etanol para acelerar a secagem. Para a limpeza pontual, usou-se cotonetes embebidos em água destilada [61]. Nalguns casos como a água não se mostrou suficiente, foram utilizados os seguintes solventes [61], etanol e acetona (usados respetivamente por esta ordem, do solvente menos para o mais agressivo).

Para os objetos em que foi feita a união de fragmentos, primeiramente foi necessário selar as linhas de fratura. Este processo foi realizado com o intuito de impedir a penetração do adesivo no corpo cerâmico, e fortalecendo a união [61]. Para isso, foi usado PB-72 a 10% em acetona aplicado a pincel. Já quanto à união dos fragmentos, primeiramente teve de ser estudada a ordem de união. Depois, foi aplicado PB-72 a 40% em acetona aplicado a tubo na linha de fratura. Usou-se esta técnica de aplicação pois além de manter a rede tridimensional do polímero, permite uma maior homogeneidade da quantidade colocada. Sempre que possível o processo de união foi feito com o posicionamento dos objetos com a linha de fratura na horizontal.

Relativamente aos preenchimentos, para os moldes foram utilizadas placas de cera de dentista (cera REUS®), que com calor são facilmente moldadas. Para o preenchimento foi utilizada uma pasta de modelar de uso comum, da marca Jovi - Air Dry de cor branca. Por muito que esta pasta ainda não tenha sido amplamente estudada, os exemplos da sua utilização apresentam características positivas em relação ao uso e comportamento ao longo do tempo [62]. Além destes aspetos foi feita uma caracterização analítica à pasta, com a técnica micro-FTIR (resultados apresentados em anexo - A5). É uma pasta de fácil utilização e modelagem, por ser uma pasta que endurece ao ar e não precisar de ser cozida, tem a vantagem de ser possível fazer pequenas adaptações depois de seca. Estes aspetos e o facto de com alguma facilidade permitir a reversibilidade das intervenções.

Para a reintegração cromática foram utilizados acrílicos da marca *Golden*®, de base aquosa, gama de conservação, misturados com água, quantidade dependente da textura requerida, e espalhado a pincel e papel absorvente.

2.2.1 SCJ0018

A limpeza deste fragmento fez-se por via húmida com a sua emersão em água, e com uma escova de dentes e pincéis escovou-se até retirar a sujidade superficial, ficou durante 4 dias a secar, com os valores de temperatura e humidade relativa controlados.

Depois para se realizar o preenchimento da lacuna, começou por se aquecer as placas de cera, e moldar ao fragmento, e repetiu-se o processo até perfazer o diâmetro do prato (Figura 2.1).

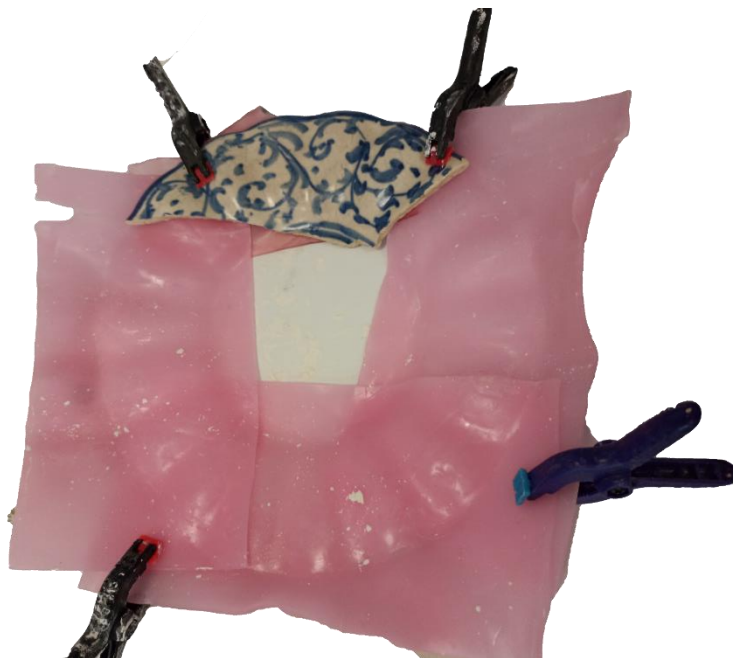


Figura 2.1 - Molde da lacuna em placas de cera

Após o molde terminado, foi colocada a pasta de moldar, e para facilitar o processo amassou-se até ter uma placa grande, mais ou menos com a espessura do prato. A forma superior foi trabalhada com a ajuda de um teque com ponta de silicone e água para retardar a secagem.

Depois de seca, a pasta retraiu (**Figura 2.2**), causando pequenas deformações, que foi suficiente para que o preenchimento já não encaixasse no fragmento. Para contrariar esta conformação envolveu-se as zonas deformadas com papel absorvente embebido em água e um filme de PVC. E passada cerca de 1 hora voltou a moldar-se e deixou-se secar, com apoios para não voltar a deformar.



Figura 2.2 - Deformação do preenchimento

Seguidamente procedeu-se à selagem das linhas de fratura (com PB 72 a 10%) para depois de seco se unir o fragmento ao preenchimento (com PB2 a 40%).

Após este passo teve de se ajustar a união e a forma. Para a união usaram-se pequenos pedaços de pasta a cobrir o espaço entre o fragmento e o preenchimento (**Figura 2.3.a**). Para o aperfeiçoamento da forma utilizaram-se lixas de papel de diferentes granulometrias para tirar o excesso, e por último um cotonete com água e outro com etanol para tirar as marcas das lixas mais predominantes (**Figura 2.3.b**).



Figura 2.3.a) Reajuste da união com pasta de moldar; **b)** Excesso de preenchimento

Para a reintegração cromática aplicou-se numa primeira fase uma aguada com uma cor semelhante à do vidrado, para quebrar o branco da pasta e facilitar o restante processo. Depois aplicaram-se várias camadas de tinta com tonalidades mais escuras e mais claras, até a conjugação entre todas fazer a cor do vidrado. Após a cor base ter sido conseguida e aplicada em todo o preenchimento, fez-se as linhas a azul, no bordo e na base.



Figura 2.4.a) Reintegração cromática da cor do vidrado; **b)** Reintegração cromática das linhas azuis

2.2.2 SCJ0037

A limpeza deste fragmento foi feita pontualmente com os 3 solventes (água, etanol e acetona, respetivamente por esta ordem) (**Figura 2.5**). Contudo como tinha alguma sujidade superficial mais agregada utilizaram-se duas soluções de ácido nítrico [61] em água a 3 e 6% [63], aplicado a pincel e posteriormente neutralizado com água destilada. Iniciou-se pela solução de menor concentração e passou-se para a solução de 6%, pela falta de eficácia da anterior. Contudo, e apesar de ser um procedimento defendido pela bibliográfica não foi eficaz.



Figura 2.5 - Limpeza pontual (com água destilada)

Para o preenchimento, lembrando que se trata de uma lacuna de grandes dimensões, foram realizadas várias tentativas, contudo até ao momento nenhuma resultou (em anexo podem ser consultadas as metodologias exploradas e as suas limitações - **A6**).

2.2.3 SCJ0087

A intervenção neste fragmento começou com a limpeza por via húmida e mecânica da superfície para seguidamente se iniciar a remoção das uniões anteriores. Devido à presença de números de inventário que importava manter, começou-se pela sua proteção para evitar o desvanecimento ou desaparecimento. Para isso, colocou-se uma camada de fita adesiva Magic da marca Scotch[®], por ter um poder de adesão menor, e por cima, uma camada de fita adesiva crystal da marca Scotch[®], com maior adesão (**Figura 2.6**). Optou-se pela aplicação de pachos de algodão embebidos em etanol sob as linhas de fratura, devido à fragilidade do vidro e dos números de inventário (**Figura 2.7**) e foram colocados dentro de um saco de plástico (PE), de forma a tornar o processo de evaporação mais lento. O adesivo presente nas linhas de fratura foi limpo com etanol, com a ajuda de um bisturi e uma sonda e ainda com o auxílio de uma lupa com luz.



Figura 2.6 - Proteção dos números de inventário



Figura 2.7 - Processo de remoção das intervenções anteriores

Após a limpeza das arestas foi realizada uma nova limpeza por via húmida pontualmente, com cotonetes embebidos em água, etanol e acetona, respetivamente por esta ordem. À semelhança do fragmento SCJ0037, devido à presença de alguma sujidade incrustada, do contexto arqueológico, fez-se uma limpeza com ácido nítrico a 3 e 6% [63].

Tendo em consideração que a pasta destes fragmentos é porosa, selou-se as linhas de fratura, com PB-72, a 10% em acetona, com o intuito de impedir a penetração do adesivo no corpo cerâmico. Posteriormente à selagem das linhas de fratura, foi feita a respetiva união dos fragmentos, começando da base para as laterais, com PB-72 a 40% em acetona. Durante este passo constatou-se que um dos fragmentos tinha uma lacuna de corpo cerâmico, na linha de fratura o que dificultou a união. É de notar que, no decorrer deste processo alguns pequenos fragmentos de vidro destacaram-se, e tanto quanto possível foram unidos posteriormente.

O preenchimento das lacunas foi realizado em duas partes, sendo que para ambas utilizou-se o mesmo método, diferindo apenas na dimensão do preenchimento. O molde foi tirado ao interior da taça, foi necessário fazer-se dois apoios interiores (entre o fragmento e a base), com palitos e fita adesiva, para suportar e manter o fragmento, acima referido, na posição certa (**Figura 2.8.a, b**). Posteriormente ao molde feito, planificou-se a pasta e preencheu-se uma das lacunas e na segunda fase a que faltava.



Figura 2.8.a) Apoio criado com palitos; **b)** Apoio criado com fitas adesivas

Após os preenchimentos realizados selaram-se as linhas de fratura e uniram-se os fragmentos, com o mesmo adesivo usado para a união dos fragmentos, PB-72 a 40%. O processo de união foi todo realizado ao mesmo tempo, para que todos coubessem e ficassem no sítio definido. Tiveram ainda de se fazer uns ajustes com pasta fresca a preencher a lacuna entre o preenchimento e a peça.

Depois de lixar a superfície do material de preenchimento com lixas de papel com várias granulometrias, foi feita a consolidação da pasta com Paraloid B-72.

O passo seguinte foi a reintegração cromática, para a qual foram utilizados acrílicos da marca Golden® de base aquosa, gama de conservação. Numa primeira aplicação e para dar apenas uma cor base à pasta aplicou-se uma aguada com uma cor semelhante à do vidrado, e depois de seco foram aplicadas camadas de tinta (menos aguada e por isso mais opaca).

2.2.4 SCJ0130

A limpeza deste fragmento foi realizada por via húmida, pontualmente devido à instabilidade do vidrado e do corpo cerâmico, pela presença de números de inventário, e por ter intervenções anteriores (consolidações de vidrado e uniões).

Para a remoção das uniões anteriormente realizadas recorreu-se à aplicação dos pachos de algodão embebidos em etanol, colocaram-se dentro de um saco de PE fechado para retardar a evaporação. Depois dos fragmentos separados, fez-se uma limpeza por via mecânica, com recurso a bisturi e a uma sonda, nas linhas de fratura com o intuito de retirar os restos de adesivo, para facilitar o processo de limpeza aplicou-se etanol com pincel (**Figura 2.9**).

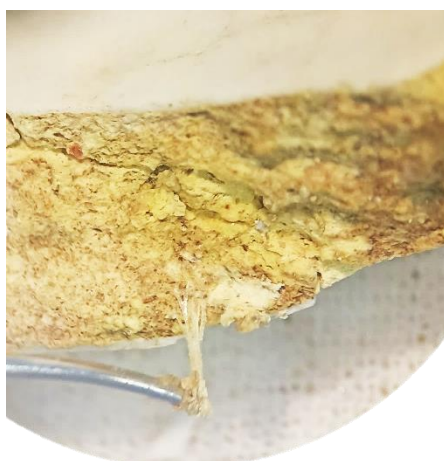


Figura 2.9 - Remoção dos adesivos das intervenções anteriores

De seguida, procedeu-se à selagem das linhas de fratura e à sucessiva união dos fragmentos, com PB-72 a 10% e 40% em acetona, respetivamente. Realizou-se uma limpeza do excesso de adesivo, e aproveitou para se limpar o excesso de consolidante presente no vidro e no próprio do corpo cerâmico, passando primeiro com um pincel com etanol e de seguida com o bisturi para retirar.

Na ausência de qualquer parte do bordo do fragmento SCJ0130 que permitisse perceber o resto da forma, foi feito o preenchimento da lacuna apenas do pé. O molde foi tirado ao verso do pé, e fez-se a área em falta com as placas de cera. Depois cobriu-se com a pasta e com a ajuda de um teque com pontas de silicone aperfeiçoou-se a forma. Antes da pasta secar passou-se com o bisturi para separar a pasta da placa de cera, com o intuito de não se partir depois de seca. É de notar que este processo foi realizado através várias tentativas até chegar ao resultado final, tentativas que podem ser consultadas em anexo (**A.6**).



Figura 2.10 - Aperfeiçoamento da forma

Depois foram seladas as linhas de fratura, uniu-se o preenchimento ao objeto, com PB-72 a 40%. À semelhança dos casos de estudo anteriores, foi necessário ajustar o preenchimento para preencher as lacunas entre os fragmentos e a pasta.

USO DE FERRAMENTAS DIGITAIS PARA O RESTAURO DE CERÂMICA ARQUEOLÓGICA

A intervenção digital, passou por dois passos essenciais: a aquisição de imagens (a digitalização) e tratamento dos modelos (preenchimento (produção da forma) e reintegração cromática digital).

3.1 Metodologia

3.1.1 Equipamento e software

3.1.1.1 Scanner Space Spider

O scanner usado para a digitalização das peças foi o modelo Space Spider, da Artec 3D, por melhor responder às particularidades que as peças em questão levantam. As suas reduzidas dimensões, a necessidade de captar os mais pequenos pormenores, e serem objetos brilhantes, são algumas das características que tiveram de ser tidas em atenção.

Esta ferramenta tem várias mais-valias, sendo que as que mais se destacam são a alta precisão que consegue obter, mesmo em objetos de pequenas dimensões [64]. Poder, também, adquirir com uma boa resolução objetos com superfícies brilhantes e escuras, sendo leve e de fácil utilização, tornando o processo mais simples de ser executado, são outros aspetos relevantes [64]. Quanto a limitações, neste modelo, é a necessidade de ter de estar ligada diretamente ao computador, para funcionar [64]. No entanto, permite ver no programa do computador o decorrer do trabalho em tempo real [64].

3.1.1.2 Meshmixer

O *Meshmixer* é um software gratuito, compatível apenas com o sistema operativo *Microsoft Windows*. Esta aplicação trabalha com malhas triangulares, permitindo criar objetos e a sua impressão tridimensional [65].

O SCJ0037 foi o único caso que foi executado neste programa, e foi importado num formato .obj. Seguidamente pode ser consultada uma tabela com os comandos do programa usados para as tentativas de "restauro digital".

Tabela 2 - Símbolo dos comandos e respetivas funções

SÍMBOLO	NOME	UTILIDADE
	Drag	Permite moldar as forma
	Inflate	Insufla as formas (torna-as mais volumosas e confere um aspeto mais homogéneo)
	Flatten	Espalma a superfície ficando mais plano (retira volume)

3.1.1.3 Blender

O *Blender* é um software gratuito, de código aberto apto para o sistema operativo *Microsoft Windows*, *MacOS* e *Linux*. As suas vastas características permitem a sua utilização para: renderização, modelagem, escultura, animação e rigging, artista da história, efeitos visuais, simulação, pipeline, edição de vídeo, scripting e interface [66]. No caso do trabalho que pretende

ser feito a mais-valia do uso deste software é a modelagem e a escultura, que permitem a modelagem dos objetos, recriando a sua forma.

Para a totalidade dos casos de estudo foi usado a versão 3.4 deste programa, e os modelos foram importados num formato .obj. Para o uso deste programa, as tabelas abaixo apresentam os atalhos e as definições das funções dos comandos, e os símbolos associados aos comandos, respetivamente.

Tabela 3 - Comandos dos atalhos usados e as respetivas funções

TECLA/ATALHO	O QUE FAZ	OBSERVAÇÕES
S	Abertura/ inclinação das faces	Clicando na roda do rato altera o tipo de inclinação (para dentro ou para fora)
E	Rotação das faces (horizontalmente e verticalmente)	Clicando na roda do rato altera ser vertical ou horizontal
Premir roda do rato	Rotação dos planos	-
Rodar roda do rato	Aumentar ou diminuir o zoom	-
Modifier Properties → Subdivision surface	Permite suavizar as linhas e criar algum volume	-
Object data properties → Texture space → Localization and size (bloquear)	Alterando pelo menos a localização dá para fazer um vídeo e o "encaixe" dos fragmentos	-
Modifier properties → Add modifier → Boolean → Difference (Object; escolher o ficheiro; fast)	Corta a parte que construímos para o melhor encaixe do fragmento	Caso o alinhamento não seja perfeito pode não resultar (peças que não são feitas em molde pode não resultar)
Annotation → In front	Para fazer riscos ou manchas e não se deslocarem quando mexemos no plano (ficarem associados ao objeto)	-
Layout ou modeling → edit mode	Para alterar a escala, mover e ou rodar	Estas ações não conseguem ser feitas no <i>object mode</i>

Material properties → New → Surface →	Para mudar a cor do objeto criado
Base color	ado

Tabela 4 - Símbolos referentes aos atalhos usados

SÍMBOLO											
NOME	Modifier Properties	Subdivision Surface	Boolean	Object Data Properties	Material Properties	Object Mode	Edit Mode	Sculpt Mode	Move	Rotate	Scale

3.1.2 Peças digitalizadas

Os casos de estudo digitalizados e restaurados digitalmente foram os referidos anteriormente no capítulo 2, subcapítulo 2.1, página 14.

Para o processo de digitalização foram definidas condições de aquisição relativas ao espaço e ao equipamento, que foram aplicadas a todos os fragmentos. Quanto à preparação do espaço de trabalho, foi estabelecido usar-se uma mesa giratória (no caso forrada com espuma de PE) e fazer-se a aquisição sobre um fundo branco (**Figura 3.1**). Decidiu-se também realizar a aquisição com as luzes desligadas e com as cortinas fechadas, para que a luz não interferisse com a captação. Relativamente ao equipamento foram captados 8 frames por segundo, num modo que capta a geometria e textura, com a aquisição do brilho, sensibilidade e textura em modo automático.



Figura 3.1 - Processo de digitalização

Para o SCJ0018 e para o SCJ0037 apenas foram digitalizados uma vez, após a limpeza, isto porque não tinham mais fragmentos que unissem, pelo que a forma não ia ser alterada/complementada. O posicionamento destes fragmentos foi realizado na posição contrária ao equilíbrio normal da peça, para que se pudesse adquirir a espessura e para facilitar a criação

do modelo. Para isso foram usados sacos de arroz garantindo a segurança do fragmento (Figura 3.2).



Figura 3.2 - Posição do fragmento para a aquisição

Já os SCJ0087 e SCJ0130 foram digitalizados antes e depois da remoção das intervenções anteriores, isto é, a digitalização foi realizada antes da intervenção e foi repetida após ter sido feita a limpeza e nova união dos fragmentos. Nestes dois casos a digitalização foi feita frente e verso, e foram também usados sacos de arroz para proteger e posicionar os fragmentos. Ambos estes objetos tinham fragmentos soltos que lhes pertenciam, de pequenas dimensões, pelo que foi feita a digitalização dos mesmos com o apoio de plasticina.

Posteriormente à digitalização dos fragmentos foi feito o processamento e tratamento dos modelos obtidos, para o qual foi usado o software *Artec Studio 17 Professional*, associado aos scanners desta marca. De uma forma geral todos os modelos passaram por 7 etapas (terminologia em inglês): a *global registration*, *erasing*, *outlier removal*, *alignement*, *fusion*, *mesh simplification* e *texturing*. A ordem das fases pode, na maioria dos casos ser alterada e/ou repetida conforme as necessidades. Na tabela abaixo apresentada, pode ler-se a funcionalidade de cada um destes passos (Tabela 5).

Tabela 5 - Etapas do processo de tratamento das aquisições digitais

ETAPA	DESCRIÇÃO DA FUNÇÃO
<i>Global registration</i>	Registo de todos os scans (imagens) captadas
<i>Erasing</i>	Limpeza de pontos manual (para o ruído adquirido), tem 7 modos para o executar
<i>Outlier removal</i>	Limpeza do ruído automaticamente
<i>Alignement</i>	Alinhamento dos grupos captados (pode ser feita manual ou automaticamente)
<i>Fusion</i>	Criação de modelo poligonal dos frames adquiridos, tem 3 modos diferentes
<i>Mesh simplification</i>	Simplificação de malha poligonal (para ocupar menos espaço), tem 2 modos de aplicação)
<i>Texturing</i>	Aplicação de textura adquirida

3.2 Procedimentos e resultados

Para a exploração, e melhor visualização dos elementos realizados digitalmente, foi criada uma pasta onedrive¹⁰ como anexo extra, onde estão disponibilizados os ficheiros dos modelos adquiridos na digitalização (já trabalhados), os ficheiros do Blender, e ainda vídeos com o encaixe dos fragmentos e preenchimento.

¹⁰ **Link:** https://unlpt-my.sharepoint.com/:f/g/personal/ms_pires_fct_unl_pt/EnSdf52INe-JPgeDpkzgxb8BoN5zHIJvTO5W7JfRbD1cHQ

3.2.1 SCJ0037

Para este fragmento experimentou-se o restauro tanto no *Blender* como no *Meshmixer*. O intuito de experimentar dois softwares foi perceber qual é que melhor respondia às necessidades, ou seja, tanto a facilidade de trabalho por conservadores-restauradores, sem conhecimento em modelação, como aquele que apresenta um melhor resultado. Foi experimentado neste objeto já que era o que apresentava uma forma mais simples e consequentemente, mais fácil de trabalhar.

Com o *Meshmixer* a forma foi conseguida através de 2 cilindros, um para a base (com as dimensões e espessura semelhantes à base do fragmento) e outro para o bordo superior (a perfazer a abertura do prato). Para dar a forma da aba moldou-se o cilindro superior, até ficar mais ou menos homogéneo e com uma espessura semelhante.

O preenchimento criado ficou muito heterogéneo de um modo geral, e com uma aparência torta, e bastante desconfigurada (**Figura 3.3**). Assim, concluiu-se que este software não ia permitir criar uma modelação que fosse ao encontro do que seria expectável e que cumprisse com os princípios éticos do conservador-restaurador. Mais uma vez focando o código de ética, inerente ao trabalho destes profissionais, o artigo 5º, das obrigações com os Bens Culturais, refere a necessidade destes profissionais respeitarem além de outros valores a estética e a integridade dos bens culturais [16].

“Article 5: The conservator-restorer shall respect the aesthetic, historic and spiritual significance and the physical integrity of the cultural heritage entrusted to her/his care.”¹¹

Com os resultados deste programa estes pontos não são salvaguardados. A estética é totalmente diferente, nem a forma geral do prato é conseguida, quanto os aspetos mais pormenorizados, como as marcas torneadas do verso ou o revelo da base. A sua integridade, relacionando com os pontos acima referidos, é também colocada em causa.

¹¹ Tradução realizada pela Associação Profissional de Conservadores-restauradores de Portugal (ARP) (<https://arp.org.pt/etica/>): “O Conservador-restaurador deve respeitar o significado estético, histórico e espiritual e a integridade física dos bens culturais que lhe foram confiados.”

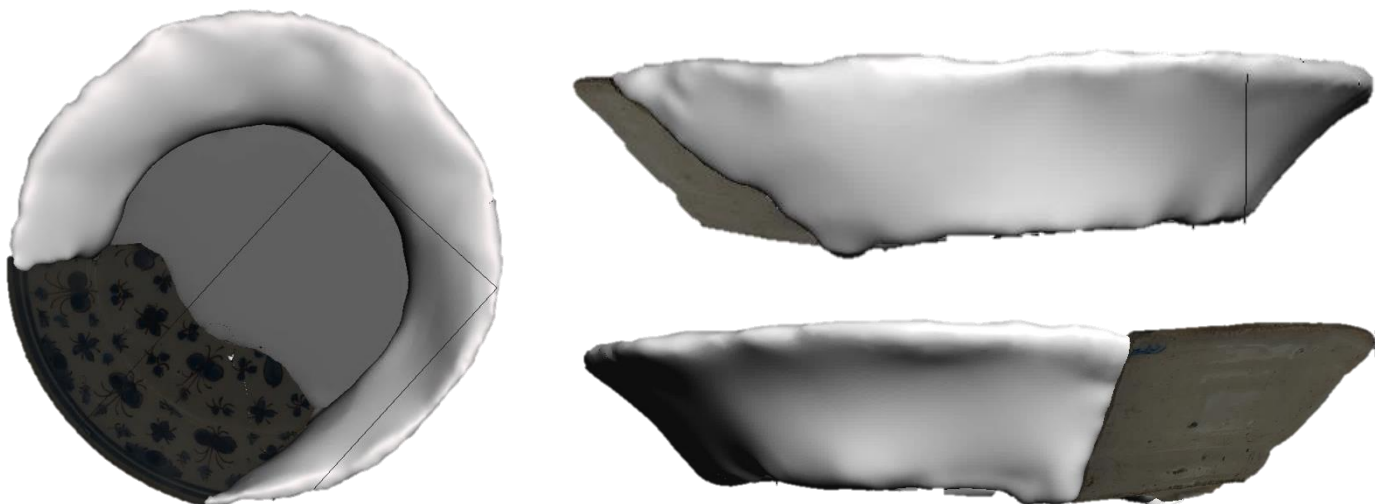


Figura 3.3 - Resultados obtidos através do Meshmixer

Para o *Blender* começou-se da mesma forma, isto é, criou-se um cilindro com o diâmetro e espessura da base do fragmento, e através da deformação desta forma chegou-se ao prato.

De seguida, foi-se fazendo, as vezes necessárias, a extrusão e inclinação das faces de modo que a forma coincida o mais possível com o fragmento (**Figura 3.4**). No verso, como o prato tinha um relevo na base e alguns elementos torneados, repetiu-se o processo de extrusão.

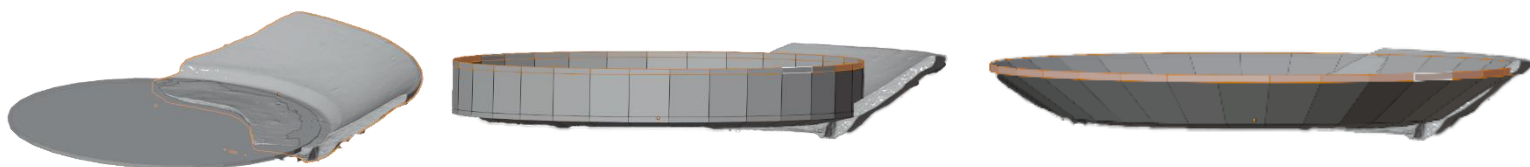


Figura 3.4 - Processo de criação do preenchimento no Blender

Como este programa cria modelos geométricos, de formas poligonais, e tendo em conta que o prato apresenta formas mais curvilíneas, suavizaram-se as linhas e a criou-se algum volume. Depois fez-se o recorte do preenchimento que estava sobre o fragmento de forma automática, mas devido ao alinhamento não estar perfeito (devido ao prato não ser totalmente simétrico), teve de fazer-se o corte manualmente. Este é um dos desafios de trabalhar com peças feitas manualmente, o facto de não apresentarem simetria nas formas. Realizar o preenchimento de uma lacuna implica conhecer-se o processo de produção para se respeitar a assimetria das formas que é característica dos objetos em estudo.

Para a reintegração cromática (e como era apenas para um teste não foi consultada bibliografia), começou por se tentar fazer em 2D uma montagem através da parte existente do

fragmento para perceber se existia uma geometrização do padrão que se pudesse utilizar. A partir disso, percebeu-se que a zona do covo não tinha informação iconográfica suficiente. Assim, numa primeira tentativa começou por se importar o padrão, primeiramente experimentou-se apenas uma fotografia do fragmento, mas como não resultou, testou-se uma segunda hipótese com a montagem 2D (por ser mais completa), que também não resultou (**Figura 3.5**).



Figura 3.5 - Teste da reintegração cromática pela sobreposição 2D do fragmento

A possível razão para esta falha poderá ser o facto de a construção da forma do prato ter passado pela deformação de um cilindro, isto porque na base aparece a textura correta, mas na lateral há a deformação da imagem. Como poderia dever-se à geometrização da forma feita neste programa, experimentou-se noutras duas aplicações: o *MeshLab* e o *Photoshop*, sendo que ambas levantaram a mesma problemática (**Figura 3.6.a), b), c)**).

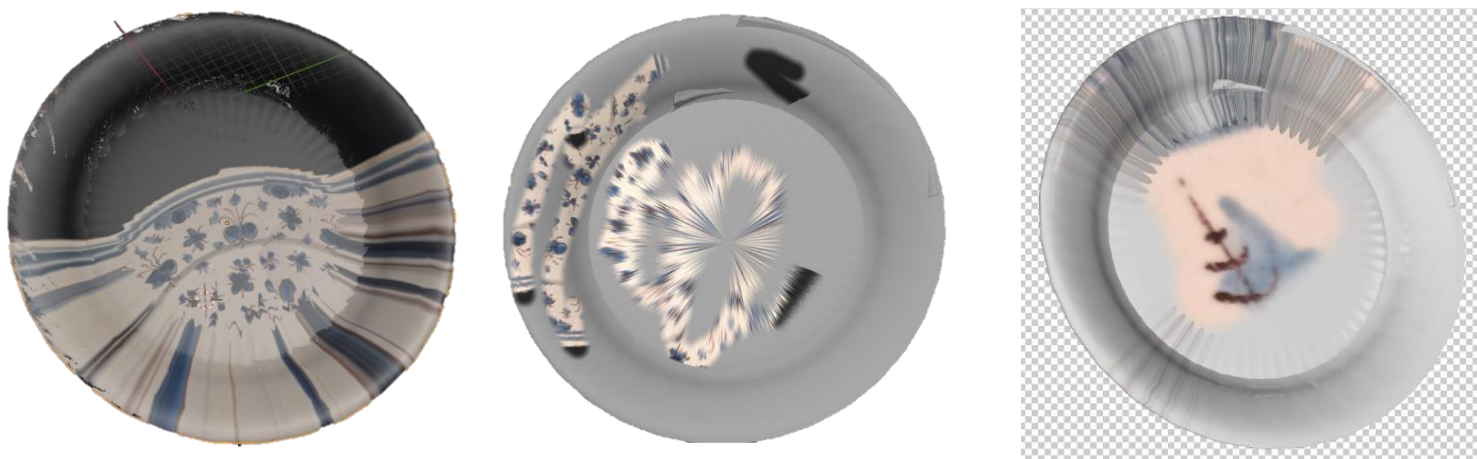


Figura 3.6 - Teste de reintegração cromática: **a)** Blender; **b)** MeshLab; **c)** Photoshop

Assim sendo, e pelo facto de não se ter conseguido a aplicação da textura, foi apenas feita a alteração da cor, para uma cor semelhante à do vidro do fragmento (**Figura 3.7**).

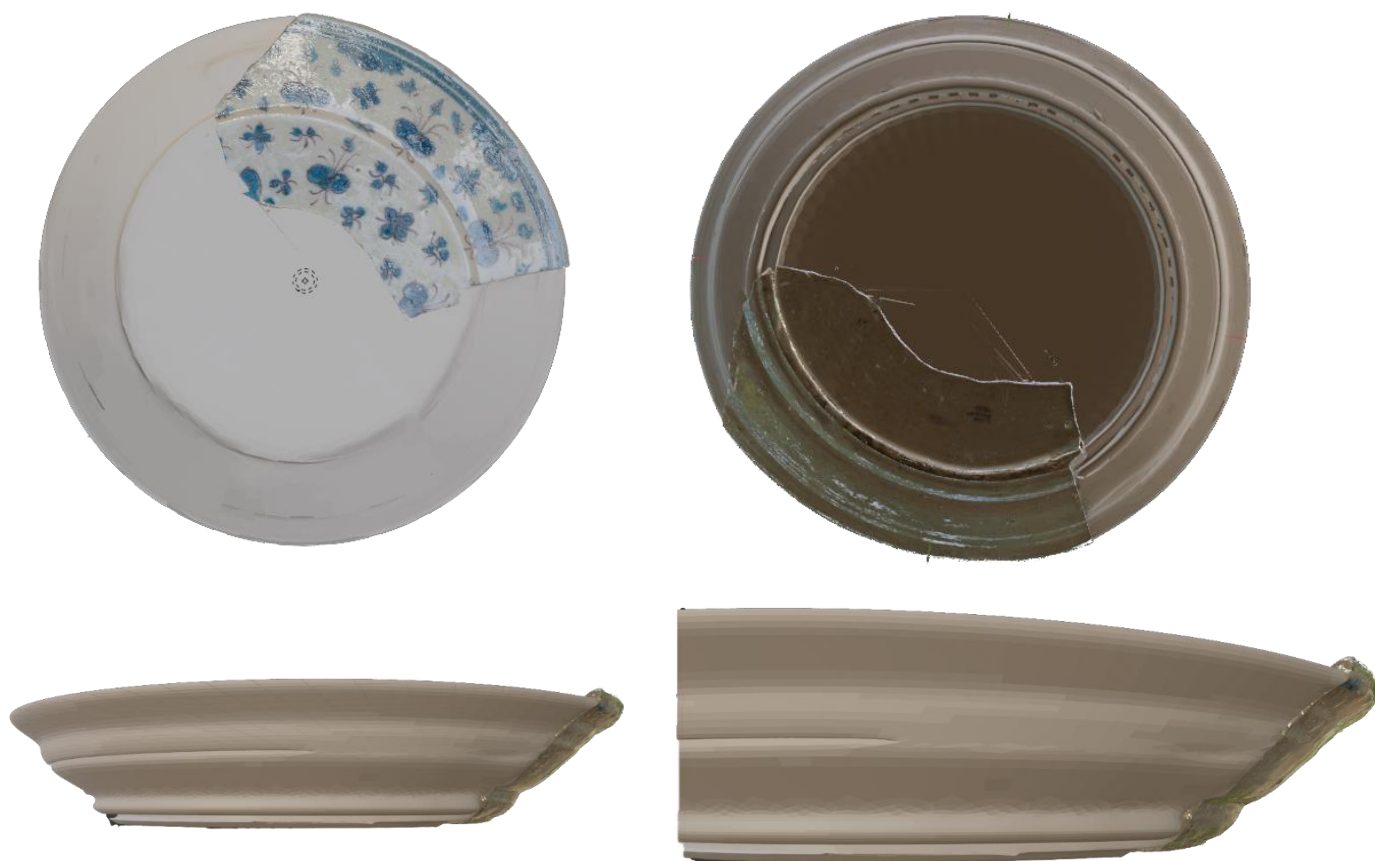


Figura 3.7 - Imagens restauro 3D do prato (SCJ0037)

3.2.2 SCJ0018

Para este fragmento o princípio do preenchimento foi bastante semelhante ao realizado no fragmento anterior, no que diz respeito à forma de conseguir o formato de prato, diferiu apenas na tentativa de fazer o canelado semelhante ao original.

Começou por se adicionar um cilindro com uma espessura semelhante à do fragmento, e abriu-se com o diâmetro da base do prato. Fez-se a extrusão e inclinação das laterais, as vezes necessárias, até ficar com um formato semelhante (**Figura 3.8**). Para fazer o canelado começou por se perceber quantos polígonos correspondiam a uma "onda", para depois se aplicar essa regra na restante lateral do prato, para facilitar o processo fez-se uma subdivisão dos polígonos para que o número por ondulação fosse certo. Cada dois polígonos foram elevados, e os dois seguintes foram rebaixados.

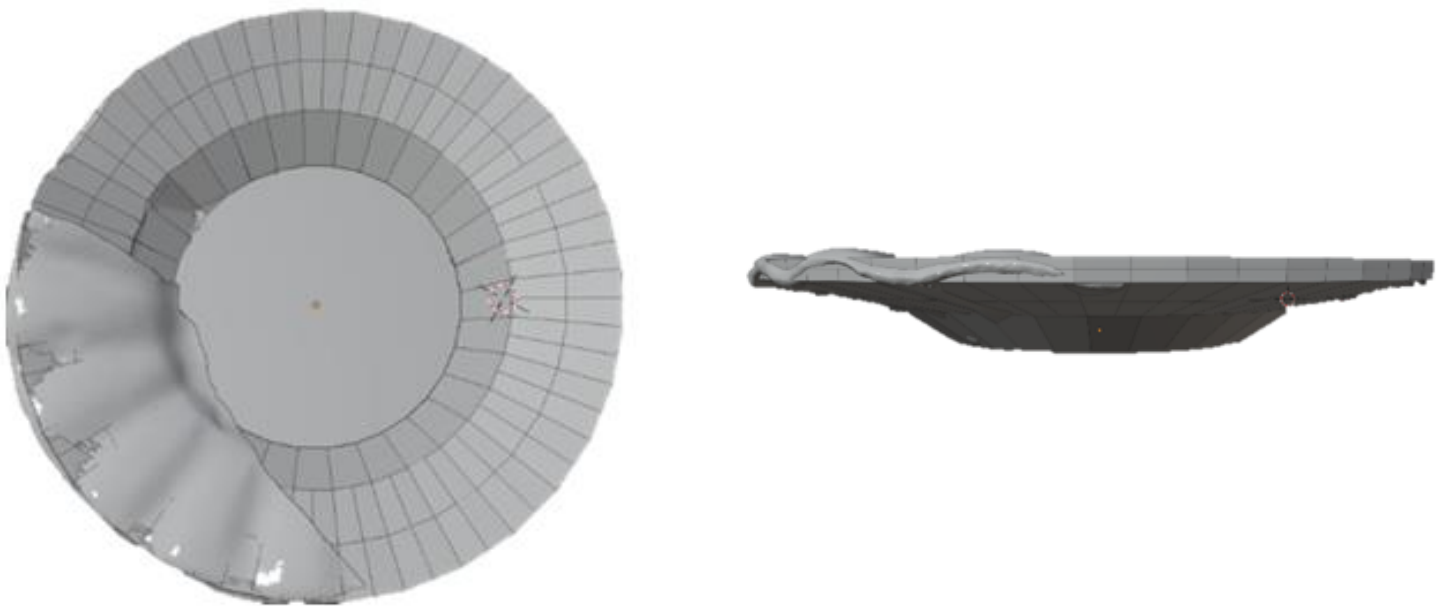


Figura 3.8 - Formato poligonal do prato, antes da ondulação

Para que o canelado do prato ficasse mais sinuoso e não tão geométrico, suavizaram-se as linhas do preenchimento. Conclui-se que estas não eram as ferramentas adequadas para se fazer o efeito de canelado, isto porque ou se conseguiu dar a forma no bordo ou se conseguiu fazer o volume, mas as arestas ficarem demasiado delineadas.

De qualquer forma, foi também necessário fazer-se a eliminação da parte modelada que está sob o fragmento original, que foi efetuada de forma automática, mas como não ficou bem (devido à falta de simetria do prato e ao canelado) fizeram-se os cortes manualmente.

Quanto à reintegração cromática, apenas foi alterada a cor do preenchimento para uma cor semelhante à do vitrado (branco acastanhado) (**Figura 3.9**).





Figura 3.9 - Imagens restauro 3D do prato canelado (SCJ0018)

3.2.3 SCJ0087

O fragmento com falta de corpo cerâmico, que dificultou a intervenção deste objeto como anteriormente referida, no capítulo 2, subcapítulo 2.2.3, mostrou-se também um desafio na digitalização. Com a dificuldade de manter o fragmento unido na posição correta, fez com que a aquisição do modelo digital não ficasse correta (causando alterações na abertura da taça). Assim, foi necessário fazer-se a digitalização com a captação separada do fragmento e do resto da taça, para que no programa *Blender*, se fizesse a união digitalmente (**Figura 3.10**).

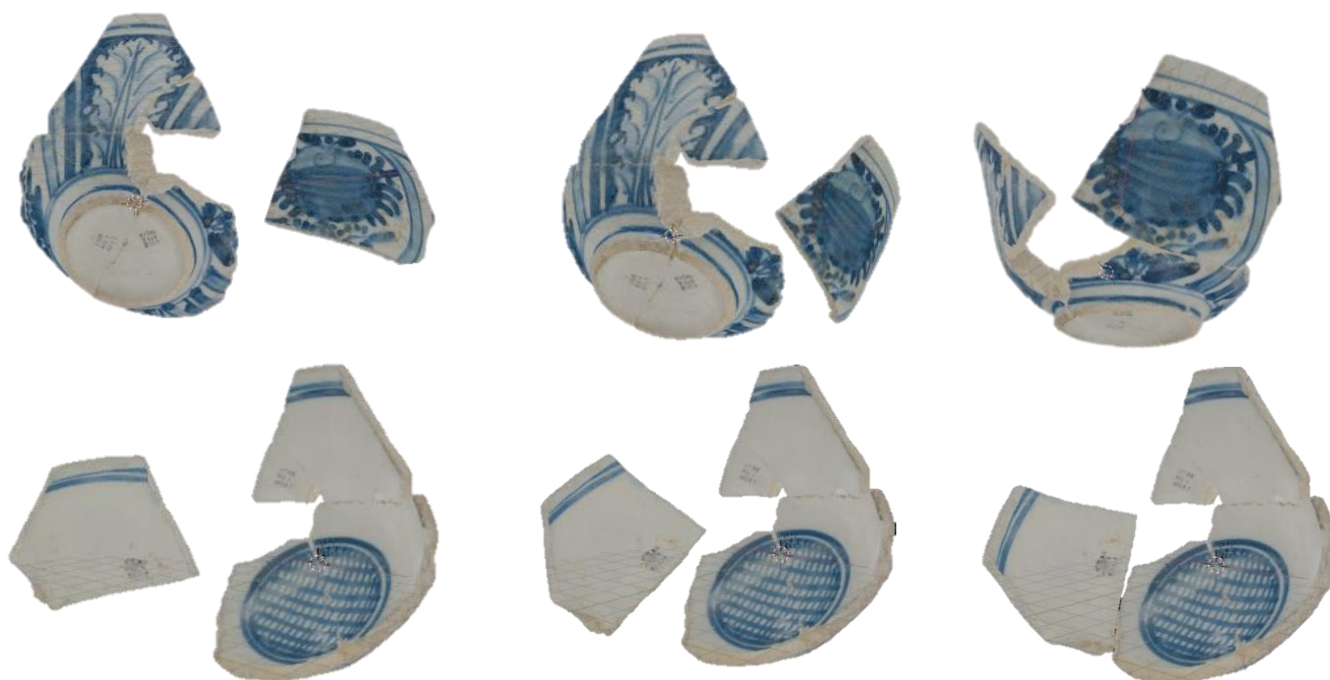


Figura 3.10 - União digitalmente de um fragmento (visto de dentro e de fora)

Para a formação da taça, à semelhança dos objetos anteriores utilizou-se um cilindro com o diâmetro mais ou menos da base da taça com uma espessura pequena, para que não se visse a sua sobreposição nem dentro nem fora da taça.

Depois, foram realizadas várias vezes, a extrusão e inclinação das faces de modo que a forma incida o mais possível nos fragmentos. Como este objeto não é totalmente simétrico, e este programa trabalha essencialmente formas geométricas, dificultou este processo.

Para tirar a informação do cilindro que estava sobre os fragmentos, tentou cortar-se de forma automática esse excesso, mas como o alinhamento não estava perfeito (pela falta de simetria da taça) não foi totalmente eficaz. Daí nalgumas zonas ter de se cortar manualmente.

Neste caso o resultado conseguido digitalmente foi satisfatório, sendo que permite perceber o objeto no seu todo. Porém, é importante referir que em alguns sítios com falha de vidro e falha de parte do corpo cerâmico, esta ferramenta não consegue ser totalmente eficaz e maleável (**Figura 3.11**). Fazendo com que nas zonas onde o preenchimento foi cortado, manual ou automaticamente, não conseguisse cobrir essas pequenas falhas.

Para a reintegração cromática, escolheu-se a aplicação de uma cor, semelhante à cor do vidro (uma tonalidade de branco acinzentado) (**Figura 3.12**).



Figura 3.11 - Falhas do corte do preenchimento

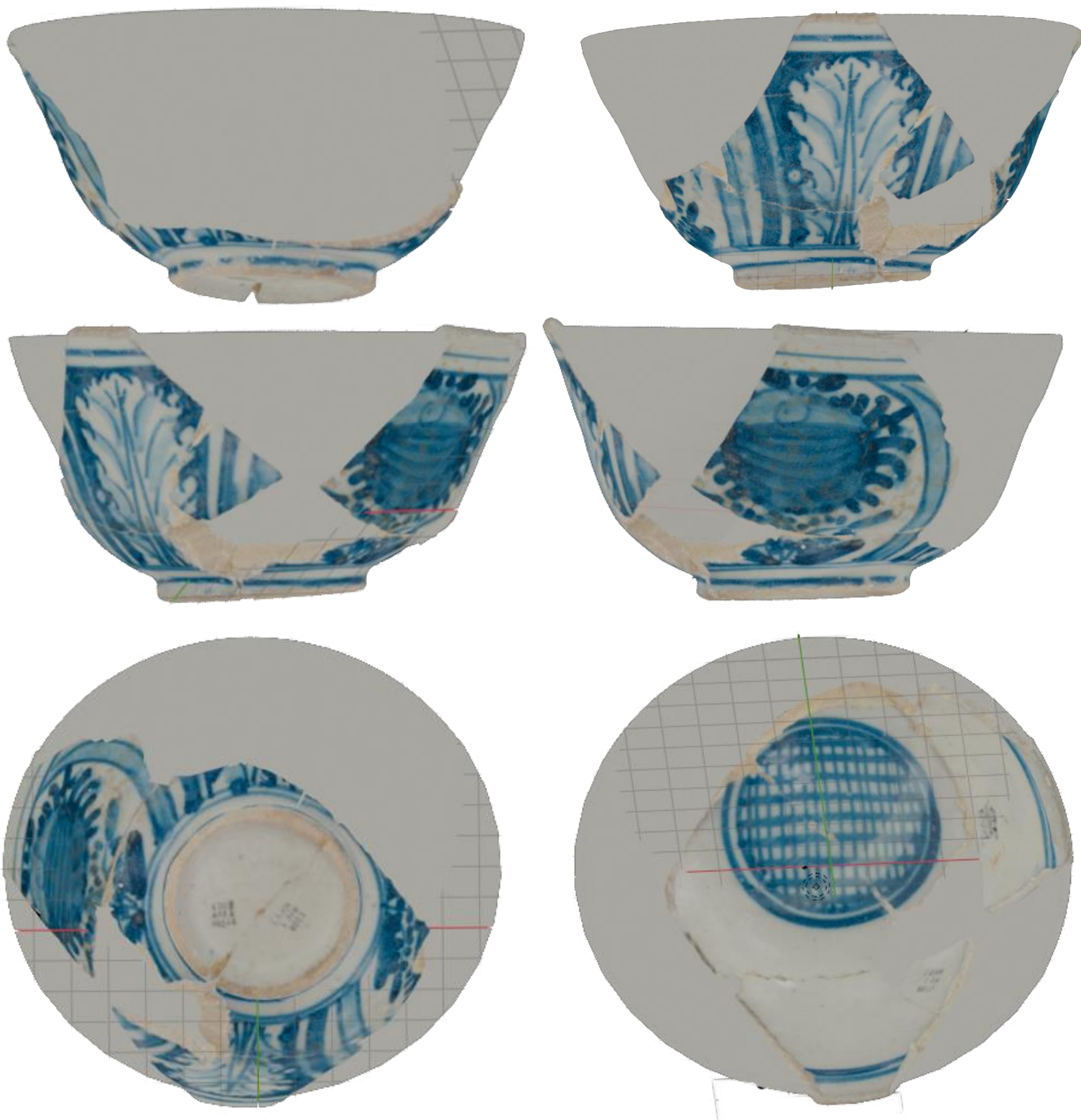


Figura 3.12 - Imagens do restauro 3D da taça (SCJ0087)

3.2.4 SCJ0130

No caso deste objeto, começou por se fazer a união digitalmente de todos os fragmentos e foi feito um vídeo a demonstrar o encaixe. Quanto ao processo de preenchimento da lacuna realizou-se em duas partes: a base e a zona superior.

Para a base utilizou-se uma forma cilíndrica que foi dimensionada com um diâmetro semelhante ao do pé, e a espessura do mesmo e foi colocado sobre a zona do pé. Depois, para o moldar à restante forma do pé, fez-se o processo de extrusão e inclinação as vezes necessárias para obter a forma desta zona.

Para a zona superior, começou por se definir a proposta de forma. Fez-se uma recolha de objetos semelhantes maioritariamente com recurso à Matriznet¹², com o intuito de conseguir-se obter além de uma forma, uma dimensão média e para isso, foram usados 32 exemplos. Para sugerir uma média do tamanho do bojo, fez-se a média das dimensões dos bojos das fotografias que tinham escalas, que eram apenas 3¹³. Concluiu-se, assim, que a média desta parte seria de aproximadamente 11 cm. Sendo que, o objeto original tem de altura máxima 6 cm, pelo que tinha de se fazer os restantes 5 cm que estão em falta (**Figura 3.13**).

Seguidamente e com o intuito de saber o tamanho do bocal/abertura, fez-se uma média de alturas e subtraíram-se as medidas do pé e do bojo, isto porque, através das 3 fotografias com escala o mesmo não era possível, tendo em conta que apenas uma das peças tinha essa parte. Foram usadas 29 imagens, e conclui-se que a dimensão média da altura é de aproximadamente 20 cm (19,9 cm). Sabendo que o pé original deste objeto tem 5 cm e sabendo já que o bojo tem uma dimensão média de 11 cm, subtraíram-se esses valores aos 20 cm (valor médio das alturas totais), concluindo assim que a altura média da abertura seria de 4 cm.

¹² <http://www.matriznet.dgpc.pt/MatrizNet/Home.aspx>

¹³ Fotografias cedidas pela arqueóloga Tânia Casimiro, de escavações no Mosteiro de Santa Clara-a-Velha, em Coimbra

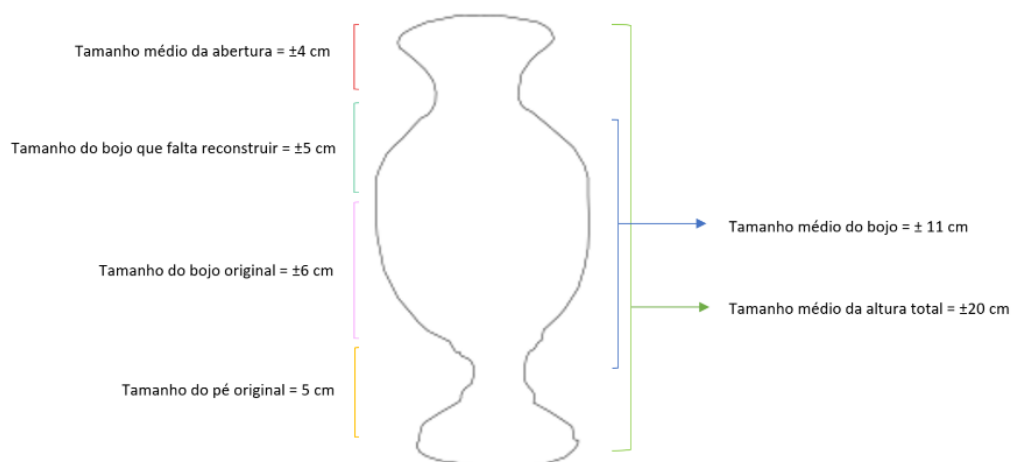


Figura 3.13 - Esquema das dimensões médias das partes do pote (considerando o existente e a parte em falta)

Depois das medidas definidas, adicionou-se uma esfera e foi esta a forma usada para fazer todo o preenchimento da zona superior. Primeiramente foi deformado para ter a medida do bojo e para a abertura fez-se a extrusão e inclinação até perfazer as dimensões supostas.

Neste caso o passo de cortar o excesso de preenchimento (parte sobreposta com o fragmento) não foi na sua totalidade conseguida. Isto porque o pote foi importado para o programa fragmento a fragmento, segundo modelos digitais diferentes, para se poder fazer a união dos modelos digitalmente. Assim, o processo de corte automático só permite escolher um dos fragmentos, todos os outros têm de ser cortados manualmente, o que é um processo de difícil execução, além de ser demorado.

Para que a forma final não ficasse com um aspeto muito geométrico suavizaram-se também as linhas e os ângulos de ambas as zonas moldadas.

Quanto à reintegração cromática elegeu-se uma cor semelhante à cor do vidrado (**Figura 3.14**).



Figura 3.14 - Imagens restauro 3D do pote (SCJ0130)

É importante concluir os resultados relacionados com o "restauro digital", tanto sobre a forma (preenchimento) como sobre a textura (reintegração cromática).

Quanto à forma todas as peças à exceção do prato canelado foram conseguidas, com mais ou menos pormenores. Através das ferramentas básicas de modelação foi possível ter

uma ideia da forma total e das dimensões das peças. Além do mais possibilitou no caso do pote a experiência de formatos e dimensões.

Já relativamente à textura, por muito que a maioria das peças não tivesse informação iconográfica suficiente para a sua reintegração, não foi possível em nenhum caso a sua aplicação. Possivelmente pela falta de conhecimento das ferramentas digitais, por parte dos conservadores. Assim sendo, foi apenas adicionada uma cor.

Relativamente ao tempo de execução deste trabalho é de reforçar que devido às dificuldades de aprendizagem e de execução dos programas (meshmixer e blender) fez com que este processo fosse muito longo e demorado.

Após estes resultados é de destacar a importância de profissionais com bases em modelação, para este trabalho, pela importância de equipas interdisciplinares com várias áreas de conhecimento que permitam alcançar resultados mais satisfatórios.

O PAPEL DO CONSERVADOR- RESTAURADOR NA DIGITALIZAÇÃO E COMO FERRAMENTA DE RESTAURO

A presença do Conservador-Restaurador, como anteriormente referido, ainda tem sido pouco considerada e por isso, pretende-se perceber qual a incumbência deste profissional nas utilizações das tecnologias digitais, relativas à digitalização e ao "restauro digital" (tendo sempre presente que o objetivo não é o "restauro digital" vir substituir o restauro material). Esta reflexão foi direcionada sobretudo segundo duas vertentes: uma pequena revisão de bibliografia e um questionário direcionado a um conjunto restrito de instituições.

Relativamente à revisão bibliográfica, serviu para uma perceção geral da presença ou não de profissionais de conservação e restauro nos processos acima referidos.

Quanto ao questionário realizado, o foco foi a digitalização nos museus e quais os procedimentos adotados e profissionais envolvidos no processo, pelo que o mesmo foi enviado apenas a alguns museus de referência que são habitualmente pioneiros em novas metodologias (de gestão, conservação, musealização, entre outras) e onde já se realizam trabalhos de digitalização 3D de objetos e respetiva manipulação das imagens obtidas, tentando perceber onde se posiciona o conservador-restaurador no processo.

4.1 Revisão de literatura

Como forma introdutória e com o objetivo de perceber se o conservador-restaurador tinha/tem algum papel no uso das tecnologias digitais ligadas ao património, analisou-se um

conjunto de artigos anteriormente referido (capítulo 1, subcapítulo 1.2.2, página 6) se existe a presença deste profissional e se tem havido uma tendência crescente dessa presença ao longo dos anos.

Para estes resultados, começou por se verificar a profissão de cada um dos autores em cada artigo (descrita no próprio artigo ou através de pesquisa na internet) de forma a perceber a área de trabalho em que estão inseridos.

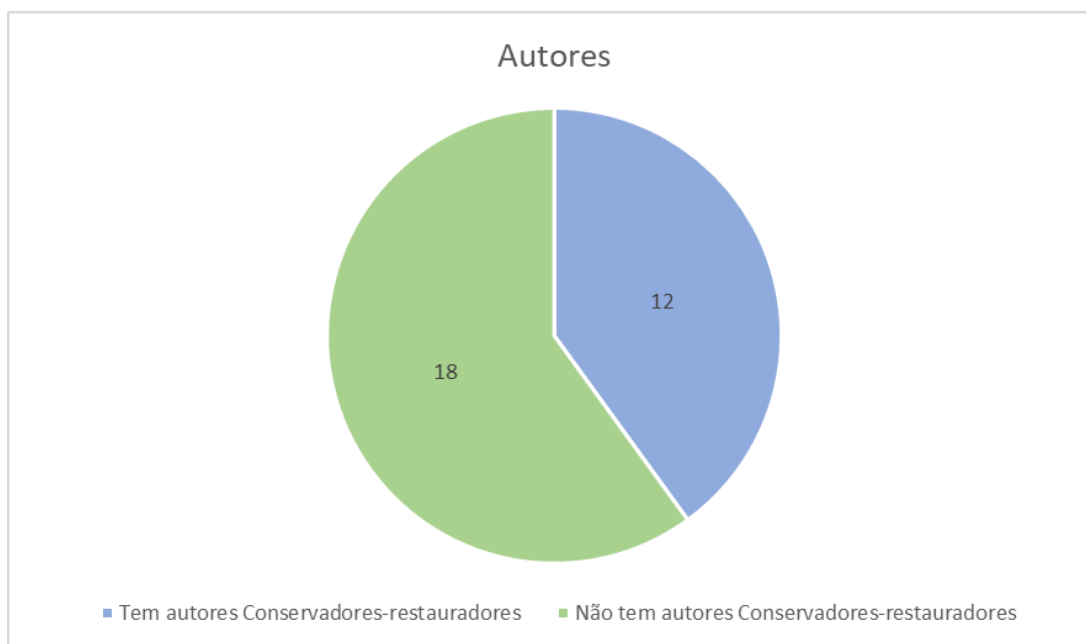


Figura 4.1 - Gráfico circular com o número de artigos com e sem conservadores com autores

Através do gráfico apresentado (**Figura 4.1**) percebe-se que mais de metade dos artigos não têm na sua lista de autores profissionais de conservação e restauro, o que permite supor que grande parte destes casos não tiveram presentes na sua execução estes profissionais.

Muitas e diversificadas são as áreas de trabalho presentes nos autores destes artigos, talvez a arquitetura seja a mais predominante, seguida de áreas relacionadas com as engenharias (informática, eletrotécnica, entre outras) e ainda áreas relacionadas com a imagem, produção, otimização e impressão de modelos digitais (grupos de manufatura, Fablab, serviços 3D, fotogrametria, entre outros). Tendo em conta que os artigos vão de 2003 a 2022, pode ser importante perceber se houve uma evolução temporal, no que respeita à existência de conservadores como autores destes casos de estudo. Para isso, foi feito um gráfico de barras com as datas dos artigos bem como se estes têm ou não a presença de conservadores (**Figura 4.2**).

Obviamente, estes dados não são conclusões concretas e a ajuda de conservadores-restauradores nestes estudos não implica que tenham de estar entre os autores do trabalho escrito resultante.

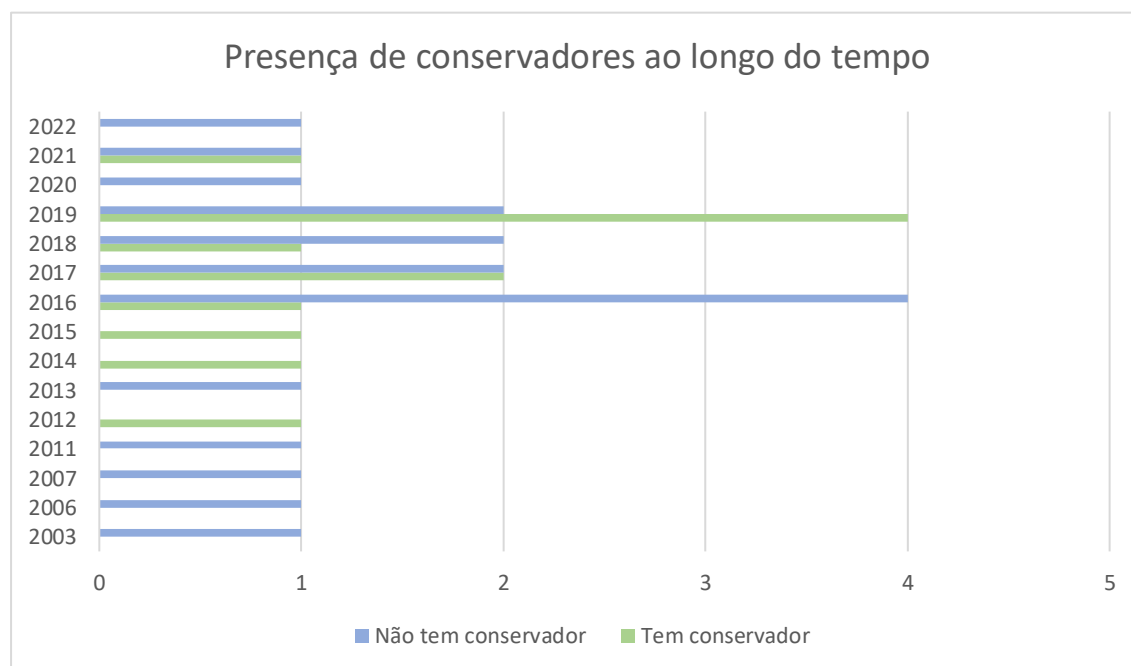


Figura 4.2 - Gráfico de barras com o número de artigos em função da data de publicação.

Os artigos mais recentes são os que têm conservadores, no entanto, esta não é, de forma alguma, uma conclusão linear. Muitos dos artigos mais atuais ainda não são feitos por conservadores, levantando assim a necessidade de refletir sobre a importância (e sobre a importância que lhes é atribuída por outros) destes profissionais no processo de digitalização.

4.2 Estudo - Práticas atuais da digitalização em museus

Foi criado um formulário intitulado de *"The use of scanning in the museological institutions"*, que foi enviado para algumas instituições consideradas de referência relativamente ao desenvolvimento e aplicação de novos processos no património cultural: *Victoria & Albert Museum* (V&A) Londres (EN), *Corning Museum of Glass* Nova Iorque (EUA), *The Metropolitan Museum of Art* (MET) Nova Iorque (EUA), *Rijksmuseum* Amsterdão (NL), e Centro Nacional de Arqueologia Náutica e Subaquática (CNANS) Lisboa (PT). Tendo em consideração que a

utilização das tecnologias digitais é ainda um caminho que está em desenvolvimento no campo da conservação e restauro, a escolha focada nestas instituições deu-se por serem instituições de renome internacionalmente e por, frequentemente, serem as que começam a implementar novas técnicas, novos materiais, novas metodologias. No caso do CNANS, foi eleito por ser uma instituição portuguesa de referência que se sabe já utilizar esta ferramenta em alguns dos seus trabalhos [67].

De todas estas instituições até à data apenas o *Rijksmuseum* respondeu ao pequeno questionário realizado (as questões levantadas podem ser consultadas em anexo, **A.7**). De uma forma geral, percebeu-se que têm protocolos de como fazer a digitalização, mas que ainda estão a ser implementados. Em certos casos podem existir pedidos especiais de profissionais com conservadores, curadores ou cientistas. A presença de conservadores não é vista como totalmente essencial, apenas acontece quando a mesma é pedida, tendo em conta que têm os profissionais "*art handlers*", é de notar que é referido também que às vezes há objetos que precisam de formas mais invulgares de fazer a digitalização pelo que é preciso outros tipos de profissionais que sejam capazes de fazer essa tomada de decisão.

4.3 Discussão - Papel do conservador-restaurador no digital

Como constatado anteriormente, o trabalho dos conservadores ainda está em parte alocado ao restauro material, isto é, à preservação e restauro material dos objetos. Sabe-se também que atualmente o mundo do digital é vasto e que a tendência é cada vez se tornar ainda mais amplo, contudo e focando apenas no campo da digitalização e do "restauro digital" o conservador é um membro que deveria ter um papel nas equipas que fazem esse trabalho e que se querem interdisciplinares.

Numa primeira impressão, em específico no processo da digitalização, o trabalho dos conservadores pode ser momentaneamente associado apenas ao manuseamento dos objetos, mas olhando mais profundamente e focando também no restauro, a sua função deverá ser muito maior que essa. A digitalização é um processo de aquisição de imagens que permitem criar os modelos e a verdade é que qualquer pessoa que saiba mexer com os equipamentos o consegue fazer, já o "restauro digital" é a tentativa de mostrar o objeto/ fragmento mais

semelhante à sua forma original. Mas, ambos podem colocar em causa a autenticidade dos objetos, quando não são feitos por profissionais de conservação e restauro. Essa autenticidade passa também pelo conhecimento pormenorizado das manualidades, dos defeitos de fabrico, das distorções, da técnica de fabrico, entre outros, para o respeito pelas características específicas dos objetos. Neste caso, a falta de simetria dos objetos é um bom exemplo da importância que estes profissionais têm. Pode dificultar a produção dos modelos digitais, mas é um aspeto importante e que deve ser respeitado para a sua preservação. A "forma e conceção, materiais e substância, uso e função, tradições e técnicas, localização e enquadramento, espírito e sentimento, e outros fatores internos e externos" [68] são os aspetos definidos no documento de NARA para salvaguarda da autenticidade de um objeto. Com alguma facilidade, sobretudo quando os profissionais não são treinados a ter pensamento crítico das ações a realizar, sobre o que fazer e como fazer, pode cair-se na criação de falsificações históricas. O artigo *The Problem with Printing Palmyra: Exploring the Ethics of Using 3D Printing Technology to Reconstruct Heritage* [28] refere, através de um exemplo prático, que se pode estar a criar o que definiram como "*Disneyfication*", termo que usaram para explicar que mais do que a perda de autenticidade, estas reconstruções tornam o património em atrações, induzindo erro e partilhando com as gerações presentes e futuras informações erradas.

Através do estudo de caso realizados e apresentados neste trabalho, percebeu-se a importância do conservador nestes processos, bem como a interdisciplinaridade necessária (arqueólogos, historiadores, modeladores, informáticos, ...). Na digitalização, foi clara a importância de um manuseio cauteloso, por um lado porque o processo foi feito sobre uma mesa giratória, pelo que o fragmento teve de ser rodado com cuidado para não cair e, por outro lado e sobretudo no caso dos pratos, para captar a sua espessura foi necessário fazer-se este processo com o fragmento posicionado verticalmente (posição contrária ao equilíbrio normal da peça), o que necessitou um planeamento e testagem prévios para se criar um apoio necessário para o mesmo estar seguro. Além disso, no caso por exemplo da digitalização da taça a cor e a forma, numa primeira tentativa não captou alguns pormenores na totalidade e o olhar atento a esses detalhes, no processo e no resultado, foi essencial para a determinação de ter de se fazer mais aquisições. No caso do "restauro digital", o pote é um bom exemplo da importância da reflexão das ações a realizar, mesmo neste processo foi necessário fazer-se um trabalho de estudo e pesquisa da forma e das dimensões, para que depois a forma pudesse ser proposta na sua totalidade. Este é também um ótimo exemplo da importância da interdisciplinaridade, uma vez que para uma primeira impressão da forma, o conhecimento dos arqueólogos mostrou-se essencial. Depois, com a procura mais afinada de formas e com a

ajuda do desenho arqueológico, foi possível encontrar peças parecidas e com dimensões também elas comparáveis. Depois, no caso da reintegração cromática e olhando por exemplo para o prato SCJ0037, facilmente se tentaria fazer a ação na totalidade do prato por parecer um desenho simétrico e facilmente reproduzível, contudo com um olhar pormenorizado percebeu-se que a iconografia existente seria insuficiente para ser realizada esta ação. Supõem-se que poderá acontecer outros profissionais experimentarem a sua realização de uma forma mais improvisada, ou seja, tentarem reajustar a iconografia presente na lateral na base sobrepondo as zonas semelhantes e ignorando os elementos presentes só na base.

Conclui-se assim que o uso das ferramentas de digitalização e de restauro 3D, quando usadas no âmbito do património cultural, deverá ter em consideração a presença de conservadores-restauradores, numa equipa que se quer interdisciplinar. Os conservadores irão salvar o património e os seus valores, mesmo digitalmente para o seu conhecimento e usufruto pelas gerações presentes e futuras.

CONCLUSÕES

O trabalho em questão explorou a tecnologia digital usada em prol da conservação e restauro, com o intuito de perceber as vantagens e limitações do seu uso no património cultural, com foco para grandes coleções. Para isso, o estudo de bibliografia mostrou-se essencial, como uma primeira abordagem ao conhecimento e uso destas ferramentas.

Em conclusão é importante começar por realçar que a tecnologia digital, em particular o "restauro digital", não pretende substituir o trabalho do restauro material, mas sim, tentar trabalhar em conjunto, a fim de conseguir resultados adaptados às necessidades específicas de cada objeto e coleção. Estas ferramentas podem ser úteis por exemplo para a experimentação e criação de metodologias a serem aplicadas materialmente, facilitando assim o processo de restauro.

O segundo ponto importante a abordar é que, à semelhança do restauro material, no "restauro digital" cada caso é único e a metodologia em uso tem de ser adaptada e refletida para as características e especificidades de cada objeto.

Olhando de uma forma mais concreta para os casos de estudo tratados neste trabalho, concluiu-se que o "restauro digital" pode ser uma ótima abordagem para coleções com inúmeras peças como é o caso do espólio do Convento de Jesus, em Setúbal. Foi vantajoso porque o "restauro digital" permitiu a visualização da forma das peças quando digitalizadas permitindo apresentar, divulgar o seu espólio. Conseguiu também facilitar o processo de restauro, explorando novas técnicas a serem aplicadas materialmente. Além disso permitiu explorar as dimensões e as formas de outros objetos, quando não existe informação suficiente sobre as mesmas. Além disso, concluiu-se que estas ferramentas podem ser usadas por conservadores-restauradores e alcançar bons resultados, pelo menos resultados suficientes para as necessidades neste

campo. Contudo, é importante referir, mais uma vez, que o trabalho interdisciplinar, com a presença, por exemplo de modeladores profissionais consegue alcançar melhores resultados.

Destacando primeiramente os resultados da digitalização conclui-se que o scanner utilizado neste trabalho (Artec3D, modelo Space Spider) respondeu positivamente às características e especificidades destas peças e que permitiu obter bons resultados. Alguns aspetos que podiam estar mais na dúvida de serem ou não conseguidos, como o brilho ou as diferentes tonalidades brancas do vidrado, as formas mais onduladas das peças, foram todos bem adquiridos.

O prato grande, o SCJ0037, mostrou que o uso de ferramentas digitais pode ser uma mais-valia para ajudar e pensar em metodologias de restauro material diferentes. Neste caso, as formas mais tradicionais de se fazerem os preenchimentos não resultaram e o facto do "restauro digital" utilizar outro método ajudou no pensamento de metodologias não tão comuns. Por exemplo, comumente para o restauro material parte-se da linha de fratura para se fazer o preenchimento, já no "restauro digital" faz-se o preenchimento total e retira-se o que está sobreposto sobre o fragmento. Neste caso, o restauro material foi feito segundo esta metodologia, para perceber se funcionaria melhor. Além do mais, com este objeto percebeu-se de uma forma muito concreta a aplicabilidade que o restauro digital pode ter. Refazer-se o preenchimento do prato com estas dimensões - diâmetro de 35 cm - implica um gasto material grande e tempo disponibilizado, sendo que o "restauro digital" pode ser uma solução mais rápida e possivelmente menos dispendiosa (caso se tenha o equipamento de digitalização), tendo em consideração as características dimensionais da lacuna deste prato. Além da lacuna ser grande e a primeira e segunda tentativa não terem resultado, fez com que fosse necessário gastar material para estas hipóteses e para as próximas até obter um processo que funcione, o que torna este um restauro menos sustentável.

No caso do prato enfiado, SCJ0018, conclui-se que o resultado da digitalização foi eficaz para a obtenção de informação, contudo o "restauro digital", realizado sem formação em modelação, não foi conseguido, ou seja, é possível mostrar e fazer o ondulado no bordo, contudo volumetricamente não foi atingido o resultado expectável. No que diz respeito ao restauro material concluiu-se que foi possível um bom resultado mesmo tendo uma lacuna de grande dimensão.

Quanto ao pote, SCJ0130, concluiu-se que o "restauro digital" permite chegar mais longe que o restauro material. Isto é, seguindo os princípios éticos do conservador-restaurador,

apenas era possível preencher a zona do pé, já com o "restauro digital" e partindo do desenho arqueológico da peça, permitiu criar simulações de formas baseadas no resultado da investigação sobre a forma da peça, que constantemente podem ser alteradas e/ou melhoradas.

Por fim, no que diz respeito à taça, SCJ0087, concluiu-se resultar bem com tecnologias digitais para o seu restauro. Materialmente é importante destacar a dificuldade na união do fragmento com falta de corpo cerâmico, que complicou, por um lado a sua correta digitalização, e por outro lado o modelar das placas de cera e o preenchimento com a pasta.

Assim, pode concluir-se que foram alcançados os objetivos definidos e adicionalmente foi adquirido um substancial conhecimento sobre o mundo das tecnologias digitais aplicadas ao património cultural. É de salientar que as ferramentas relacionadas com a modelação (para o restauro 3D) são difíceis de aprender a usar sem formação prévia e são, por vezes, pouco intuitivas. Futuramente e focando nos conservadores-restauradores, considero que poderá ser importante incluir este domínio na sua formação, não só baseado no crescimento do uso do 3D no património, nem devido aos apoios monetários concedidos, mas porque considero poder ser uma ferramenta útil para trabalhar em conjunto com o restauro material, isto é, por exemplo para situações como o apoio na tomada de decisão, e na investigação.

5.1 Perspetivas de trabalho futuro

Existem alguns pontos que poderão ser pensados para um trabalho futuro. Primeira-mente, ligado ao "restauro digital" a primeira proposta é haver um estudo mais intensivo de outros programas de modelação, tanto para a modelação dos preenchimentos, como e mais especificamente para a aplicação de textura. Quanto ao restauro material do prato SCJ0037 sugere-se tentar-se mais métodos, seja através da impressão 3D do preenchimento, seja replicar-se um prato para servir a réplica como molde. Em relação ao formulário realizado, sugere-se ser enviado de uma forma mais alargada, para um maior número de instituições. Por fim, baseado no investimento dedicado à transição digital abordado na orientação técnica do Plano de Recuperação e Resiliência [9] português e com o intuito de se perceber se existe alguma metodologia definida que inclui a presença de conservadores-restauradores neste processo, sugere-se que seja enviado um e-mail para as entidades Museus e Monumentos de Portugal e para o Património Cultural, as atuais entidades que vieram substituir a DGPC (Direção-Geral do Património Cultural).

Num panorama geral, como trabalho futuro poderá ser interessante explorar a digitalização de materialidades transparentes como o vidro (sem camadas de degradação). Isto porque, grande parte dos scanners não adquire e as opções até então arranjadas são baseadas na aplicação de sprays para removerem o brilho e a transparência, o que no caso do património cultural não é viável. Assim, desenvolver uma metodologia que permita a digitalização de peças transparentes e incolores, salvaguardando a sua integridade, seria fundamental para abranger um maior leque de materialidade.

BIBLIOGRAFIA

- [1] "Europe's Digital Decade," 2023. https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/europes-digital-decade#tab_4 (accessed Sep. 25, 2023).
- [2] "Digital Rights and Principles: Presidents of the Commission, the European Parliament and the Council sign European Declaration," 2022. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_7683.
- [3] A. Wagner and M. S. de Clippele, "Safeguarding Cultural Heritage in the Digital Era – A Critical Challenge," *Int. J. Semiot. Law*, pp. 1915–1923, 2023, doi: 10.1007/s11196-023-10040-z.
- [4] S. Hermon, G. Sugimoto, and H. Mara, "The London Charter and its Applicability," VAST 2007 8th Int. Symp. Virtual Reality, Archaeol. Cult. Herit., no. January, pp. 11–14, 2007, [Online]. Available: <http://public-repository.epoch-net.org/publications/VAST2007/vast2007.pdf>.
- [5] "Digital cultural heritage," 2022. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/cultural-heritage> (accessed Sep. 25, 2023).
- [6] "Concept of Digital Preservation." <https://en.unesco.org/themes/information-preservation/digital-heritage/concept-digital-preservation> (accessed Sep. 25, 2023).
- [7] "Descubra o património cultural digital da Europa." <https://www.europeana.eu/pt> (accessed Sep. 25, 2023).
- [8] "Questions & Topics." <https://www.yococu.com/yococu-conference/questions-topics-yococu-2022/> (accessed Oct. 26, 2022).
- [9] I. R. Redes and T. Digital, "Orientação Técnica," 2021.
- [10] Icomos General Assembly, "The Seville Principles - International Principles of Virtual Archaeology," *Forum Int. Arqueol. Virtual*, no. December, pp. 1–27, 2017.
- [11] P. Barra, S. Barra, M. Nappi, and F. Narducci, "SAFFO: A SIFT based approach for digital anastylosis for fresco reconstruction," *Pattern Recognit. Lett.*, vol. 138, pp. 123–129, 2020, doi: 10.1016/j.patrec.2020.07.008.
- [12] S. M. Viñas, "Contemporary Theory of Conservation". Routledge, 2005.
- [13] "Terminology for conservation," 15th Triennial Conference - ICOM-CC, 2008. <https://www.icom-cc.org/en/terminology-for-conservation> (accessed Sep. 19, 2023).
- [14] ICON, "Professional Guidelines." pp. 1–5, 2008, [Online]. Available: <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/053-private-act.pdf>.
- [15] B. Appelbaum, "Conservation Treatment Methodology." Elsevier, 2007.
- [16] E.C.C.O. Organisation, "E.C.C.O. Professional Guidelines (II): Code of Ethics", no. li. 2003, p. 4.
- [17] NEMO, "Final report Digitisation and IPR in European Museums". 2020.
- [18] M. Stampoulouglou, O. Toskab, S. Tapinakic, G. Kontogiannic, M. Skamantzarcic, and A. Georgopoulusc, "Archaeological anastylosis of two macedonian tombs in a 3D virtual environment," *Virtual Archaeol. Rev.*, vol. 11, no. 22, pp. 26–40, 2020, doi: 10.4995/var.2020.11877.
- [19] A. F. Abate, S. Barra, G. Galeotafiore, C. Díaz, E. Aura, M. Sánchez, X. Mas and E. Vendrell,

- "An Augmented Reality Mobile App for Museums: Virtual Restoration of a Plate of Glass," Lect. Notes Comput. Sci.,* vol. 11196 LNCS, pp. 539–547, 2018, doi: 10.1007/978-3-030-01762-0_47.
- [20] G. M. Signore and A. Bandiera, *"3D imaging and new ways of making museums interactive and enabling digital discovery and learning MAP-Muro Leccese Archaeological Project View project," Museol. scientifica,* vol. 10, pp. 129–136, Jan. 2017, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/319489972>.
- [21] European-Commission, *"Study on quality in 3D digitisation of tangible cultural heritage: mapping parameters, formats, standards, benchmarks, methodologies, and guidelines-Final Study Report."* 2022.
- [22] R. Angulo, F. Pinto, J. Rodríguez, and A. Palomino, *"Digital Anastylis of the Remains of a Portal by Master Builder Hernán Ruiz: Knowledge Strategies, Methods and Modelling Results," Digit. Appl. Archaeol. Cult. Herit.,* vol. 7, pp. 32–41, 2017, doi: 10.1016/j.daach.2017.09.003.
- [23] P. D. G. Franco, F. Galeazzi, and V. Vassallo, *"Authenticity and cultural heritage in the age of 3D digital reproductions,"* J. Barrett, Ed. Cambridge: McDonald Institute for Archaeological Research, p. 135, 2018.
- [24] P. F. Wilson, J. Stott, J. M. Warnett, A. Attridge, M. P. Smith, and M. A. Williams, *"Evaluation of Touchable 3D-Printed Replicas in Museums," Curator Museum J.,* vol. 60, no. 4, pp. 445–465, 2017, doi: 10.1111/cura.12244.
- [25] L. Acke, K. De Vis, S. Verwulgen, and J. Verlinden, *"Survey and literature study to provide insights on the application of 3D technologies in objects conservation and restoration," J. Cult. Herit.,* vol. 49, pp. 272–288, 2021, doi: 10.1016/j.culher.2020.12.003.
- [26] C. Vi and W. G. Vi, *"Tutankhamen 's two tombs: Replica creation and the preservation of our Cultural Heritage in the Digital Age,"* vol. 42, pp. 8–10, 2019.
- [27] G. Fatuzzo, G. Mussumeci, S. M. Oliveri, and G. Sequenzia, *"The "Guerriero di Castiglione": reconstructing missing elements with integrated non-destructive 3D modelling techniques," J. Archaeol. Sci.,* vol. 38, no. 12, pp. 3533–3540, 2011, doi: 10.1016/j.jas.2011.08.016.
- [28] R. Khunti, *"The problem with printing palmyra: exploring the ethics of using 3d printing technology to reconstruct heritage," Stud. Digit. Herit.,* vol. 2, no. 1, pp. 1–12, 2018, doi: 10.14434/sdh.v2i1.24590.
- [29] D. Akca, A. Gruen, and Z. Alkis, *"3D modeling of the Weary Herakles statue with a coded structured light system" IAPRS,* vol. 36, Sep., 2006.
- [30] B. Thuswaldner, S. F. L. Ory, R. Kalasek, and M. Hofer, *"Digital Anastylis of the Octagon in Ephesos,"* vol. 5, pp. 1–30, 2007.
- [31] D. B. Counts and M. K. Toumazou, *"Visualizing Votive Practice : Exploring Limestone and Terracotta Sculpture from Athienou-Malloura through 3D Models",* UND, 2020.
- [32] F. Agnello and M. Cannella, *"Ruined Archeological Heritage. Survey, 2D Modeling, Virtual Anastylis," Heritage in the Digital Era,* vol. 2, no. 3, 2013.
- [33] F. Agnello, F. Avella, and S. Agnello, *"Virtual reality for historical architecture," Int. arch. photogramm. remote sens. spat. inf. sci., Italy,* vol. 42, pp. 6–8, 2019.

- [34] M. Rusnak, "Eye - tracking support for architects , conservators , and museologists . *Anastylosis as pretext for research and discussion*," *Herit. Sci.*, pp. 1–19, 2021, doi: 10.1186/s40494-021-00548-7.
- [35] S. Simou, K. Baba, and A. Nounah, "The integration of 3D technology for the conservation and restoration of ruined archaeological artifacts," Jun., 2022, doi: 10.32703/2415-7422-2022-12-1-150-168.
- [36] L. Acke, K. de Vis, T. de Kock, E. Indekeu, J. V. Goethem, S. V. Akeleyen, M. Cornelis, J. Verlinden and S. Verwulgen, " *Treatise of Digital Reconstruction and Restauration of Lace Porcelain* ", Springer International Publishing, 2008.
- [37] J. E. Kim, M. Z. Arshad, Y. S. Jong, J. Hong, J. Kim, and Y. M. Kim, "3D Pots Configuration System by Optimizing over Geometric Constraints," pp. 2398–2405, 2021.
- [38] H. Mara and M. Kampel, "Automated extraction of profiles from 3D-models of archaeological fragments," vol. 43, no. 1, 1832.
- [39] L. Arbace E. Sonnino, M. Callieri, M. Dellepiane, M. Fabbri, A. L. Idelson and R. Scopigno, "Innovative uses of 3D digital tecnoloies to assist the restoration of a fragmented terracotta statue," *J. Cult. Herit.*, 2012, doi: 10.1016/j.culher.2012.06.008.
- [40] M. I. Stamatopoulos and C. Anagnostopoulos, "Simulation of an Archaeological Disaster: Reassembling a Fragmented Amphora Using the Thickness Profile Method. Springer International Publishing, 2018.
- [41] M. Stampouloglou, S. Tapinaki, G. Kontogianni, and M. Skamantzari, "3D documentation and virtual archaeological restoration of Macedonian Tombs," *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, 2019, doi: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W11-1073-2019.
- [42] Y. Hoon and J. Seonghyuk, "Application of Three - dimensional Scanning , Haptic Modeling , and Printing Technologies for Restoring Damaged Artifacts," *J. Conserv. Sci*, vol. 35, no. 1, pp. 71–80, 2019.
- [43] S. Fragkos, E. Tzimtzimis, D. Tzetzis, and O. Dodun, "3D laser scanning and digital restoration of an archaeological find," *MATEC Web of Conferences*, 2018.
- [44] C. Díaz and E. Aura, "Creación de implantes 3D en procesos de conservación y restauración de vidrio arqueológico," *Virtual Archaeol. Rev.*, vol. 8, no. 16, pp. 103–109, 2017, [Online]. Available: <https://polipapers.upv.es/index.php/var/article/view/5946/7734>.
- [45] J. Gration, "Digital Anastylosis: developing a virtual conservation methodology for Historic Houses and Interiors," 2018, doi: 10.5281/zenodo.1327528.
- [46] E. Kirchner, I. Van Der Lans, F. Ligterink, and M. Geldof, "Digitally reconstructing van Gogh ' s Field with Irises near Arles part 2 : Pigment concentration maps," *Color Res Appl.*, pp.1-19, 2017, doi: 10.1002/col.22164.
- [47] W. Shui, L. Qu, F. Gao, and Z. Wu, "Case study: Missing Data Computation and 3D Printing Application in Symmetrical Artifact Restoration," *VRCAI*, 2016 - 16 Proceedings of the Symposium on VR Culture and Heritage, pp. 63-66, 2016.
- [48] A. S. Ortiz, "Anatomía animal. Técnicas digitales para la reconstrucción escultórica de la apariencia original de un modelo de cera del siglo XIX," *Intervención. México.*, v.10, n.19, pp. 64–76, 2019, doi: 10.30763/Intervencion.2019.19.209.
- [49] K. R. Echavarria, R. Song, D. Few, and A. Medeiros, "Restoration of Architectural Ornament for Historic Buildings," 2016, doi: 10.2312/gdf.20161077.
- [50] B. M. Almeida, "Convento de Jesus (Setúbal) *Arqueologia e História : Faiança decorada*,"

- Dissertação de Mestrado, FCSH, UL, Lisboa, Portugal, 2012 [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/10362/9280>.
- [51] I. Mendonça, "*Mosterio de Jesus*," 2010. http://www.monumentos.gov.pt/site/app_pagesuser/SIPA.aspx?id=3439 (accessed Jan. 17, 2023).
- [52] S. A. Gomes, "*Doces obrigações: o exercício abacial no Mosteiro de Jesus de Setúbal – séculos XVI a XVIII*," *Centro de História da Sociedade e da Cultura*, vol. 9, pp. 43–85, 2009.
- [53] "*Museu de Setúbal/ Convento de Jesus*," 2012. <https://www.patrimoniocultural.gov.pt/en/museus-e-monumentos/rede-portuguesa/m/museu-de-setubal-convento-de-jesus/> (accessed Jan. 17, 2023).
- [54] C. A. F. de Almeida, "*A Igreja de Jesus de Setúbal*," *Revista da Faculdade de Letras*, pp. 267–279, 1990.
- [55] V. L. Armando, "*Convento de Jesus revela várias 'camadas' de história*." Portugal: RTP Arquivos, 2005.
- [56] "Relatório final acompanhamento arqueológico reabilitação do Convento de Jesus – cobertura , ala poente , instalações técnicas e infraestruturas para drenagem e poço de bombagem," 2015.
- [57] I. Lisboa, "*Vida e morte das clarissas do Convento de Jesus de Setúbal Análise de uma série osteológica Pós-Medieval*," Dissertação de Mestrado, UC, Coimbra, Portugal, 2018.
- [58] S. Duarte and C. T. da Silva, "*Faianças Portuguesas em Contexto de Lixeira*," *Musa*, pp. 215–228, 2014.
- [59] M. J. Cândido, "Relatório do acompanhamento arqueológico de abertura de vala para drenagem das águas," 2009.
- [60] J. Santos, I. Castro, and T. M. Casimiro, "*Wealth in Religious and Secular Contexts: A Critical Analysis of Pottery Consumption in early modern Portugal*," *Eur. J. Archaeol.*, pp. 1–19, 2023, doi: 10.1017/ea.2023.2.
- [61] V. . Oakley and K. K. Jain, "*Essentials in the Care and Conservation of Historical Ceramic Objects*." Archetype Publication, 2002.
- [62] D. M. Antunes, "*Intervenção de dois bustos em terracota do século XVIII , pertencentes ao Museu de Lisboa*," Dissertação de Mestrado, FCT, UNL, Lisboa, Portugal, 2020. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/10362/147834>
- [63] S. P. Koob, "*Conservation and Care of Glass Objects*." Archetype Publication and The Corning Museum of Glass, 2006.
- [64] Artec3D, "*Space Spider - Industrial Metrology-Grade*." pp. 3–6.
- [65] "Autodesk Meshmixer free software for making awesome stuff." <https://meshmixer.com/> (accessed Jul. 21, 2023).
- [66] "Free Software Never Looked This Awesome." <https://www.blender.org/features/> (accessed Jul. 21, 2023).
- [67] "Europa Minha," RTP3, Portugal, 2022. [Online video]. Available: https://www.rtp.pt/play/p10187/e630066/europa-minha?fbclid=IwAR1QIm0dD-KKqRwRuJT9ISswqN_cXz5cUX8bFxBDB-0P7Jr-QMI134XVG8

- [68] R. Lemaire and H. Stovel, "*Documento de Nara sobre a Autenticidade (1994). Tradução por António de Borja Araújo,*" *UNESCO Conv. do Património Mund.*, pp. 1–5, 1994.
- [69] L. Sebastian, "*A produção oleira de faiança em Portugal (séculos XVI - XVIII),*" Dissertação de Doutoramento, FCSH, UNL, Lisboa, Portugal, 2010. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/10362/5562>
- [70] Instituto dos Museus e da Conservação, "*Normas de Inventário - Cerâmica - Artes plásticas e artes decorativas*". 2007.
- [71] D. Rhodes, "*Clay and Glazes for the Potter,*" Krause Pub. 1957.
- [72] S. P. Koob, "*The use of Paraloid B-72 as an adhesive: its application for Archeological ceramics and other materials,*" *Stud. Conserv.*, vol. 31, pp. 7–14, 1986.
- [73] F. C. Barroso, "*Levantamento e Caracterização de Adesivos e Materiais de Preenchimento Utilizados na Preservação de Cerâmica Arqueológica,*" Dissertação de Mestrado. FCT, UNL, Lisboa, Portugal, 2016. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/10362/20340>
- [74] A. Kumar and P. Lingfa, "*Sodium bentonite and kaolin clays: Comparative study on their FT-IR, XRF, and XRD,*" *Mater. Today Proc.*, 2019, doi: 10.1016/j.matpr.2019.10.037.

A.1 Registo fotográfico Antes da Intervenção



Figura 5.1 - Fotografias antes da intervenção SCJ0018



Figura 5.2 - Fotografias antes da intervenção SCJ0037



Figura 5.3 - Fotografias antes da intervenção SCJ0087



Figura 5.4 - Fotografias antes da intervenção SCJ0130

A.2 Relatório de diagnóstico e propostas de intervenção

1. Relatório de diagnóstico

1.1. Caracterização técnica

No que diz respeito à origem dos fragmentos sabe-se que o SCJ0130, o SCJ0087 e o SCJ0018 são todos provenientes da escavação arqueológica realizada em 2008. Quanto aos processos de produção associados a este tipo de objetos, eram feitos através da roda em que a criação de formas era conseguida pela modelação em constante movimento, ou por moldagem, em que as formas eram conseguidas através do preenchimento de moldes [2, 3].

Tabela 6 - Sugestão da técnica de fabrico de cada objeto

OBJETO	SUGESTÃO DE TÉCNICA DE FABRICO	OBSERVAÇÕES
SCJ0018	Molde	Pela simetria do efeito canelado
SCJ0037	Roda de oleiro	Por apresentar no verso elementos torneados
SCJ0087	Roda de oleiro	Por não ser uma forma simétrica
SCJ0130	Molde	Por parecer simétrico

Já relativamente à pasta usada para a produção de faianças é uma pasta argilosa, também denominada de pasta comum [71], de coloração amarelada, heterogénea, pela má mistura dos grãos, visíveis a olho nu e, pela porosidade. A nível da técnica de fabrico, é feita uma primeira cozedura, entre os 950-1100°C [71], que é denominado de enchacotamento. Após isso, é aplicado o vidrado estanífero opaco, característico das faianças de coloração esbranquiçada, por toda a superfície. E, só depois, são aplicados os colorantes, sendo os mais comuns neste contexto os azuis, proveniente do azul de cobalto e castanho, dos óxidos de manganês.

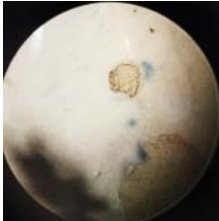
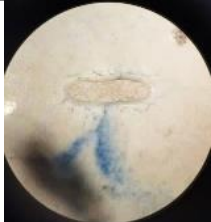
1.2. Descrição

1.2.1. SCJ0018

O fragmento em estudo, pertence a um prato, e é uma faiança, possivelmente de carácter utilitário, de formato curvo, com aba levantada ondulada. Tem 15,5 cm de comprimento, 6,5 cm de altura e uma espessura média de 0,4 cm.

No que diz respeito à decoração, esta apresenta um friso à volta de todo o bordo, a azul e motivos fitomórficos, semelhantes a folhas de acanto, por toda a aba.

Tabela 7 - Defeitos de fabrico e respetivas imagens de pormenor do fragmento SCJ0018

DEFEITO DE FABRICO	IMAGEM DE PORMENOR
Picado	
Craquelê	
Ebulição do vidrado	
Enrolamento do vidrado	

1.2.2. SCJ0037

O prato em estudo é uma faiança, de carácter utilitário, de formato circular. O seu covo é pouco acentuado, e a sua aba é levantada. Tem cerca de 14,6 cm (largura) x 24,6 cm

(comprimento) x 5,3 cm (altura), quanto à espessura é variável entre a lateral (cerca de 0,8 cm) e a base (0,5 cm).

No que diz respeito à decoração, apresenta um motivo simétrico fitomórfico de diferentes dimensões, de cor azul e com contornos acastanhados, que estão presentes no covo e abaco do prato. O bordo deste apresenta um friso a azul e manganês. O verso do prato não apresenta qualquer tipo de decoração.

Tabela 8 - Defeitos de fabrico e respetivas imagens de pormenor do fragmento SCJ0037

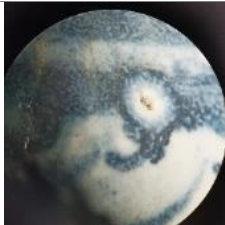
DEFEITO DE FABRICO	IMAGEM DE PORMENOR
Picado	
Deformações	

1.2.3. SCJ0087

O objeto em estudo é uma faiança, de carácter utilitário, com o formato de uma taça, de forma circular, composto por 6 fragmentos. Tem 6 cm de altura e o círculo da base tem 5 cm de diâmetro.

No que diz respeito à decoração, a peça apresenta decoração Interior e exterior. O bojo apresenta medalhões com motivos vegetalistas (flores), alternado por outros motivos vegetalistas (folhas), de cor azul. Interiormente tem um friso no bordo, e na base um motivo circular preenchida com uma malha quadriculada, também a azul.

Tabela 9 - Defeitos de fabrico e respetivas imagens de pormenor do fragmento SCJ0087

DEFEITOS DE FABRICO	IMAGEM DE PORMENOR
Picado	
Deformações	

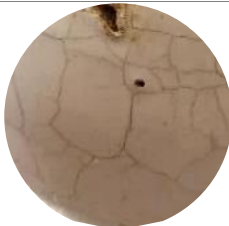
1.2.4. SCJ0130

Os 8 fragmentos em estudo são partes de um pote (tese), uma faiança, de carácter utilitário. Com 10 cm de altura, sendo 5 cm o pé e os restantes 5 cm do bojo. O pé tem um raio de aproximadamente 5,5 cm, e o bojo tem mais ou menos 4,8 cm de raio.

A sua base é composta por um pé alto, aparentemente sem motivos decorativos, e o seu bojo, tem 2 formas decorativas, em zonas opostas, que aparentam ter representadas dois candelabros, a azul e manganês.

Tabela 10 - Defeitos de fabrico e respetivas imagens de pormenor do fragmento SCJ0130

DEFEITO DE FABRICO	IMAGEM DE PORMENOR
Picado	

Craquelê	
Enrolamento do vidro	

1.3. Diagnóstico

Na tentativa de avaliar, de uma forma geral, o estado de degradação de cada um dos fragmentos, foi criada uma escala de degradação, com 4 graus (grau 1 - severo; grau 2 - mau; grau 3 - razoável; grau 4 - bom), e foi associado a cada fragmento o devido grau:

- **Grau 1 – severo:** fragmento sem leitura tanto da iconografia como da própria forma do objeto. Instável física e quimicamente, pelo que a intervenção é necessária de forma urgente.

- **Grau 2 – mau:** fragmento sem leitura da iconografia. Instabilidade química e/ou física, precisa de intervenção logo que a mesma seja possível.

- **Grau 3 – razoável:** fragmento estável tanto química com estruturalmente, com leitura da sua iconografia. Apresenta algumas das patologias de degradação significativas, mas que não afetam a estabilidade da peça. Daí ações de conservação e restauro não serem necessariamente imediatas, mas possam ser feitas quando houver essa possibilidade.

- **Grau 4 – bom:** fragmento estável, pode ter a presença de algumas patologias, mas muito pouco significativas. Não precisa de ações de conservação.

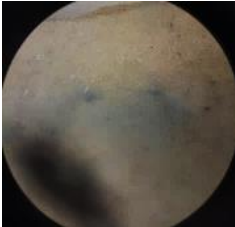
Tabela 11 - Estado de conservação de cada objeto

OBJETO	GRAU	OBSERVAÇÕES
SCJ0018	Grau 3 razoável	Nenhuma patologia carece de uma ação imediata (a grande área lacunar é a que apresenta maior preocupação - mais de 50% em falta)

SCJ0037	Grau 3 razoável	Nenhuma patologia carece de uma ação imediata (a grande área lacunar é a que apresenta maior preocupação - mais de 50% em falta)
SCJ0087	Grau 3 razoável	Nenhuma patologia carece de uma ação imediata (a grande área lacunar é a que apresenta maior preocupação - mais de 50% em falta)
SCJ0130	Grau 2 mau	As patologias presentes afetam a estabilidade da peça (destacamento e falha do vidrado é a mais preocupante por se estar a perder a leitura da iconografia)

1.3.1. Defeitos de fabrico

Tabela 12 - Patologias identificadas e respetivas imagens de pormenor do fragmento SCJ0018

PATOLOGIAS	DESCRIÇÃO	IMAGEM PORMENOR
Lacuna	Observa-se apenas a presença de parte da lateral, pelo que a ausência de material do objeto é muito extensa	
Abrasão	Observa-se alguma abrasão na zona da base que pode ser derivada do seu carácter utilitário ou de provir de um contexto arqueológico	

Falhas de vidro	Identifica-se a ausência de vidro em zonas pontuais do verso do prato	
Manchas	Observa-se a presença de uma mancha de cor acastanhada, que está por baixo do vidro	
Esbeaçadelas	Parte do bordo apresenta	

Tabela 13 - Patologias identificadas e respetivas imagens de pormenor do fragmento SCJ0037

PATOLOGIA	DESCRIÇÃO	IMAGEM DE PORMENOR
Lacuna	O prato apresenta uma grande área lacunar.	
Sujidade	Observam-se em todo o objeto, mas estão especialmente presentes no verso e na linha de fratura.	 
Manchas	No verso da base identifica-se uma mancha de origem não identificada. Além disso, tem manchas perto das linhas de fratura que parecem ser linhas de maré.	 

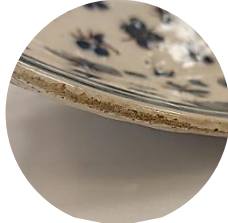
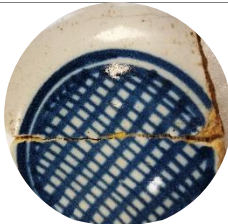
Falha de vidrado	Observam-se em dois sítios falha de vidrado em dimensões reduzidas.	 
Esbeijadela	Quase todo o bordo apresenta a falha de vidrado.	

Tabela 14 - Patologias identificadas e respetivas imagens de pormenor do fragmento SCJ0087

PATOLOGIAS	DESCRIÇÃO	IMAGEM PORMENOR
Lacuna	Está em falta uma área de mais de 50% da peça.	
Fissuras	Observa-se no interior da taça uma fissura.	
Fraturas	Identifica-se a separação total do objeto em 4 partes.	 
Falhas de vidrado	Perto das linhas de fratura, são visíveis ausências de vidrado.	 

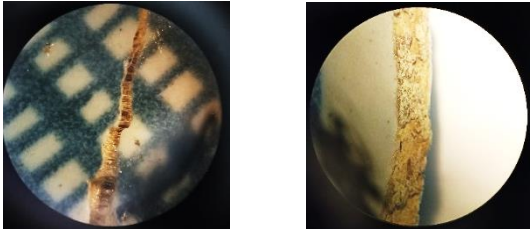
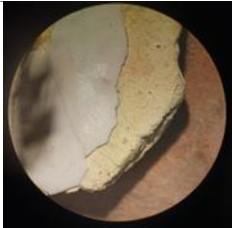
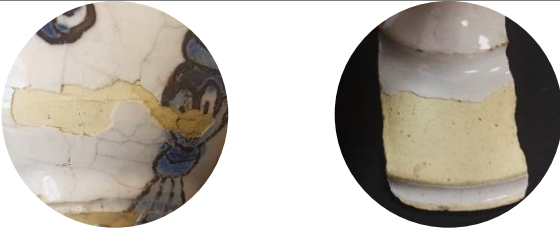
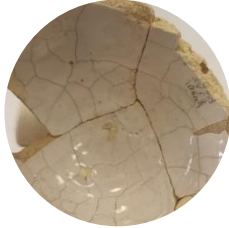
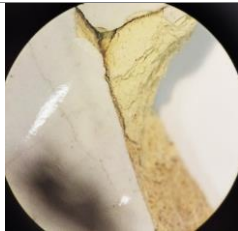
Esbeaçadela	O bordo apresenta na sua totalidade a ausência de vidrado.	
Intervenções Anteriores	Observa-se a união dos fragmentos, realizada de forma incorreta, pelos desalinhamentos perceptíveis.	
Sujidade	Apresenta de uma forma generalizada, mas com mais destaque no exterior e na zona não vidrada da base.	

Tabela 15 - Patologias identificadas e respetivas imagens de pormenor do fragmento SCJ0130

PATOLOGIAS	DESCRIÇÃO	IMAGEM PORMENOR
Destacamento do vidrado	Grande fragilidade do vidrado, de uma forma geral, ao toque	
Falhas de vidrado	Observa-se uma grande área no pé e no bojo com a ausência de vidrado.	
Lacunas	Observam-se grandes lacunas, que nem permitem perceber o formato do bojo.	

Fissuras	Identificam-se sobretudo no bojo algumas fissuras do vidro.		
Fraturas	Observa-se várias linhas de fratura, sendo identificados 8 fragmentos.		
Sujidade	Sobretudo as linhas de fratura apresentam grande sujidade.		
Intervenções Anteriores	São identificados dois tipos de intervenções anteriores: uniões de fragmentos e consolidações do vidro.		

2. Proposta de Intervenção

2.1. Remoção das intervenções anteriores

Sendo que apenas os objetos SCJ0087 e SCJ0130 têm intervenções anteriores, este primeiro passo da remoção só é proposto para estes objetos.

Pouco se sabe sobre as intervenções realizadas anteriormente, apenas que foi utilizado PB-72 a 50% [50]. Sugere-se retirar-se estas uniões, tendo em conta que as mesmas não se encontram bem feitas. Desta forma, pode originar tensões indesejadas, que possam criar fissuras e fraturas, e por outro lado, pelo facto de caso se faça união dos fragmentos em falta não será possível chegar à forma dos objetos.

Tendo em conta que a união foi feita com PB-72, uma forma eficaz de tirar esta resina acrílica é através de um cotonete/ ou pachos algodão humedecido, neste caso, com acetona [61].

Quanto às consolidações presentes, não se considera removê-las pois o risco de o fazer, e consequentemente, se perder a informação do vidrado é maior do que as vantagens que pode trazer.

2.2. Limpeza

A metodologia de limpeza de peças de cerâmica deve ser diferente conforme as necessidades específicas e o estado de degradação de cada peça. Tendo em conta que os fragmentos em estudo são provenientes de um contexto de escavações arqueológicas, e a camada de sujidade, se encontrar bastante aderida/entranhada, considerou-se suficiente a limpeza por via aquosa [61].

Foi feita a limpeza através das seguintes metodologias: lavagem, por emersão do fragmento e limpeza pontual.

A lavagem consiste na emersão dos fragmentos numa bacia de plástico com água morna e detergente neutro (Teepol), e são limpos com a ajuda de pinceis, escovas e nos casos de difícil acesso com cotonetes. De seguida são passados com água corrente, água destilada e etanol (de forma a acelerar o processo de secagem), respetivamente por esta sequência. E são deixados a secar ao ar.

A limpeza pontual consiste numa limpeza com cotonetes humedecidos em água destilada. Se este solvente não se mostrar eficaz poderá ainda ser experimentado etanol e acetona respetivamente por esta ordem (do menos para o mais agressivo).

Tabela 16 - Sugestão do método de limpeza a ser utilizado em cada objeto

OBJETO	TIPO DE LIMPEZA	OBSERVAÇÕES
SCJ0018	Lavagem, por emersão do fragmento	O fragmento não se encontra num estado grave de degradação, nem apresenta intervenções anteriores
SCJ0037	Limpeza pontual	O fragmento apresenta números de inventário escritos a tinta da china por cima de uma camada de adesivo – PB-72 [50]
SCJ0087	Limpeza pontual	O fragmento apresenta números de inventário escritos a tinta da china por

		cima de uma camada de adesivo – PB-72 [50]
SCJ0130	Limpeza pontual	O fragmento apresenta números de inventário escritos a tinta da china por cima de uma camada de adesivo – PB-72 [50]

No caso dos objetos SCJ0037 e SCJ0087 se nenhum destes solventes se mostrar eficaz, poderá fazer-se uma limpeza mais agressiva, testando previamente os procedimentos.

2.3. Consolidação

Sendo que no objeto SCJ0130 o vidro se encontra bastante instável, sugere-se fazer-se uma consolidação. Para isso, deverá usar-se PB-72 em menores concentrações, entre os 5 e os 15% [61], em acetona. Considera-se o uso desta resina pela sua estabilidade e pela sua reversibilidade [63]. Existem várias formas de aplicação do consolidante: a pincel, a pipeta, a spray, por imersão ou por impregnação a vácuo. Sugere-se que o mesmo seja feito a pincel pela facilidade de execução, mantendo a eficácia.

2.4. União de Fragmentos

Para os objetos compostos com vários fragmentos sugere-se a união dos mesmos com PB-72 a 40% diluído em acetona, a escolha deste adesivo está relacionada com a sua estabilidade, a sua reversibilidade, e a sua resistência [72].

O início deste processo deve deter-se pelo planeamento da ordem de união dos fragmentos, para que se perceba qual é a melhor ordem, garantindo o seu encaixe [61].

Antes de se passar para a união deverá ter-se em conta que a pasta é porosa, e dessa forma, deverá ser feita a selagem das linhas de fratura, com PB-72 a 10% em acetona, com o intuito de impedir a penetração do adesivo no corpo cerâmico [72]. Assim, aplicar-se este adesivo a pincel em todas as linhas de fratura.

Posteriormente a todos os fragmentos estarem selados, poderá unir-se com o PB-72 a 40%, aplicado através de um tubo, isto porque esta técnica de aplicação além de manter a rede tridimensional do polímero, e permite uma maior homogeneidade da quantidade colocada

2.5. Preenchimento de lacunas

Este processo é proposto para todos os objetos, no caso dos dois pratos SCJ0018 e SCJ0037 por razões puramente estéticas, por não ser uma ação essencial, por ambos se encontrarem estáveis estruturalmente. E no caso dos restantes dois objetos, SCJ0087 e SCJ0130, para conferir estabilidade e sustento.

Para este tipo de procedimento, podem ser utilizados: massas de preenchimento comerciais, e o sulfato de cálcio (gesso), sendo a última a mais utilizada em preenchimentos de grandes dimensões [73]. Quanto às técnicas, poderão ter-se em conta duas: a modelação, ou a utilização de moldes [61].

Tendo em conta que o que se pretende preencher ainda é uma área considerável sugere-se fazer-se a modelação da área a preencher com placas de cera de dentista, que com ajuda de calor se moldam aos objetos. E relativamente ao material propõem-se usar-se como a comum, como a da DAS®, que é reversível e fácil de trabalhar [62]. Posteriormente a este passo, coloca-se a massa de preenchimento sobre o molde realizado, e com a ajuda de espátulas ou teques com ponta de silicone confere-se a forma e espessura requerida.

2.6. Reintegração cromática

Após o preenchimento descrito sugere-se fazer-se uma reintegração cromática. Como nenhum dos fragmentos tem informação iconográfica suficiente para perfazer ou perceber-se o padrão, não se considera a reintegração dos motivos decorativos. Assim, a sugestão é fazer-se um estudo de cor para perceber a composição que melhor se enquadra nesta peça. Além disso, nos casos dos objetos, SCJ00018, SCJ0037 e SCJ0087 sugere-se fazer-se as linhas auxiliares que sejam possíveis (exemplo: bordos).

Para o este trabalho, sugere-se usar-se tintas acrílicas, de base aquosa, sendo que o seu uso diz-se ser adequado para cerâmica arqueológico [61]. Sugere-se o uso das tintas da GOLDEN pela facilidade de utilização, pela sua durabilidade e resistência à luz.

A.3 Mapeamentos

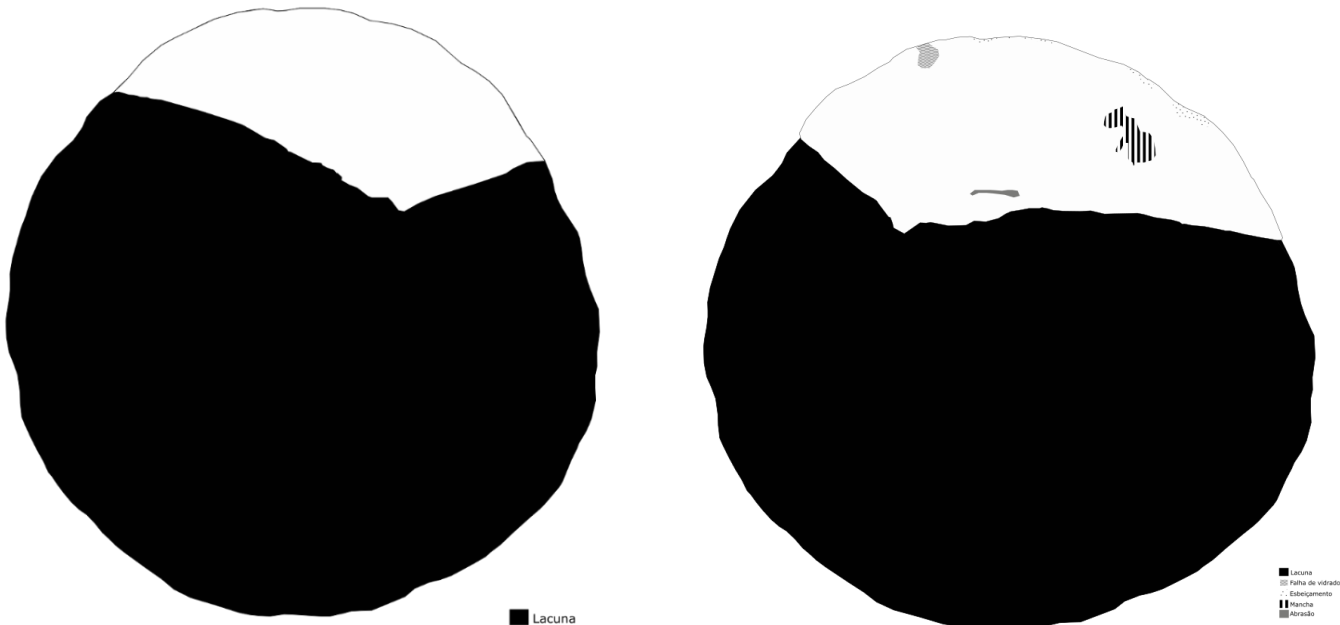


Figura 5.5 - Mapeamento SCJ0018

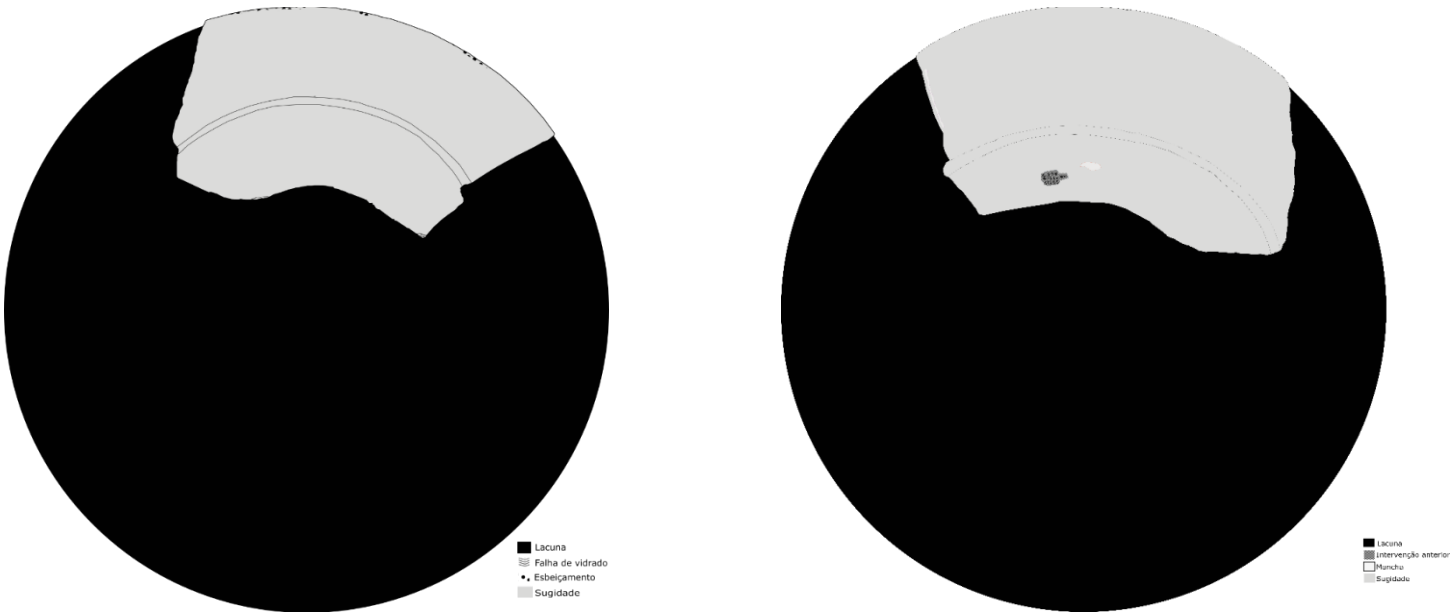


Figura 5.6 - Mapeamento SCJ0037

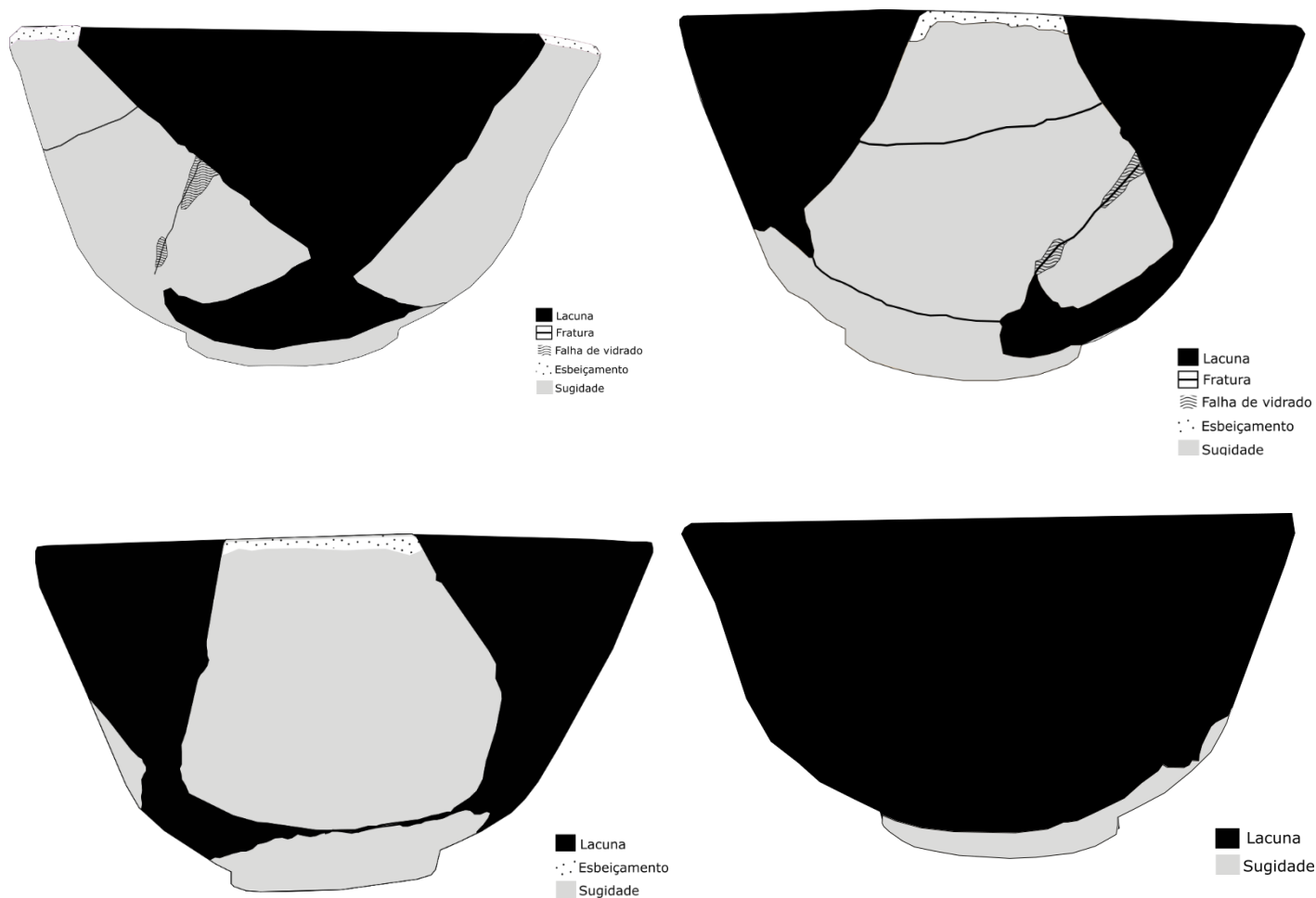


Figura 5.7 - Mapeamento SCJ0087

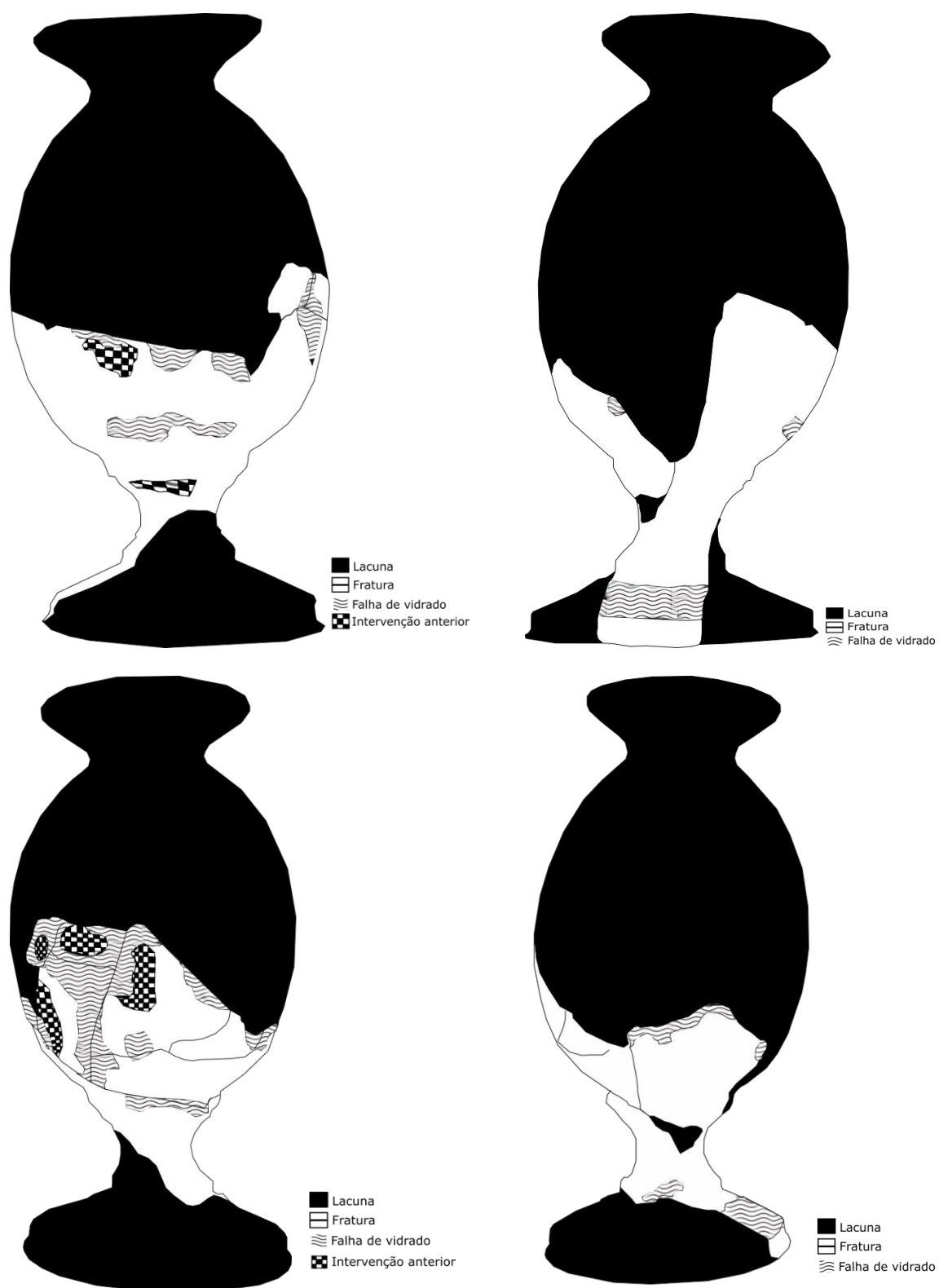


Figura 5.8 - Mapeamento SCJ0130

A.4 Poster

16th EMAC Conference | European Meeting on Ancient Ceramics | Pisa, Italy | 14-16 June 2023

How was it made? Studying the technology of Portuguese faience from the 16th to the 18th century

Susana Coentro*^{1,2} | Mario Bandiera¹ | Umberto Veronesi¹ | Alexandre N. Pais³ | Anabela Castro⁴
Sofia Pires² | Inês Coutinho^{1,2} | Maria João Cândido⁵ | Sílvia Pereira⁶ | João M. Mimoso⁶

¹ V/CARTE - RSD Unit 'Glass and Ceramics for the Arts', NOVA School of Science and Technology, 2829-516 Caparica, Portugal. ² Department of Conservation and Restoration, NOVA School of Science and Technology, 2829-516 Caparica, Portugal. ³ Museu Nacional do Azeiteiro, Rua da Madre de Deus, 4, 2905-310 Caparica, Portugal. ⁴ UMIARI - Centro de Arqueologia da Universidade de Lisboa, Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa, Alameda do Universidade, 1600-214 Lisboa, Portugal. ⁵ Museu de Sedóvil / Convento de Jesus, Largo Jesus, 2900-261 Sedóvil, Portugal. ⁶ Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil, 101, 1720-066 Lisboa, Portugal.

Introduction

Portuguese ceramists' production of faience azulejos (tiles) and other decorative and utilitarian objects can be dated, in some cases, back to the early 16th century.

Contrasting to the number of archaeological finds that attest Portuguese ceramics as an important and widespread market, there is little evidence of its production process (e.g., kilns, production markers). In this context, the discovery in Lisbon, in 2016, of kilns dated between the 16th and the 17th centuries, with faience fragments, glazed and unglazed pottery rejects, as well as stilts and saggars, offers invaluable insight into the production of historical Portuguese faience [1].

In this study, we characterised three sets of archaeological faience assemblages, comparing fragments retrieved from the above-mentioned kilns in the Largo das Olarias (Lisbon) to other faience objects, dated between the late 16th and the 18th century, and used in a monastic context: the Monastery of Santa Clara-a-Velha (Coimbra) and the Convent of Jesus (Setúbal). The aim of this study is to better understand the production technology of Portuguese faience.



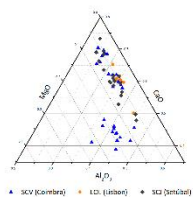
Methodology

Analyses were performed on the surface of the ceramic fragments and small samples (ca. 2–3 mm) taken from the fragments, mounted in epoxy resin as cross-sections and polished up to 4000 mesh. In total, 63 samples were analysed (6 LÖL; 33 SCV; 24 SCJ). The analytical methodology included **SEM-EDS** (Scanning Electron Microscopy with X-Ray microanalysis), **μ -EDXRF** (Micro-Energy-Dispersive X-ray Fluorescence), and **μ -Raman** spectroscopy.

Results & Discussion



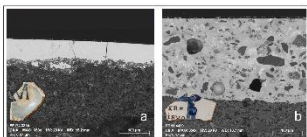
The CERAMIC BODY exhibits a light yellow or buff colour in all samples, which is consistent with their calcitic composition (16 wt.% CaO $\leq$ 37 wt.%). Small inclusions (likely ground SiO_2 -rich sand) are observed in the thinner faïences, corresponding to the highest-quality objects imitating porcelain. The others are mostly homogeneous with occasional orange (Fe-rich) inclusions.



The CaO-MgO-Al₂O₃ ternary plot (normalised wt.% contents obtained by SEM-EDS) divides the ceramic body of the samples into two main groups, one corresponding to CaO < 25 wt.% and MgO > 4 wt.%, and the other to CaO > 20 wt.% and MgO < 4 wt.%.



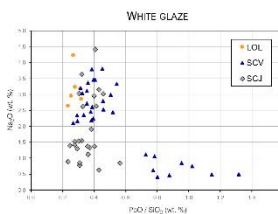
The GLAZE shows different characteristics and chemical compositions among the studied collections. Sample LOL-1199-206 exhibits an unfired glaze.



From the SEM observations, two different glaze morphologies emerged: one homogeneous, where inclusions or bubbles are rare (a), and another with many inclusions and gas bubbles (b) – the latter corresponding to most of the samples).

The homogeneous morphology of the first group is likely due to the glaze having been applied on the ceramic object as a frit without any further additions of sand or other quartz-rich raw material, contrary to what likely happened with the other glazes.

The chemical composition of the GLAZE contains, as expected, PbO and SiO₂ as major components, as well as SnO, as responsible for the opaque white colour.



This plot allows to identify two types of glazes: lead-alkali ($0.2 < \text{PbO}/\text{SiO}_2 < 0.6$), and high-lead glazes ($0.7 < \text{PbO}/\text{SiO}_2 < 1.4$) [2,3]. High lead glazes have been identified in 16th-century Portuguese azulejos, whereas lead-alkali replace them from the 17th century onwards [4]. A sub-group of SCJ samples suggests a different recipe with less Na_2O was used for these glazes.

Conclusions

This ongoing work has allowed so far to differentiate two main Portuguese faience productions. Their characteristics reveal chronological parallels in Portuguese azulejos. The glaze recipe shows higher diversity among the collections: high lead glazes (likely dated from the late 16th century); and lead-alkali glazes compatible with a Lisbon provenance from the 17th century.

REFERENCES

1. Tietze A, Arredondo-Paúl M, Torres J, B. Torres T and Tietze A (2017). Indirectly reproduced clonal propagation of *Pinus mitis* on grassy and forested watersheds in Mexico. *Journal of Ecology* 105: 1000-1010.
2. Tietze A, Torres J, Torres B, Torres T and Tietze A (2017). Indirectly reproduced clonal propagation of *Pinus mitis* on grassy and forested watersheds in Mexico. *Journal of Ecology* 105: 1000-1010.
3. Tietze A, Torres J, Torres B, Torres T and Tietze A (2017). Indirectly reproduced clonal propagation of *Pinus mitis* on grassy and forested watersheds in Mexico. *Journal of Ecology* 105: 1000-1010.
4. Tietze A, Torres J, Torres B, Torres T and Tietze A (2017). Indirectly reproduced clonal propagation of *Pinus mitis* on grassy and forested watersheds in Mexico. *Journal of Ecology* 105: 1000-1010.
5. Tietze A, Torres J, Torres B, Torres T and Tietze A (2017). Indirectly reproduced clonal propagation of *Pinus mitis* on grassy and forested watersheds in Mexico. *Journal of Ecology* 105: 1000-1010.
6. Tietze A, Torres J, Torres B, Torres T and Tietze A (2017). Indirectly reproduced clonal propagation of *Pinus mitis* on grassy and forested watersheds in Mexico. *Journal of Ecology* 105: 1000-1010.
7. Tietze A, Torres J, Torres B, Torres T and Tietze A (2017). Indirectly reproduced clonal propagation of *Pinus mitis* on grassy and forested watersheds in Mexico. *Journal of Ecology* 105: 1000-1010.
8. Tietze A, Torres J, Torres B, Torres T and Tietze A (2017). Indirectly reproduced clonal propagation of *Pinus mitis* on grassy and forested watersheds in Mexico. *Journal of Ecology* 105: 1000-1010.
9. Tietze A, Torres J, Torres B, Torres T and Tietze A (2017). Indirectly reproduced clonal propagation of *Pinus mitis* on grassy and forested watersheds in Mexico. *Journal of Ecology* 105: 1000-1010.
10. Tietze A, Torres J, Torres B, Torres T and Tietze A (2017). Indirectly reproduced clonal propagation of *Pinus mitis* on grassy and forested watersheds in Mexico. *Journal of Ecology* 105: 1000-1010.

A.5 Análise Micro-FTIR

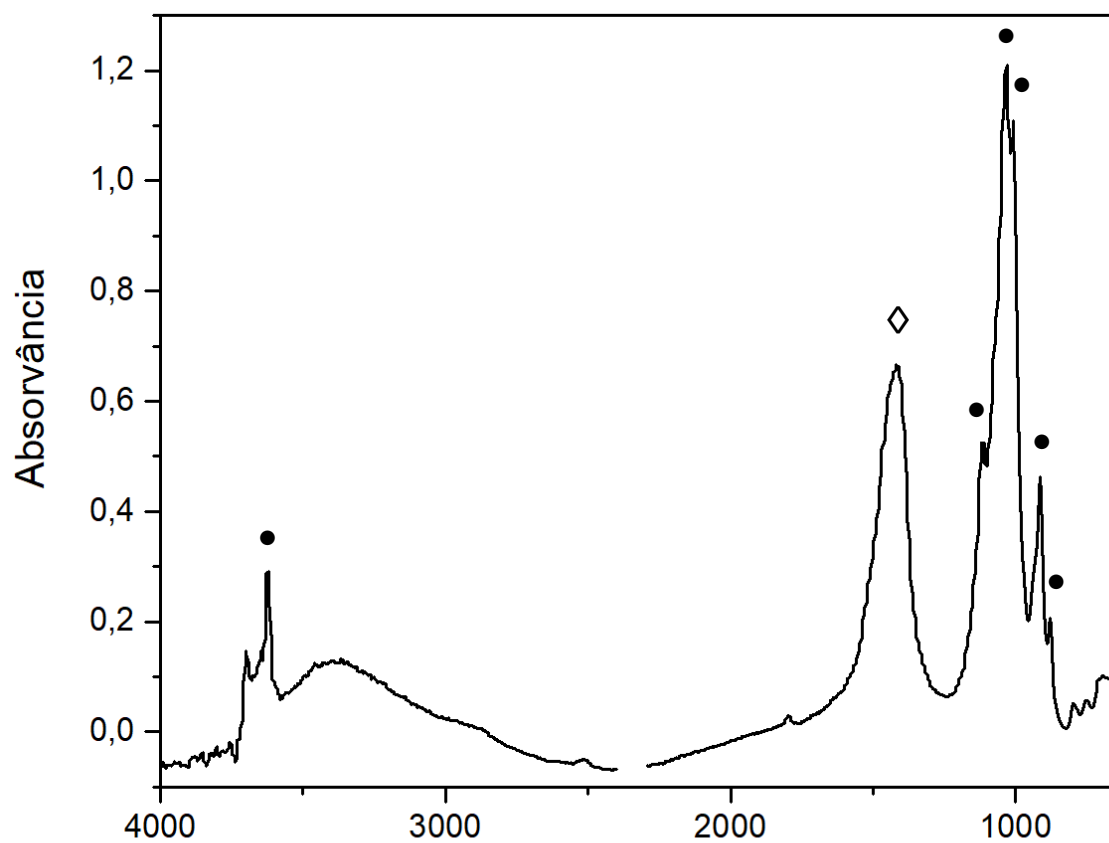


Figura 5.9 - Espectro de infravermelho da massa de preenchimento da Jovi - Air Dry

Tabela 17 - Identificação das bandas referentes ao espectro de Micro-FTIR, da pasta de modelar Jovi [73][74]

Bandas	Atribuições	Composto identificado
3623	$\nu(\text{O-H})$	
1030; 1014; 1009	$\nu(\text{Si-O})$ (s)	Caulino (●)
912	$\nu(\text{Al-Al-OH})$	
1416	$\nu(\text{CO}_3^{-2})$ (m)	Carbonato de cálcio (◇)

Condições de análise:

O espectro foi adquirido num espectrofotômetro Nicolet Nexus, equipado com um microscópio Nicolet Continuum (objetiva 15x), e com um detetor de Mercúrio - Cadmio - Telúrio (MCT), arrefecidos por azoto líquido. O espectro foi obtido em modo transmissão entre os 4000-650 cm^{-1} , com resolução de 8 cm^{-1} , efetuando 128 scans. Os espectros são apresentados sem qualquer manipulação, salvo a da remoção da remoção da banda de absorção CO_2 (≈ 2300 -2400 cm^{-1})

A.6 Intervenção - Metodologias que não resultaram

SCJ0018

A primeira metodologia usada, foi semelhante à segunda, descrita no capítulo 2, subcapítulo 2.2.1 página 17, apenas não funcionou possivelmente devido ao tempo de secagem. O que aconteceu foi que houve uma grande deformação no prato em geral, especialmente nas zonas da linha de fratura e na inclinação da aba.



Figura 5.11 - Metodologia que não resultou - SCJ0018

SCJ0037

Numa primeira tentativa usou-se à semelhança dos outros casos placas de cera, tirou-se o molde ao verso do prato as vezes necessárias até perfazer toda a área em falta. E como com o calor do secador não deu para juntar as placas entre si, usaram-se grampos a segurar e, por baixo pesos para manterem a forma. Tendo em conta a grande área lacunar, a necessidade dos grampos, e por a pasta ser de secagem rápida, pensou-se em fazer-se o preenchimento em partes. Foram moldadas 3 partes, que depois de secas permitiram concluir que esta não era uma metodologia que resultasse. Isto porque cada uma das partes retraiu e deformou à sua forma pelo que dificilmente se conseguiria que encaixassem corretamente umas nas outras e no próprio do fragmento.



Figura 5.12 - Metodologias que não resultaram - 1ª tentativa SCJ0037

Para uma segunda tentativa, pensou em fazer-se de uma só vez o preenchimento, mas para isso tinha de se arranjar uma forma de as placas de cera prenderem-se umas nas outras sem os grampos a segurar. Seria previsível que a cera unisse pelo que se considerou que o problema poderia estar relacionado com o calor/temperatura do equipamento, daí ter-se tentado juntar as placas com um ferro de engomar (que alcança temperaturas mais altas), mas que também não resultou. Assim decidiu-se mudar de metodologia, para uma em que o molde não fosse de placas de cera.



Figura 5.13 - Metodologias que não resultaram - 2ª tentativa SCJ0037

O seguinte método explorado foi usar-se um alguidar com o diâmetro do prato, 36 cm, e partiu-se do verso do mesmo para a construção da forma, isto é, a inclinação da abertura do prato. Para trabalhar a forma usou-se filme de PS de 0,015mm, espuma de PE e de EPS e fita adesiva.

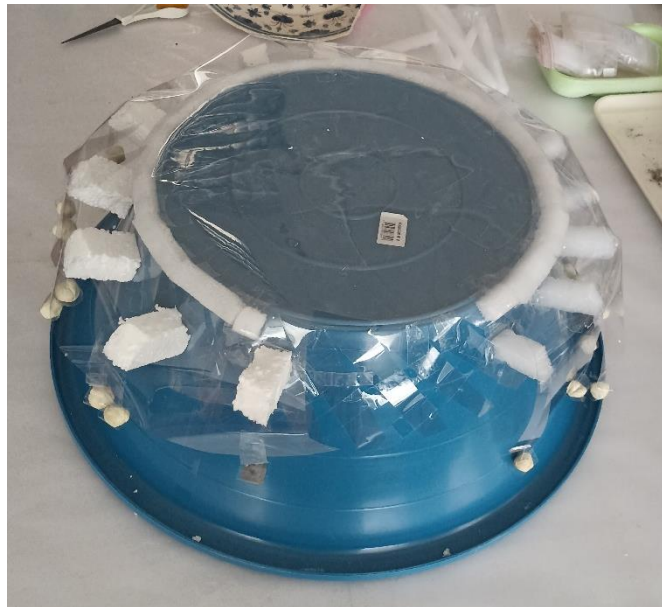


Figura 5.14 - Metodologias que não resultaram - Processo 3º Tentativa SCJ0037

Depois da forma terminada passou-se à preparação da pasta para todo o preenchimento, e estendeu-se a pasta de moldar para colocar por cima do molde. Tendo em conta que era muita pasta colocou-se por baixo um filme de PVC, que ajudou no transporte e a não colar à superfície onde foi estendida. Sobrepôs-se a pasta sobre o molde, e com a ajuda do fragmento cortou-se os excessos de pasta, no final cortou-se a zona onde encaixava o fragmento deixando uma margem maior para conseguir moldar os pormenores da linha de fratura. Depois de seco, concluiu-se que houve alguma deformação, sobretudo nas laterais, mas tendo em consideração que a forma geral tinha sido conseguida, tentou embrulhar-se todo o prato em papel embebido em água e filme de PVC. Não resultou na totalidade, as extremidades fraturaram e um pouco por todo o preenchimento abriram fissuras. Quanto à forma, deu para melhorar as deformações, mas não foi o suficiente para ficarem totalmente direitas.



Figura 5.15 - Metodologias que não resultaram - 3º Tentativa SCJ0037

SCJ0130

Numa primeira tentativa pensou tirar-se o molde à parte superior do pé, com a ideia de ser a zona mais importante de se ter todos os pormenores. À semelhança dos outros objetos o molde foi feito com placas de cera, e foram usados grampos para ajudar a segurarem. Quanto à pasta de moldar antes de se esticar foi adicionada uma pequena quantidade de água com o intuito de aumentar o tempo de trabalho da mesma. Esticou-se a pasta, com uma espessura parecida à do fragmento, e foi trabalhada com pinceis de borracha. Depois de seco, e de se retirar o molde, concluiu-se que esta metodologia não estava a resultar, sendo que a superfície apresentava marcas volumétricas derivadas da junção das placas de cera.



Figura 5.16 - Metodologias que não resultaram - 1ª tentativa SCJ0130

Para a segunda metodologia usou-se os passos referidos no capítulo 2, subcapítulo 2.2.4, página 22, pois a nível da forma mostrou-se bastante eficaz, e capaz de demonstrar os detalhes

do pé. O que não correu bem, e daí ter sido necessário refazer-se foi a extremidade, que além de pequena era muito fina e depois de seca, no processo de separar a pasta do molde partiu-se de uma forma quase integral.



Figura 5.17 - Metodologias que não resultaram - 2ª tentativa SCJ0130

A.7 Fotografias Após Intervenção



Figura 5.18 - Fotografias pós intervenção SCJ0018



Figura 5.19 - Fotografias pós intervenção SCJ0037

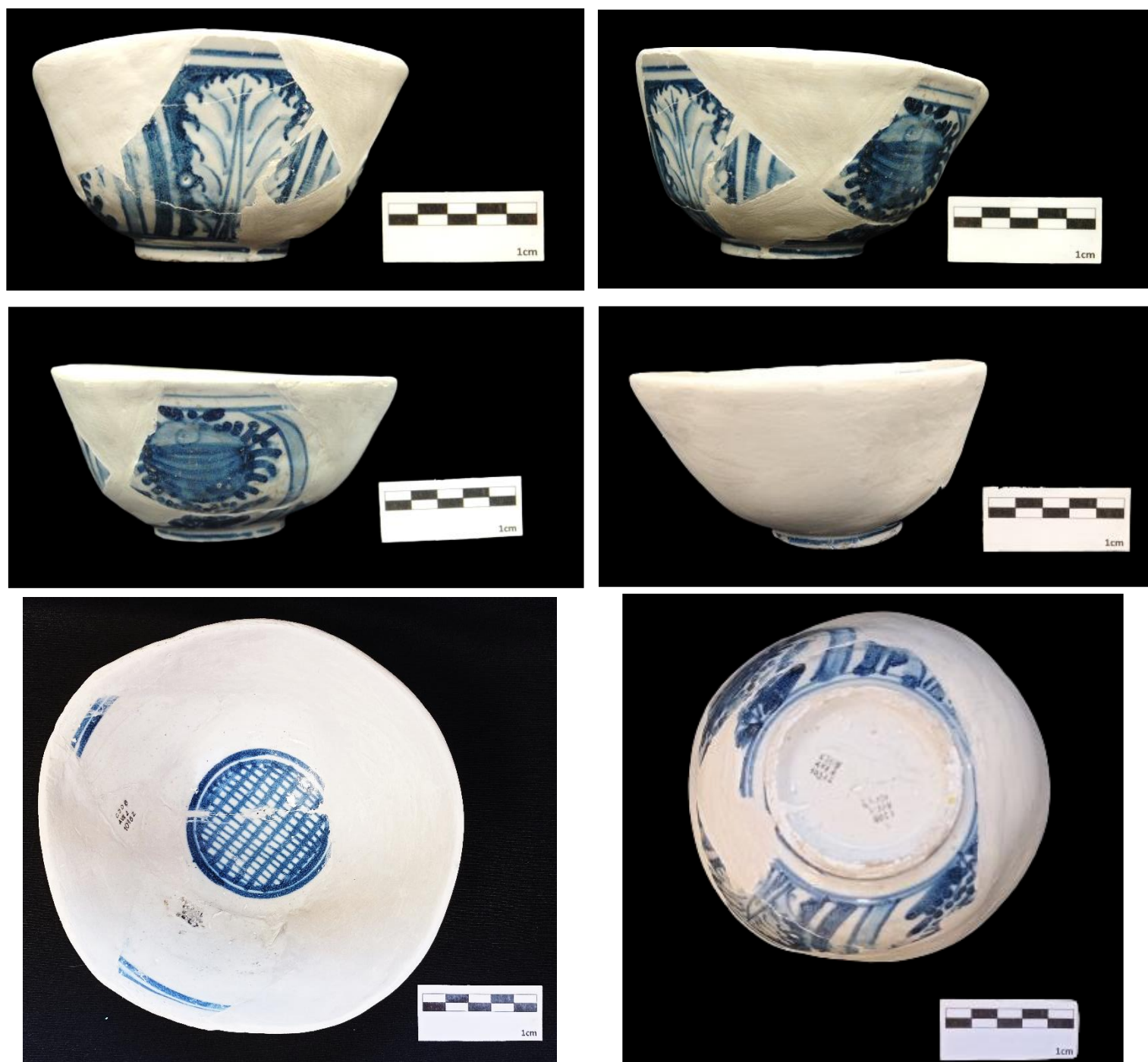


Figura 5.20 - Fotografias pós intervenção SCJ0087

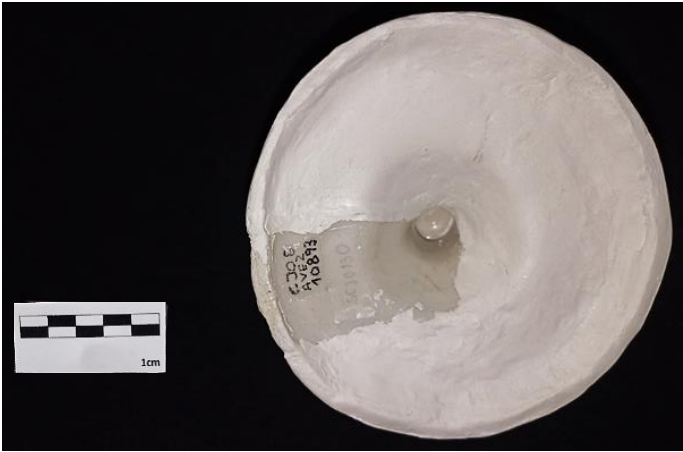
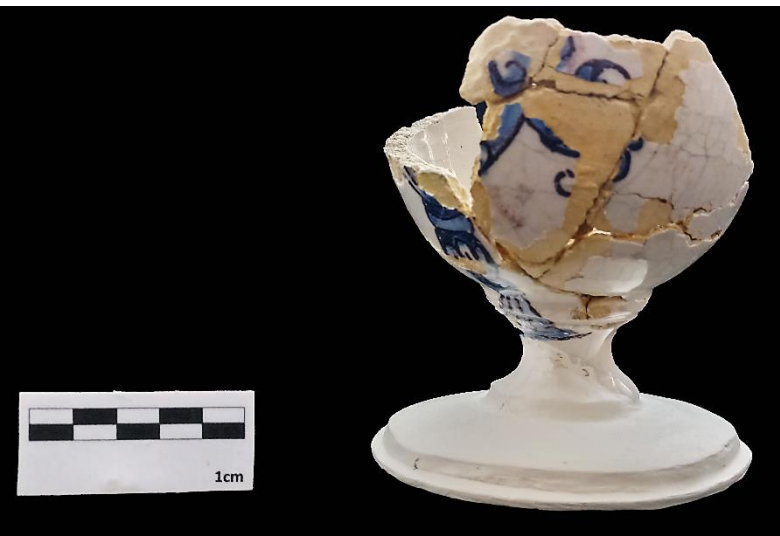


Figura 5.21 - Fotografias pós intervenção SCJ0130

A.8 Estrutura do formulário

1. Do you use 3D scanners to digitize objects or collections in your institution?

- Yes (ir para secção 3)
- No (ir para a secção 2)

2. Why not?

- Expensive tools
- Lack of specialised personal or resources
- Other reason

2.1. Do you intend to use this method in the near future?

- Yes (Ir para a secção 7)
- No (Ir para a secção 7)
- Maybe (Ir para a secção 7)

3. In your institution, is 3D scanning performed by or in the presence of a conservator (or conservator-restorer)?

- Yes, always
- Sometimes
- No

3.1. Are there any protocols or guidelines for performing 3D scanning in your institution?

- Yes (Ir para a secção 4)
- No (Ir para a secção 7)

4. Would you be available to share those guidelines with us?

- Yes (Ir para a secção 5)
- No (Ir para a secção 6)

5. Please describe the guidelines or, if you prefer, upload a file in the next section.

5.1. Please upload you file here. (Ir para a secção 7)

6. If not, could you please describe in a few words what are the essential steps to apply this technique in an institutional context and which are the mandatory personnel involved in it? (Ir para a secção 7)

7. In your opinion, is it essential the presence of the conservator while this process of digitalization is taking place?

- Yes (Ir para a secção 8)

- No (Ir para a secção 9)

8. How is the presence of the conservator essential in this process? (Ir para a secção 10)

9. Why not? (Ir para a secção 10)

10. Thank you for your collaboration!



2023

Sofia Moreira Pires

POTENCIALIDADES DAS FERRAMENTAS DIGITAIS APLICADAS AO PATRIMÓNIO CULTURAL