

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

## Archaeological glass conservation and restoration intervention materials – a literature review

ANDREIA PEREIRA<sup>1, 2</sup>  
 MÁRCIA VILARIGUES<sup>1, 2\*</sup>   
 INÊS COUTINHO<sup>1, 2\*</sup> 

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

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

\* [mgv@fct.unl.pt](mailto:mgv@fct.unl.pt); [icoutinho@fct.unl.pt](mailto:icoutinho@fct.unl.pt)

### Resumo

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

### Abstract

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

### PALAVRAS-CHAVE

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

### KEYWORDS

Archaeological glass  
 Cleaning materials  
 Adhesives and  
 consolidants  
 Gap-filling materials

## Introdução

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

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

### Vidro arqueológico e a sua degradação

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

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

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

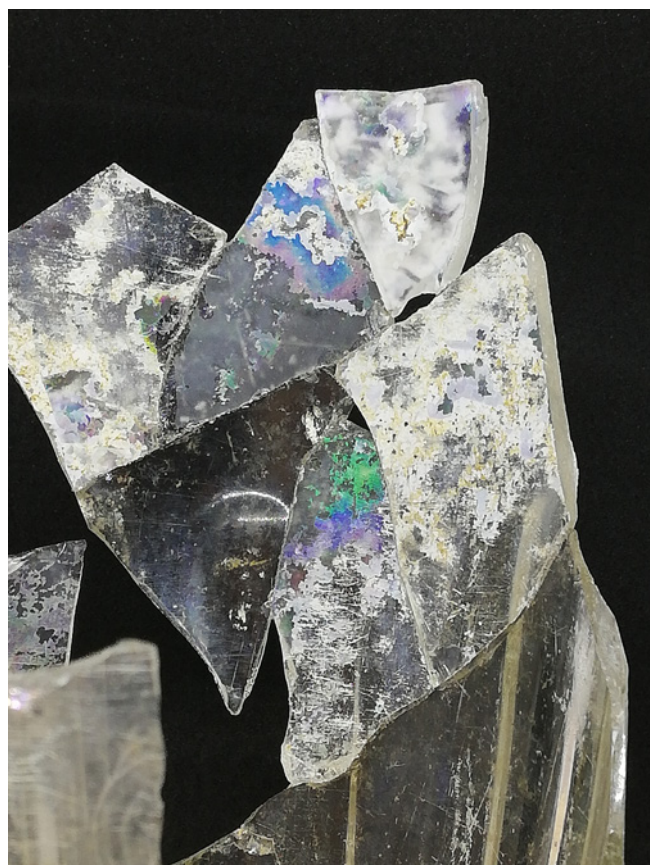


Figura 1. Exemplos de camadas de corrosão esbranquiçadas e com iridescência.

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

### Conservação e Restauro do vidro: metodologias e produtos

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

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



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

### **Limpeza**

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

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

### **Consolidação e união de fragmentos**

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

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



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



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



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

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

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

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

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

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

#### **Preenchimento de lacunas**

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

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





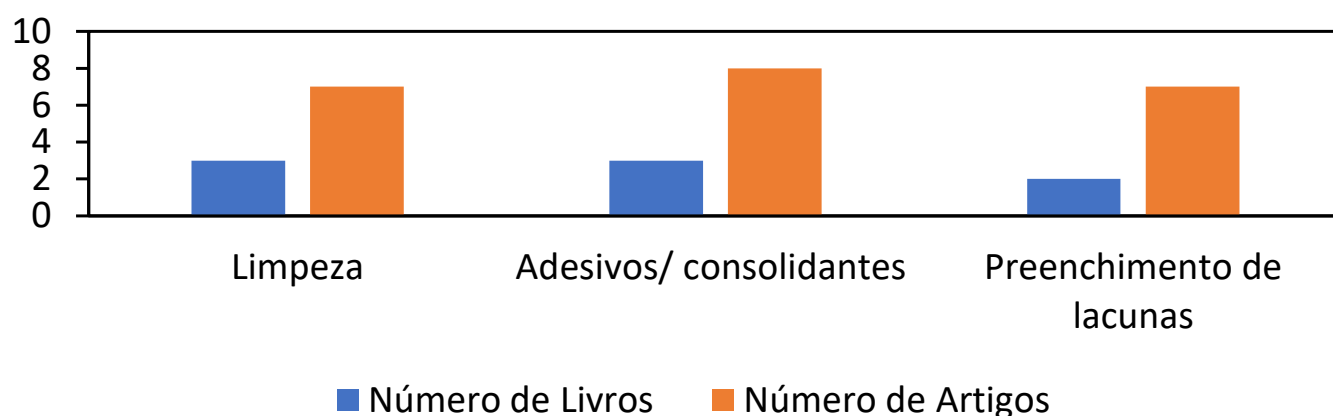
**Figura 5.** Frasco em vidro arqueológico, datado do século XVIII, com lacuna de grandes dimensões visível, em que foi criado um suporte em vidro no seu interior, evitando o seu preenchimento por razões estruturais. Trabalho desenvolvido pela conservadora-restauradora Ângela Santos (2018).

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

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

## Metodologia

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



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

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

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

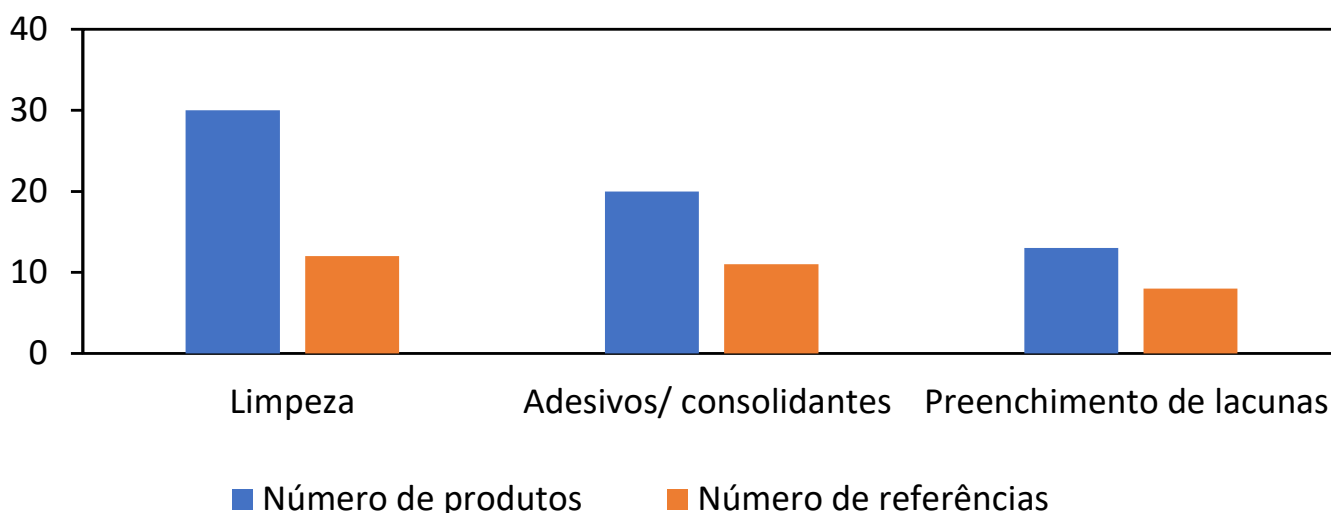


Figura 7. Gráfico comparativo entre o número de produtos diferentes referidos em relação ao número de fontes consultadas das diferentes intervenções.

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

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

### Resultados e Discussão

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

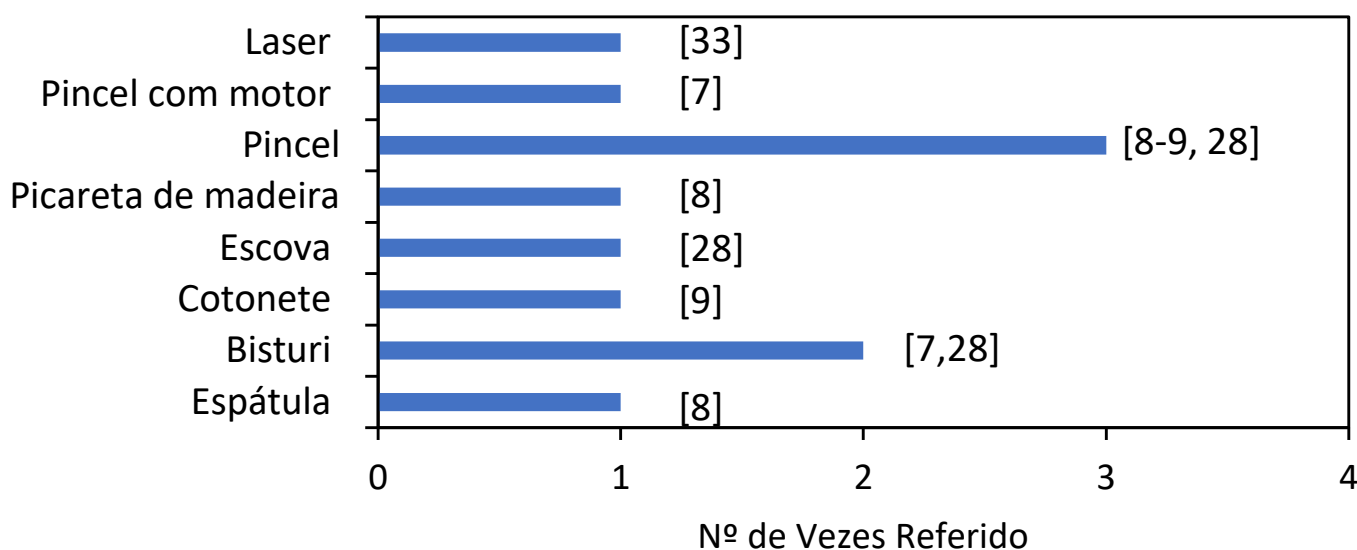


Figura 8. Gráfico com as diferentes ferramentas e a quantidade de vezes que são referidas nas respetivas referências (entre parêntesis retos).

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

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

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

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

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

### Limpeza

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

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



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

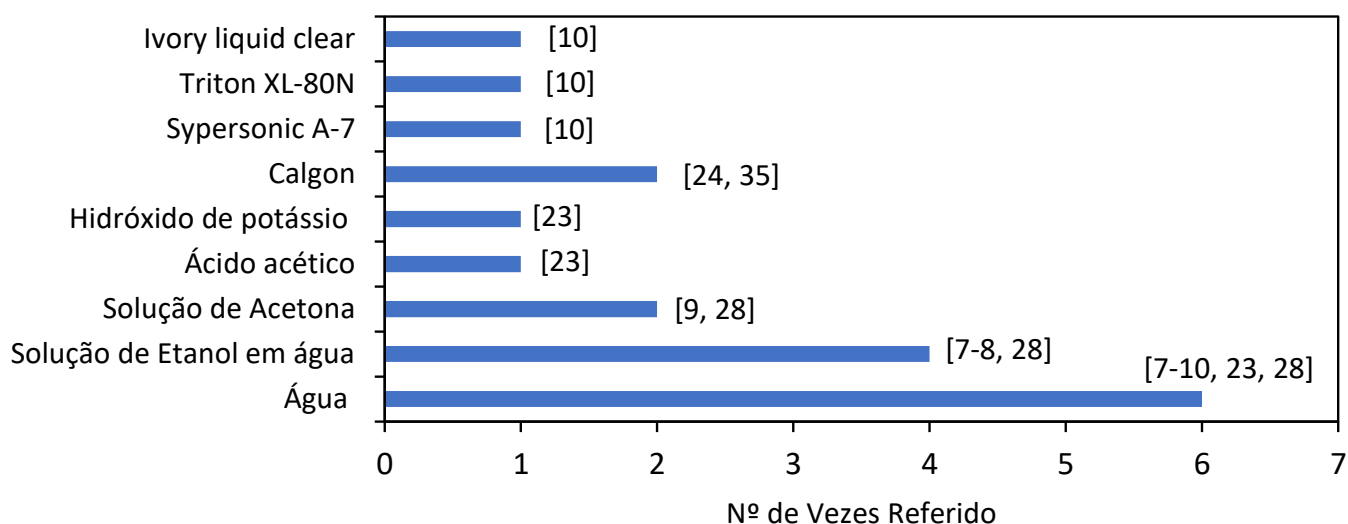
vidro, nem por razões estéticas, visto tratar-se de uma camada material original do vidro [10]. Estas camadas eram muitas vezes removidas no passado, alegando que a cor original e transparência típicas do vidro não eram observáveis [8].

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

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

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





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

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

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

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

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

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

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

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



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

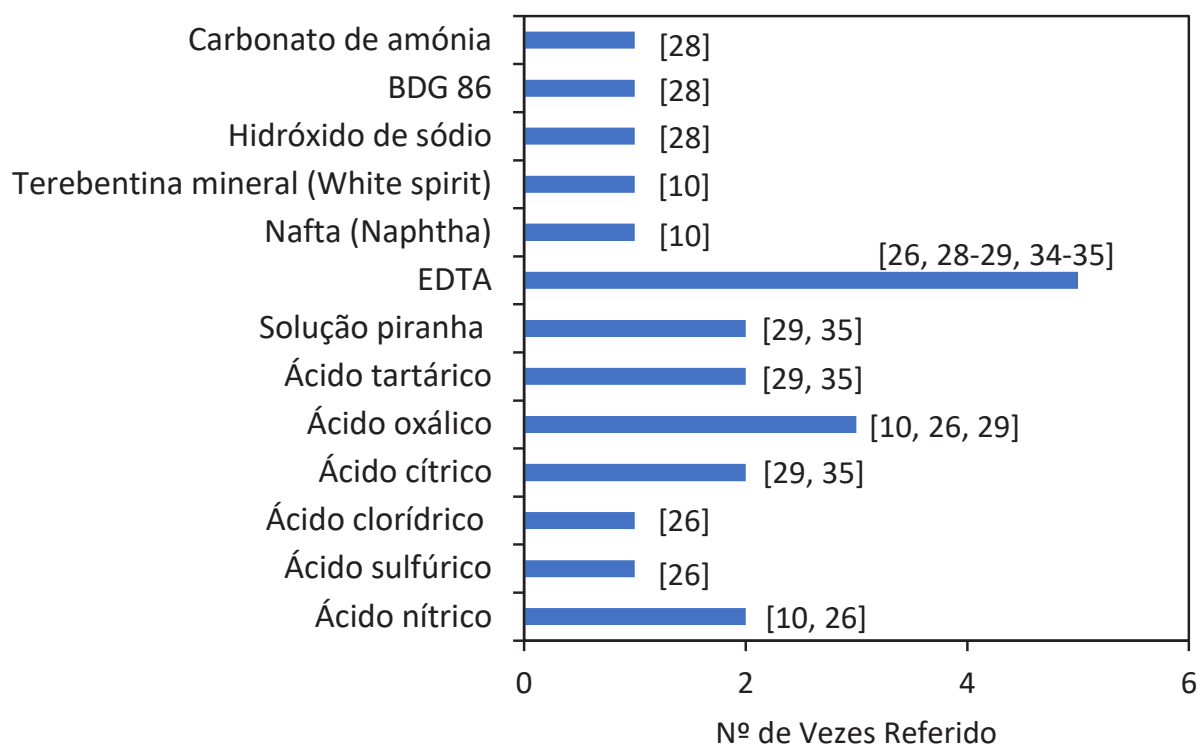
para finalidades diferentes, todavia, em nenhum dos casos os autores especificam o porquê do uso destas soluções nem as percentagens escolhidas. Smith [26], sugere ainda para a remoção de depósitos de óxidos de ferro, a utilização de uma solução de ácido sulfúrico a 1-5 %; para a remoção de depósitos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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

Outros adesivos de butiral de polivinilo (PVB), como

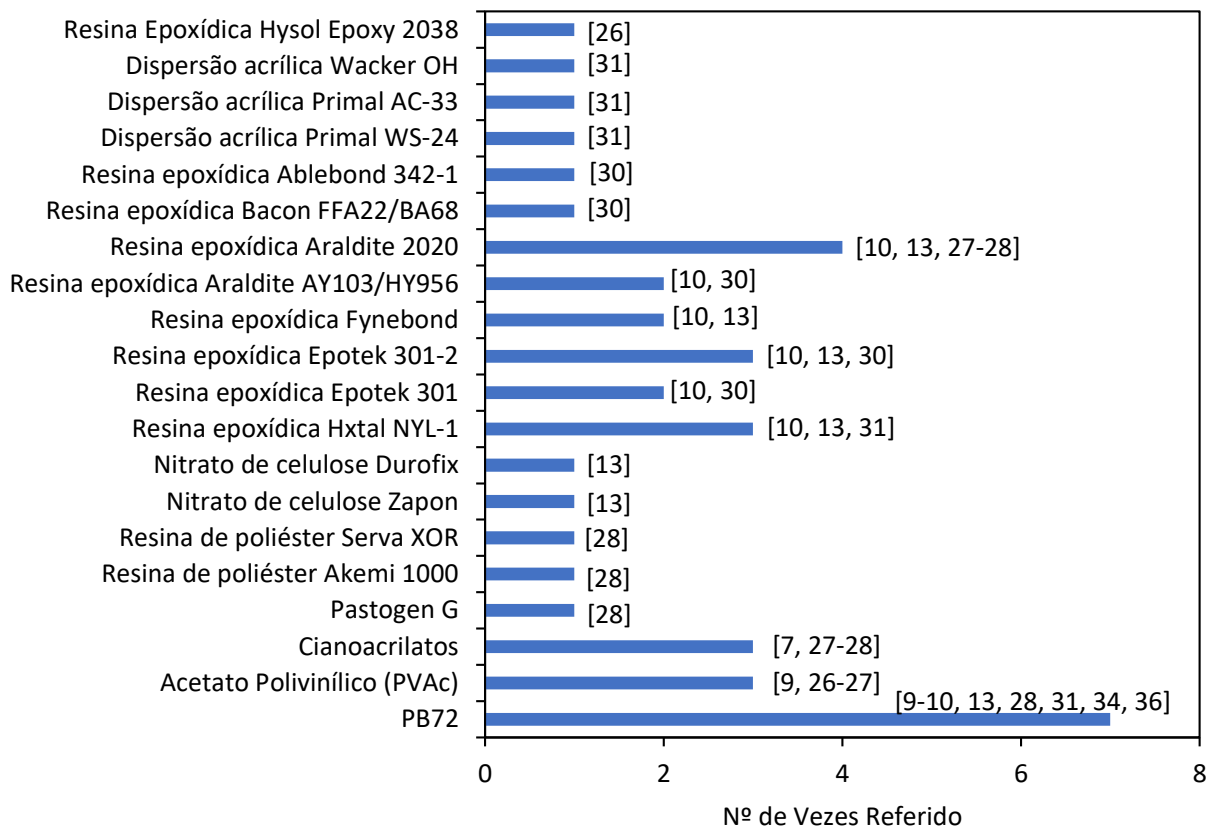
Butvar B-98 e Mowital B20H foram utilizados como adesivos e consolidantes nas décadas anteriores, tendo deixado de ser usados já que, apesar da sua resistência à descoloração, se tornam insolúveis com a exposição à radiação, o que os torna irreversíveis [15].

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

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

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





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



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



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

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

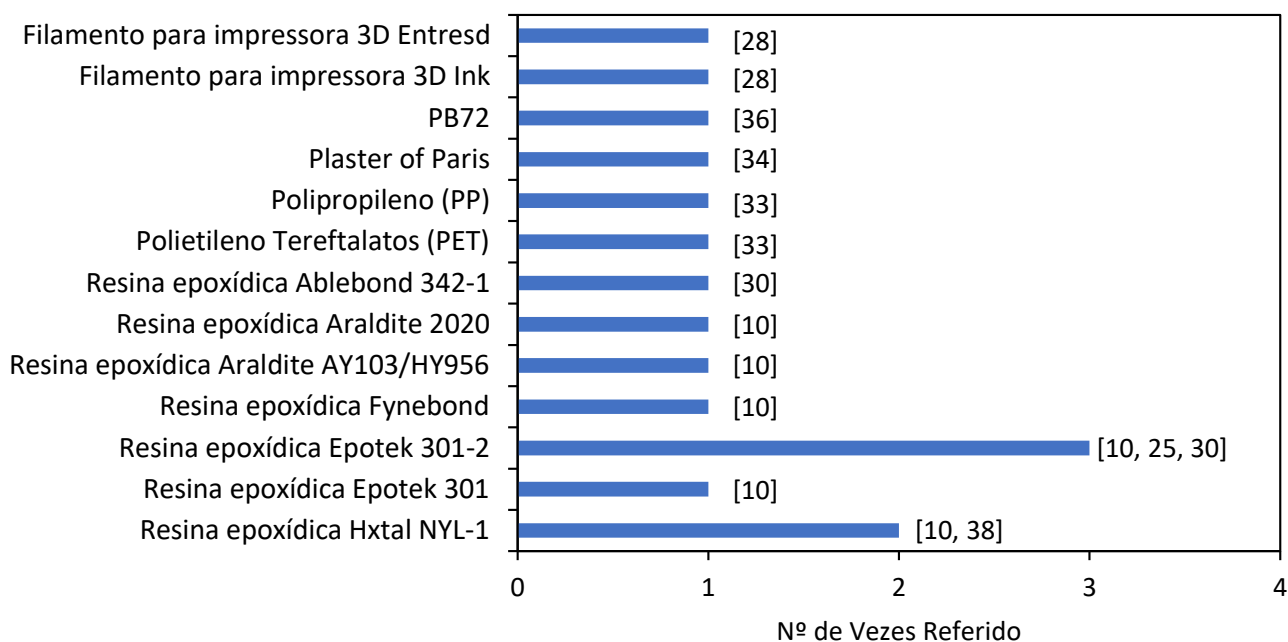
Foram usadas também soluções aquosas de emulsões acrílicas, como Primal WS-24, em peças de escavação arqueológica [19], em que posteriormente foi aplicada uma camada de uma solução de Paraloid B72 (PB72) a 2 % em tolueno. A Primal WS-24 e outras emulsões acrílicas, como Primal AC-33 e Wacker OH, foram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

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

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

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

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



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

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

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

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

### Materiais de preenchimento de lacunas

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

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

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



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

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

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

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

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

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



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

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

## Conclusão

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### Agradecimentos

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

#### REFERÊNCIAS

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



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



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

RECEBIDO: 2020.7.29

REVISTO: 2021.2.21

ACEITE: 2021.3.2

ONLINE: 2021.5.21



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