

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE BELAS ARTES
Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis

GABRIELLE MORAES LOPES DA SILVA

ESPAÇO-TEMPO:

um estudo da materialidade dos espelhos

BELO HORIZONTE

2024

GABRIELLE MORAES LOPES DA SILVA

ESPAÇO-TEMPO:

um estudo da materialidade dos espelhos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de Graduação em Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis da Escola de Belas Artes da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis

Orientadora: Prof^a M^a Luciana Bonadio

BELO HORIZONTE

2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE BELAS ARTES
CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO DE BENS CULTURAIS MÓVEIS

Trabalho de conclusão de curso intitulado
“Espaço-tempo: Um estudo da
materialidade dos espelhos”, de autoria da
graduanda Gabrielle Moraes Lopes da
Silva, aprovado pela banca examinadora
constituída pelos seguintes professores:

Prof^a. M^a. Luciana Bonadio (Orientadora) – EBA/UFMG

Prof^a Dr^a Camilla Henriques Maia de Camargos – Membro da Banca – EBA/UFMG

Belo Horizonte,

de

de 2024

Resumo

Neste trabalho são analisadas as possibilidades de Restauração de espelhos a partir da instalação "Espaço-Tempo" (1972) de Sulamita Mareines, que utiliza espelhos, entre outros elementos, em sua composição. A pesquisa se concentra em entender as propriedades físico-químicas dos espelhos, em especial os contemporâneos, que se baseiam em vidro, película reflexiva e uma base opaca, e em como essas características influenciam sua deterioração. O objetivo principal é indicar estratégias de Restauração que preservem a integridade restante da obra, uma vez que ela se encontra fragmentada, e possibilidades para seu restauro. Para isso, foram realizados exames detalhados, empregando técnicas não invasivas, como espectrometria de Raios-X, para identificar os materiais e as causas da degradação dos espelhos, que sofrem de problemas como oxidação, fratura e lixiviação do vidro e da camada reflexiva. Com base nos resultados, o estudo propõe um plano de intervenção que considera as especificidades dos materiais da obra, e se alinha aos princípios de mínima intervenção e retratabilidade. Este trabalho contribui significativamente para a compreensão das interações entre os materiais componentes dos espelhos e suas implicações para a conservação, oferecendo bases técnicas para futuras intervenções, além de destacar a importância de preservar esses objetos que são fundamentais tanto na história da arte quanto na ciência.

Palavras-chave: Conservação-restauração, espelhos, materialidade, Sulamita Mareines, Espaço-tempo.

Abstract

This work analyses the preservation possibilities of mirrors through the installation "Espaço-tempo" (1972) by Sulamita Mareines, which uses mirrors, among other elements, in its composition. The research focuses on understanding the physicochemical properties of mirrors, particularly contemporary ones, which are composed of glass, a reflective coating, and an opaque backing, and how these characteristics influence their deterioration. The primary objective is to suggest conservation strategies that preserve the remaining integrity of the work, that is currently fragmented, and explore possibilities for its restoration. To achieve this, detailed examinations were conducted using non-invasive techniques, such as X-ray spectrometry, to identify the materials and the causes of mirror degradation, which suffer from issues like oxidation, fracture, and leaching of the glass and reflective layer. Based on the findings, the study proposes an intervention plan that considers the specificities of the work's materials and aligns with the principles of minimal intervention and reversibility. This work significantly contributes to the understanding of the interactions between the components of mirrors and their implications for conservation, providing a technical foundation for future interventions, while also highlighting the importance of preserving these objects that are essential both in the history of art and science.

Key-words: Conservation-restoration, mirrors, materiality, Sulamita Mareines, Espaço-tempo.

Lista de Figuras

Figura 1 - Fotografia do recorte de jornal Estado de Minas de 15 de dezembro de 1973 retratando o público interagindo com a obra no IV Salão Nacional de Arte de Belo Horizonte.	23
Figura 2 - Frente do modelo 3D da obra Espaço-Tempo.	24
Figura 3 - Vista superior e detalhe dos pés e rodízio da obra Espaço-Tempo.....	24
Figura 4 - Canaletas de encaixe na parte inferior do chassi.	25
Figura 5 - A esquerda, detalhe do rodízio do painel de abertura. À direita, detalhe da composição de dobradiças dos painéis.....	26
Figura 6 - Resíduos do adesivo sintético (placa de coloração bege) aderido ao verso do espelho.	27
Figura 7 - Exemplo de matriz serigráfica confeccionada em filme Rubi, para conhecimento de como é o material. "Filme de recorte Rubi, matriz serigráfica de Oscar Fortunato".	27
Figura 8 - Frente do fragmento.	28
Figura 9 - Verso do fragmento.	29
Figura 10 - Mapeamento de danos - Frente. Gabarito: 1 – vermelho: oxidação da camada reflexiva. 2 – amarelo: substância pulverulenta. 3 – verde: lixiviação. 4 – roxo: desprendimento da camada reflexiva. 5 – rosa: vidro lascado.	30
Figura 11 - Material branco próximo a letra "O", correspondente à degradação identificada no mapa de danos como 2 – amarelo: substância pulverulenta.	31
Figura 12 - Fotografia correspondente à degradação identificada no mapa de danos como 1 – vermelho: oxidação da camada reflexiva.	32
Figura 13 - Fotografia correspondente à degradação identificada no mapa de danos como 3 – verde: lixiviação.	32
Figura 14 - Fotografia correspondente à degradação identificada no mapa de danos como 4 – roxo: desprendimento da camada reflexiva.	33
Figura 15 - Fotografia correspondente à degradação identificada no mapa de danos como 5 – rosa: vidro lascado.	34
Figura 16 - Mapeamento de danos - Verso. Gabarito: 6 – roxo: vestígios de insetos. 7 – amarelo: Riscos e abrasões. 8 – verde: materiais aderidos. 9 – vermelho: corrosões da camada reflexiva. 10 – rosa: halo colorido. 11 – magenta: corrosão da tinta dourada.....	34
Figura 17 - Fotografia correspondente à degradação identificada no mapa de danos como 6 – roxo: vestígios de insetos.	35
Figura 18 - Fotografia correspondente à degradação identificada no mapa de danos como 7 – amarelo: Riscos e abrasões. Fonte: Gabrielle Lopes (2023).	36
Figura 19 - Fotografia correspondente à degradação identificada no mapa de danos como 8 – verde: materiais aderidos.	36
Figura 20 - Material cinza escuro e espesso que escorreu e secou. Fotografia correspondente à degradação identificada no mapa de danos como 8 – verde: materiais aderidos.....	37
Figura 21 - Fotografia correspondente à degradação identificada no mapa de danos como 10 – rosa: halo colorido (ao centro).	38

Figura 22 - Fotografia correspondente à degradação identificada no mapa de danos como 11 – magenta: corrosão da tinta dourada (esmaecimento da cor).	38
Figura 23 - Ranhuras e resquícios da placa de madeira. Aparente material granulado e cinzento em partes da sua composição.	39
Figura 24 - Figura 22 - "Espelho grego carregado por um escravo (cerca de 440 A.E.C.). Cambridge" (tradução nossa).	41
Figura 25 - Mirror, ca. 1478–1390 B.C.E. Silver and copper alloy, 9 3/4 x diam. 5 1/2 in. (24.7 x 14 cm). Brooklyn Museum, Charles Edwin Wilbour Fund, 37.635E. Creative Commons-BY.....	41
Figura 26 - O famoso Retrato de Arnolfini, por Jan van Eyck, pintado em 1434, que mostra, ao fundo, um espelho de vidro circular convexo. - Gennadii Saus i Segura, Domínio público.	43
Figura 27 - Galeria dos Espelhos do Palácio de Versalhes. Imagem obtida através de printscreen da tela de um tour virtual.	45
Figura 28 - À direita: Plate XXIV: Mirror ← Glass → Operation of Pouring and Rolling. À esquerda: Plate XXV: Mirror ← Glass → Operation of Pushing ← Glass → into the Annealing Kiln.	46
Figura 29 - Thumbnail (imagem promocional, tradução nossa) de vídeo do youtube intitulado "Mirror in a can??" ("Espelho em uma lata??", tradução nossa), por Ben Anton. A imagem diz: "Does it really work??" (Realmente funciona??" tradução nossa).	48
Figura 30 - Diagrama representativo das três camadas do espelho, em ordem.	49
Figura 31 - Representação bidimensional da estrutura amorfa do vidro.	50

Lista de abreviaturas e siglas

IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

ARCO – Associação de Restauradores e Conservadores de Bens Culturais

ICOM – International Council of Museums

AIC – American Institute of Conservation

ECCO – European Federation of Conservator–Restorers Organizations

MAP – Museu de Arte da Pampulha

EDXRF – Fluorescência de raios X por energia dispersiva

TNT – Tecido-não-tecido

PVA – Poli(acetato de vinila)

A.E.C. – Antes da Era Comum

E.C. – Era Comum

Sumário

Introdução	9
1. Revisão de literatura e referencial teórico	12
2. Metodologia	20
2.1 Espaço-Tempo, Sulamita Mareines	21
2.1.1 Descrição	22
2.1.2 Técnica construtiva	24
2.1.3 Diagnóstico (estado de conservação e causas de deterioração).....	28
2.2 Espelhos	39
2.2.1 História	39
2.2.2. Materiais e modos de fazer	47
3. Resultados e Discussão	52
4. Conclusão	60
Referências bibliográficas	61
ANEXOS	66

Introdução

Ao ler sobre história, história da arte, da arquitetura e design, seja em um escopo voltado para a ciência da conservação e restauração ou uma análise estilística, se vê preocupação com todo o tipo de objetos dos mais diversos materiais. As áreas mais comuns de trabalho de um conservador-restaurador refletem isso: documentos gráficos e artísticos em papel, esculturas em madeira ou metal e pinturas de cavalete. Ampliando o escopo aparecem os materiais como tecidos, couros, pétreos, cerâmicos, vidro, gesso, osso, e outras tipologias, como fotografias e filmes, além de madeiras e metais em outros usos, como objetos pessoais, joias e mobiliário. Mais recentemente, com a experimentação material da arte moderna e contemporânea, e o desenvolvimento de novas teorias¹ do que é passível de se preservar, novos materiais como plásticos e resíduos orgânicos foram recebendo atenção e sendo estudados. Os espelhos, porém, raramente são estudados na sua materialidade, em especial os espelhos contemporâneos que são feitos com todos os tipos de materiais e métodos de fabricação, sendo o mais comum deles, a junção de três camadas: uma placa de vidro, uma película reflexiva de prata ou alumínio, e uma base, normalmente uma camada de tinta preta e opaca.

Muitos pesquisadores estudam com afinco e existe vasta literatura disponível sobre como se conservar e restaurar vidros e metais isoladamente, ou em uso conjunto como em vitrais e joias, como apresentado pelas próprias referências usadas para embasar este trabalho. A morfologia dos vidros e metais que compõem um espelho é, porém, completamente diferente, em especial a película reflexiva, e as interações desses componentes entre si e com materiais externos é bastante desconhecida.

Artigos como *Conservation of the Darnault Mirror: An Acrylic Emulsion Compensation System*², de Cynthia Moyer e Gordon Hanlon, por exemplo, tratam exclusivamente da Restauração da moldura do espelho, não do espelho em si, como o título pode nos impelir a pensar. Outras situações semelhantes acontecem,

¹As teorias da Conservação e Restauração estão em constante aperfeiçoamento e mudança, sofrendo influências de diversos campos de estudo. Com isso, sua prática também muda, conforme discutido no capítulo seguinte.

²"Conservação do espelho de Darnault: um sistema de compensação em emulsão acrílica" (Tradução nossa). Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/3179781>. Acesso em abril de 2024.

principalmente com mobiliário, nos quais marceneiros, serralheiros e restauradores estudam e trabalham a madeira, chassis, puxadores e dobradiças metálicas, o tecido ou o couro dos estofados, mas caso o espelho de uma penteadeira ou guarda-roupa esteja quebrado ou corroído, ele é, na maioria das vezes, substituído.

Partindo da curiosidade e da necessidade de entender a história e as propriedades físico-químicas dos espelhos, a fim de pensar estratégias para sua preservação, a escolha da obra "Espaço-Tempo" (1972), uma instalação composta por espelhos e áudio, de autoria de Sulamita Mareines, para este estudo se deve à sua complexidade e à necessidade de uma abordagem interdisciplinar. A obra, que após a exposição na abertura do IV Salão Nacional de Arte da Prefeitura de Belo Horizonte (SNA/ PBH), não se manteve exposta conforme o planejado, representa um desafio significativo devido à combinação de materiais e tecnologias empregadas, servindo como o objeto de estudo exemplar.

No diagnóstico do estado de conservação da obra, observa-se que os espelhos apresentam diversas formas de deterioração, como manchas, lascas e perda de material reflexivo. Essas degradações não apenas comprometem a integridade estética da obra, mas também sua funcionalidade interativa, uma vez que um dos principais objetivos da obra, a interação com o espectador, precisa da superfície reflexiva para ser cumprido. A compreensão detalhada dessas deteriorações é essencial para desenvolver estratégias eficazes de intervenção e preservação.

A metodologia aplicada neste estudo inclui exames físico-químicos para analisar as camadas que compõem os espelhos e a identificação dos elementos materiais. Esses procedimentos permitiram um entendimento mais profundo sobre a composição dos espelhos e as possíveis causas de sua deterioração, fornecendo subsídios técnicos para a elaboração de sugestões para sua conservação e restauração adequadas.

Desde os primeiros espelhos de metal polido até os modernos espelhos de vidro revestidos com metais reflexivos (MELCHIOR-BONNET, 2001), cada etapa dessa evolução traz implicações diretas para sua conservação e restauração. Os espelhos ajudam a contar a história da humanidade através dos seus materiais e formas de fazer, e são parte importante não apenas para objetos de uso pessoal, mas científicos também, como seu uso essencial em telescópios e microscópios. A chave

para entender o pensamento e tecnologia de civilizações antigas, pode estar na forma como elas, literalmente, se viam.

Desse modo, no primeiro capítulo, a revisão de literatura abordará o referencial histórico e teórico relacionado à conservação e restauração de obras de arte e outras tipologias de objetos, com ênfase nos princípios da mínima intervenção e retratabilidade. Essas abordagens serão demonstradas como discussão fundamental para garantir a longevidade e autenticidade dos bens culturais. Este capítulo proporciona uma contextualização das práticas e dilemas éticos enfrentados pelos profissionais conservadores-restauradores ao se preservar uma obra e sua história.

O segundo capítulo foca na descrição e identificação da obra, assim como a descrição da metodologia empregada para a análise de seu estado de conservação. Exames organolépticos e técnicas analíticas não invasivas foram utilizados para identificar a composição dos materiais presentes nos espelhos e avaliar os danos sofridos ao longo do tempo. A escolha cuidadosa de técnicas e ferramentas, como o espectômetro de fluorescência de raios-x portátil, foi crucial para obter resultados precisos sem comprometer a integridade da obra. Este capítulo ressalta a importância de uma abordagem científica na conservação de arte contemporânea, onde a materialidade, como neste caso, é frequentemente complexa e inventiva.

No terceiro capítulo serão apresentados os resultados do estudo e as discussões que ele pode gerar. Os testes realizados indicaram as melhores opções de materiais para a higienização e possível restauração dos espelhos. A partir dos dados obtidos, será proposto um plano de intervenção, considerando a segurança, eficácia e aplicabilidade dos métodos apontados. Este capítulo evidenciou a inadiável necessidade de pesquisas em objetos compostos como os espelhos, e a adaptação contínua das técnicas de conservação, considerando as especificidades do material.

1. Revisão de literatura e referencial teórico

O campo de estudos da conservação-restauração de bens culturais, móveis ou imóveis, é relativamente novo se compararmos com a história humana. Sua consolidação se deu no século XIX, com os teóricos Eugène Emmanuel Viollet-le-Duc (1814-1879) e John Ruskin (1819-1900) que, como típicos francês e inglês que foram, tinham ideias completamente opostas sobre os trabalhos de conservação-restauração, e hoje são considerados clássicos. Nos quase 200 anos que os separam de nós, diversas outras teorias e práticas foram testadas, apreciadas e rejeitadas, algumas mais intervencionistas, se inspirando em Viollet-le-Duc, outras pendendo para a filosofia de Ruskin, que preza por manter o aspecto em que o bem foi encontrado.

Salvador Muñoz-Viñas, referência que baseia a escrita deste trabalho de conclusão de curso, em seu livro *Teoria Contemporânea da Restauração* (2021), apresenta e reflete sobre as diferentes hipóteses e aplicações da área ao longo do tempo, além de contribuir com ideias próprias, na tentativa de formar um “fio condutor” e “conferir forma a este magma de ideias diversas” (Muñoz-Viñas, 2021, p.18).

Sendo assim, Muñoz-Viñas nos traz três definições: a atividade exercida pelo profissional Conservador-Restaurador é a conservação-restauração ou Restauração, com a letra inicial capitalizada; o ato de se restaurar um objeto é estabelecido como *restauração*, com a inicial minúscula; e o que conhecemos por conservação ou conservação preventiva, se entende como “a atividade que consiste em adotar medidas para que um bem determinado experimente o menor número de alterações durante o maior tempo possível” (Muñoz-Viñas, 2021, p. 24). Estes conceitos devem ser levados em consideração durante a leitura deste texto, assim como a distinção a seguir:

[...] se fala com relativa segurança de “trabalhos de conservação” e de “trabalhos de restauração” como se ambas as atividades fossem claramente discerníveis: o fato de que a maior parte dos que as pronunciam entendem o que se quer dizer em cada caso demonstra que existe critério que as distingue. Esse critério é a perceptibilidade da intervenção: a palavra *conservação* é empregada para se referir à parte do trabalho de Restauração que não aspira produzir alterações perceptíveis no objeto restaurado; em contrapartida, se fala de *restauração* para se referir à parte do trabalho de Restauração que tem por objetivo modificar aspectos perceptíveis do objeto. A conservação pode resultar perceptível, mas somente se isto for tecnicamente inevitável ou aconselhável [...] (MUÑOZ-VIÑAS, 2021, p.26).

Assim como Viollet-le-Duc e Ruskin foram os principais nomes da área no século XIX, no século XX Cesare Brandi (1906-1988), historiador italiano, desenvolveu e consolidou boa parte do que se entendeu por conservação-restauração pelos quase cem anos seguintes. Algumas de suas ideias, como a de que um objeto necessita do status de obra de arte para ser alvo das intervenções de Restauração, foram superadas, mas a teoria brandiana segue tendo grande aceitação e aplicabilidade atualmente.

Em seu livro *Teoria da Restauração* (1963), Brandi diz que “entende-se por restauração qualquer intervenção voltada a dar novamente eficiência a um produto da atividade humana” (BRANDI, 2013, p. 25), dividindo a produção humana em duas categorias, com dois objetivos de restauro distintos:

Ter-se-á, portanto, uma restauração relativa aos manufatos industriais e uma restauração relativa às obras de arte: mas, se a primeira acabará por tornar-se sinônimo de reparação ou de restituição de um estado anterior, a segunda disso se diferenciará, não só pela diversidade das operações a serem efetuadas. Na verdade, quando se tratar de produtos industriais – entendendo-se isso na mais ampla escala, que parte do diminuto artesanato –, o escopo da restauração será evidentemente restabelecer a funcionalidade do produto, estando, por isso, a natureza da intervenção do restauro ligada de forma exclusiva a realização desse fim.

Mas, quando se tratar, ao contrário, de obra de arte, mesmo se entre as obras de arte haja algumas que possuam estruturalmente um objetivo funcional, como as obras de arquitetura e, em geral, os objetos da chamada arte aplicada, claro estará que o restabelecimento da funcionalidade, se entrar na intervenção de restauro, representará, definitivamente, só um lado secundário ou concomitante, e jamais o primário e fundamental que se refere à obra de arte como obra de arte.

Revelar-se-á, então, de pronto, que o produto especial da atividade humana a que se dá o nome de obra de arte, assim o é pelo fato de um singular reconhecimento que vem à consciência: reconhecimento duplamente singular, seja pelo fato de dever ser efetuado toda vez por um indivíduo singular, seja por não poder ser motivado de outra forma a não ser pelo reconhecimento que o indivíduo singular faz dele. O produto humano a que se volta esse reconhecimento se encontra ali, diante de nossos olhos, mas pode ser classificado de modo genérico entre os produtos da atividade humana, até que o reconhecimento que a consciência faz dele como obra de arte, excetue-o, definitivamente, do comum dos outros produtos. (BRANDI, 2013, p.26-27).

Com essa distinção, Brandi define que um objeto deve ser reconhecido como obra de arte para poder se sujeitar ao restauro, uma vez que o restauro só pode ser aplicado a objetos que possuem esse status, e não o fato de ter sido restaurado conceder o status de obra de arte ao objeto. Contraditoriamente, algumas páginas

depois, Brandi sintetiza a restauração como sendo condicional para o reconhecimento de uma obra de arte como tal: “a restauração constitui o momento metodológico do reconhecimento da obra de arte, na sua consistência física e na sua dúplici polaridade estética e histórica, com vistas à sua transmissão para o futuro”. (BRANDI, 2013, p. 30).

Diante destas e de outras problemáticas que passam pelo campo da sociologia e antropologia, atualmente o debate sobre o reconhecimento do que torna uma obra, uma *obra de arte* e, portanto, sujeita a ser restaurada, avançou, e Muñoz-Viñas dedica uma seção inteira de seu livro ao que chama de Objetos da Restauração.

Classificados pelo autor como antiguidades, obras de arte, objetos históricos, historiográficos, bens culturais, bens culturais intangíveis, e objetos simbólicos, existe maior facilidade de entendimento de que as cinco primeiras categorias sejam passíveis de preservação, devido à sua importância material e representativa para a história da cultura ocidental, atualmente dominante. O Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, o IPHAN, por exemplo, tem 4 livros de tomo³ para classificar os bens tombado como patrimônio nacional: o Livro do Tombo Arqueológico, Etnográfico e Paisagístico; o Livro do Tombo Histórico; o Livro do Tombo das Belas Artes; e o Livro do Tombo das Artes Aplicadas. Entretanto, os modos de fazer, técnicas, materiais e objetos que não necessariamente sejam tradicionalmente lidos como *artísticos*, conforme descrito por Brandi acima, têm ganhado cada vez mais importância e têm sido cada vez mais preservados e restaurados.

Algumas instituições museológicas, como o Museu da Casa Brasileira, em São Paulo, têm objetos em seu acervo que, se estivessem fora do contexto da instituição, jamais seriam entendidos como objetos artísticos, e, no entanto, são salvaguardados por elas e recebem tratamentos de Restauração como qualquer obra de arte. Se uma lata de biscoitos, um brinquedo eletrônico popular nos anos 1980, um par de sapatos ou um filtro de barro são incorporados às coleções e preservados, o que os torna relevantes e passíveis dessa preservação? Se apoiando na área da museologia, Muñoz-Viñas define:

A ideia fundamental que cabe extrair da nova museologia é que os objetos de museu são *objetos-signo*, uma qualificação que se pode estender razoavelmente aos objetos de Restauração. A própria inclusão no espaço de

³Descrições detalhadas de cada Livro de Tombo disponíveis no site do IPHAN. Acesso em maio de 2024. <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/608>.

museu supõe que o objeto se converte em símbolo dentro de um discurso mais global, o do museu [...] (MUÑOZ-VIÑAS, 2021, p. 51).

Além da representação simbólica material, os objetos podem representar um bem intangível a ser preservado, como sua tecnologia de fabricação ou como exemplar das modificações, inovações e transformações realizadas por uma população. “Os bens intangíveis são os bens intelectuais (como a informação, a poesia ou o software), ou as construções sociais baseadas em regras e convenções (como uma língua, uma procissão, uma religião ou uma dança tradicional)”. (MUÑOZ-VIÑAS, 2021, p. 41). Com isso, o simbolismo que alguns objetos, por exemplo, os espelhos, tema central deste trabalho recebem como representantes documentais de uma cultura, ainda que não sejam, necessariamente, objetos artísticos, os torna “objetos de Restauração”. No caso dos espelhos que constituem o suporte da obra de Sulamita Mareines, além do simbolismo próprio desse tipo de objeto, devemos considerar, também, o fato de serem suportes para palavras e elementos gráficos que compõem esta obra de arte.

Compreender as diferenças entre conservação e restauração, e a caracterização dos Objetos da Restauração, permite que se contextualize melhor os dois princípios que guiam este trabalho: a mínima intervenção e a reversibilidade ou a retratabilidade de uma intervenção. Camillo Boito (1884), Richard D. Smith (1999) e Barbara Appelbaum (1987), assim como Salvador Muñoz-Viñas e outros autores, influenciam a metodologia de trabalho seguida atualmente, onde o histórico do bem cultural, seu estado de conservação, seu acondicionamento e outras variantes devem ser levados em consideração ao se planejar um processo de conservação e/ou de Restauração em um bem cultural.

O princípio da mínima intervenção, inicialmente proposto por Boito e refinado por Muñoz-Viñas, preza por realizar o mínimo de intervenções possíveis em um objeto, a fim de evitar a criação de falsos históricos, a alteração da legibilidade da obra, e a realização de tratamentos possivelmente danosos, que diminuiriam consideravelmente a sua vida útil. Apesar de muitas de suas ideias terem sido substituídas por práticas mais atuais, o conceito a seguir foi importante para aprimorar os cuidados com bens culturais materiais: “os desvios, as irregularidades, os defeitos de simetria são fatos históricos repletos de interesse, os quais frequentemente fornecem os critérios arqueológicos para confrontar uma época, uma escola, uma

ideia simbólica. Nem acréscimos, nem supressões.” (BOITO, 2003, p.60). Em oposição, Brandi reflete sobre a problemática de remover ou não a intervenção humana sobre as obras, e conclui que acréscimos sobre as obras de arte devem ser removidos:

[...] apresenta-se, em primeiro lugar, [...] o duplo problema da conservação ou da remoção das adições e, em segundo lugar, o da conservação ou da remoção dos refazimentos. E se poderá parecer que, remontando da obra de arte reduzida a ruína à obra de arte que sofreu adições ou refazimentos, seja impossível manter-se de modo rígido apenas sobre a instância histórica, advertimos que não tencionamos, de modo algum, resolver o mesmo problema de duas maneiras, mas somente examinar a legitimidade ou não da conservação ou da remoção das adições e dos refazimentos, do ponto de vista histórico, ver até que ponto valem a razão histórica e a razão estética, e buscar pelo menos uma linha sobre a qual conciliar a eventual discrepância. Colocando-nos o problema da legitimidade da conservação ou da remoção, já superamos, evidentemente, o obstáculo de quem acreditasse poder fundamentar a legitimidade da conservação só sobre o valor de testemunho histórico: pois se assim o fosse, seria também necessário respeitar incondicionalmente a intervenção bárbara do vândalo, e a integração de arte, e não de restauro, que uma obra tenha recebido no curso dos séculos (BRANDI, 2013, p. 70-71).

Atualmente, diante de inúmeras manifestações políticas envolvendo obras de arte, o debate sobre remoção de adições ou intervenções ainda não está consolidado. Quando manifestantes do grupo ativista Just Stop Oil⁴ usaram tinta vermelha, quebraram o vidro de proteção ou colaram suas mãos em quadros como *Doze Girassóis numa Jarra*, de Van Gogh e a *Vênus de Rokeby*, de Velázquez para protestar contra as mudanças climáticas entre 2023 e 2024, muitos conservadores-restauradores enquadraram as ações como vandalismo e defenderam sua remoção, enquanto outros reconheceram legitimidade nas ações, e que o resultado das intervenções deveria, de alguma forma, ser mantido por fazer parte do histórico das obras. Um exemplo nacional é o Monumento às Bandeiras, de autoria de Victor Brecheret, em São Paulo, que já sofreu várias pichações⁵ e manifestações políticas

⁴**Just Stop Oil** “Pare o óleo” (tradução nossa), é um grupo de resistência não-violenta que demanda que o governo do Reino Unido pare de licenciar novos projetos de exploração de petróleo, gás e carvão. Ganham notoriedade, entre outras ações, em 2022, após ativistas jogarem sopa de tomate na pintura *Doze Girassóis numa Jarra*, de Vincent Van Gogh, na National Gallery em Londres, e colarem suas mãos na parede abaixo da pintura. O site da organização é <https://juststopoil.org/>.

⁵Consideramos importante ressaltar que, aqui, a palavra pichação não tem conotação negativa, ela é entendida como uma forma legítima de expressão política e/ou artística.

em datas comemorativas, e sempre é restaurado pela prefeitura municipal, governo estadual e instituições privadas, removendo a tinta dessas intervenções.

O monumento, segundo a historiografia dominante (a mesma do Governo do Estado de São Paulo), “representa os bandeirantes que desbravaram o país no período colonial”⁶ narrativa que não é aceita por representações de povos que foram oprimidos pelos bandeirantes durante a colonização e sofrem, até hoje, os resultados destas “desbravações”. Com as constantes intervenções pela população, e a possibilidade de que as também constantes ações de restauração causem danos irreparáveis para o monumento – pois, na maior parte das vezes, são cumulativas, a mínima intervenção introduz complexidade ao princípio da reversibilidade.

Ao abrir uma brecha interpretativa de que se a intervenção de Restauração pode ser revertida, fica subentendido que ela pode ser executada sem danos, ou com o mínimo possível ao objeto, o que não é verdade. Ao mesmo tempo que se defende que toda intervenção deve ser passível de remoção ou desfazimento, qualquer intervenção tem potencial de ser irreversível, por menor que seja. Isto porque, seja por desconhecimento de como materiais como solventes se comportarão daqui a 100 anos de sua aplicação em uma limpeza, quanto pela impossibilidade de sua completa remoção de suportes que possam absorvê-lo, fazendo com que as futuras intervenções de restauração possam reagir com os tratamentos já realizados.

A Restauradora Barbara Appelbaum, em seu artigo *Criteria for Treatment: Reversibility* (1987)⁷, faz uma análise crítica sobre a aplicabilidade desta diretriz, pensando as etapas de um tratamento de conservação, sendo eles: higienização, desmontagem, consolidação interna de fraquezas estruturais, modificações nos materiais originais, reparos e remontagem, e adições, que define como intervenções majoritariamente estéticas, como envernizamento.

A higienização é, para os profissionais da Restauração, normalmente entendida como um processo de mínima intervenção e um passo onipresente em qualquer atividade de Restauração, onde se costuma ver a sujidade como ameaça ao objeto que deve ser removida. Nenhum processo de higienização, porém é reversível (Muñoz-Viñas, 2021) e a sujidade presente em um objeto nos diz muito a seu respeito,

⁶Informação do site do Governo do Estado de São Paulo. Acesso em 05 de maio de 2024. <https://www.saopaulo.sp.gov.br/conhecasp/monumentos/monumento-as-bandeiras/>.

⁷“Critérios para tratamento: reversibilidade” (tradução nossa). Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/3179456?origin=JSTOR-pdf>. Acesso em maio de 2024.

como origem, caminho que percorreu até chegar às mãos do conservador-restaurador, sua história de utilização, representação documental, etc, e que “aplicar somente processos reversíveis (...) exclui, por exemplo, quase qualquer operação que implique a eliminação de elementos considerados indesejáveis – isto é, a operação de limpeza em todas as suas mais variadas formas.” (MUÑOZ-VIÑAS, 2021, p. 119). No que tange ao objeto como documento, Jaeschke questiona: “Deve eliminar-se a sujidade? Pode tomar-se uma amostra para manter parte de seu valor documental? (...) Seria melhor eliminá-la completamente que se arriscar a uma interpretação errônea?” (JAESCHKE, 1996, p.86). Sobre a química, Appelbaum diz:

Normal cleaning procedures involving the removal of resins from the surface of an object may require significant amounts of friction to shorten the time the resin takes to dissolve. Anything sensitive to abrasion, like the surface of soft ceramics, rigging lines on ship paintings, or very lean contemporary paint films, makes us aware of the potential danger of even a small amount of abrasion in our cleaning procedures. (APPELBAUM, 1987, p. 69).⁸

O contrário, onde a remoção não é desejada, também é colocado em questão por Salvador Muñoz-Viñas, que lembra que uma reintegração cromática, por exemplo, normalmente feita com materiais facilmente reversíveis, como tinta aquarela ou guache, podem não ser reversíveis caso a pintura restaurada também seja feita destes materiais:

Por exemplo, e este é só um dos muitos possíveis, os restauradores de pinturas a óleo com frequência aplicam uma tinta solúvel em água para realizar reintegrações em zonas onde falta a pintura original. De fato, essa tinta é reversível e se pode eliminar de maneira simples, dissolvendo-a em água. Mas se se emprega esse mesmo material para reintegrar as zonas faltantes em guache, o resultado é que esse material não é mais reversível por que, ao tentar eliminar as zonas acrescentadas, será praticamente impossível não eliminar também uma parte da pintura original, igualmente solúvel em água. (MUÑOZ-VIÑAS, 2021, p. 117-118).

Ponderar sobre quais ações e tratamentos dispensados aos objetos e suas implicações é um grande compromisso assumido pela pessoa restauradora, uma vez que eles podem refletir questões subjetivas como a identidade de uma população, e

⁸“Procedimentos comuns de higienização que envolvem a remoção de resinas da superfície de um objeto podem exigir uma fricção intensa para diminuir seu tempo de solubilidade. Qualquer material sensível a abrasão, como a superfície de cerâmicas, linhas náuticas na pintura de navios ou camadas muito finas de tintas contemporâneas, nos alerta do perigo potencial até de leves abrasões nos nossos procedimentos de limpeza.” (Tradução nossa).

alterá-lo, mesmo sutilmente, pode causar estranhamento e não ser reconhecido pela comunidade à qual ele pertence. Segundo o Código de Ética do Conservador-Restaurador (ARCO.IT, 2005), que é baseado nos Códigos do *International Council of Museums* – ICOM, do *American Institute of Conservation* – AIC, da *European Federation of Conservator – Restorers Organizations* ECCO, e de DUVIVIER, 1988, os bens culturais são herança de todos, e interessam à toda sociedade, portanto, ao conservador-restaurador, cabe a responsabilidade de preservá-los para que sejam acessíveis a todos. Por meio da mínima intervenção, prezando sempre que possível pela retratabilidade das intervenções realizadas, se busca garantir a disponibilidade e longevidade do patrimônio.

2. Metodologia

O objetivo deste estudo é entender melhor o comportamento dos espelhos e sua materialidade, suas formas de deterioração e degradação, indicar as melhores formas de garantir sua preservação e, possivelmente, como restaurá-los. Para isso, escolhemos uma obra de arte que tivesse espelhos em sua estrutura, sendo selecionada a obra Espaço-tempo, criada em 1972 pela artista Sulamita Mareines, pertencente ao acervo do Museu de Arte da Pampulha (MAP), em Belo Horizonte, Minas Gerais. A obra será descrita em detalhes nas próximas seções deste capítulo.

Partindo da discussão sobre mínima intervenção e retratabilidade feita no capítulo anterior, durante o levantamento de estado de conservação de um fragmento dos espelhos da obra, foram utilizados exames organolépticos e laboratoriais para análise e identificação da composição dos espelhos. A observação e identificação dos danos sofridos ao longo dos 52 anos em que é parte do acervo do Museu de Arte da Pampulha, contou com o auxílio de documentação fotográfica extensa, assim como exame de EDXRF⁹ feito com o espectômetro portátil S1 Titan, da empresa Bruker¹⁰, e análise laboratorial FTIR¹¹ para identificação química dos materiais.

Na etapa seguinte, de elaboração da proposta de intervenção, serão abordados os melhores solventes, adesivos e outros materiais e formas de aplicação dos mesmos, para que possa ser higienizada e, se possível, conservada de forma segura e eficientemente.

Em consequência, os exames laboratoriais e testes também foram essenciais para a determinação das melhores condições de acondicionamento e conservação da obra, além de contribuir para a expansão do conhecimento atual sobre conservação

⁹A fluorescência de raios X por energia dispersiva (EDXRF) é uma técnica analítica não-destrutiva empregada na determinação qualitativa da composição química de amostras diversas, englobando sólidos, líquidos, material particulado, pastoso, etc. [...] A EDXRF é uma técnica espectroscópica de emissão atômica na qual se mede as energias discretas de raios X que fluoescem na amostra quando a mesma é exposta a uma emissão de raios X primários oriundos de uma ampola que atua como fonte do espectrômetro." Fonte: <https://www.ig.unesp.br/#!/lacaque/espectrometro-de-fluorescencia-de-raios-x/apresentacao/>. Acesso em julho de 2024.

¹⁰Especificações completas podem ser encontradas na brochura disponível no site da fabricante: <https://www.bruker.com/pt/products-and-solutions/elemental-analyzers/handheld-xrf-spectrometers/S1-TITAN.html>. Acesso em julho de 2024.

¹¹"Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR): é análise que fornece evidências da presença de grupos funcionais presentes na estrutura de uma substância, podendo ser utilizada na identificação de um composto ou para a investigar sua composição química." Fonte: <https://policom.ufsc.br/espectroscopia-de-infravermelho/>. Acesso em setembro de 2024.

e restauração de vidro e materiais metálicos, que são os que mais tradicionalmente compõem os espelhos.

A proposta de intervenção de conservação, baseada nos resultados encontrados sobre a técnica construtiva da obra e no levantamento de estado de conservação e diagnóstico fotográfico, foi então, dividida em três fases: higienização, acondicionamento e indicações de possibilidade de restauração.

Para a higienização, foram testadas as esponjas de melamina e de borracha sintética secas, assim como toalha de microfibra.

Devido ao estado altamente fragmentado da obra, sua grande dimensão, diversidade de tipologias de materiais, e espaço disponível limitado na reserva técnica do MAP, o acondicionamento pensado foi, também, em tipologias variadas, indo de coberturas de TNT (Tecido-não-tecido) para as estruturas maiores, até caixas personalizadas em papéis-cartão neutros para os fragmentos de pequena dimensão.

Já a restauração dos espelhos, devido à pouca e muito recente literatura produzida sobre o assunto, não foi possível uma abordagem direta, como será discutido no capítulo seguinte.

2.1 Espaço-Tempo, Sulamita Mareines

A obra intitulada Espaço-Tempo, realizada pela artista visual Sulamita Mareines, e pertencente ao acervo do Museu de Arte da Pampulha desde 1973, quando ganhou o prêmio Prefeitura de Belo Horizonte no IV Salão Nacional de Arte, é uma instalação, sonora e interativa, composta por espelhos na parte interna e externa, nas dimensões de 240 x 145 cm (altura x largura). Os painéis eram equipados com células fotovoltaicas e, quando o observador passava a mão pelo espelho, acionava um aparelho de gravação contínuo, que tocava uma música feita por sintetizadores (gerada por dispositivos eletrônicos). Na superfície dos espelhos há um diagrama de palavra-cruzada estampada com tintas preta e branca, que tem as seguintes inscrições: espaço, tempo, infinito, palavrascruzadas, aprisionados, mundo, matéria, antimundo, antimatéria, antiespaçotempo e “no infinito”. Segundo Ivo Mareines, filho de Sulamita, em entrevista para a autora, ela tinha a intenção de causar vertigem com a instalação, tanto pela sonoridade quanto pela multiplicação infinita de vários espelhos se refletindo no mesmo espaço, reforçado pela malha da palavra-cruzada.

2.1.1 Descrição

Para facilitar o entendimento do que é a obra, algumas conceitualizações se fazem necessárias. A definição de instalação presente na Enciclopédia Itaú Cultural¹² é: “O termo instalação é incorporado ao vocabulário das artes visuais na década de 1960, designando *assemblage* (composição, tradução nossa) ou ambiente construído em espaços de galerias e museus”, complementada pela definição de Milton Sogabe, artista visual e professor de arte, de que “a instalação interativa é um sistema vivo onde o público dialoga fisicamente com um evento que está acontecendo no ambiente, e que se modifica de acordo com as interações do público”. (SOGABE, 2010, p. 62).

Finalizando com a definição de instalação sonora dada por Ianni Barros Luna, de que “são obras que exploram as adjacências conceituais da escuta, do silêncio, da espacialidade, da materialidade sonora, fenômenos acústicos entre outros”. (LUNA, 2016, p. 856).

O IV Salão Nacional de Arte de Belo Horizonte, que premiou a obra, aconteceu entre 12 de dezembro de 1972 e 12 de fevereiro de 1973¹³. Em 4 de dezembro de 1972 o jornal Diário da Tarde¹⁴ publicou uma nota sobre a premiação e o Salão, juntamente com uma foto parcial da obra montada. Já no dia 13 do mesmo mês e ano, no dia seguinte da abertura do Salão e apenas 9 dias após a publicação do Diário da Tarde, o jornal Estado da Tarde¹⁵, publicou uma nota, de autoria de Wilson Frade, relatando a quebra dos espelhos da instalação, reproduzida, na íntegra, a seguir:

Caixa estourou. O MAIOR PRÊMIO DO SALÃO foi o de Sulamita, uma Caixa de Vidro, que no seu interior oferece ao som de músicas, várias dimensões. Mas com o som ou com o calor, não sei, a caixa estourou e o trabalho já premiado não pôde ser testado. Mas o marido de Sulamita é um industrial paulista de vidro e mandou ontem gente para refazê-lo. (FRADE, 1972).

Em 15 de dezembro, o jornal Estado de Minas¹⁶, em reportagem de Sergio Maldonado sobre o Salão, publicou uma foto do público interagindo com a obra (figura 1) e disse que “Sulamita é outra grande presença. Sua enorme caixa de espelhos com

¹²Fonte: <https://enciclopedia.itaucultural.org.br/termo3648/instalacao>. Acesso em setembro de 2024.

¹³Segundo decreto municipal nº 2280 de 1º de novembro de 1972. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/mg/b/belo-horizonte/decreto/1972/228/2280/decreto-n-2280-1972-institui-o-iv-salao-nacional-de-arte-da-prefeitura-de-belo-horizonte>. Acesso em agosto de 2024.

¹⁴Acervo disponível para consulta no Arquivo Público da Cidade de Belo Horizonte.

¹⁵Acervo disponível para consulta no Arquivo Público da Cidade de Belo Horizonte.

¹⁶Acervo disponível para consulta no Arquivo Público da Cidade de Belo Horizonte.

palavras cruzadas reproduz a imagem até o infinito. Uma obra grandiosa, verdadeiro delírio visual. A ‘coisa’ sem fim, a sensação de eternidade.” (MALDONADO, 1972). Conforme apontado por Frade, possivelmente, após a abertura da exposição, a obra tenha se quebrado devido às variações de temperatura e umidade associadas às vibrações durante o transporte.

Figura 1 - Fotografia do recorte de jornal Estado de Minas de 15 de dezembro de 1973 retratando o público interagindo com a obra no IV Salão Nacional de Arte de Belo Horizonte.

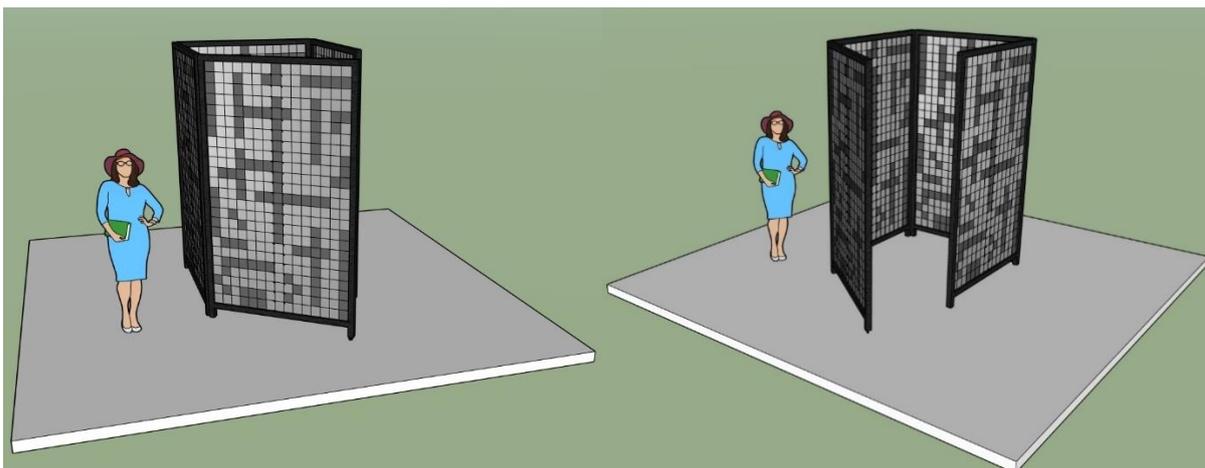


Fonte: Acervo do Arquivo Público da Cidade de Belo Horizonte. Fotografia: Luciana Bonadio (2024).

As imagens disponíveis da obra atualmente são de recortes de jornal da época, em preto e branco, baixa qualidade e não mostram a obra em sua totalidade, assim como a imagem acima. Portanto, foi criada uma modelagem da obra em 3D usando a ferramenta SketchUp¹⁷, para melhor visualização e compreensão de como a obra foi concebida.

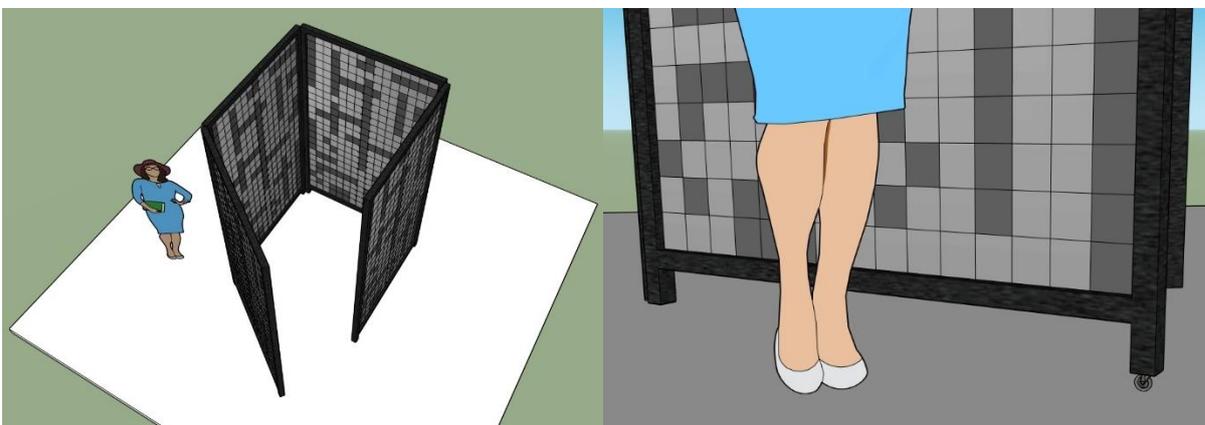
¹⁷Software de modelagem 3D da Trimble Inc., mais informações podem ser encontradas no site da empresa: <https://www.sketchup.com/>. Acesso em agosto de 2024.

Figura 2 - Frente do modelo 3D da obra Espaço-Tempo.



Fonte: Gabrielle Lopes (2024).

Figura 3 - Vista superior e detalhe dos pés e rodízio da obra Espaço-Tempo.



Fonte: Gabrielle Lopes (2024)

2.1.2 Técnica construtiva

A obra é composta por uma estrutura de metal¹⁸ em formato de chassi retangular, com pés, conferindo um total de 260 x 155 cm (altura x largura), com quatro montantes pintados de cor preta, os quais sustentam painéis de compensado¹⁹ e aglomerado²⁰ de madeira. Sobre esses painéis estão fixados os espelhos com

¹⁸Metalon é um nome popular para estruturas metálicas de aço, e segundo uma fabricante “o metalon é um produto feito de aço carbono muito utilizado no ramo da indústria e da construção civil [...] conhecido por sua ampla resistência, popularidade e qualidade, o metalon também é aplicado em projetos de decoração, na arquitetura e em artigos residenciais”. Disponível em: <https://www.tubonasa.com.br/o-que-e-metalon>. Acesso em agosto de 2024.

¹⁹“A madeira compensada, também chamada de madeirite, é a junção de diversas folhas finas de madeiras, que são sobrepostas uma à outra em direções alternadas, de modo que formam uma única placa de madeira.” Fonte: <https://sites.usp.br/damateria/mdf/>. Acesso em setembro de 2024.

²⁰“O aglomerado é uma chapa de madeira, com miolo composto de resíduos de madeira como pó e serragem, resina e cola, que após passar por processo de prensa se transforma em painel de madeira.”

palavras cruzadas pintadas também na cor preta. Todos os quatro chassis possuem pés, elevando os painéis do chão cerca de 10 cm, e um deles possui rodízio de metal (figura 5) de 4 cm, e borracha para movimentação, o que sugere uma porta que se abre e fecha. Os chassis se encaixam, uns aos outros, na parte inferior por meio de pequenas canaletas (figura 4), e na parte central por meio de parafusos (figura 5). A porta é fixada a uma das paredes do volume por meio de dobradiça em metal do tipo passante.

Figura 4 - Canaletas de encaixe na parte inferior do chassi.



Fonte: Luciana Bonadio (2024). Acervo CRA/MAP.

Figura 5 - A esquerda, detalhe do rodízio do painel de abertura. À direita, detalhe da composição de dobradiças dos painéis.



Fonte: Luciana Bonadio (2024). Acervo CRA/MAP.

Os espelhos estão aderidos aos painéis de madeira por um adesivo sintético (figura 6), identificado em laboratório²¹ como uma resina alquídica com carga de caulim, vendida comercialmente como esmalte sintético. À época de criação da obra, esse tipo de material era solubilizado em solventes orgânicos como o tolueno, xileno, naftas, aguarrás e thinners²². Na parte frontal, possui palavras cruzadas estampadas nos espelhos por tinta vinílica (PVA, poli(acetato de vinila)), de cores preta e branca, possivelmente com o método de filme de recorte Rubi²³ (figura 7) e retocada à mão. Ao todo, a malha ortogonal da palavra-cruzada contém 15 colunas e 20 linhas em cada espelho estampado. A camada reflexiva é de alumínio, conforme resultados da análise EDXRF, abordados posteriormente.

²¹Análise através de Espectrometria no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR), realizada pelo LACICOR (Laboratório de Ciência da Conservação) do CECOR (Centro de Conservação e Restauração) da UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais). Documento completo nos anexos.

²²De acordo com a professora de serigrafia Tânia de Castro Araújo, contemporânea da artista Sulamita Mareines, mencionada na nota abaixo.

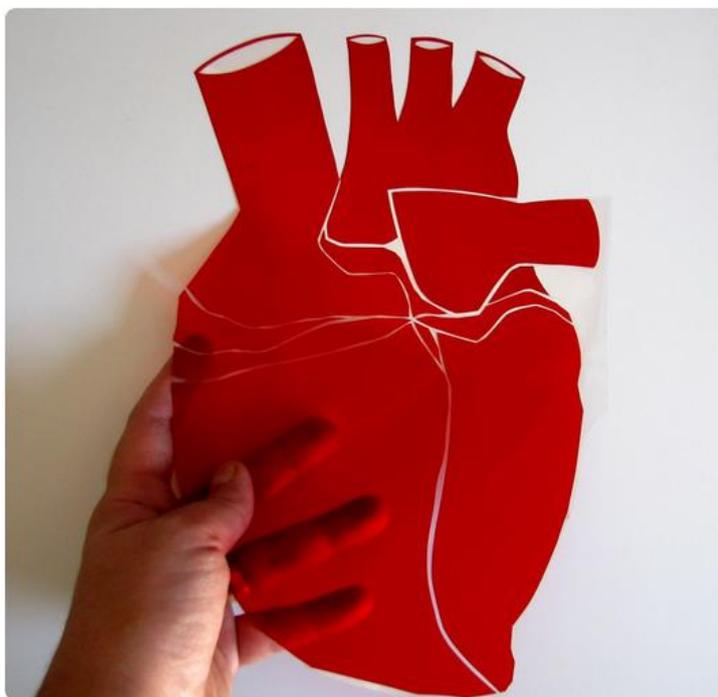
²³A professora de serigrafia da Escola de Belas Artes da Universidade Federal de Minas Gerais, Tânia de Castro Araújo, foi consultada para a identificação da técnica de estampa da cruzadinha em visita ao fragmento da obra. Apesar de não ter sido possível precisar a técnica exata, foi indicada a maior possibilidade desta ter sido a técnica empregada. No site de uma fornecedora de materiais para serigrafia, o filme é definido como “Ideal para trabalhos com textos e desenhos chapados, o benefício de obter um filme para gravação serigráfica através do filme Rubi é por conta da largura de 100cm que ele possui, possibilitando grandes artes sem a necessidade de emenda no filme.” Disponível em: <https://portelaserigrafia.com.br/fotolito/>. Acesso em agosto de 2024.

Figura 6 - Resíduos do adesivo sintético (placa de coloração bege) aderido ao verso do espelho.



Fotografia: Gabrielle Lopes (2023). Acervo da autora.

Figura 7 - Exemplo de matriz serigráfica confeccionada em filme Rubi, para conhecimento de como é o material. "Filme de recorte Rubi, matriz serigráfica de Oscar Fortunato".



Fonte: <https://br.pinterest.com/pin/87679523965818832/>

2.1.3 Diagnóstico (estado de conservação e causas de deterioração)

Devido às dimensões desta obra, à condição fragmentada e à forma de acondicionamento atuais, foi selecionada uma parte representativa para o diagnóstico, que contém amostras de todos os materiais, com exceção da estrutura de sustentação em metal e madeira, que interagem diretamente com o espelho, seções íntegras com formato original, e exemplos das diversas formas de degradação e deterioração sofridas ao longo do tempo.

Para esta descrição, considerar a frente do fragmento da obra como a face do espelho estampado com a palavra cruzada; o verso como a camada dourada e os lados direito e esquerdo como os do observador, por ser um fragmento bidimensional. Dado o formato irregular do fragmento, a parte superior do espelho está virada para baixo, conforme ilustrado nas imagens 8 e 9 a seguir. Considerar também a dificuldade de se obter imagens livres de interferência externa do objeto, uma vez que os espelhos refletem objetos e fontes luminosas presentes no ambiente. A câmera fotográfica, tripé, celular e mãos da autora aparecem nas imagens realizadas da frente do fragmento.

Figura 8 - Frente do fragmento.



Fotografia: Gabrielle Lopes (2023). Acervo da autora.

Figura 9 - Verso do fragmento.

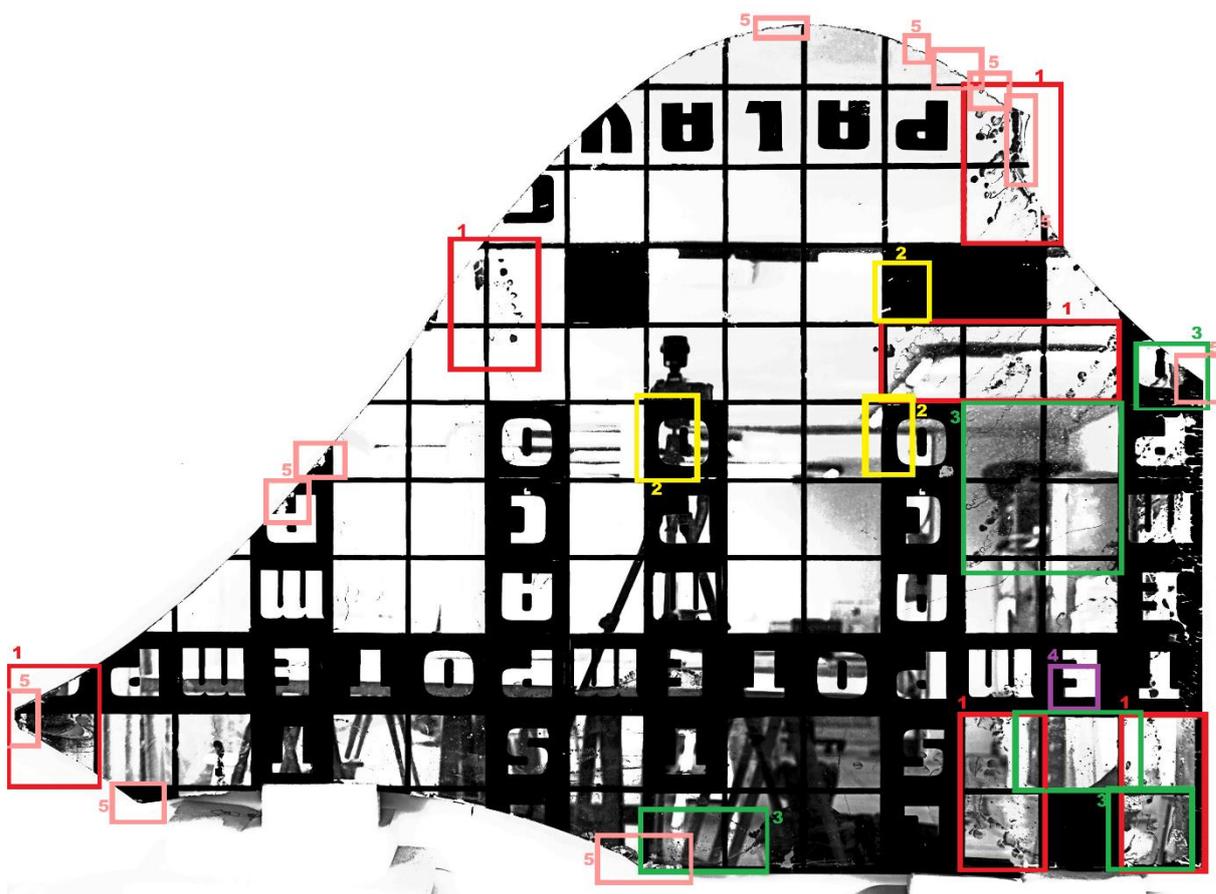


Fotografia: Gabrielle Lopes (2023). Acervo da autora.

Mapeamento das degradações na parte frontal

Assim como os conceitos de instalação artística, sonora e interativa precisaram ser definidos antes de falar da obra, alguns termos utilizados na Restauração também serão especificados para melhor compreensão do estado de conservação e das problemáticas apresentadas. Estes termos estarão definidos em notas de rodapé ao longo do texto. A imagem a seguir é um mapa geral identificando os tipos de danos sofridos pela obra e seus locais. Ao longo do texto, eles serão descritos e ilustrados com fotografias detalhadas.

Figura 10 - Mapeamento de danos - Frente. Gabarito: 1 – vermelho: oxidação da camada reflexiva. 2 – amarelo: substância pulverulenta. 3 – verde: lixiviação. 4 – roxo: desprendimento da camada reflexiva. 5 – rosa: vidro lascado.



Fotografia: Gabrielle Lopes (2023). Acervo da autora.

Há a presença de sujidade generalizada superficial em toda a extensão da obra, assim como fiapos, possivelmente de algodão, teias de aranha, marcas de digitais humanas e prováveis respingos de tinta branca. Em algumas áreas (figura 11), próximo às maiores concentrações de tinta, nota-se um material pulverulento branco que, pelo aspecto, pode ser micro-organismos.

Figura 11 - Material branco próximo a letra "O", correspondente à degradação identificada no mapa de danos como 2 – amarelo: substância pulverulenta.



Fotografia: Gabrielle Lopes (2023). Acervo da autora.

As degradações presentes na camada reflexiva podem ser separadas em duas categorias: química e física. A degradação física se exemplifica por danos como quebra, descolamento da camada reflexiva do vidro, abrasões, riscos, etc. São os danos ao material gerados por impacto ou força externa. A corrosão da camada reflexiva se observa pelo escurecimento do alumínio (figura 12) e pela lixiviação²⁴ (figura 13). A lixiviação se difere da corrosão (oxidação), por que há perda do material metálico por agentes externos. É possível ver locais onde houve o desprendimento total da camada reflexiva, restando apenas o vidro (figura 14).

²⁴Lixiviação é um processo de lavagem e solubilização, normalmente por água, dos sais presentes nos materiais, alterando sua composição química.

Figura 12 - Fotografia correspondente à degradação identificada no mapa de danos como 1 – vermelho: oxidação da camada reflexiva.



Fotografia: Gabrielle Lopes (2023). Acervo da autora.

Figura 13 - Fotografia correspondente à degradação identificada no mapa de danos como 3 – verde: lixiviação.



Fotografia: Gabrielle Lopes (2023). Acervo da autora.

Figura 14 - Fotografia correspondente à degradação identificada no mapa de danos como 4 – roxo: desprendimento da camada reflexiva.

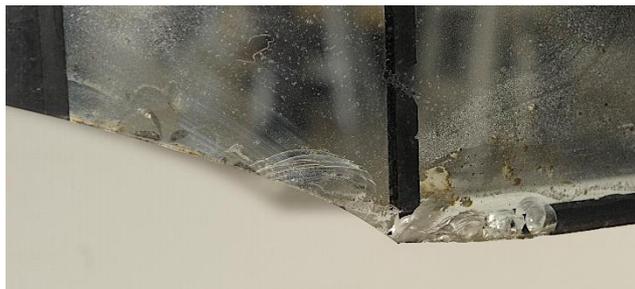


Fotografia: Gabrielle Lopes (2023). Acervo da autora.

O formato e posição das áreas de corrosão correspondem, em maioria, às de onde se encontra o adesivo sintético aderido ao verso do espelho (figura 6), o que indica uma possível reação química entre os materiais. Será possível enxergar melhor em comparação com o mapa de danos do verso.

Os danos físicos à camada reflexiva se manifestam pela sua ausência em alguns setores, com lacunas correspondentes às áreas onde o adesivo se desprendeu, e nas bordas do vidro, sujeitas a maior manipulação. É possível que a camada reflexiva esteja sob ataque de microrganismos, assim como o vidro, que também está lascado em diversos pontos (figura 15).

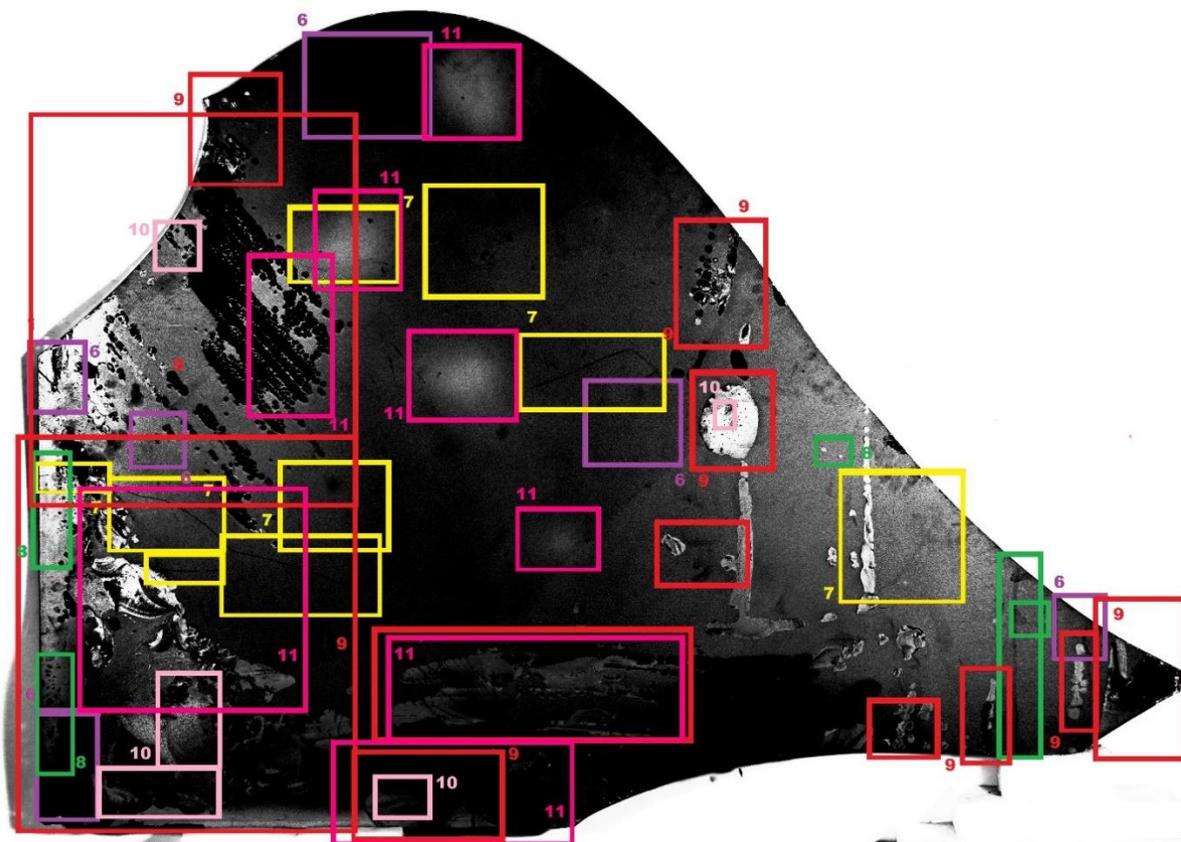
Figura 15 - Fotografia correspondente à degradação identificada no mapa de danos como 5 – rosa: vidro lascado.



Fotografia: Gabrielle Lopes (2023). Acervo da autora.

Mapeamento das degradações no verso

Figura 16 - Mapeamento de danos - Verso. Gabarito: 6 – roxo: vestígios de insetos. 7 – amarelo: Riscos e abrasões. 8 – verde: materiais aderidos. 9 – vermelho: corrosões da camada reflexiva. 10 – rosa: halo colorido. 11 – magenta: corrosão da tinta dourada.



Fotografia: Gabrielle Lopes (2023). Acervo da autora.

Além da sujidade superficial generalizada, percebem-se vestígios de insetos, como casulos de traça, aderidos e ao redor do fragmento (figura 17), e teias de aranha.

Riscos e abrasões²⁵ estão presentes em toda a superfície, com diferentes dimensões e profundidades (figura 18). Em locais pontuais existem três tipos de materiais aderidos: marcas brancas, que podem ser tinta, na parte inferior direita e inferior central; aproximadamente trinta e sete manchas verdes de cerca de dois milímetros, arredondadas e próximas (figura 19), na lateral inferior esquerda, todas sobre a tinta dourada, sendo que algumas se pode ver através; e nas bordas laterais da placa de vidro do fragmento, uma substância cinza escura e espessa que escorreu e secou (figura 20).

Figura 17 - Fotografia correspondente à degradação identificada no mapa de danos como 6 – roxo: vestígios de insetos.



Fotografia: Gabrielle Lopes (2023). Acervo da autora.

²⁵“A abrasão, na mecânica, é o ato ou efeito de raspar ou desgastar por atrição certas estruturas.”
Fonte e mais informações em: <https://blog.hita.com.br/resistencia-a-abrasao-o-que-e-gual-sua-importancia/>. Acesso em agosto de 2024.

Figura 18 - Fotografia correspondente à degradação identificada no mapa de danos como 7 – amarelo: Riscos e abrasões. Fonte: Gabrielle Lopes (2023).



Fotografia: Gabrielle Lopes (2023). Acervo da autora.

Figura 19 - Fotografia correspondente à degradação identificada no mapa de danos como 8 – verde: materiais aderidos.



Fotografia: Gabrielle Lopes (2023). Acervo da autora.

Figura 20 - Material cinza escuro e espesso que escorreu e secou. Fotografia correspondente à degradação identificada no mapa de danos como 8 – verde: materiais aderidos.



Fotografia: Gabrielle Lopes (2023). Acervo da autora.

No verso, as diferentes corrosões²⁶ da camada reflexiva são mais evidentes, se concentrando principalmente nas bordas do fragmento, em especial nas bordas da placa de vidro, um indicativo de corrosão por manipulação. A corrosão está em diferentes etapas por toda a extensão, variando entre lacunas completas, onde só resta o vidro, sem camada reflexiva ou tinta, e regiões onde o adesivo está aderido. Em 5 pontos a camada está oxidada formando um halo colorido (figura 21), e em outros, está escurecida. As manchas coloridas estão na lateral esquerda inferior, inferior central, e superior próxima à ruptura²⁷ curva do fragmento. As escurecidas estão distribuídas por toda a extensão.

²⁶Oxidação do metal.

²⁷Linha de quebra onde o objeto se parte.

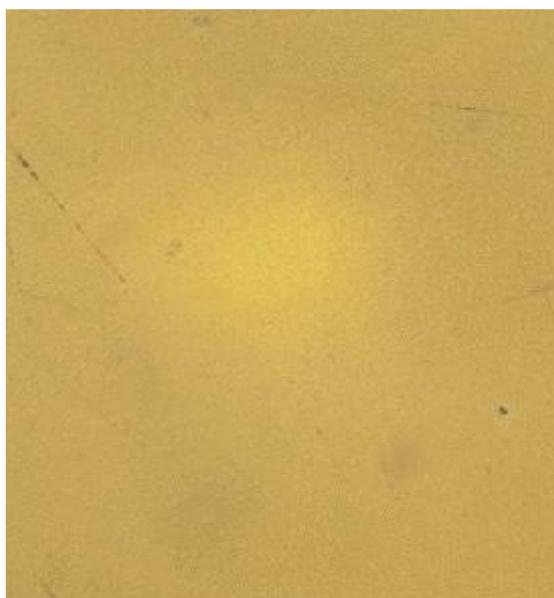
Figura 21 - Fotografia correspondente à degradação identificada no mapa de danos como 10 – rosa: halo colorido (ao centro).



Fotografia: Gabrielle Lopes (2023). Acervo da autora.

A tinta dourada utilizada como base tem textura metálica e remete à aplicação por aspersão. Na parte inferior do fragmento, nas áreas mais degradadas, percebe-se que a corrosão da camada reflexiva afetou a tinta, que assume características de corrosão por lixiviação (figura 22).

Figura 22 - Fotografia correspondente à degradação identificada no mapa de danos como 11 – magenta: corrosão da tinta dourada (esmaecimento da cor).



Fotografia: Gabrielle Lopes (2023). Acervo da autora.

O adesivo aderido se distribui por toda a superfície do verso do fragmento, em grandes e pequenas quantidades, se concentrando nas bordas da placa. Mede cerca

de 0,5 milímetro de espessura e tem textura emborrachada e rígida. Está frágil e se desprendendo com facilidade, removendo tanto a tinta quanto a camada reflexiva de forma desigual. Tem ranhuras, texturas dos veios da madeira, e resquícios da placa de madeira, e aparenta ter algum material granulado e cinzento em partes da sua composição (figura 23).

Figura 23 - Ranhuras e resquícios da placa de madeira. Aparente material granulado e cinzento em partes da sua composição.



Fotografia: Gabrielle Lopes (2023). Acervo da autora.

2.2 Espelhos

Com o objetivo de compreendermos o espelho, material que compõe a obra descrita acima, e que se apresenta como o objeto de estudo deste trabalho, daremos ênfase a ele abordando sua história, a composição e as implicações deste material na obra em questão.

2.2.1 História

Antes de objetos como os espelhos modernos existirem, já existiam lendas e mitos que envolviam superfícies com capacidade de refletir o mundo ao seu redor. Talvez a história mais antiga conhecida seja a de Narciso, que se apaixonou pelo próprio reflexo em uma fonte de águas cristalinas. Antes de Narciso, porém, a humanidade já tinha grande interesse pela sua própria imagem, e na pré-história se poliam pedras até suas superfícies ficarem lisas a ponto de se enxergar as silhuetas refletidas nelas (MELCHIOR-BONNET, 2001). No antigo Egito, Grécia e Roma, faziam

ligas metálicas de estanho e cobre ou folhas de bronze, que também eram polidas até adquirirem capacidade reflexiva. Os nobres e ricos dessas civilizações usavam prata ou ouro para a fabricação de seus pequenos discos espelhados, e cerâmicas com ilustrações de pessoas se admirando neles podem ser atribuídas até o século V A.E.C.

Sabine Melchior-Bonnet, em seu livro *The Mirror: a History*²⁸ conta que os espelhos eram quase sempre circulares, côncavos ou convexos, e pequenos, medindo entre 6 e 8 polegadas, aproximadamente entre 15 e 20 cm, e tinham três usos principais. Melchior-Bonnet também ressalta o cuidado que as pessoas tinham com seus espelhos, protegendo-os de possíveis danos.

As pocket mirrors enclosed in cases; as grooming mirrors equipped with a welded handle and a ring so they could be held before a master's face by his slave while he went about his daily grooming and then hung on the wall; and finally, as stationary mirrors propped on a three-legged stand, which often depicted a feminine or masculine silhouette. Scrolls, palms, and crowns decorated the metal or wood frames of the polished disk. Their owners took great care of them and protected them from rust, stains, and scratches with fabric coverings, remnants of which are still visible in the specimens that exist today. (MELCHIOR-BONNET, 2001, p. 11).²⁹

Os espelhos caíram tanto no gosto popular que, eventualmente, até as pessoas escravizadas os possuíam (figura 24). Exemplares foram encontrados em tumbas de mulheres etruscas e listados como equipamentos de guerra do imperador romano Otão. Os mais ricos da sociedade da época tinham espelhos de corpo inteiro e chegaram a cobrir as paredes internas de suas residências com placas de metal polidas (figura 23). Além do metal, obsidiana, almandina negra, esmeraldas, phengitas e outras pedras também foram usadas como espelhos decorativos, apesar de refletirem apenas os “vultos” dos objetos.

²⁸“O Espelho: uma História” (Tradução nossa).

²⁹“Como espelhos de bolso fechados em estojos; como espelhos de mão para asseio pessoal, equipados com cabos e alças para que pudessem ser segurados pelos escravos na frente de seus mestres enquanto estes se arrumavam, e depois pendurados nas paredes; e, por último, como espelhos fixos apoiados em cavaletes de três pernas, que frequentemente exibiam silhuetas femininas ou masculinas. Pergaminhos, palmeiras e coroas decoravam as molduras de madeira ou metal destes discos polidos. Seus donos tomavam muito cuidado com eles, e os protegiam de ferrugem, manchas ou arranhões com capas de tecido, cujos resquícios ainda são visíveis nos exemplares que resistiram até hoje.” (Tradução nossa).

Figura 24 - Figura 22 - "Espelho grego carregado por um escravo (cerca de 440 A.E.C.). Cambridge" (tradução nossa).



Greek mirror carried by a slave (c. 440 B.C.). Cambridge.

Fonte: MELCHIOR-BONNET, p. 11, 2001).

Figura 25 - Mirror, ca. 1478–1390 B.C.E. Silver and copper alloy, 9 3/4 x diam. 5 1/2 in. (24.7 x 14 cm). Brooklyn Museum, Charles Edwin Wilbour Fund, 37.635E. Creative Commons-BY



(Photo: Brooklyn Museum, 37.635E_SL1.jpg).³⁰

Outro elemento que compõe o espelho é o vidro. Ele é fabricado pelos humanos há pelo menos 4.000 anos³¹, mas seu uso mais antigo em espelhos só foi encontrado

³⁰"Espelho, cerca de 1478-1390 a.e.c. Liga de cobre e prata, 9 3/4 x diâmetro. 5 1/2 polegadas (24.7 x 14 cm). Museu do Brooklyn, Fundação Charles Edwin Wilbour, 37.635E. Creative Commons-BY (Foto: Museu do Brooklyn, 37.635E_SL1.jpg)" (Tradução nossa). Disponível em: <https://www.brooklynmuseum.org/opencollection/objects/4068>. Acesso em agosto de 2024.

³¹Segundo o site do Museu do Vidro em Corning, Nova York, EUA. Disponível em: <https://whatson.cmog.org/exhibitions-galleries/origins-glassmaking>. Acessado em junho de 2024.

em duas referências escritas, segundo Melchior-Bonnet (2001, p. 12, tradução nossa): uma mencionada por Alexandre de Afrodísias no século III A.E.C., e outra por Plínio, o velho, que “atribui a invenção do espelho de vidro aos habitantes do Sídón, no Líbano.”³². Escavações arqueológicas encontraram pequenos espelhos de vidro circulares, de 1 a 3 polegadas de diâmetro, aproximadamente de 2 a 7 cm, no Egito, Alemanha, e nas regiões conhecidas anteriormente como Gália e Asia Menor (hoje França, Luxemburgo, e oeste da Turquia), que não datam mais do que o século III A.E.C., correspondendo aos registros escritos.

The 1895 digs at Antinoë in Egypt uncovered some small, well-preserved convex mirrors, roughly carved and backed with lead: one was set in a frame of plaster, the other, in a metal crown, between the hands of a young girl. Slightly colored, the glass capsule was made with a blowing rod, and in the convex curve behind the lens there is a layer of melted lead, on which a coating of gold or tin was applied (MELCHIOR-BONNET, 2001, p. 12-13).³³

Muitos séculos se passaram até chegarmos aos espelhos de vidro que temos hoje. As principais dificuldades encontradas para sua fabricação eram duas: a qualidade do vidro e a aplicação do material que serviria de camada reflexiva. Ao longo de cerca de 15 séculos as técnicas de fabricação de vidro encontraram obstáculos como a opacidade do material, formação de bolhas, superfície irregular, impurezas, coloração indesejada, espessura alta ou baixa demais, resistência inadequada e, principalmente, tamanho limitado.

Assim como no Egito e Grécia antigos, apenas os mais ricos nobres do período pós-renascimento tinham meios para envidraçar suas janelas, ainda em pequenos quadrados. Com os espelhos não foi muito diferente, eles continuavam pequenos, circulares e côncavos ou convexos, com o adicional de dificuldade de aplicação da camada reflexiva (figura 26). A placa de vidro precisava ser fina e uniforme o suficiente para aguentar o calor do metal derretido sendo aplicado sobre ela.

³²“Who attributes the invention of glass mirrors to the inhabitants of Sidon (now Saida, in Lebanon)”.

³³“As escavações de 1895 em Antinoópolis, no Egito, descobriram pequenos e bem preservados espelhos convexos, esculpidos artesanalmente e endossados com chumbo: um estava em uma moldura de gesso, e o outro, em uma coroa de metal entre as mãos de uma menina. Levemente coloridos, a cápsula de vidro foi feita com uma haste de sopro, e na curva convexa atrás da lente há uma camada de chumbo derretido, onde uma camada de ouro ou estanho foi aplicada”. (Tradução nossa).

Figura 26 - O famoso Retrato de Arnolfini, por Jan van Eyck, pintado em 1434, que mostra, ao fundo, um espelho de vidro circular convexo. - Gennadii Saus i Segura, Domínio público.



Fonte: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=117979447>

Na segunda metade do século XVI, os venezianos da cidade de Murano desenvolveram um vidro translúcido e brilhante o suficiente para ser comparado com cristais, e o chamaram de *Crystalline*, em uma mistura perfeita de silicato de potássio, manganês e outros sais, além de aperfeiçoar a técnica da haste de sopro, originalmente romana, e de consolidar pelos próximos 400 anos, com pouca variação, a fórmula da camada reflexiva.

They realized that the ashes of kali, an herb that they brought back from Egypt by boat, when mixed with a certain quantity of sand, acted as a bleaching agent because of its low phosphorous content and richness in manganese. Thus, they obtained a molten glass that was especially white. By randomly modifying the proportions, they found the formula for silicate of potash and lime, whose properties would not be surpassed until the nineteenth century with the manufacture of a glass made from silicate of potash and lead – Crystal, in the modern sense of the word. As they were perfecting the technique of cylindrical blowing, the Venetians improved silvering by combining tin and mercury. With this, they arrived at this “divinely beautiful, pure and incorruptible object, the mirror.” (MELCHIOR-BONNET, 2001, p. 20).³⁴

³⁴“Eles perceberam que as cinzas de *kali*, uma erva que trouxeram do Egito de barco, quando misturada com uma certa quantidade de areia, agia como agente clareador devido ao seu baixo teor de fósforo e alto teor de manganês. Então, eles obtiveram um vidro derretido que era especialmente branco. Modificando as proporções aleatoriamente, eles encontraram a fórmula de silicato de potássio e cal, cujas propriedades não seriam superadas até o século XIX, com a fabricação de vidro de silicato de potássio e chumbo – Cristal, no sentido moderno da palavra. Enquanto aperfeiçoavam a técnica do

Apesar da grande inovação em qualidade, o problema do tamanho dos espelhos ainda não havia sido superado, e até o século XVIII dificilmente eles tinham mais do que 40 polegadas quadradas, aproximadamente 1m². O Salão dos Espelhos do Palácio de Versalhes (figura 27), inaugurado em 1682, tem 357³⁵ espelhos decorando os 17 arcos presentes nos 73 metros de extensão da galeria. As principais medidas dos espelhos comissionados por Versalhes durante o reinado de Luís XIV eram de 40x30, 70x44 e 80x45 polegadas (aproximadamente 100 x 75 cm, 177 x 111 cm e 200 x 114 cm), e custaram de 126 a 500 libras cada, com investimentos na compra de espelhos para o palácio todo que chegaram a 45.000 libras anuais.

A corte francesa “consumiu tantas libras em espelhos venezianos”, que o ministro das finanças de Luís XIV, Jean-Batiste Colbert, instituiu a *Manufacture Royale des Glaces à Mirrors*³⁶ (Fábrica Real de Vidros e Espelhos, tradução nossa), em Saint-Gobain, França, onde seria desenvolvida a técnica de vidro fundido, que permitiria que espelhos maiores e de formatos variados pudessem ser criados. O grande investimento financeiro e as limitações tecnológicas, faziam com que os espelhos de vidro planos e retos continuassem populares apenas entre os mais ricos, e o restante da sociedade seguia usando pequenos espelhos circulares côncavos ou convexos, ou espelhos de metal polido.

In 1687 the French discovered a way of casting mirror glass by pouring molten glass onto a metal plate and then rolling it flat with a metal cylinder. This casting Technique made possible Much larger mirror than herefore. The centre of the mirror industry shifted from Italy to France[...]. (HADSUND, 1993, p.4)³⁷

sopro cilíndrico, os Venezianos também ajustaram a aplicação da camada reflexiva misturando estanho e mercúrio. Com isso, eles chegaram neste ‘divinamente lindo, puro e incorruptível objeto, o espelho’.” (Tradução nossa).

³⁵Informação disponível em: <https://en.chateauversailles.fr/discover/estate/palace/hall-mirrors#the-hall-of-mirrors>. Acessado em junho de 2024.

³⁶Informações disponíveis em: <https://www.saint-gobain.com/en/group/our-history>. Acesso em junho de 2024.

³⁷“Em 1687 os franceses descobriram uma forma de fabricação de vidro para espelhos a partir do derramamento de vidro derretido em uma fôrma de metal e nivelando o a partir de um cilindro metálico. Essa técnica de fabricação tornou possível a existência de um espelho muito maior que o que se conhecia. O centro da indústria mudou da Itália para a França.” (Tradução nossa).

Figura 27 - Galeria dos Espelhos do Palácio de Versalhes. Imagem obtida através de printscreen da tela de um tour virtual.

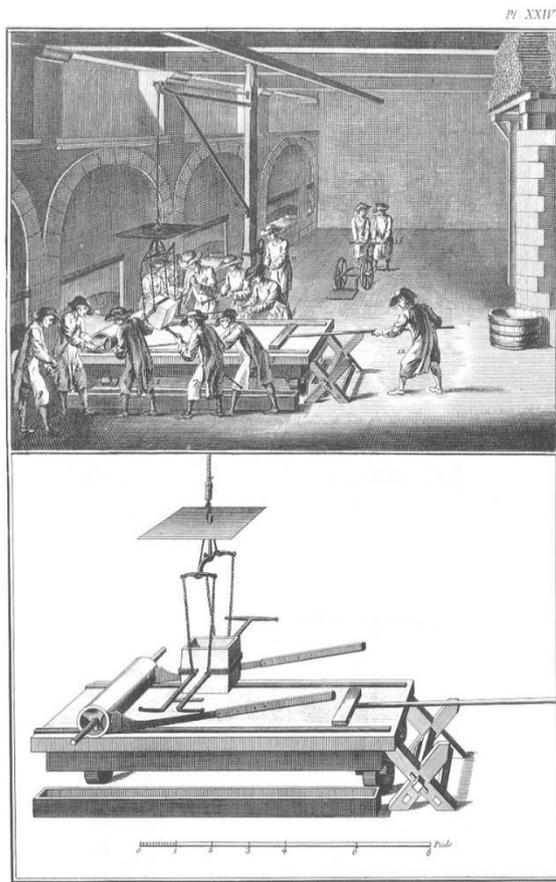


Fonte: <https://www.360cities.net/image/dsc7721-panorama> (2023.)

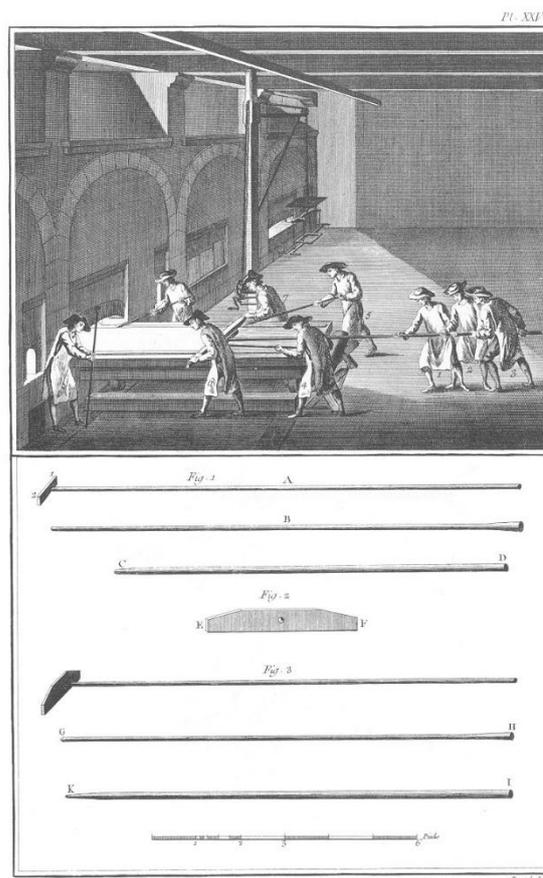
A Enciclopédia de Diderot e D’Alembert, publicada entre 1751 e 1772, traz ilustrações (figura 28) de como eram feitas as placas de vidro com maiores dimensões do que as permitidas pela técnica da haste de sopro cilíndrica, além de desenhos esquemáticos de como uma fábrica de espelhos deveria ser. A técnica de vidro fundido (casting glass) representada nestas gravuras³⁸ permitiu que grandes quantidades de vidro fossem fabricadas por vez e derramadas em fôrmas, onde o vidro derretido era pressionado por um rolo preso à uma estrutura semelhante a um guindaste para preencher todo o espaço e adquirir a uniformidade de superfície necessária para um espelho de alta qualidade.

³⁸Ilustrações completas disponíveis em: <https://quod.lib.umich.edu/d/did/did2222.0001.463/--manufacture-of-mirror-glass-cast-glass?rgn=main;view=fulltext;q1=glass>. Acesso em junho de 2024.

Figura 28 - À direita: Plate XXIV: Mirror ← Glass → Operation of Pouring and Rolling. À esquerda: Plate XXV: Mirror ← Glass → Operation of Pushing ← Glass → into the Annealing Kiln.³⁹



Glaces, l'opération de Verser et de Rouler.



Glaces, l'opération de Pousser la Glace dans la Carotise.

Fonte: <https://quod.lib.umich.edu/d/did/did2222.0001.463/--manufacture-of-mirror-glass-cast-glass?rgn=main;view=fulltext;q1=glass>. Acesso em agosto de 2024.

À época ainda não se sabia, mas a liga metálica de estanho e mercúrio utilizada para a criação da camada reflexiva dos espelhos era altamente tóxica, além de instável, devido à natureza do mercúrio. Hadsund (1993) descreve o processo de revestimento do vidro com a liga de mercúrio e estanho como um processo complexo e demorado, cujos vapores não só adoeciam os trabalhadores envolvidos, mas também as pessoas que permaneciam nos ambientes onde os espelhos eram expostos. Apenas com a chegada do século XX, a descoberta e consolidação da

³⁹“Placa XXIV: Espelho ← Vidro → Operação de derramamento e alisamento.” (Tradução nossa). “Placa XXV: Espelho ← Vidro → operação de pressionar ← Vidro → ao forno de recozimento” (Tradução nossa).

solução de formaldeído⁴⁰ e nitrato de prata para a aplicação da camada reflexiva, os espelhos de liga de mercúrio deixariam de ser fabricados.

In the middle of the nineteenth century the production of the silver-backed mirrors began, following the discovery of how to deposit a thin layer of silver on glass by adding an aldehyde to a solution of silver nitrate. The new method was quick and relatively safe, but the first silver mirrors were not durable. It was only around 1900 that the silver mirror competed effectively with the amalgam mirror, and amalgam mirror were still produced in the first decades of the twentieth century (HADSUND, 1993, p. 4).⁴¹

2.2.2. Materiais e modos de fazer

Atualmente existem espelhos de todos os tipos, com os mais variados formatos e materiais. As combinações de suporte de vidro e camada reflexiva de alumínio ou de nitrato de prata são as mais populares, mas existem também espelhos feitos de acrílico, estanho, cobre, bronze e outros materiais, além de espelhos instantâneos em latas aerossóis⁴² que prometem transformar qualquer superfície em uma superfície reflexiva (figura 29). Cada um desses materiais tem seus usos e objetivos, como uma coloração decorativa ou um preço acessível. A obra Espaço-Tempo, estudada neste trabalho, tem seus espelhos em uma combinação de vidro e alumínio, e serão estes os materiais aprofundados a seguir.

⁴⁰Aldeídos são uma função orgânica caracterizada pela presença de grupo carbonila (C=O) na extremidade de uma cadeia carbônica cujo carbono possui um ligante hidrogênio". Disponível em: <https://www.manualdaquimica.com/quimica-organica/aldeidos.htm>. Acesso em junho de 2024.

⁴¹"Na metade do século XIX começou-se a produção de espelhos de prata, após a descoberta de como depositar uma fina camada de prata no vidro ao se adicionar um aldeído a uma solução de nitrato de prata. O novo método era rápido e relativamente seguro, mas os primeiros espelhos de prata não eram duráveis. Foi apenas em cerca de 1900 que os espelhos de prata puderam competir de verdade com o espelho de amálgama, que ainda continuaram a ser produzidos nas primeiras décadas do século XX". (Tradução nossa).

⁴²Mirror Effect Rust-Oleum: <https://www.rustoleum.com.au/product-catalog/consumer-brands/specialty/mirror-effect>. Acesso em junho de 2024.

Figura 29 - Thumbnail (imagem promocional, tradução nossa) de vídeo do youtube intitulado "Mirror in a can??" ("Espelho em uma lata??", tradução nossa), por Ben Anton. A imagem diz: "Does it really work??" ("Realmente funciona??" tradução nossa).



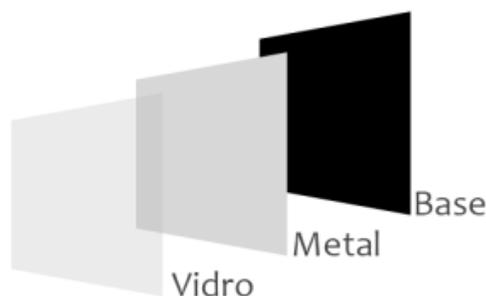
Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=9do80dy9mhE>. Acesso em agosto de 2024.

Os espelhos metálicos de vidro comumente têm três camadas (figura 30): uma placa de vidro, uma superfície metálica com capacidade reflexiva e uma base. Segundo Hasanuzzaman et al. (2016), vidros são, em resumo, um material translúcido, “duro, rígido e frágil”.

In everyday language the term glass designates a transparent substance, possessing the properties of hardness, rigidity, and brittleness, and, apart from transparency, these are the typical properties one normally associates with a solid. Glass also possesses a number of properties which are characteristic of the liquid state, and classification of glass as a liquid of very high viscosity rather than a solid would be in accordance with modern views (McMillan, 1979). Unlike crystals, glass does not have a sharp melting point, but like crystalline solids, glasses show elasticity (Paul, 1990). Due to the complexity of the structure of glass, it is not altogether surprising that an exact, all-encompassing definition for glass remains elusive, and instead a number of definitions have been suggested over the years. A more generally accepted definition is that offered by ASTM (C162) which states “a glass is an inorganic product of fusion which has cooled to a rigid condition without crystallization.” However, the ASTM definition limits the definition of glass to inorganic constituents, which fails to explain organic and molecular glasses that now represent a rapidly growing area of study (Varshneya and Mauro, 2010; Doremus, 1994) (HASANUZZAMAN et al, 2016, p. 1-2).⁴³

⁴³Na linguagem do dia-a-dia, o termo vidro designa uma substância transparente, possuindo as propriedades de dureza, rigidez e fragilidade, e, com exceção da transparência, essas são as propriedades típicas normalmente associadas a um sólido. O vidro também possui uma série de propriedades que são características do estado líquido, e a classificação do vidro como um líquido de viscosidade muito alta em vez de um sólido estaria de acordo com as visões modernas (McMillan, 1979). Ao contrário dos cristais, o vidro não tem um ponto de fusão nítido, mas, como sólidos cristalinos, os vidros mostram elasticidade (Paul, 1990). Devido à complexidade da estrutura do vidro, não é totalmente surpreendente que uma definição exata e abrangente para o vidro permaneça elusiva, e, em vez disso, um número de definições tenha sido sugerido ao longo dos anos. Uma definição mais geralmente aceita é a oferecida pela ASTM (C162) que afirma ‘um vidro é um resultado inorgânico de

Figura 30 - Diagrama representativo das três camadas do espelho, em ordem.



Fonte: <https://www.deviant.com.br/noticias/o-almirante-da-luz-como-funciona-um-espelho/>. Acesso em agosto de 2024.

Em *Chemical Science and Conservation*⁴⁴ (1990), David Burgess aponta o mesmo, que vidros, apesar de serem parecidos com minerais devido às suas características físicas de dureza e fragilidade, são, do ponto de vista científico, semelhantes aos líquidos.

It does not have a regular crystal lattice typical of a solid. The term 'glass' is, in fact, descriptive of a physical state rather than of a substance; many other substances including polymers and even certain metals, can also exist in a glassy state.

Silicate minerals [...], are built up from SiO_4 tetrahedra in various arrays of a regular (crystalline) kind. Glass is based on chains of similar tetrahedra, but these are randomly tangled together [...], because the liquid glass was cooled below the melting temperature too rapidly to enable crystallisation to occur. Glass is therefore a *supercooled liquid*.

As with silicate minerals, charge balance is maintained by interstitial cations such as Na^+ , K^+ , Ca^{2+} and Al^{3+} . If glass does in fact crystallise at any stage, it is said to undergo **devitrification** (vitreous = glass). It then becomes very fragile and readily disintegrates (BURGESS, 1990, p.32).⁴⁵

uma fusão que esfriou para uma condição rígida sem cristalização.' No entanto, a definição da ASTM limita o vidro a constituintes inorgânicos, o que não explica os vidros orgânicos e moleculares que agora representam uma área de estudo em rápido crescimento (Varshneya e Mauro, 2010; Doremus, 1994).” (Tradução nossa).

⁴⁴“Ciência Química e Conservação” (Tradução nossa).

⁴⁵“Ele não possui uma rede cristalina regular típica de um sólido. O termo ‘vidro’ é, na verdade, descritivo de um estado físico ao invés de uma substância; muitas outras substâncias, incluindo polímeros e até certos metais, também podem existir em um estado vítreo. Os minerais silicatos [...], são formados por tetraedros de SiO_4 em vários arranjos regulares (cristalino). O vidro é baseado em cadeias de tetraedros semelhantes, mas elas estão aleatoriamente emaranhadas [...], porque o vidro líquido foi resfriado abaixo da temperatura de fusão muito rapidamente para permitir que a cristalização ocorresse. Portanto, o vidro é um líquido super-resfriado. Assim como nos minerais silicatos, o equilíbrio de carga é mantido por cátions intersticiais como Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Al^{3+} . Se o vidro, de fato, cristalizar em qualquer estágio, diz-se que passou por desvitrificação (vítreo = vidro). Ele então se torna muito frágil e se desintegra facilmente.” (Tradução nossa).

Para melhor entendimento químico do que é um vidro, a figura mencionada por Burgess (figura 31) de uma representação bidimensional da estrutura amorfa do vidro está reproduzida, na íntegra, a seguir.

Figura 31 - Representação bidimensional da estrutura amorfa do vidro.

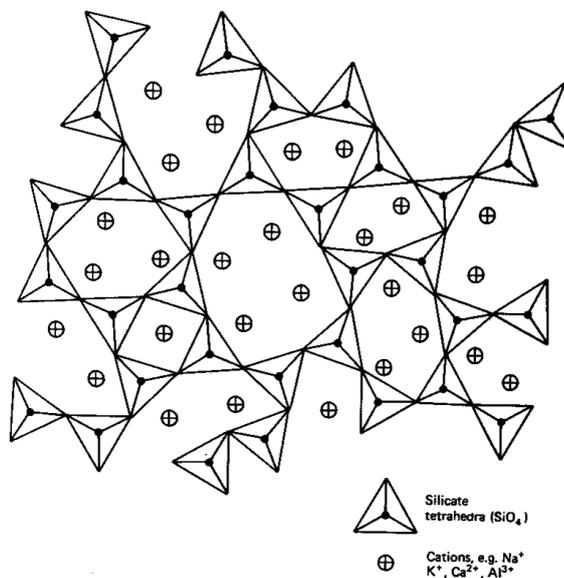


Figure 3.2 Two-dimensional representation of the amorphous structure of glass

Fonte: *Chemical Science of Conservation*, David Burgess, 1990.

Devido à característica de alta elasticidade, vidros são facilmente moldáveis quando aquecidos, e por não se cristalizarem quando esfriam, podem ser reaquecidos e remodelados com igual facilidade. A composição básica de um vidro é de sílica (SiO₂), óxido de boro (B₂O₃), e pentóxido de fósforo (P₂O₅), mas outros materiais podem ser acrescentados dependendo do objetivo, como óxido de chumbo, aluminossilicatos e borossilicatos. Nos espelhos comerciais, o óxido de sódio e a cal são adicionados, nas proporções de “70–75 wt% SiO₂, 12–16 wt% de Na₂O, e 10–15 wt% CaO (Bauccio, 1994; Pfaender, 1996)” (HASANUZZAMAN et al, 2016, p. 9)⁴⁶. Estes componentes são misturados e aquecidos em fornos de até 1.500°C, formando a pasta de vidro. Essa pasta pode ser trabalhada de várias formas, seja com instrumentos como espátulas e bastões, rodada, soprada, ou distribuída em uma forma e pressionada por cilindros para que forme uma superfície lisa e uniforme.

⁴⁶wt%: weight percentage, ou percentual do peso, concentração em porcentagem massa/massa, %m/m.

Em 1835, o químico e pesquisador alemão Justus von Liebig descobriu uma forma de aderir uma fina camada de prata à uma placa de vidro através da reação química de uma solução de nitrato de amônia exposta à vapores de formaldeído. O nitrato de prata se deposita e adere à superfície do vidro em uma película de prata metálica, com alta capacidade reflexiva (Schwarcz, 2018).⁴⁷ Conforme citado anteriormente, os primeiros espelhos de prata não tinham boa qualidade, e um dos principais motivos é o escurecimento da prata em exposição ao sulfeto de hidrogênio, gerando sulfeto de prata, que tem a coloração preta. Este problema foi contornado com a adição de uma terceira camada aos espelhos (vide figura 28), uma tinta, de preferência escura, aplicada por aspensão, que tem o objetivo de evitar que a luz se disperse pela camada metálica, e de protegê-la do contato com o ar, evitando as reações que degradam o espelho.

Atualmente os espelhos populares e de fabricação em massa têm sua camada reflexiva feita em alumínio, por ser um material barato e fácil de trabalhar. Cada fabricante tem sua metodologia de aplicação e composição dessa camada, não sendo possível encontrar especificações técnicas sobre elas.

⁴⁷Publicado em: <https://www.mcgill.ca/oss/article/you-asked/how-are-mirrors-made>. Acesso em junho de 2024.

3. Resultados e Discussão

O exame de espectrometria de fluorescência de raios X (EDXRF), através da técnica de análise *GeoExploration*⁴⁸, indicou que a composição do fragmento de espelho estudada é de 87,32% de dióxido de sílica (SiO₂), 7,20% de cálcio (Ca), 4,12% de óxido de magnésio (MgO), 0,30% de óxido de alumínio, e o restante de outros elementos, como enxofre (S), óxido de potássio (K₂O), cloro (Cl), ferro (Fe) e cromo (Cr). Estes elementos compõem o vidro, a camada reflexiva e a base, pois o raio emitido pelo aparelho penetra passando por todas elas, uma vez que não é possível separá-las. O exame esclareceu a dúvida inicial sobre a composição da camada reflexiva, que se pensava ser de prata, mas é de alumínio, mudando em parte o escopo de pesquisa.

Em *Conservar e Restaurar Vidro*, Eva Pascual (2006) aponta que muitos dos danos sofridos por objetos em vidro são irreversíveis.

Quando se produz uma ruptura, o vidro perde a continuidade e a coesão na zona onde se produziu a fractura; e esta será impossível de recuperar. O restauro limitar-se-á a unir os fragmentos para devolver ao objecto ou à obra um aspecto aproximado do original, sendo em qualquer dos casos visíveis as linhas de fractura (PASCUAL, 2006, p. 27).

Como os espelhos da obra se quebraram pouco tempo após a abertura da exposição, pode-se imaginar, conforme dito anteriormente, que as causas para isso tenham sido a vibração do transporte associada às mudanças de temperatura. Todos os pontos lascados estavam nas bordas das rupturas ou próximo a elas (vide figura 13), o que indica que o espelho estava fragilizado e propenso a quebra nesses locais.

É possível, também, que as superfícies da obra tenham sido limpas diversas vezes, não sendo descartada a hipótese de que panos úmidos ou com materiais de limpeza comerciais tenham sido usados. A interação do vidro com a água causa sua lixiviação, em um fenômeno conhecido como doença do vidro, que pode ter sido engatilhado a partir do contato com estes químicos.

When water is in prolonged contact with glass, it leaches out cations such as sodium, potassium and calcium, and replaces them with hydroxides forms on the surface of the glass. The alkali metal hydroxides, in particular, are very hygroscopic and attract more water. If left untreated at a pH above 9, the

⁴⁸Técnica abrangente de identificação de componentes de um material ou substância.

silicate network breaks off when the glass is handled (BURGESS, 1990, p. 36).⁴⁹

A breve explicação de Burgess sobre os danos por água é reforçada e aprofundada por Roy G. Newton e Angela B. Seddon no artigo *Organic Coatings for Medieval Glass*, que destacam que pequenas quantidades de água são extremamente prejudiciais:

At this point it will be useful to explain why, of all the usual atmospheric contaminants of glass, liquid water is by far the worst. The attack of glass by water occurs by a process of ion-exchange, the mobile alkali ions in the glass (Na^+ and K^+) diffuse out into the water and are replaced by hydrogen ions (H^+), or more realistically, by hydroxonium ions (H_3O^+), and the water becomes alkaline (Newton & Davidson, 1996, 135-6). Paradoxically, the smaller the amount of water, the worse the attack on the glass because the same amount of extracted alkali in a smaller amount of water increases the alkalinity (op cit, 137). If the pH rises as far as 9.0, the alkali attacks the silicate network and the attack becomes devastating. This is why sheets of glass (such as microscope slides) which have been packed closely together for a long period of time are impossible to separate; it is interesting to note that this danger was recognised as long ago as 1595 when an importer of glass from Venice remarked that the sheets of glass should be separated by carefully dried material (Charleston 1968). (NEWTON; SEDDON, 1999, p. 67).⁵⁰

Pascual (2006) e Burgess (1990) também entram em consenso sobre a presença de impurezas e defeitos na fabricação da pasta de vidro contribuírem para que ele fique mais frágil fisicamente e produza rachaduras que levem à quebra. Enquanto Pascual aponta que “as pedras são acumulações de matéria não vitrificada no interior do vidro, causada por uma mistura incorrecta dos componentes durante seu processo de fabrico ou por cozedura inadequada” (PASCUAL, 2006, p. 33), Burgess diz que a “desvitrificação acontece, possivelmente porque, quando fabricado,

⁴⁹“Quando a água entra em contato prolongado com o vidro, ela lixivia os cátions como os do sódio, potássio e cálcio, e os troca por suas formas hidróxidas na superfície do vidro. Os óxidos metálicos alcalinos, em particular, são muito higroscópicos e atraem mais água. Se deixados sem tratamento com um pH superior a 9, a rede de silicatos se quebra quando o vidro é manuseado.” (Tradução nossa).

⁵⁰“Neste ponto, será útil explicar porque, dentre todos os contaminantes atmosféricos comuns do vidro, a água líquida é, de longe, o pior. O ataque da água ao vidro ocorre por um processo de troca iônica; os íons alcalinos móveis no vidro (Na^+ e K^+) se difundem para fora em direção à água e são substituídos por íons de hidrogênio (H^+), ou mais realisticamente, por íons de hidroxônio (H_3O^+), e a água se torna alcalina (Newton & Davidson, 1996, 135-6). Paradoxalmente, quanto menor a quantidade de água, pior é o ataque ao vidro, pois a mesma quantidade de álcalis extraídos em uma menor quantidade de água aumenta a alcalinidade (op. cit., 137). Se o pH subir até 9,0, o álcali ataca a rede de silicato e o ataque se torna devastador. É por isso que folhas de vidro (como as lâminas de microscópio) que foram armazenadas muito próximas por um longo período de tempo são impossíveis de separar. é interessante notar que esse perigo foi reconhecido já em 1595, quando um importador de vidro de Veneza observou que as folhas de vidro deveriam ser separadas por material cuidadosamente seco (Charleston 1968).” (Tradução nossa).

o vidro inadvertidamente continha algumas ‘sementes’ de cristais, que crescem com o passar do tempo” (BURGESS, 1990. p. 36) (Tradução nossa).⁵¹

Apesar da concordância entre pesquisadores da impossibilidade de se restaurar um objeto de vidro sem deixar as marcas de fraturas expostas, é possível unir os fragmentos de duas formas: com a utilização de adesivos e fitas de chumbo, sendo o último indicado para casos em que a peça seja exclusivamente de vidro e as tiras, que são escuras, não atrapalhem sua leitura estética, como em vitrais.

Burgess ressalta que lidar com objetos de vidro quebrados é uma atividade frequente em museus, e que os adesivos utilizados foram “cuidadosamente testados em relação a encolhimento, descoloração na presença de luz solar, e facilidade de remoção. Alguns adesivos de nitrato de celulose (por exemplo, Durafix), assim como resinas epóxi, se revelaram mais ou menos adequados”⁵² (BURGESS, 1990, p. 39) (Tradução nossa). Pascual utiliza adesivos comerciais, os “instantâneos” de cianoacrilato, e os de secagem mais lenta de dois componentes, baseados em resinas epóxi específicas para vidro e um endurecedor, seguindo as instruções de aplicação do fabricante. Apesar de ambos os adesivos serem utilizados amplamente para unir partes de materiais em vidro e em metal, não foi encontrada literatura que garanta que sejam adequados para o uso em espelhos no contexto da Restauração, uma vez que são objetos compostos por vários materiais (o vidro, a camada reflexiva e a base) de formulações diferentes, e não se conhece as interações que podem ocorrer entre eles a médio e longo prazo. A recomendação, portanto, é de que mais testes e estudos sejam feitos para garantir uma restauração segura para a obra, principalmente ao se considerar o estado altamente fragmentado em que ela se encontra e a quantidade de material necessária a ser aplicada.

O mesmo pode ser dito sobre lacunas que possam surgir ao se montar o “quebra-cabeça” de fragmentos dos painéis de espelhos da obra. Burgess (1990) menciona que partes perdidas podem ser substituídas por materiais “preenchedores”, como gesso, ceras naturais, resinas termoplásticas de metacrilato, mas estes materiais afetam significativamente a leitura do objeto e comprometem sua função,

⁵¹No original: “devitrification has taken place, possibly because when first made, the glass inadvertently contained a few ‘seed’ crystals, which have slowly grown larger in the course of time.”

⁵²No original: “carefully tested for shrinkage, discoloration in the presence of sunlight, and ease of removal. Some cellulose nitrate adhesives (for example, Durafix) have been found to be more or less suitable, together with epoxy resins”.

além da possibilidade de terem coeficientes de expansão térmica muito diferentes do vidro e outros comportamentos indesejados.

The most successful results have been achieved with certain acrylic and polyester resins recently develop. Some of these have suitable transparency, adhere well to glass, do not yellow unduly on ageing and can produce casts of glass-like appearance. They may be tinted if required in the restoration of coloured glass (BURGUESS, 1990, p. 39).⁵³

Outros materiais são citados pelo autor como promissores para a área, mas geram perguntas semelhantes: eles podem ser metalizados com uma película reflexiva para suprimir a lacuna de um espelho? Quais interações podem ser desencadeadas a partir da união desses “preenchedores” com os adesivos, o vidro, o metal e a camada de tinta que serve de base? Quais os efeitos dessas interações nos materiais a médio e longo prazo?

Outro grande problema em relação aos espelhos é a facilidade com que a superfície do vidro se suja, o que compromete tanto sua estética quanto sua função. Pascual recomenda que objetos de vidro sejam limpos com vinagre, pois além de ótimos diluidores de calcário, é “inócuo para as pessoas e para o meio ambiente, pelo que é preferível a outros produtos específicos comercializados para o mesmo fim, cujo uso pode levar ao aparecimento de deteriorações no vidro.” (PASCUAL, 2006, p. 44).

No caso da obra Espaço-Tempo, o vinagre não pode ser utilizado, uma vez que seu pH ácido (que pode chegar até 2,2) pode deteriorar a tinta da estampa das palavras cruzadas e engatilhar ou acelerar um processo de corrosão no metal da camada reflexiva. Nesse sentido, os testes de higienização no fragmento da obra com toalhas de microfibra e esponja de melamina a seco se provaram os mais recomendados para a eliminação da sujidade superficial generalizada, pois o álcool etílico também pode solubilizar a tinta da estampa⁵⁴, já que não sabemos sua composição exata, e a água deve ser evitada na obra toda. Sujidades aderidas ou específicas podem e devem ser tratadas individualmente de acordo com a necessidade e suas características.

⁵³“Os resultados mais bem-sucedidos foram alcançados com certas resinas acrílicas e de poliéster recentemente desenvolvidas. Algumas delas têm uma transparência adequada, aderem bem ao vidro, não amarelecem indevidamente com o tempo e podem produzir moldes com aparência semelhante ao vidro. Elas podem ser tingidas, se necessário, na restauração de vidro colorido.” (Tradução nossa).

⁵⁴O álcool etílico foi encontrado como agente diluidor para tintas de serigrafia vinílicas comerciais. Fonte: <https://www.augesilk.com.br/tintas-serigraficas/saturno/tinta-serigrafica-vinilica-para-lonas-8200-900ml>. Acesso em agosto de 2024.

Futuramente, caso a obra passe por processo de Restauração, é essencial que sejam realizadas ações de conservação preventiva. Como ocorre com muitos materiais pétreos, metálicos e cerâmicos, a principal preocupação é a impermeabilização da obra para evitar o contato com a água. Tanto Burgess quanto Newton e Seddon relatam as dificuldades em se encontrar um material adequado para esse tratamento, salientando que um maior número de pesquisas aprofundadas é necessário para uma impermeabilização segura para qualquer obra em vidro.

In order to preserve stained glass windows, a variety of protective films has been tried over the years, including varnishes based on natural products and modern synthetic polymers such as epoxy resins and polyesters. While some have looked promising in the short term, they are frequently found to be permeable to water vapour and so permit the entry of water, with its attendant problems. What is needed is an accelerated ageing test to predict the result of a given treatment in, say, a hundred years' time. Research has been directed to this end during the past decade or so (BURGESS, 1990, p. 39).⁵⁵

The history of the use of transparent coatings to protect glass from attack by water is complicated. For example, some inorganic coatings were proposed for treating weathered glass with the aim of creating a new glass surface. At the beginning of the twentieth century there was the Zettler Process (over-fusion, also known as Schmitz's process), of firing on a low-melting glass at 400°C (Frenzel 1969). There were objections to the use of such elevated temperature, so radio-frequency sputtering in a vacuum was suggested instead (Linsley 1972). However, all such approaches failed because the poor durability of the original glass was usually due to the presence of excess alkali which led, in its turn, to a higher coefficient of thermal expansion and, consequently, to an expansion mis-match between the glass and the rigid coating.

Organic coatings were therefore attempted instead, such as the use of poly-(methyl methacrylate) (Domaslowski & Kwiatowski 1962). The use of Viacryl VC363 (acrylic resin) hardened with Desmodur N75 (an isocyanate) by the French Department for Historic Monuments in 1975 caused some outcry because (with only prior trials of the resin, not the combination) they applied it to the most valuable twelfth-century glass in the whole of France, the three windows of the West Front of Chartres Cathedral (Bettembourg & Perrot 1976).

The use of this resin had been first proposed by Frodl-Kraft (Frodl-Kraft 1973) but, again, she had tested only the resin and not the assembly of resin and glass. At the time that seemed unfortunate because experience by many

⁵⁵“Para preservar janelas de vitrais, uma variedade de filmes protetores tem sido testada ao longo dos anos, incluindo vernizes baseados em produtos naturais e polímeros sintéticos modernos, como resinas epóxi e poliésteres. Embora alguns tenham mostrado resultados promissores a curto prazo, frequentemente descobrem-se permeáveis ao vapor d'água, permitindo a entrada de água e seus problemas associados. O que é necessário é um teste de envelhecimento acelerado para prever o resultado de determinados tratamentos em, digamos, cem anos. Pesquisas têm sido direcionadas a esse fim durante a última década.” (Tradução nossa).

authors with glass-reinforced plastics had shown that water would penetrate to the interface and cause a failure within 20 years (see, for example, Bascom 1976). (NEWTON; SEDDON, 1999, p. 67)⁵⁶

A camada reflexiva enfrenta problemas semelhantes de pouca literatura produzida sobre o assunto. Se encontra com facilidade pesquisa sobre o comportamento, características, formas de degradação, deterioração e Restauração das mais diversas ligas metálicas, mas sempre sobre o material maciço ou isolado, nunca como filme ou película reflexiva associada ao vidro.

O artigo *Self-healing composite coatings based on in situ micro-nanoencapsulation process for corrosion protection*, de Silva et al (2017)⁵⁷ por exemplo, faz uma revisão de literatura sobre diversas técnicas de proteção contra corrosões e suas implicações na indústria da água, e que pode ser uma possibilidade tecnológica para testes e uso na conservação e, positivamente, restauração da camada reflexiva dos espelhos.

This review categorizes innovations for corrosion protection for water industry components. The main approach is the development and usage of self-healing coatings, which can be applied to the interior of water components. These coatings perform better than current epoxy-based coatings. They can resist corrosion by healing themselves at the site of damage, restoring function and service quality to the component. The coating contains micro/nanocapsules that hold a polymerizable healing agent, which is released upon damage. The healing agent binds to the coating and fills in

⁵⁶A história do uso de revestimentos transparentes para proteger o vidro contra ataques por água é complexa. Por exemplo, alguns revestimentos inorgânicos foram propostos para tratar vidro desgastado com o objetivo de criar uma nova superfície de vidro. No início do século XX, havia o Processo Zettler (sobrefusão, também conhecido como processo de Schmitz), que consistia em aplicar um vidro de baixo ponto de fusão a 400°C (Frenzel 1969). Havia objeções ao uso de temperatura tão elevada, então a pulverização por radiofrequência em vácuo foi sugerida como alternativa (Linsley 1972). No entanto, todas essas abordagens falharam porque a baixa durabilidade do vidro original geralmente se devia à presença de excesso de álcalis, o que, por sua vez, levava a um coeficiente de expansão térmica mais alto e, conseqüentemente, a um desajuste de expansão entre o vidro e o revestimento rígido.

Revestimentos orgânicos foram, então, tentados, como o uso de polimetilmetacrilato (Domaslowski & Kwiatowski 1962). O uso de Viacryl VC363 (resina acrílica) endurecida com Desmodur N75 (um isocianato) pelo Departamento Francês de Monumentos Históricos em 1975 gerou certa polêmica, pois (com apenas testes prévios da resina, não da combinação) aplicaram-na nos vidros mais valiosos do século XII em toda a França, as três janelas da Fachada Oeste da Catedral de Chartres (Bettembourg & Perrot 1976).

O uso dessa resina havia sido proposto pela primeira vez por Frodl-Kraft (Frodl-Kraft 1973), mas, novamente, ela havia testado apenas a resina e não o conjunto de resina e vidro. Na época, isso parecia lamentável porque a experiência de muitos autores com plásticos reforçados com vidro havia mostrado que a água penetraria na interface e causaria falhas dentro de 20 anos (veja, por exemplo, Bascom 1976).” (Tradução nossa).

⁵⁷“Revestimentos compósitos autorregeneradores baseados em processo de micro-nanoencapsulamento in situ para proteção contra corrosão.” Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11998-016-9879-0>. Acesso em agosto de 2024.

any cavity, sealing the coating and component from further damage. Superhydrophobicity, or the extreme ability to repel water, is also reviewed as an advancement to the already successful coatings. By making the coating and the healing agent superhydrophobic, the component can further resist corrosion because corrosion is less likely to occur as water slides past the component. This paper also covers the manufacturing and characterization of these coatings, including the synthesis and processing parameters by reviewing current studies and examples. (SILVA et al, 2017, p.1)⁵⁸

Os artigos “*Progress and new techniques for protected-silver coatings*”⁵⁹, de Phillips et al (2014); “*Facile preparation of durable superhydrophobic coating with microstructure self-repairing function by spraying method*”⁶⁰, de Zhang et al (2023); “*Sol-Gel Protection of Front Surface Silver and Aluminum Mirrors*”, de A. Morales e A. Durán (1997)⁶¹; e “*Protective coatings for front surface silver mirrors by atomic layer deposition*”⁶², de Bulkin et al (2020), seguem uma linha de pesquisa parecida, todos desenvolvendo novos produtos e/ou tecnologias de aplicação de impermeabilizantes, camadas protetivas e/ou autorregeneradoras.

Estudos recentes focados na impermeabilização, proteção e autorregeneração da camada reflexiva de espelhos para telescópios em prata, e revestimentos compósitos para proteção e autorregeneração contra corrosão em

⁵⁸Esta revisão categoriza inovações para proteção contra corrosão em componentes da indústria da água. A principal abordagem é o desenvolvimento e uso de revestimentos autorregeneradores, que podem ser aplicados no interior dos componentes de água. Esses revestimentos têm um desempenho superior em relação aos revestimentos baseados em epóxi atualmente utilizados. Eles conseguem resistir à corrosão por meio da autorregeneração no local do dano, restaurando a função e a qualidade do serviço do componente. O revestimento contém micro/nanocápsulas que armazenam um agente de cura polimerizável, que é liberado em caso de dano. O agente de cura se liga ao revestimento e preenche qualquer cavidade, selando o revestimento e o componente contra novos danos. A superhidrofobicidade, ou a extrema capacidade de repelir água, também é revisada como um avanço em relação aos revestimentos já bem-sucedidos. Ao tornar o revestimento e o agente de cura superhidrofóbicos, o componente pode resistir ainda mais à corrosão, pois a corrosão é menos provável de ocorrer à medida que a água desliza sobre o componente. Este artigo também aborda a fabricação e caracterização desses revestimentos, incluindo a síntese e os parâmetros de processamento, revisando estudos e exemplos atuais.

⁵⁹Avanços e novas técnicas para revestimentos de prata protegida” (Tradução nossa). Disponível em: <https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/9151/1/Progress-and-new-techniques-for-protected-silver-coatings/10.1117/12.2055706.short>. Acesso em abril de 2024.

⁶⁰Preparação fácil de revestimento superhidrofóbico durável com função de autorreparo de microestrutura pelo método de pulverização” (Tradução nossa). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0300944023007622?via%3Dihub>. Acesso em abril de 2024.

⁶¹Proteção Sol-Gel de espelhos de superfície frontal em prata e alumínio” (Tradução nossa). Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1018325522562>.

⁶²Revestimentos protetores para espelhos de prata com superfície frontal por deposição de camada atômica” (Tradução nossa). Disponível em: <https://opg.optica.org/oe/fulltext.cfm?uri=oe-28-11-15753&id=431675>. Acesso em abril de 2024.

metais foram as opções encontradas a partir deste estudo que podem ser adaptadas para a restauração de espelhos comuns.

Quanto a seu acondicionamento, recomenda-se que seja feito em ambiente com baixa umidade relativa, de preferência com o uso de desumidificadores para garantir a estabilidade dos níveis de umidade, e que as placas de espelho não tenham contato entre si. Devido às limitações de espaço disponível na reserva técnica do MAP para armazenar a obra, suas grandes dimensões, e a não-previsão de manuseio dela nem das peças imediatamente ao redor, a cobertura e proteção com TNT (tecido-não tecido) espesso segue sendo a melhor opção no caso. Para os fragmentos menores, caixas forradas por materiais absorventes, como sílica e papel mata-borrão, confeccionada de forma que não entrem em contato com os pedaços da obra, e recheadas com espuma Ethafoam® (polietileno expandido) para evitar sua movimentação, e intercaladas com TNT de alta gramatura para evitar aderência.

4. Conclusão

Ao realizar este estudo sobre a conservação e restauração de espelhos, tendo como ponto de partida os da obra "Espaço-Tempo", de Sulamita Mareines, é possível refletir sobre os objetivos inicialmente idealizados e a suas realizações (e não-realizações) ao longo do trabalho. A análise detalhada dos métodos e materiais utilizados na produção de espelhos, bem como a identificação dos principais agentes de deterioração e degradação, permitiu alcançar uma compreensão aprofundada das limitações e alcance da atuação profissional com o material atualmente.

A revisão da literatura mostrou-se fundamental para contextualizar a importância da conservação e restauração de espelhos dentro do campo mais amplo da conservação de bens culturais e científicos, reafirmando a relevância do tema para a preservação do patrimônio histórico e artístico, assim como definir a metodologia de trabalho. Através da escolha de métodos não invasivos para o levantamento do estado de conservação, como os exames de EDXRF, a integridade do fragmento estudado foi garantida, evitando novos danos.

Os testes realizados, em comparação com as referências estudadas, indicaram as melhores opções materiais e aplicação para a higienização e possível restauração dos espelhos, ressaltando que a falta de estudos concretos sobre eles exige uma postura bastante conservadora na experimentação.

Os objetivos deste trabalho foram, em grande parte, alcançados, proporcionando uma compreensão aprofundada dos desafios e soluções para a conservação de espelhos em geral. As propostas de intervenção desenvolvidas são baseadas em uma análise cuidadosa e científica, reafirmando a importância de uma abordagem bem informada na preservação de bens culturais.

Por fim, ao considerar as propostas de trabalhos futuros, se destaca a necessidade de desenvolver pesquisas mais específicas sobre técnicas de proteção e restauração de películas reflexivas, em especial, uma vez que o vidro é muito mais compreendido, em espelhos.

O avanço tecnológico e a inovação em materiais demandam uma atualização constante das práticas de conservação, visando sempre a mínima intervenção e a reversibilidade dos processos, além de testes acelerados para determinar o comportamento das intervenções a longo prazo. Propostas futuras poderiam incluir a

experimentação com novos materiais e técnicas, bem como a ampliação dos estudos para outros tipos de espelhos ainda a serem inventados.

Referências bibliográficas

APPELBAUM, Barbara. Criteria for Treatment: Reversibility. **Journal of the American Institute for Conservation**, EUA, v. 26, ed. 2, Autumn 1987. DOI <https://doi.org/10.2307/3179456>. Disponível em:

<https://www.jstor.org/stable/3179456>. Acesso em: 9 ago. 2024.]

ASSOCIAÇÃO DE RESTAURADORES E CONSERVADORES DE BENS CULTURAIS (Brasil). **Código de Ética do Conservador Restaurador**, [S. l.], p. 1-9, 2005. Disponível em: <https://www.arcoit.com.br/wp/wp-content/uploads/2018/04/CODIGO-DE-ETICA.pdf>. Acesso em: 15 maio 2024.

Autor desconhecido. Manufacture des glaces – Des glaces coulés: Manufacture of mirror glass – Cast glass. *In*: HARBOR, Ann; UNIVERSIDADE DE MICHIGAN (Michigan, USA). Biblioteca da Universidade de Michigan. **The Encyclopedia of Diderot & d’Alembert Collaborative Translation Project**. Michigan, USA: Michigan Publishing, Fevereiro 2010. p. 1-1. Disponível em: <http://hdl.handle.net/2027/spo.did2222.0001.463>. Acesso em: 19 jul. 2024.

BOITO, Camilo. **Os Restauradores**. Tradução: Beatriz Mugayar Kühl, Paulo Mugayar Kühl. 3. ed. Cotia, São Paulo: Ateliê Editorial, 2008. 63 p. ISBN 8574801127.

BRANDI, Cesare. **Teoria da Restauração**. Tradução: Beatriz Mugayar Kühl. 4. ed. Cotia, São Paulo: Ateliê Editorial, 2013. 264 p. ISBN 9788574806310.

BRUKER (Alemanha). **S1 TITAN**. [S. l.], [s.d.]. Disponível em: <https://www.bruker.com/pt/products-and-solutions/elemental-analyzers/handheld-xrf-spectrometers/S1-TITAN.html>. Acesso em: 31 jul. 2024.

BURGESS, David. **Chemical Science and Conservation**. 1. ed. Londres: MACMILLAN EDUCATION LTDA, 1990. 93 p. ISBN 033352165x.

CHÂTEAU (Versailles). **The Hall of Mirrors**. Versalhes, França, [s.d.]. Disponível em: <https://en.chateauversailles.fr/discover/estate/palace/hall-mirrors#the-hall-of-mirrors>. Acesso em: 19 jul. 2024.

FRADE, Wilson. Caixa Estourou. **Estado da Tarde**, Belo Horizonte, p. 1-1, 13 dez. 1972.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO (Brasil). **Monumento às Bandeiras**. [S. l.], [s.d.]. Disponível em:

<https://www.saopaulo.sp.gov.br/conhecasp/monumentos/monumento-as-bandeiras/>.

Acesso em: 5 maio 2024.

HADSUND, Per. The Tin-Mercury Mirror: its Manufacturing Technique and Deterioration Processes. **Studies in Conservation**, [s. l.], v. 38, n. 1, p. 3-16, Fevereiro 1993. DOI <https://doi.org/10.2307/1506387>. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1506387>. Acesso em: 19 jul. 2024.

HASANUZZAMAN, M. *et al.* Properties of Glass Materials. **Reference Module in Materials Science and Materials Engineering 2016**, [s. l.], p. 1-12, 2016. DOI <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.03998-9>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128035818039989?via%3DIhub>. Acesso em: 26 jul. 2024.

HITA Comércio e Serviços. **Resistência a abrasões**: Confira causas e soluções. [S. l.], 14 jun. 2022. Disponível em: <https://blog.hita.com.br/resistencia-a-abrasao-o-que-e-qual-sua-importancia/>. Acesso em: 9 ago. 2024.

INSTALAÇÃO. In: **ENCICLOPÉDIA Itaú Cultural de Arte e Cultura Brasileira**. São Paulo: Itaú Cultural, 2024. Disponível em: <http://enciclopedia.itaucultural.org.br/termo3648/instalacao>. Acesso em: 14 de agosto de 2024. Verbetes da Enciclopédia.

ISBN: 978-85-7979-060-7

JAESCHKE, Richard L. When does history end?. **Studies in Conservation**, [s. l.], v. 41, ed. 1, p. 86-88, Agosto 1996. DOI <https://doi.org/10.1179/sic.1996.41.Supplement-1.86>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1179/sic.1996.41.Supplement-1.86>. Acesso em: 14 ago. 2024.

JANSEN, Jeffrey A. (ed.). **The Importance of Crystallinity in Plastics Performance**. [S. l.]: The Maddison Group, [s.d.]. Disponível em: <https://madisongroup.com/the-importance-of-crystallinity-in-plastics-performance/>. Acesso em: 9 ago. 2024.

JUST STOP OIL (Reino Unido). **Just Stop Oil**. [S. l.], [s.d.]. Disponível em: <https://juststopoil.org/>. Acesso em: 9 maio 2024.

LIVROS do Tombo. [S. l.], [s.d.]. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/608>. Acesso em: 9 maio 2024.

LUNA, Ianni Barros. Instalações Sonoras. **Anais do 15º Encontro de Arte e Tecnologia**, Brasília, p. 855-864, 2016. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/779/o/Ianni_Barros.pdf. Acesso em: 3 maio 2024.

MALDONADO, Sergio. O "Fim de Séclo" est arrivé a BH. **Estado de Minas**, Belo Horizonte, p. 1-1, 15 dez. 1972.

MELCHIOR-BONNET, Sabinne. **The Mirror: A History**. 1. ed. New York, NY, USA: Routledge, 2001. 320 p. ISBN 978-0415924481. E-book 320 p.

MIRROR in a can??. Autor: Ben Anton. [S. l.]: Youtube, 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=9do80dy9mhE>. Acesso em: 8 ago. 2024.

Mirror, ca. 1478–1390 B.C.E. Silver and copper alloy, 9 3/4 x diam. 5 1/2 in. (24.7 x 14 cm). Brooklyn Museum, Charles Edwin Wilbour Fund, 37.635E. Creative Commons-BY (Photo: Brooklyn Museum, 37.635E_SL1.jpg).

Morales, A., Durán, A. **Sol-Gel Protection of Front Surface Silver and Aluminum Mirrors**. *Journal of Sol-Gel Science and Technology* **8**, 451–457 (1997). <https://doi.org/10.1023/A:1018325522562>

MOYER, Cynthia; HANLON, Gordon. Conservation of the Darnault Mirror: An Acrylic Emulsion Compensation System: An Acrylic Emulsion Compensation System. **Journal of the American Institute for Conservation**, EUA, v. 35, ed. 3, p. 185-196, Autumn - Winter 1996. DOI <https://doi.org/10.2307/3179781>. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/3179781>. Acesso em: 9 abr. 2024.

MUÑOZ-VIÑAS, Salvador. **Teoria Contemporânea da Restauração**. Tradução: Flavio de Lemos Carsalade. 1. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2022. 215 p. ISBN 9786558580270.

NEWTON, Roy G.; SEDDON, Angela B. Organic Coatings for medieval glass. In: TENNENT, Norman H. (ed.). **The Conservation of Glass and Ceramics**: Research, Practice and Training. 1. ed. Londres, Reino Unido: James&James (Science Publishers) Ltd., 1999. p. 66-71. ISBN 1873936184.

PASCUAL, Eva. **Conservar e Restaurar Vidro**. 1. ed. Lisboa, Portugal: Editorial Estampa, 2006. 96 p. ISBN 9723322587.

PHILLIPS, Andrew C. *et al.* Progress and new techniques for protected-silver coatings. **Conference: SPIE Astronomical Telescopes + Instrumentation**, California, USA,

p. 1-10, Julho 2014. DOI 10.1117/12.2055706. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/269320566_Progress_and_new_techniques_for_protected-silver_coatings#fullTextFileContent. Acesso em: 3 abr. 2024.

Plus Galeria de Arte. **Traços**. [S. l.], [s.d.]. Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/87679523965818832/>. Acesso em: 9 ago. 2024.

Portela Serigrafia. **Fotolito**. [S. l.], [s.d.]. Disponível em: <https://portelaserigrafia.com.br/fotolito/>. Acesso em: 9 ago. 2024.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE (Belo Horizonte). Museu de Arte da Pampulha; ASSOCIAÇÃO CULTURAL DOS AMIGOS DO MUSEU DE ARTE DA PAMPULHA. **Inventário do Museu de Arte da Pampulha**. [S. l.: s. n.], 2010. 240 p.

RUSKIN, John. **A Lâmpada da Memória**. Tradução: Beatriz Mugayar Kühl. 2. ed. Cotia, São Paulo: Ateliê Editorial, 2013. 88 p. ISBN 9788574806334.

SAINT GOBAIN (França). **Our History**. França, [s.d.]. Disponível em: <https://www.saint-gobain.com/en/group/our-history>. Acesso em: 19 jul. 2024.

SCHWARCZ, Joe. **How are mirrors made?**: Little did the Evil Queen realize that her handy mirror not only showed her reflection, but the art of chemistry.. McGill Office for Science and Society, 13 jun. 2018. Disponível em: <https://www.mcgill.ca/oss/article/you-asked/how-are-mirrors-made>. Acesso em: 8 jun. 2024.

SCHWINDE, S. *et al.* Protected and enhanced silver for mirrors: damage mechanisms and how to prevent them. **PROCEEDINGS: Optical Systems Design 2015: Advances in Optical Thin Films V**, Alemanha, v. 9627, p. 1-6, Setembro 2015. DOI <https://doi.org/10.1117/12.2191216>. Disponível em: <https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/9627/1/Protected-and-enhanced-silver-for-mirrors--damage-mechanisms-and/10.1117/12.2191216.short>. Acesso em: 3 abr. 2024.

SERAFINI, Francisco Lanferdini. **O almirante da luz**: como funciona um espelho. [S. l.], 20 nov. 2023. Disponível em: <https://www.deviantes.com.br/noticias/o-almirante-da-luz-como-funciona-um-espelho/>. Acesso em: 9 ago. 2024.

SILVA, Ana Carolina Moreira *et al.* Self-healing composite coatings based on in situ micro-nanoencapsulation process for corrosion protection. **Journal of Coatings Technology and Research**, USA, p. 1-29, Janeiro 2017. DOI 10.1007/s11998-016-9879-0. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/312050271_Self-

healing_composite_coatings_based_on_in_situ_micro-nanoencapsulation_process_for_corrosion_protection. Acesso em: 8 jun. 2024.

SMITH, Richard D. Reversibility: A Questionable Philosophy. **Restaurator: International Journal for the Preservation of Library and Archival Material**, Munksgaard, Copenhagen, ed. 9, p. 199-207, 1988. DOI <https://doi.org/10.1515/rest.1988.9.4.199>. Disponível em: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/rest.1988.9.4.199/pdf>. Acesso em: 10 abr. 2024.

SOGABE, Milton. Instalações interativas mediadas pela tecnologia digital: análise e produção. **ARS (São Paulo)**, [S. l.], v. 9, n. 18, p. 60–73, 2011. DOI: 10.1590/S1678-53202011000200004. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/ars/article/view/52785>. Acesso em: 02 mai. 2024.

Trimble Inc. **3D Desing Software | 3D Modeling & Drawing | SketchUp**. [S. l.], [s.d.]. Disponível em: <https://www.sketchup.com/pt-br>. Acesso em: 9 ago. 2024.

Tubonasa. **O que é metalon?**. São Paulo, [s.d.]. Disponível em: <https://www.tubonasa.com.br/o-que-e-metalon>. Acesso em: 9 ago. 2024.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (Araraquara, São Paulo). **Fluorescência de raios X (EDXRF)**. [S. l.], [s.d.]. Disponível em: <https://www.iq.unesp.br/#!/lacaque/espectrometro-de-fluorescencia-de-raios-x/apresentacao/>. Acesso em: 31 jul. 2024.

VIOLLET-LE-DUC, Eugène Emmanuel. **Restauração**. Tradução: Beatriz Mugayar Köhl. 4. ed. Cotia, São Paulo: Ateliê Editorial, 2013. 80 p. ISBN 9788574806327.

ZHANG, Xiguang *et al.* Facile preparation of durable superhydrophobic coating with microstructure self-repairing function by spraying method. **Progress in Organic Coatings**, China, v. 187, p. 1-9, Fevereiro 2024. DOI <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2023.108166>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0300944023007622?via%3Di> hub. Acesso em: 3 abr. 2024.

ANEXOS

ANEXO A - Relatório de análises