

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Belas Artes
Curso de Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis

Natália Rodrigues Pereira Freitas

**REVESTIMENTOS INIBIDORES DE CORROSÃO APLICADOS EM BENS
CULTURAIS FEITOS EM PRATA**
Um estudo aplicado em um recipiente para Santos Óleos

Belo Horizonte

2024

Natália Rodrigues Pereira Freitas

**REVESTIMENTOS INIBIDORES DE CORROSÃO APLICADOS EM BENS
CULTURAIS FEITOS EM PRATA**

Um estudo aplicado em um recipiente para Santos Óleos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para o grau de bacharel em Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis.

Orientador: Prof. Dr. João Cura D'Ars de Figueiredo Junior

Coorientador(a): Profª. Ma. Luciana Bonadio

Belo Horizonte

2024

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, João Cura D'Ars de Figueiredo Junior, por todo apoio e incentivo. Agradeço imensamente por não ter sido só meu orientador de TCC, mas também de Iniciação Científica, e por ter me auxiliado e encorajado em tantos outros momentos acadêmicos.

À minha coorientadora, Luciana Bonadio, por todo suporte e por todas as contribuições valiosas. Sou muito grata por todas as vezes que respondeu minhas perguntas com outras perguntas, me indicando novas perspectivas e possibilidades.

À profa. Anamaria Camargos, por todo auxílio e, sobretudo, por todas as palavras de conforto ao longo do tempo em que estive trabalhando no LaboRE.

Ao Cláudio Nadalin, pela disponibilidade para a realização das documentações fotográficas.

Ao LACICOR, em especial à Selma Otília Reis, pelo empréstimo dos equipamentos necessários para a análise da liga metálica.

Aos meus pais, por terem me incentivado desde pequena a alcançar voos cada vez mais altos e, também, por terem estado ao meu lado em todos os momentos de queda. Agradeço por serem sempre meu porto seguro.

Aos meus queridos amigos, especialmente Rebeca de Souza, Julia Ferigato e Bianca Rosa, por todo apoio, carinho e encorajamento. Ter vocês ao meu lado foi uma fonte de energia e motivação para enfrentar todos os desafios que surgiram.

Aos meus colegas no meu estágio, Olavo de Souza, Sofia Teixeira e Paula Oliveira, por terem tornado minhas manhãs muito mais leves e divertidas ao longo desse semestre.

RESUMO

Ligas de prata estão sujeitas à corrosão metálica quando expostas a atmosferas com altos índices de umidade relativa e com a presença de sulfetos, como o sulfeto de hidrogênio. A partir do contato com esses agentes corrosivos, há a formação de compostos sobre a superfície metálica, dentre os quais se destaca o óxido de prata (I) e o sulfeto de prata. Estes, a depender da espessura das camadas formadas, fazem com que a superfície se torne fosca e escurecida. No campo da Restauração, entende-se que esses danos irão interferir na leitura do bem cultural afetado, além de oferecer riscos à sua durabilidade.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como foco o estudo dos principais revestimentos que inibem a ocorrência da corrosão metálica empregados em bens culturais feitos em prata, considerando suas respectivas constituições e os métodos de aplicação utilizados. Para isso, os revestimentos selecionados foram obtidos e aplicados de diferentes modos em amostras de ligas de prata 900 e ligas de prata 500. A partir disso, foram feitas medidas de brilho, com o intuito de verificar o quanto as superfícies foram alteradas; em seguida, foram executados ensaios de corrosão artificial, corroborados numericamente por meio da realização de medidas de CIELAB, com a finalidade de atestar suas respectivas eficiências. Desse modo, observou-se que os revestimentos acrílicos são os que em geral oferecem maior proteção, tanto nas ligas de prata 900 quanto nas ligas de prata 500, sobretudo quando aplicados por aspersão.

As considerações obtidas foram então utilizadas para a elaboração da proposta de intervenção de um bem cultural feito em prata, sendo este um recipiente para Santos Óleos pertencente à Província dos Franciscanos Capuchinhos de Minas Gerais. De modo geral, o recipiente contava com áreas de corrosão generalizadas, comprometendo a sua aparência estética e, por conseguinte, sua leitura. Nesse sentido, inicialmente foi feita a limpeza mecânica dos produtos de corrosão e, em seguida, a aplicação do revestimento protetor. Considerando o formato do recipiente, suas dimensões e a presença de detalhes em alto e baixo relevo, optou-se pelo uso do Paraloid® B72 a 5% em Acetato de Isoamila, sendo este aplicado por aspersão.

Palavras-chave: bens culturais; ligas de prata; corrosão metálica; revestimentos inibidores de corrosão.

ABSTRACT

Silver alloys are subject to metal corrosion when exposed to atmospheres with high levels of relative humidity and the presence of sulfides, such as hydrogen sulfide. Upon contact with these corrosive agents, compounds form on the metal surface, notably silver (I) oxide and silver sulfide. Depending on the thickness of the formed layers, these compounds cause the surface to become dull and darkened. In the field of Restoration, it is understood that these damages interfere with the reading of the affected cultural heritage object and pose risks to its durability.

Given the above, the present study focuses on examining the main coatings that inhibit metal corrosion used on cultural heritage items made of silver, considering their respective compositions and application methods. For this purpose, selected coatings were obtained and applied in different ways on samples of 900 silver alloys and 500 silver alloys. Gloss measurements were then taken to verify how much the surfaces had been altered; subsequently, artificial corrosion tests were carried out, numerically corroborated through CIELAB measurements to confirm their respective efficiencies. Thus, it was observed that acrylic coatings generally offer the greatest protection for both 900 silver alloys and 500 silver alloys, especially when applied by spraying.

The findings were then used to develop an intervention proposal for a cultural heritage item made of silver, specifically a container for Holy Oils belonging to the Province of the Capuchin Franciscans of Minas Gerais. Generally, the container exhibited widespread corrosion areas, compromising its aesthetic appearance and, consequently, its readability. Therefore, mechanical cleaning of the corrosion products was initially performed, followed by the application of a protective coating. Considering the shape of the container, its dimensions, and the presence of high and low relief details, Paraloid® B72 at 5% in Isoamyl Acetate was chosen, applied by spraying.

Keywords: cultural heritage; silver alloys; metal corrosion; corrosion inhibitor coatings.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Modelo do “Mar de Elétrons”..... | 9 |
| Figura 2 - Estrutura do ensaio de corrosão artificial em atmosfera de H ₂ S..... | 19 |
| Figura 3 - Alteração do Brilho Porcentual (AB%) - Ag900..... | 24 |
| Figura 4 - Alteração do Brilho Porcentual (AB%) - Ag500..... | 24 |
| Figura 5 - Paraloid® B72 a 5% em Acetona (aplicação com uso de pincel)..... | 26 |
| Figura 6 - Paraloid® B72 a 5% em Acetona (aplicação por aspersão)..... | 26 |
| Figura 7 - Paraloid® B44 a 5% em Acetato de Isoamila (aplicação com uso de pincel)..... | 27 |
| Figura 8 - Paraloid® B44 a 5% em Acetato de Isoamila (aplicação por aspersão)..... | 28 |
| Figura 9 - Paraloid® B72 a 5% em Acetato de Isoamila (aplicação com uso de pincel)..... | 29 |
| Figura 10 - Paraloid® B72 a 5% em Acetato de Isoamila (aplicação por aspersão)..... | 29 |
| Figura 11 - Renaissance® (aplicação por polimento)..... | 30 |
| Figura 12 - MAST (aplicação por polimento)..... | 31 |
| Figura 13 - Cera Microcristalina 22% e 33% (aplicação por polimento)..... | 32 |
| Figura 14 - Revestimento à base de Nitrocelulose (aplicação com pincel)..... | 33 |
| Figura 15 - Paraloid® B72 e Cera Microcristalina (aplicação por aspersão)..... | 34 |
| Figura 16 - Índice percentual dos valores de ΔE - Ag900..... | 36 |
| Figura 17 - Índice percentual dos valores de ΔE - Ag500..... | 36 |
| Figura 18 - Documentação inicial com luz visível da parte externa..... | 38 |
| Figura 19 - Documentação inicial com maior ênfase na parte superior e na parte interna..... | 38 |
| Figura 20 - Documentação inicial do suporte e dos recipientes menores..... | 38 |
| Figura 21 - Parte externa do recipiente maior, com foco nas faixas e linhas decorativas..... | 39 |
| Figura 22 - Parte interna do recipiente menor, com foco na marca de burilada..... | 40 |
| Figura 23 - Parte externa da tampa, com foco nas faixas e linhas decorativas..... | 40 |
| Figura 24 - Suporte para os recipientes menores, com foco na marca de burilada..... | 41 |
| Figura 25 - Recipientes menores..... | 42 |
| Figura 26 - Recipientes menores, como foco nas inscrições “B”, “C” e “U”..... | 42 |
| Figura 27 - Tamba com espátula embutida | 43 |
| Figura 28 - Análise da densidade relativa..... | 44 |

| | |
|---|----|
| Figura 29 - FRX Tampa..... | 46 |
| Figura 30 - FRX Recipiente Maior..... | 46 |
| Figura 31 - FRX Suporte..... | 47 |
| Figura 32 - FRX Recipiente menor “B” | 47 |
| Figura 33 - FRX Recipiente menor “U” | 48 |
| Figura 34 - FRX Recipiente menor “C” | 48 |
| Figura 35 - FRX Tampa do recipiente menor “B” | 49 |
| Figura 36 - FRX Tampa do recipiente menor “C” | 49 |
| Figura 37 - FRX Tampa do recipiente menor “U” | 49 |
| Figura 38 - Corrosões amareladas e escurecidas presentes na parte externa das peças..... | 51 |
| Figura 39 - Produtos de corrosão esverdeados presentes no recipiente e na espátula..... | 52 |
| Figura 40 - Produtos de corrosão esverdeados e de aparência oleosa..... | 52 |
| Figura 41 - Solubilização dos produtos presentes no interior dos recipientes menores..... | 56 |
| Figura 42 - Limpeza química com glicinato de sódio..... | 57 |
| Figura 43 - Processo de limpeza química da tampa..... | 58 |
| Figura 44 - Antes e após a realização da limpeza da parte de baixo do recipiente maior..... | 58 |
| Figura 45 - Espátulas dos recipientes menores antes e após a limpeza..... | 58 |
| Figura 46 - Superfícies externas após a limpeza com glicinato de sódio..... | 59 |
| Figura 47 - Superfícies externas após a limpeza com lápis borracha..... | 60 |
| Figura 48 - Superfícies externas após a aplicação do revestimento protetor..... | 60 |
| Figura 49 - Embalagem de acondicionamento..... | 61 |
| Figura 50 - Documentação final com luz visível da parte externa..... | 62 |
| Figura 51 - Documentação final com maior ênfase na parte superior e na parte interna..... | 62 |
| Figura 52 - Documentação final do suporte e dos recipientes menores..... | 62 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Revestimentos selecionados e métodos de aplicação..... | 17 |
| Tabela 2 - Medidas de brilho (Paraloid® B72 5% em Acetona)..... | 20 |
| Tabela 3 - Medidas de brilho (Paraloid® B72 5% em Acetato de Isoamila)..... | 21 |
| Tabela 4 - Medidas de brilho (Paraloid® B44 5% em Acetato de Isoamila)..... | 21 |
| Tabela 5 - Medidas de brilho (revestimentos à base de cera)..... | 22 |
| Tabela 6 - Medidas de brilho (revestimento à base de Nitrocelulose)..... | 23 |
| Tabela 7 - Medidas de brilho (Paraloid® B72 e Cera Microcristalina)..... | 23 |
| Tabela 8 - Medidas de CIELAB (Paraloid® B72 5% em Acetona)..... | 25 |
| Tabela 9 - Medidas de CIELAB (Paraloid® B44 5% em Acetato de Isoamila)..... | 27 |
| Tabela 10 - Medidas de CIELAB (Paraloid® B72 5% em Acetato de Isoamila)..... | 28 |
| Tabela 11 - Medidas de CIELAB (Renaissance®)..... | 30 |
| Tabela 12 - Medidas de CIELAB (MAST)..... | 31 |
| Tabela 13 - Medidas de CIELAB (Cera Microcristalina 22% e 33%)..... | 32 |
| Tabela 14 - Medidas de CIELAB (revestimento à base de Nitrocelulose)..... | 33 |
| Tabela 15 - Medidas de CIELAB (Paraloid® B72 e Cera Microcristalina)..... | 34 |
| Tabela 16 - Índice percentual dos valores de ΔE | 35 |
| Tabela 17 - Cálculo da densidade relativa..... | 44 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 8 |
| 2 REVESTIMENTOS INIBIDORES DE CORROSÃO..... | 11 |
| 2.1 Metodologia..... | 14 |
| 2.2 Resultados..... | 20 |
| 2.2.1 Medidas de brilho..... | 20 |
| 2.2.2 Ensaio de corrosão artificial..... | 25 |
| 3 RECIPIENTE PARA SANTOS ÓLEOS..... | 37 |
| 3.1 Identificação da obra..... | 37 |
| 3.2 Descrição..... | 39 |
| 3.2.1 Análise da liga metálica..... | 43 |
| 3.2.1.1 Densidade relativa..... | 43 |
| 3.2.1.2 Espectrometria por Fluorescência de Raios X..... | 45 |
| 3.3 Levantamento histórico..... | 50 |
| 3.4 Estado de Conservação..... | 51 |
| 3.5 Proposta e critérios de intervenção..... | 53 |
| 3.6 Intervenções realizadas..... | 55 |
| 4 CONCLUSÃO..... | 63 |
| REFERÊNCIAS..... | 65 |

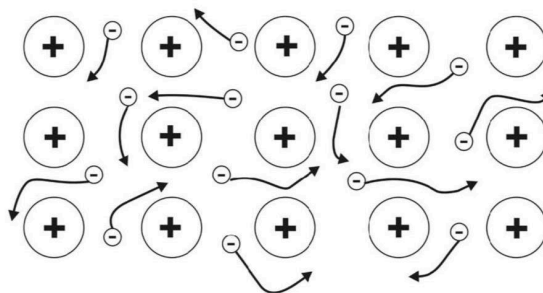
1 INTRODUÇÃO

Dentre os bens culturais que contam com a presença de metais em sua constituição, verifica-se que a prata (Ag) é um material comumente empregado; isso ocorre devido às suas propriedades físicas e químicas, que, atreladas ao seu aspecto estético, a tornam uma opção propícia para a confecção de objetos, ornamentos e afins. Entretanto, a prata geralmente não é utilizada de forma pura, mas sim como uma mistura com outros componentes, ou seja, como uma liga metálica (Costa, 2001). Essa associação, em geral, é feita com o intuito de modificar determinadas propriedades do metal majoritário, melhorando-as de acordo com o objetivo pretendido - seja este o aumento da resistência, dureza, durabilidade, entre outros. Ademais, faz com que o processo de fabricação seja mais barato, visto que será necessário uma menor quantidade dos metais com maior custo de obtenção.

As ligas de prata em geral são obtidas a partir da adição de cobre (Cu), o que, a depender da concentração final, irá aumentar a sua resistência mecânica, modificar o seu ponto de fusão, a sua tonalidade e, também, a sua resistência à corrosão (Costa, 2005). Entretanto, também há casos em que outros elementos são adicionados, como chumbo (Pb) ou ouro (Au). Dentre as composições de ligas de prata mais usuais, tem-se a prata esterlina, constituída por 92,5% de prata e 7,5% de cobre; a “prata de moeda”, constituída 90% de prata e 10% de cobre; e a solda prata, que pode contar com proporções variáveis.

No que se refere às características físicas e químicas da prata, verifica-se que, por ser um metal, é um material brilhante, maleável e dúctil, o que pode ser explicado com base na sua estrutura cristalina e pelo modelo do mar de elétrons. Elementos metálicos interagem entre si a partir de ligações metálicas, formando então uma estrutura cristalina na qual os átomos do metal doam seus elétrons de valência, o que possibilita que estes se desloquem livremente entre os íons metálicos positivos que compõem a estrutura (Figueiredo Junior, 2012) (Figura 1). Desta maneira, torna-se possível então moldá-la em forma de chapas e em forma de fios com maior facilidade, visto que a estrutura formada é flexível e permite que haja o deslizamento dos íons e o rearranjo dos elétrons. Quanto ao brilho, entende-se que a presença desses elétrons livres contribui com o índice de reflexão da luz visível, o que resulta no aspecto brilhante e metálico característico.

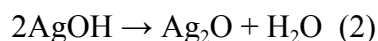
Figura 1 - Modelo do “Mar de Elétrons”



Fonte: FIGUEIREDO JUNIOR, 2012.

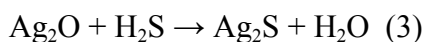
Além disso, a prata é um material pouco reativo e resistente à corrosão, por apresentar potencial de redução padrão positivo (+0,799 V). Isso porque o processo de corrosão metálica ocorre a partir de reações de oxidação-redução, nas quais um elemento sofre oxidação, que seria a perda de elétrons, enquanto o outro sofre redução, ganhando elétrons (Souza *et al*, 2013). Desse modo, quando exposta a ambientes ácidos, a prata não é suscetível a sofrer oxidação e, com isso, perder elétrons para os íons H^+ , mas sim de se manter reduzida em sua forma metálica ($Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$), o que a torna mais estável e resistente a corrosão em comparação a outros metais.

Entretanto, destaca-se que, quando em contato com oxigênio e umidade, a prata sofre reação, formando uma fina camada de óxido de prata (I) (Ag_2O) (Equação 1 e 2):



Processos nos quais há a formação desses óxidos em camadas insolúveis no meio corrosivo, auto-regeneráveis e sem a presença de poros, em geral são chamados de passivação (Figueiredo Junior, 2012), como ocorre com o alumínio e o cromo, visto que essas camadas geradas impedem a formação de novas corrosões, tornando o metal passivo por criarem uma barreira entre o metal e o meio corrosivo. Esta camada também é denominada pátina.

A camada de óxido de prata I, em contrapartida, não oferece essa proteção em meios com altos índices de umidade, tendo em consideração que sua exposição a sulfetos, como o sulfeto de hidrogênio (H_2S) ou sulfeto de carbonila (COS), desencadeiam a formação de outros compostos, como o sulfeto de prata (Ag_2S) (Equação 3):



A presença desses compostos na pátina faz com que a superfície do objeto se torne fosca e colorida, alterando sua aparência estética (Costa, 2005). A coloração está sujeita à espessura da pátina; nos casos em que ela é mais fina, verifica-se que a sua cor tende para um tom amarelo claro, progredindo para tonalidades próximas ao marrom e preto à medida em que a camada se torna mais espessa (Vassiliou; Gouda, 2013).

Conforme discutido por Cesare Brandi (2008), a presença desses danos afetam a leitura da peça e, por conseguinte, o exercício da sua função, justamente pelo comprometimento da sua unidade potencial. Associado a isso, Salvador Viñas (2021) discorre sobre o modo como essas alterações estéticas terão influência direta na legibilidade da peça, justamente por interferirem no modo como os indivíduos irão compreendê-la.

Visando impedir a ocorrência desses processos de corrosão, em geral são utilizados revestimentos protetores (Costa, 2005). Estes criam uma barreira sobre a superfície, impedindo a sua interação com os agentes corrosivos e, conseqüentemente, minimizando a ocorrência dos processos de corrosão metálica (Watkinson, 2010). No entanto, é válido destacar que o grau de eficiência desses revestimentos estará associado a diferentes variáveis e que a proteção oferecida não é permanente (Molina *et al*, 2023). Ademais, o emprego desses revestimentos deve ser feito considerando uma série de critérios, dentre os quais se destaca que o material a ser utilizado deve ser reversível, de baixa toxicidade e, também, que a sua aplicação não pode interferir na aparência estética da superfície.

O uso de revestimentos é uma prática comum na proteção de metais de patrimônio contra a corrosão. Quando estratégias de conservação preventiva não são aplicáveis, os revestimentos são utilizados para evitar a reação entre os metais e a umidade, o oxigênio e os poluentes, que são os fatores responsáveis pela corrosão, mas esse efeito protetor é limitado tanto em termos de eficácia quanto de duração (Molina *et al*, 2023, p. 99, tradução nossa)¹.

No que se refere propriamente aos revestimentos aplicados em prata, é esperado que o filme formado possua propriedades que dificultem a passagem de gases (Watkinson, 2010), como o H₂S, ou que seja hidrofóbico, obstruindo então o contato da água com a superfície. Em ambos os casos, a presença do revestimento inviabiliza a interação da prata com os agentes corrosivos, garantindo então que os processos de oxidação não sejam iniciados.

Desse modo, a proposta do presente trabalho é realizar um estudo sobre os revestimentos mais aplicados em bens culturais feitos em metal, com maior ênfase nas ligas

¹ No original: “The use of coatings is a common practice in protection of heritage metals against corrosion. When preventive conservation strategies are not applicable, they are used to avoid the reaction between metals and moisture, oxygen and pollutants, which are the responsible factors in corrosion, but this protective effect is limited both in terms of effectiveness and time.”

de prata. Por meio da execução de ensaios de corrosão artificial, teve-se como objetivo analisar o desempenho desses revestimentos e avaliar em quais circunstâncias eles seriam mais indicados, considerando suas características químicas (no que se refere à compatibilidade, durabilidade e retratabilidade) e, também, seus respectivos modos de aplicação. A partir disso, as considerações obtidas por meio desse estudo foram utilizadas como embasamento para a escolha do revestimento protetor a ser aplicado em um bem cultural em prata, sendo este um recipiente para Santos Óleos pertencente à Província dos Franciscanos Capuchinhos de Minas Gerais. Este possuía áreas de corrosão uniforme (Gentil, 2003), apresentando pátina de coloração amarelada a preta, comprometendo a sua aparência estética e, por conseguinte, sua leitura; nesse sentido, demandava a realização da remoção dessas pátinas e, em seguida, a aplicação de um revestimento protetor apropriado, a fim de evitar novas deteriorações.

O estudo sobre revestimentos voltados à proteção de superfícies metálicas, inibindo ou minimizando a ocorrência de processos corrosivos, possuem relevância por contribuírem com a preservação desses bens culturais e, também, dos respectivos aspectos históricos e estéticos associados a eles. No que se refere ao recipiente para Santos Óleos, entende-se que o objeto possui valores devocionais, quanto aos significados atribuídos a esses óleos dentro da Igreja Católica, e históricos, considerando a trajetória dos Frades Menores Capuchinhos no país e, também, no estado de Minas Gerais. Nesse sentido, a realização de intervenções sobre a peça, o que inclui a aplicação do revestimento protetor, contribui para a salvaguarda da sua materialidade e, portanto, com a preservação dos seus aspectos simbólicos.

2 REVESTIMENTOS INIBIDORES DE CORROSÃO

A inibição da ocorrência da corrosão metálica em bens culturais feitos em metal pode ser feita a partir de diferentes métodos, seja removendo possíveis agentes de corrosão presentes no ambiente, como umidade e poluentes presentes no ar, ou de formas mais intervencionistas, dentre as quais se destaca a aplicação de revestimentos protetores sobre a superfície metálica (Watkinson, 2010; Molina *et al*, 2023). Conforme já referenciado, esses revestimentos atuam a partir do mecanismo de barreira, impedindo ou minimizando o contato dos agentes de corrosão com o metal e, por conseguinte, inibindo a progressão dos processos corrosivos.

No que diz respeito ao emprego desses revestimentos propriamente em bens culturais, entende-se que estes, além de possuírem caráter protetivo, precisam ser seguros para o objeto, considerando a compatibilidade entre os materiais, e para os profissionais que

estejam trabalhando com o produto, quanto aos índices de toxicidade (Molina *et al*, 2023). Ademais, é necessário que o emprego desses revestimentos esteja em conformidade com o princípio da retratabilidade (Viñas, 2021), isto é, que a sua aplicação seja reversível ou passível de ser desfeita, sem riscos adicionais para o objeto. Este princípio é importante pois garante que futuras intervenções possam ser realizadas com técnicas mais avançadas, preservando em maior grau a integridade do bem cultural a longo prazo.

Nesse sentido, há alguns grupos de revestimentos que atendem esses critérios, sendo estes os revestimentos acrílicos, a base de ceras, a base de Nitrocelulose e a base de silanos (Costa, 2005; Watkinson, 2010; Molina *et al*, 2023).

Os revestimentos acrílicos são aqueles compostos por resinas acrílicas, que são polímeros sintéticos derivados do ácido acrílico ($C_3H_4O_2$), do ácido metacrílico ($C_4H_6O_2$) e de outros compostos similares. A utilização dessas resinas na restauração em geral é justificada pela sua estrutura química, que lhe garante maior estabilidade. Em primeiro lugar, destaca-se a presença de longas cadeias principais com ligações carbono-carbono (C-C), que, por serem átomos de mesma eletronegatividade, tornam-as menos reativas. Ademais, possuem apenas ligações simples nas cadeias principais, o que também contribui com a sua estabilidade, visto que ligações duplas e triplas costumam ser mais propensas a perderem elétrons para os outros grupos (Figueiredo Junior, 2012).

Os revestimentos à base de ceras também são opções comumente empregadas no campo da restauração, considerando suas propriedades hidrofóbicas. Isso se dá pela sua estrutura química, sendo esta composta por um éster obtido a partir da reação de um ácido graxo com um álcool graxo (Figueiredo Junior, 2012). A presença de grandes cadeias de hidrocarbonetos faz com que o revestimento formado não interaja com a umidade e, por conseguinte, impeça o contato desta com a superfície metálica. Além disso, podem ser facilmente aplicados e removidos, sendo retratáveis, o que facilita o seu manuseio; contudo, esse mesmo aspecto faz com que esses revestimentos, embora demonstrem certa eficiência, não sejam duráveis, demandando a realização de reaplicações após certo tempo.

Os revestimentos à base de Nitrocelulose são obtidos a partir da reação da celulose com o ácido nítrico e ácido sulfúrico. Esses revestimentos eram utilizados em maior grau antes da introdução da linha de acrílicos Paraloid®, mas acabaram sendo substituídos por não serem tão estáveis quanto os últimos. Evidencia-se também que o uso do Nitrocelulose é mais aconselhado para objetos em ambientes internos, visto que o material se decompõe rapidamente quando exposto à radiação UV (Costa, 2005).

Os revestimentos à base de silanos seriam então os compostos de organossilício, isto é, compostos com a presença de ligações carbono - silício. Devido à sua estrutura, verifica-se que esses revestimentos são estáveis, resistentes e pouco visíveis quando aplicados sobre a superfície; entretanto, suas propriedades, como retratabilidade e hidrofobicidade, podem ser melhoradas com o acréscimo de aditivos inorgânicos (Watkinson, 2010).

Além da composição desses revestimentos, entende-se que o método de aplicação também terá influência na eficiência dos revestimentos protetores, seja contribuindo ou minimizando seu grau de proteção (Watkinson, 2010). Nesse sentido, observa-se que os revestimentos protetores em geral são aplicados com o uso de pincel, por aspersão ou por polimento.

Como os revestimentos desempenham sua função em relação ao método de aplicação é tão importante quanto suas propriedades intrínsecas e deve ser uma parte fundamental dos testes. Um revestimento com propriedades de barreira apenas medianas pode ter um bom desempenho se suas propriedades físicas forem adequadas a um determinado procedimento de aplicação (Watkinson, 2010, p. 3326, tradução nossa)².

A aplicação com o uso de pincel é feita nos casos em que o revestimento utilizado se encontra em solução, dissolvido em um determinado solvente, de forma que a formação do filme ocorre durante a evaporação do solvente. Não há fontes que especifiquem se essa aplicação deve ser feita com o objeto na horizontal ou na vertical, mas, considerando a aplicação de vernizes em pinturas e demais superfícies (Bernstein, 1992), observa-se que na horizontal há uma menor ocorrência de gotejamentos e acúmulos de produto nas bordas, enquanto na vertical já há uma maior controle durante a execução - sobretudo nos casos em que a superfície possui maiores dimensões. Com base nisso, é possível questionar se esses aspectos também se aplicam aos objetos em metal e se terão influência no grau de cobertura e uniformidade dos revestimentos, considerando inclusive a possível presença de formatos curvos e de adornos e detalhes em alto e baixo relevo.

No que se refere à aplicação por aspersão, verifica-se que, assim como a aplicação com o uso de pincel, o método é voltado para revestimentos em solução, como os acrílicos. Por ser feita com o uso de um equipamento, auxilia na obtenção de uma cobertura mais uniforme e consistente, especialmente da espessura, por se tratar de uma aplicação contínua e com a mesma quantidade de material sendo aspergida. Todavia, a pressão da aspersão e a distância entre a superfície e o aspersor podem influenciar no resultado final, seja alterando o

² No original: "How coatings perform as a function of their application method is as important as their intrinsic properties and should form a major part o testing. A coating with only mediocre barrier properties may perform well if its physical properties suit a particular application procedure".

tamanho da espessura da camada ou interferindo no seu brilho, já que o processo de assentamento da solução sobre o objeto estará ocorrendo de formas distintas.

A aplicação por polimento, é feita nos casos em que o revestimento possui uma consistência mais pastosa, como os revestimentos à base de ceras. Justamente por isso, a aplicação é feita preferencialmente utilizando tecido que não deixe fios na superfície, como tecidos de microfibras. Este é friccionado sobre a superfície até que o material seja totalmente espalhado e se alcance o resultado estético esperado. Contudo, assim como observado quanto à aplicação com pincel, a presença de elementos com relevos pode ser uma questão, visto a possibilidade de que o revestimento se acumule nessas regiões e, com isso, altere a forma e a estética da superfície. Ademais, abre margem para questionamentos sobre a uniformidade da camada formada sobre a superfície após a fricção e se ela proporciona proteção completa.

Diante do exposto, reitera-se a ideia de que o grau de proteção do revestimento está atrelado a diferentes fatores, dentre os quais se destacam as características da superfície, a composição do revestimento e o método de aplicação. Nesse sentido, busca-se verificar quais revestimentos são mais eficientes e em quais condições, analisando como cada um desses fatores tem influência na proteção oferecida.

2.1 Metodologia

Para a realização dos testes propostos, inicialmente foi feita a seleção dos principais revestimentos aplicados em bens culturais feitos em prata. Para isso, optou-se por trabalhar com os revestimentos acrílicos, revestimentos à base de cera e revestimentos à base de Nitrocelulose; os revestimentos à base de silanos não foram incluídos no estudo por atualmente não serem tão utilizados como os demais. Evidencia-se que os testes foram realizados em amostras de prata 900 (90% prata e 10% cobre) e amostras de prata 500 (50% prata e 50% cobre), de modo a examinar se esses revestimentos ofereceram o mesmo nível de proteção mesmo em superfícies com concentrações diferentes de prata. Além disso, destaca-se que as amostras foram previamente preparadas, a fim de que possuíssem condições semelhantes antes da aplicação dos revestimentos escolhidos. Para isso, em primeiro lugar foi feita a limpeza da superfície das amostras com solução a 5 % de detergente e solução $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ de glicinato de sódio (Figueiredo Junior et al, 2021); em seguida, foi feito o polimento com massa de polir, utilizando uma Micro Retífica Dremel 3000. Por fim, as amostras foram adicionadas em um becker com solução a 5 % de detergente e levadas para uma cuba de ultrassom durante cerca de 2,5 minutos; esse procedimento foi feito mais duas vezes, utilizando aguarrás e, por último, álcool etílico.

Dentre os revestimentos acrílicos, foram escolhidos o Paraloid® B72 e o Paraloid® B44. O Paraloid® B72 é um dos produtos mais utilizados no campo da Restauração devido à sua estabilidade e às suas múltiplas funcionalidades (Watkinson, 2010; Molina *et al*, 2023); entretanto, no que se refere propriamente ao seu uso como revestimento protetor para objetos em prata, nota-se que ele geralmente é empregado diluído em acetona (C_3H_6O) ou xileno (C_8H_{10}). O xileno é um composto com altos índices de toxicidade e, justamente por isso, optou-se por não incluir o seu uso nos testes propostos. Em seu lugar, decidiu-se utilizar o acetato de isoamila ($C_7H_{14}O_2$), que, assim como o xileno³, possibilita a dissolução do Paraloid, mas em contrapartida é consideravelmente mais seguro para os profissionais e, também, para o ambiente⁴. As soluções foram preparadas a 5% m/m, isto é, 5 gramas de soluto para 95 gramas de solvente, o que, neste caso, representou 121 mL de acetona e 108 mL de acetato de isoamila; destaca-se que as soluções foram preparadas com auxílio de agitador magnético.

O Paraloid® B44, ainda que não tão usual quanto o Paraloid® B72, também é citado em estudos sobre revestimentos e em propostas de intervenção referentes a bens culturais em prata (Watkinson, 2010; Molina *et al*, 2023), sobretudo por ser um dos compostos presentes na formulação do Incralac®. Os testes com esse produto foram feitos com ele dissolvido em acetato de isoamila, também a 5% m/m.

Sobre o modo de aplicação, os revestimentos acrílicos foram aplicados com o uso de pincel e por aspersão. Na aplicação por pincel, as amostras utilizadas foram posicionadas na horizontal e na vertical, com o intuito de verificar se a posição do objeto interfere na homogeneidade da camada formada. Na aplicação por aspersão, os testes também foram feitos de duas formas: em primeiro lugar, com o aspersor a cerca de 6 centímetros de distância do objeto e com pressão de 6 psi, e, em segundo lugar, com o aspersor a cerca de 10 centímetros de distância do objeto e com pressão de 10 psi. Essa variação da pressão e da distância também foi executada com o objetivo de verificar se essas mudanças teriam influência na camada formada.

Dentre os revestimentos à base de cera, decidiu-se trabalhar com a cera microcristalina (Watkinson, 2010; Molina *et al*, 2023), com a cera Renaissance® (Molina *et al*, 2023) e, também, com a mistura de cera microcristalina e cera de polietileno proposta pelo Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST) do Rio de Janeiro (Granato; Campos; Marroquim, 2015).

³ FISPQ - Xileno. Labsynth. Disponível em: <<https://www.labsynth.com.br/fispq/FISPQ-%20Xilol.pdf>>.

⁴ FISPQ - Acetato de Isoamila. Labsynth.

Disponível em: <<https://www.labsynth.com.br/fispq/FISPQ-%20Acetato%20de%20Amila%20ISO.pdf>>.

A cera microcristalina, assim como o Paraloid® B72, é um dos produtos mais citados com relação à aplicação de revestimentos em metais (Molina *et al*, 2023). Para a realização dos testes, optou-se por utilizá-los a 22% e 33% m/m em aguarrás, com base nas formulações comerciais dos produtos R21® e TeCe 3534F® (Letardi, 2004), respectivamente. O preparo dessas dispersões foi feito a partir da mistura de 2,2 g de cera microcristalina em 9,75 mL de aguarrás e 3,3 g de cera microcristalina em 8,38 mL de aguarrás. Quanto ao modo de aplicação, os revestimentos foram aplicados por polimento, conforme usualmente realizado com revestimentos à base de ceras.

A cera Renaissance® é um produto frequentemente citado e utilizado em bens culturais (Watkinson, 2010; Molina *et al*, 2023), sendo composto por cera microcristalina e cera de polietileno. Foi adquirido já pronto para uso e sua aplicação, tal como recomendado, foi feita por polimento.

A mistura proposta pelo MAST (Granato; Campos; Marroquim, 2015), assim como a cera Renaissance, conta com a presença da cera de polietileno em sua composição, sendo obtida a partir da mistura de 100 gramas de cera microcristalina e 25 gramas de cera de polietileno em 250 mL de aguarrás. Assim como feito na aplicação da cera microcristalina e da cera Renaissance®, a aplicação da mistura foi feita por polimento.

Quanto aos revestimentos à base de Nitrocelulose, foi utilizado a seladora de nitrocelulose da marca Brasilux®. Sua escolha se deu devido ao fato da sua formulação ser semelhante ao do produto comercial Frigilene® (Luxford; Thickett, 2007), utilizado internacionalmente como revestimento protetor para superfícies metálicas (Molina *et al*, 2023). Conforme indicado nas instruções de uso⁵, o seu preparo foi feito a partir da sua diluição em Thinner, a partir da proporção de 1:3; no que diz respeito ao modo de aplicação, a mistura foi aplicada com o uso de pincel, com a amostra na vertical, tal como também indicado nas instruções.

Por fim, foi testado também o revestimento de Paraloid® B72 e Cera Microcristalina, a 5 e 3% m/m respectivamente, dissolvidos em acetato de isoamila. A inclusão desse revestimento nos testes foi feita por este ser citado em alguns estudos (Torino, 2017; Sallés *et al*, 2020), que justificam o uso da cera microcristalina para que o filme formado não espalhe muito a luz branca. Para a sua obtenção, foi feita a mistura de 5g de Paraloid® B72 e de 3g de cera microcristalina em 105 mL de acetato de isoamila; quanto à

⁵ FISPQ - Seladora Nitrocelulose Brasilux®. Brasilux Tintas. Disponível em: <<https://www.brasilux.com.br/wp-content/uploads/2017/01/fispq-seladoras-nitrocelulose.pdf>>.

sua aplicação, foi realizada por aspersão com pressão de 10 psi e a cerca de 10 cm de distância da superfície.

Tabela 1 - Revestimentos selecionados e métodos de aplicação

| REVESTIMENTOS SELECIONADOS E MÉTODOS DE APLICAÇÃO | | | |
|---|---|--|---|
| Revestimento | Método de aplicação | | |
| REVESTIMENTOS ACRÍLICOS | Paraloid® B72 a 5% em Acetona | Aplicação com uso de pincel | Horizontal Vertical |
| | | Aplicação por aspersão | Com pressão de 6 psi e a cerca de 6 cm de distância da superfície |
| | | | Com pressão de 10 psi e a cerca de 10 cm de distância da superfície |
| | | Paraloid® B72 a 5% em Acetato de Isoamila | Aplicação com uso de pincel |
| | Aplicação por aspersão | | Com pressão de 6 psi e a cerca de 6 cm de distância da superfície |
| | | | Com pressão de 10 psi e a cerca de 10 cm de distância da superfície |
| | Paraloid® B44 a 5% em Acetato de Isoamila | | Aplicação com uso de pincel |
| | | Aplicação por aspersão | Com pressão de 6 psi e a cerca de 6 cm de distância da superfície |
| | | | Com pressão de 10 psi e a cerca de 10 cm de distância da superfície |
| | | REVESTIMENTOS À BASE DE CERAS | Microcristalina a 22% em aguarrás (Semelhante a R21®) |
| | Microcristalina a 33% em aguarrás (Semelhante a TeCe 3534F®) | | Aplicação da dispersão sobre o objeto, com polimento após secagem |
| | Renaissance® | | Aplicação do produto com algodão |
| REVESTIMENTO À BASE DE Nitrocelulose | Seladora Brasilux® SL09 | Aplicação com uso de pincel | |
| OUTROS | Paraloid® B72 e Cera Microcristalina | Aplicação por aspersão com pressão de 10 psi e a cerca de 10 cm de distância da superfície | |

A partir da obtenção e da aplicação dos revestimentos indicados, foi feita então a caracterização destes. Em primeiro lugar, foram feitas medições dos valores de brilho em triplicatas e calculados os valores médios, utilizando um medidor de brilho digital Glossmeter GM-2000, com o objetivo de verificar o quanto os revestimentos aplicados influenciavam a aparência estética da superfície das amostras. O ensaio de medição de brilho quantifica a quantidade de luz refletida na superfície, o que revela o grau de brilho ou opacidade. Por mais que o aparelho fizesse medidas dos ângulos de 20°, 60° e 85°, optou-se por trabalhar apenas com as medidas dos ângulos de 60°, por ser o padrão universal aplicável em materiais com alto, médio e baixo brilho. Essas medidas tiveram como intuito verificar de que modo os filmes formados alteravam a superfície das amostras e até que ponto essa alteração seria prejudicial à aparência estética da superfície - considerando tanto a possibilidade de que a superfície ficasse fosca, quanto a de que a superfície ficasse excessivamente brilhante.

Em seguida, foram executados ensaios de corrosão artificial em atmosfera de H₂S, nos quais as amostras permaneceram por 24 horas. Para isso, foi montado um sistema com um balão de fundo redondo de 250 mL conectado a uma torneira de vidro curva e a um frasco de kitazato de 250 mL. A torneira e o kitazato foram conectados por um mangueira de borracha, de forma a possibilitar a passagem do gás entre as vidrarias. Ambos os frascos foram presos por suportes metálicos e garras. No kitazato, foram posicionadas as amostras, sendo estas suspensas por meio do uso de fios de náilon presos em um septo de borracha da dimensão da abertura do kitazato. No balão de fundo redondo, foram inseridos 58 mg de FeS e 25 mL de solução a 25% de H₂SO₄, obtendo então H₂S em sua forma gasosa, de acordo com a equação 4. Para acelerar a reação, o balão foi aquecido em banho-maria utilizando um aquecedor. O H₂S formado é então difundido para o kitazato contendo as moedas, e, para evitar o escape de gás para o ambiente, cada conexão foi revestida com parafilme.

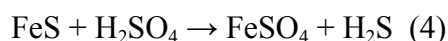
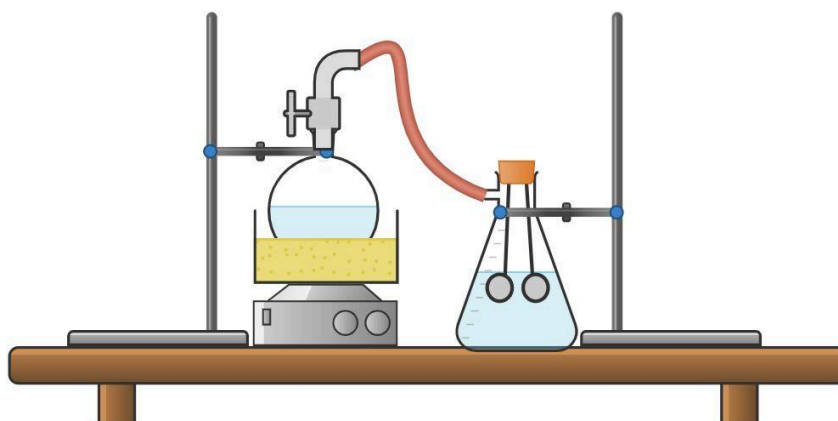


Figura 2 - Estrutura do ensaio de corrosão artificial em atmosfera de H₂S

Fonte: Chemix - Draw Lab Diagrams⁶

Com a realização dos ensaios de corrosão, os resultados obtidos foram mensurados numericamente com base na realização das medidas de CIELAB. De modo geral, o espaço de cor CIELAB é um modelo pelo qual as cores são descritas em termo de luminosidade (L^*), posição entre verde e vermelho (a^*) e posição entre azul e amarelo (b^*); a partir dessas medidas, é possível então localizar diferentes tons nesse espaço e, com isso, distinguir suas diferenças. Utilizando um colorímetro portátil da marca Linshang®, foram feitas medições em triplicatas na superfície das amostras antes e após o ensaio e calculados os valores médios, a fim de que fosse possível comparar os valores e verificar o quanto os revestimentos testados protegeram as amostras nos quais foram aplicados. Essa mensuração foi estimada por meio dos valores de ΔE , que, neste caso, representam a variação das cores da superfície das amostras antes e após corrosão artificial, sendo estes obtidos conforme a fórmula indicada abaixo:

$$\Delta E = \sqrt{(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2}$$

Por fim, é válido ressaltar que, para a remoção dos revestimentos analisados e a aplicação dos revestimentos seguintes, foram utilizados os mesmos solventes empregados para a preparação das misturas. Os revestimentos acrílicos, por exemplo, foram retirados por meio do uso da Acetona e do Acetato de Isoamila, enquanto os revestimentos a base de ceras foram removidos com aguarrás; para a remoção do revestimento à base de Nitrocelulose, foi utilizado Thinner, e, para a remoção da mistura de Paraloid® B72 e Cera Microcristalina, Acetato de Isoamila.

⁶ Disponível em: <<https://chemix.org/>>.

2.2 Resultados

2.2.1 Medidas de brilho

Conforme indicado na metodologia, foram feitas medições dos valores de brilho da superfície das amostras antes e após a aplicação do revestimento. As medidas de brilho referentes aos revestimentos acrílicos podem ser visualizadas nas Tabelas 2, 3 e 4. Nestas, constam a média das medidas de brilho da superfície antes e após a aplicação do revestimento, sendo que a diferença entre as medidas está demonstrada pela alteração percentual do brilho (AB%). Isto é, pela proporção do valor final em relação ao valor inicial, calculado de acordo com a equação 1, onde AB% é a alteração do Brilho Porcentual, B_f é o brilho final em G.U. (Gloss Units) e B_i é o brilho inicial em G.U. (Gloss Units).

$$AB\% = \frac{B_f - B_i}{B_i} \times 100 \quad (1)$$

Tabela 2 - Medidas de brilho (Paraloid® B72 5% em Acetona)

| PARALOID® B72 5% EM ACETONA | | | | | | | | |
|-----------------------------|------------|----------|---------------|-----------------|------------|----------|---------------|-----------------|
| Tipo da Moeda | Ag900 | | | | Ag500 | | | |
| | Pincel | | Aspersão | | Pincel | | Aspersão | |
| Modo de Aplicação | Horizontal | Vertical | 6 psi 6 cm | 10 psi 10 cm | Horizontal | Vertical | 6 psi 6 cm | 10 psi 10 cm |
| Antes da aplicação (G.U.) | 442 | 494,7 | 529,7 | 471,3 | 378,3 | 356,7 | 334,3 | 383 |
| Após a aplicação (G.U.) | 427 | 343,3 | 62,6 | 158 | 321,3 | 304,7 | 31,3 | 165,7 |
| Alteração do Brilho (%) | -3,39 | -30,6 | -88,18 | -66,48 | -15,07 | -14,58 | -90,64 | -56,74 |

Tabela 3 - Medidas de brilho (Paraloid® B72 5% em Acetato de Isoamila)

| PARALOID® B72 5% EM ACETATO DE ISOAMILA | | | | | | | | |
|---|------------|----------|---------------|-----------------|------------|----------|---------------|-----------------|
| Tipo da Moeda | Ag900 | | | | Ag500 | | | |
| Modo de Aplicação | Pincel | | Aspersão | | Pincel | | Aspersão | |
| | Horizontal | Vertical | 6 psi 6 cm | 10 psi 10 cm | Horizontal | Vertical | 6 psi 6 cm | 10 psi 10 cm |
| Antes da aplicação (G.U.) | 487,7 | 425,3 | 466 | 428 | 322,7 | 289,7 | 301,7 | 335,3 |
| Após a aplicação (G.U.) | 418 | 373,7 | 357,7 | 362 | 263,3 | 254 | 241 | 262,3 |
| Alteração do Brilho (%) | -14,29 | -12,13 | -23,24 | -15,42 | -18,41 | -12,32 | -20,12 | -21,77 |

Tabela 4 - Medidas de brilho (Paraloid® B44 5% em Acetato de Isoamila)

| PARALOID® B44 5% EM ACETATO DE ISOAMILA | | | | | | | | |
|---|------------|----------|---------------|-----------------|------------|----------|---------------|-----------------|
| Tipo da Moeda | Ag900 | | | | Ag500 | | | |
| Modo de Aplicação | Pincel | | Aspersão | | Pincel | | Aspersão | |
| | Horizontal | Vertical | 6 psi 6 cm | 10 psi 10 cm | Horizontal | Vertical | 6 psi 6 cm | 10 psi 10 cm |
| Antes da aplicação (G.U.) | 452 | 484 | 409 | 381,7 | 311 | 346 | 316 | 278,7 |
| Após a aplicação (G.U.) | 421,3 | 406,3 | 350,3 | 284 | 244,3 | 237,7 | 265,3 | 219 |
| Alteração do Brilho (%) | -6,79 | -16,05 | -14,35 | -25,60 | -21,45 | -31,30 | -16,04 | -21,42 |

A partir dos dados expostos, verifica-se que a aplicação com uso do pincel tende a formar filmes com valores de brilho mais altos, em comparação ao método por aspersão, especialmente quando a aplicação foi realizada com as amostras na posição horizontal. Contudo, observa-se que, nos casos em que os valores de brilho após a aplicação são mais

altos, o revestimento formado possui uma aparência plástica, interferindo então na estética da superfície metálica.

Os valores obtidos a partir da aplicação por aspersão também se mantêm próximos ao da superfície inicial, mas com valores de brilho mais baixos. Isto, no entanto, não interfere significativamente na aparência final do revestimento, exceto no caso do revestimento de Paraloid® B72 a 5% em Acetona, no qual os valores de brilho já diminuíram em maior grau. Essa queda pode ser explicada pela volatilidade da acetona associada ao uso do aerógrafo, o que fez com que o revestimento se tornasse mais fosco. A evaporação mais rápida do solvente dificulta a nivelção da camada de verniz, tornando-a rugosa e, por isso, fosca. Além disso, nota-se que uma maior proximidade entre o aspersor e as superfícies resultou em revestimentos mais brilhantes, em comparação com aqueles aplicados a uma maior distância, o que pode ter sido ocasionado pela camada formada possuir uma maior espessura; contudo, ainda assim se observa certa proximidade entre os valores.

No que se refere às medidas dos revestimentos à base de cera, os dados obtidos se encontram na Tabela 5:

Tabela 5 - Medidas de brilho (revestimentos à base de cera)

| CERAS (Aplicação com Polimento) | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------|--------|-------|--------|-------------|--------|-------|--------|
| Tipo da Moeda | | Ag900 | | | Ag500 | | | |
| Cera | Renaissance | MAST | 22% | 33% | Renaissance | MAST | 22% | 33% |
| Antes da aplicação (G.U.) | 520 | 442 | 440,7 | 466,7 | 371,3 | 302 | 344,3 | 344 |
| Após a aplicação (G.U.) | 245,3 | 354 | 416,7 | 410 | 160,7 | 145 | 346,7 | 283,3 |
| Alteração do Brilho (%) | -52,83 | -19,91 | -5,45 | -12,15 | -56,72 | -22,04 | 0,70 | -17,65 |

Considerando o exposto, verifica-se que a aplicação da cera Renaissance® teve uma maior influência na superfície das amostras, quando comparada aos demais revestimentos à base de cera, tornando-as mais foscas. A aplicação da mistura proposta pelo MAST e das dispersões de cera Microcristalina, sobretudo a dispersão à 22%, já possui valores de brilho mais altos e próximos ao da superfície da prata sem revestimento, sendo que neste caso os

filmes formados não possuem aparência plástica. Por mais que a aplicação das ceras inicialmente faça com que as superfícies se tornem esbranquiçadas, o polimento da superfície faz com que o seu brilho seja retomado (a rugosidade da superfície é diminuída); após a aplicação da dispersão de cera Microcristalina à 22%, por exemplo, nota-se que a superfície se torna inclusive mais brilhante.

Por fim, foram feitas também medidas do revestimento à base de Nitrocelulose (Tabela 6) e do revestimento formado a partir da mistura do Paraloid B72 e da cera microcristalina (Tabela 7):

Tabela 6 - Medidas de brilho (revestimento à base de Nitrocelulose)

| REVESTIMENTO À BASE DE NITROCELULOSE (Seladora Brasilux® SL09) | | |
|---|---------------|---------------|
| Aplicação com Pincel | | |
| Tipo da Moeda | Ag900 | Ag500 |
| Antes da aplicação (G.U.) | 443,7 | 392,7 |
| Após a aplicação (G.U.) | 109,3 | 126,3 |
| Alteração do Brilho (%) | -75,37 | -67,84 |

Tabela 7 - Medidas de brilho (Paraloid® B72 e Cera Microcristalina)

| PARALOID® B72 5% E CERA MICROCRISTALINA 3% EM ACETATO DE ISOAMILA | | |
|--|---------------|---------------|
| Aplicação por aspersão – 10 psi / 10 cm | | |
| Tipo da Moeda | Ag900 | Ag500 |
| Antes da aplicação (G.U.) | 415,3 | 372,7 |
| Após a aplicação (G.U.) | 34,9 | 34,2 |
| Alteração do Brilho (%) | -91,60 | -90,82 |

Ambos os revestimentos fizeram com que os valores de brilho da superfície fossem alterados, tornando-as mais foscas, sobretudo o revestimento de Paraloid® B72 e Cera Microcristalina, que fez também com que as amostras ficassem esbranquiçadas. Isto ocorreu pela presença da cera microcristalina, que, devido à ação do Paraloid® B72, não pode ser polida.

A comparação entre as alterações de brilho percentuais podem ser visualizadas nos gráficos abaixo, sendo o primeiro referente às medidas de brilho feitas nas amostras de prata 900 (Figura 3) e, o segundo, sobre as medidas de brilho das amostras de prata 500 (Figura 4).

Destaca-se que, quanto mais próximos de zero são os valores, menores são os graus de alteração da aparência estética após a aplicação do revestimento.

Figura 3 - Alteração do Brilho Porcentual (AB%) - Ag900

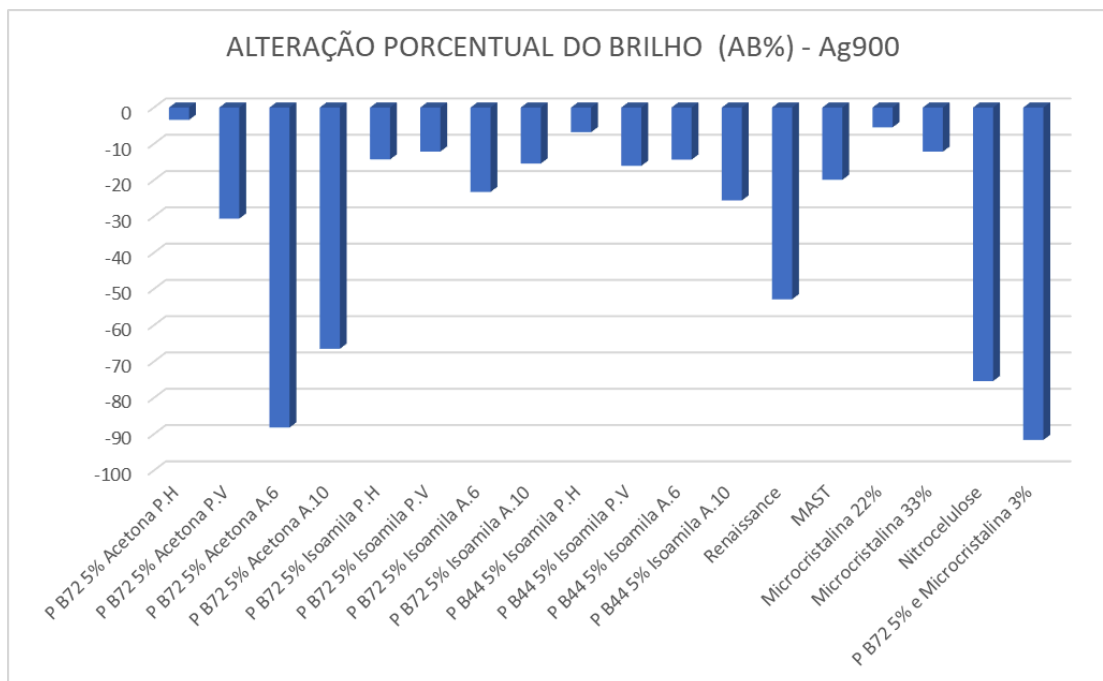
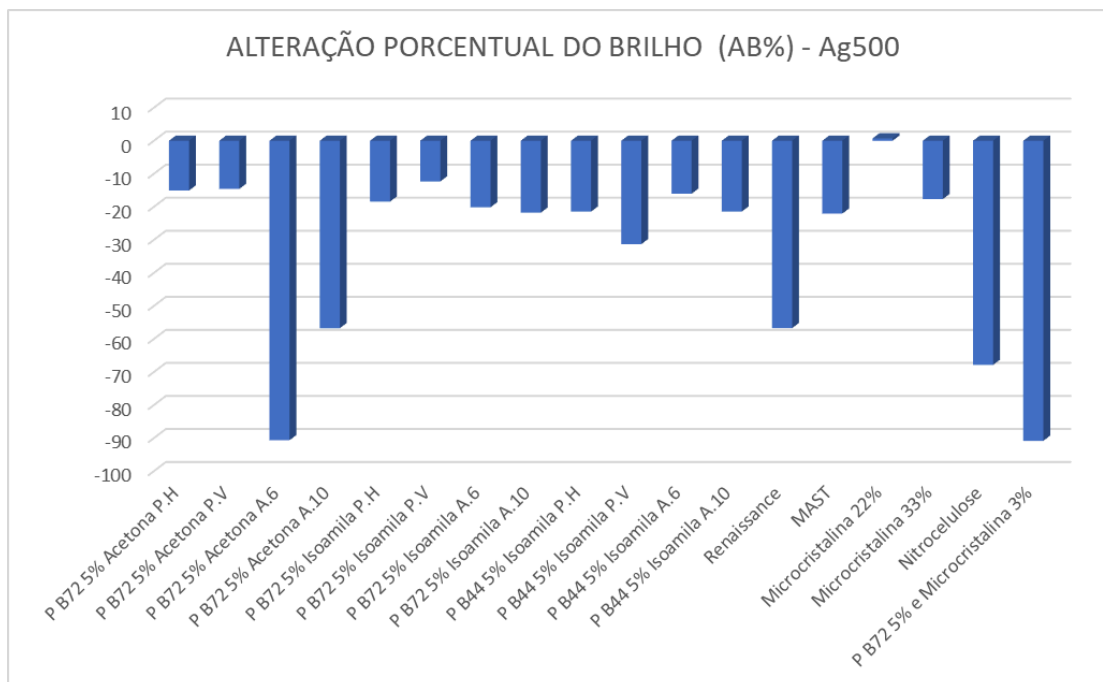


Figura 4 - Alteração do Brilho Porcentual (AB%) - Ag500



2.2.2 Ensaio de corrosão artificial

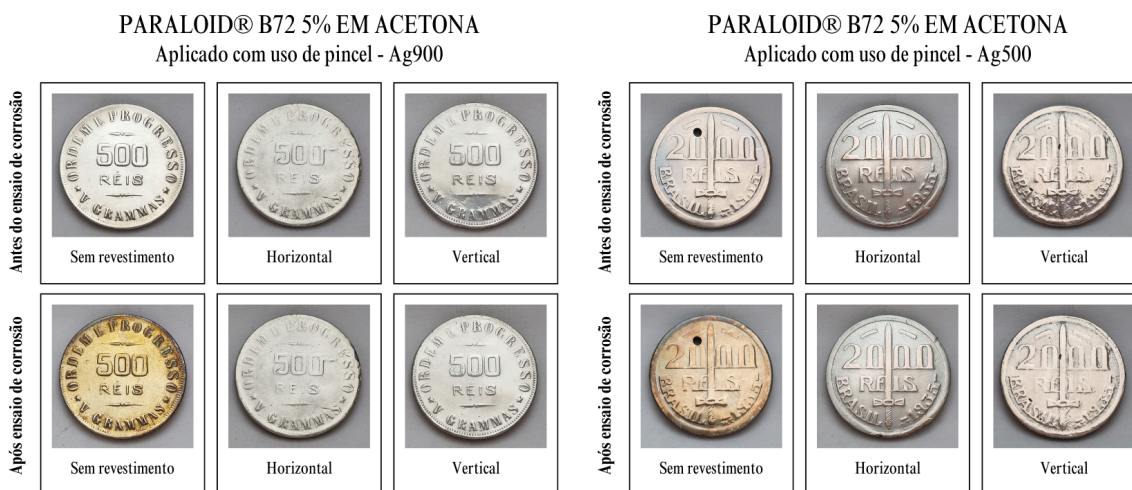
Após a realização das medidas de brilho, foram feitos os ensaios de corrosão artificial em atmosfera de H₂S. Conforme já indicado na seção 2.1, esses testes foram mensurados numericamente a partir da medição dos valores de CIELAB, com os quais foram calculados os valores de ΔE , que, tal como supracitado, representam a variação das cores da superfície das amostras antes e após corrosão artificial.

Os dados obtidos a partir desses ensaios, no que se refere aos revestimentos acrílicos, se encontram nas tabelas abaixo (Tabela 8, 9 e 10), nas quais estão indicados os valores médios de LAB e os valores calculados de ΔE . Ademais, verifica-se também os registros fotográficos feitos das amostras antes e após a realização do ensaio de corrosão.

Tabela 8 - Medidas de CIELAB (Paraloid® B72 5% em Acetona)

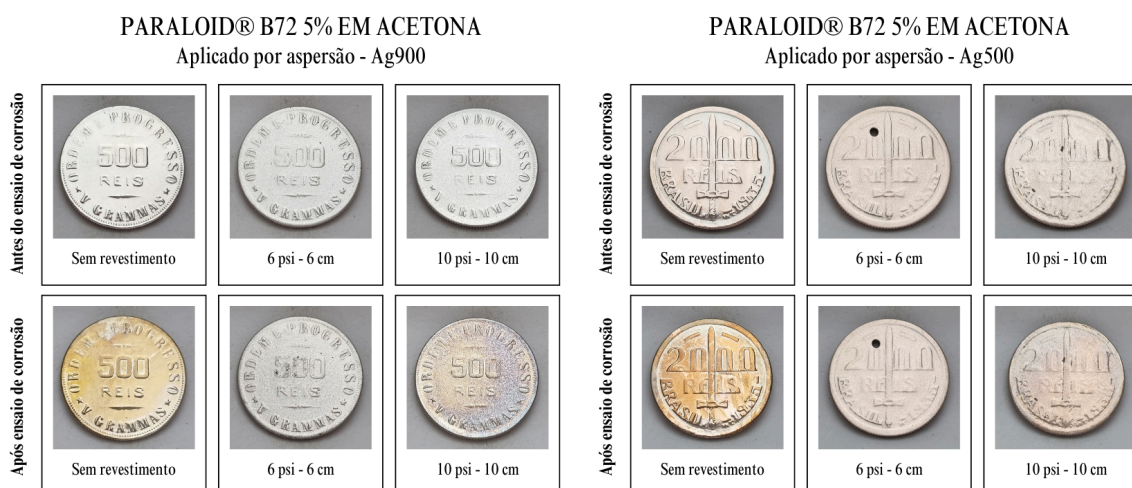
| | | PARALOID® B72 5% EM ACETONA | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|--------------|
| | | Ag900 | | | | Ag500 | | | |
| Valores CIELAB | | L* | a* | b* | ΔE | L* | a* | b* | ΔE |
| | Controle | 85,44 | 3,96 | 6,78 | - | 82,29 | 8,96 | 10,77 | - |
| Aplicação com uso de pincel | Controle após corrosão | 69,27 | 10,88 | 27,79 | 27,40 | 66,4 | 12,54 | 22,9 | 20,31 |
| | Horizontal | 83,63 | 1,79 | 6,2 | 2,88 | 80,28 | 7,47 | 9,43 | 2,84 |
| | Vertical | 82,71 | 2,72 | 5,31 | 3,34 | 79,08 | 8,95 | 10,69 | 3,21 |
| | Controle | 91,14 | 3,59 | 7,6 | - | 84,63 | 9,56 | 10,78 | - |
| Aplicação por aspersão | Controle após corrosão | 72,84 | 9,62 | 24,07 | 25,35 | 69,18 | 16,39 | 29,57 | 25,27 |
| | 6 psi / 6 cm | 81,97 | 4,42 | 7,18 | 9,22 | 81,82 | 9,9 | 11,09 | 2,85 |
| | 10 psi / 10 cm | 77,1 | 8,09 | 11,17 | 15,17 | 77,79 | 12,09 | 13,73 | 7,87 |

Figura 5 - Paraloid® B72 a 5% em Acetona (aplicação com uso de pincel)



Fonte: Natália Freitas, 2024.

Figura 6 - Paraloid® B72 a 5% em Acetona (aplicação por aspersão)



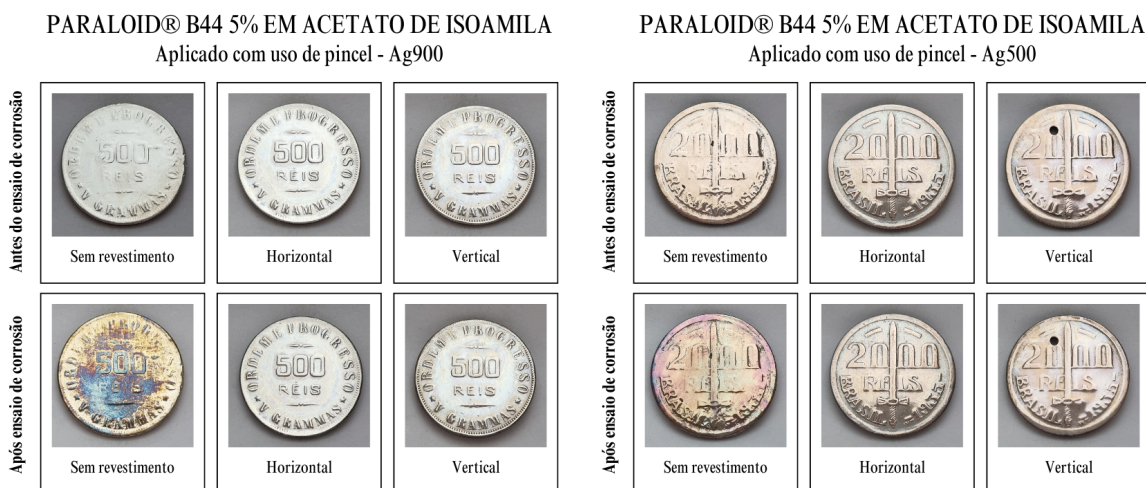
Fonte: Natália Freitas, 2024.

Com base nos dados e imagens, o revestimento Paraloid® B72 a 5% em Acetona minimizou de certa forma a ocorrência da corrosão, protegendo parcialmente as amostras. Contudo, nota-se que as amostras com a aplicação por aspersão foram danificadas em maior grau, quando comparadas aos revestimentos aplicados com uso do pincel, o que indica que a camada formada não foi uniforme e espessa o suficiente para que ocorresse a proteção da superfície.

Tabela 9 - Medidas de CIELAB (Paraloid® B44 5% em Acetato de Isoamila)

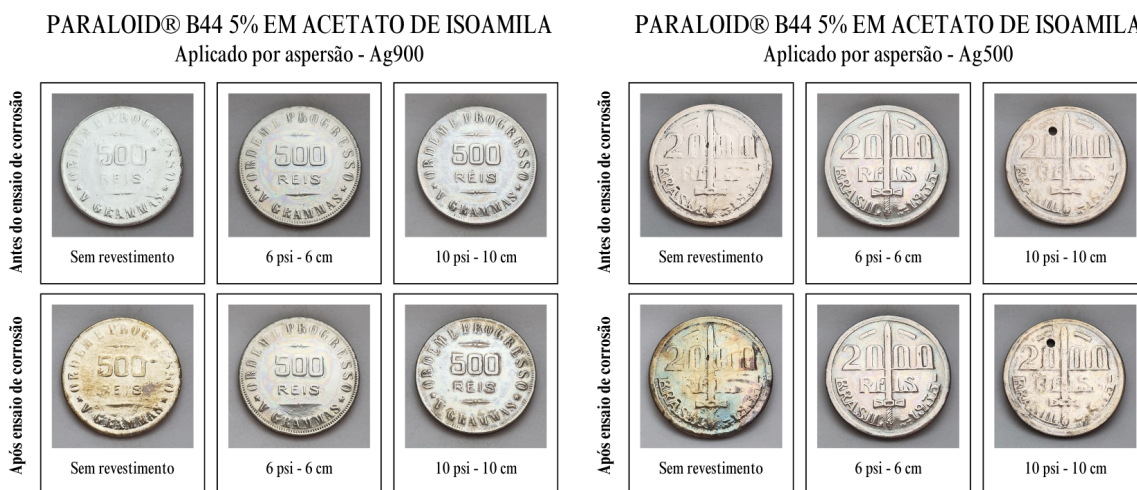
| PARALOID® B44 5% EM ACETATO DE ISOAMILA | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|-------|------|-------|--------------|-------|------|-------|--------------|
| Valores CIELAB | | Ag900 | | | | Ag500 | | | |
| | | L* | a* | b* | ΔE | L* | a* | b* | ΔE |
| | Controle | 88,88 | 2,81 | 6,8 | - | 83 | 8,12 | 12,87 | - |
| Aplicação com uso de pincel | Controle após corrosão | 54,51 | 9,52 | 7,33 | 35,02 | 61,81 | 9,55 | 17,44 | 21,72 |
| | Horizontal | 85,66 | 4,52 | 7,32 | 3,68 | 78,99 | 8,82 | 11,9 | 4,18 |
| | Vertical | 85,43 | 3,96 | 7,32 | 3,67 | 78,27 | 7,99 | 10,26 | 5,40 |
| | Controle | 92,01 | 1,73 | 5,96 | - | 84,44 | 8,27 | 10,87 | - |
| Aplicação por aspersão | Controle após corrosão | 75,75 | 7,4 | 22,69 | 24,01 | 67,24 | 6,08 | 9,54 | 17,39 |
| | 6 psi / 6 cm | 84,15 | 3,85 | 8,2 | 8,44 | 81,32 | 8,11 | 9,89 | 3,27 |
| | 10 psi / 10 cm | 79,41 | 3,36 | 7,32 | 12,78 | 74,8 | 7,8 | 12,67 | 9,82 |

Figura 7 - Paraloid® B44 a 5% em Acetato de Isoamila (aplicação com uso de pincel)



Fonte: Natália Freitas, 2024.

Figura 8 - Paraloid® B44 a 5% em Acetato de Isoamila (aplicação por aspersão)



Fonte: Natália Freitas, 2024.

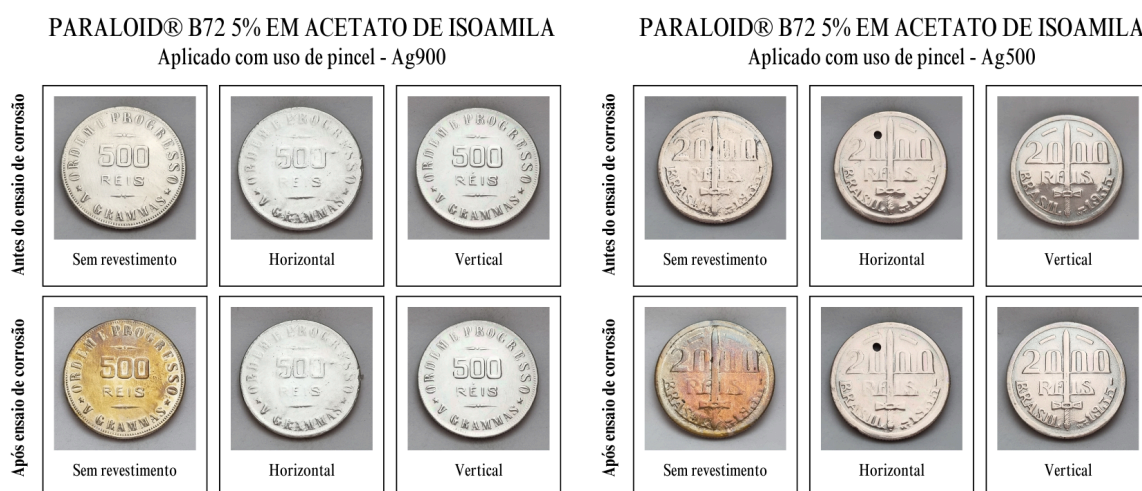
Os revestimentos de Paraloid® B44 a 5% em Acetato de Isoamila, assim como os revestimentos de Paraloid® B72 a 5% em Acetona, também minimizaram a ocorrência da corrosão, mas ainda assim possibilitaram que algumas regiões fossem sensibilizadas. Entretanto, nesse caso já é verificado uma maior proximidade entre os resultados obtidos a partir da aplicação por aspersão e com o uso do pincel, o que pode estar relacionado ao solvente utilizado, visto que o Acetato de Isoamila é menos volátil do que a Acetona, permitindo então que a camada se forme sobre a superfície de modo mais homogêneo.

Tabela 10 - Medidas de CIELAB (Paraloid® B72 5% em Acetato de Isoamila)

| PARALOID® B75 5% EM ACETATO DE ISOAMILA | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|-------|------|-------|--------------|-------|-------|-------|--------------|
| | | Ag900 | | | | Ag500 | | | |
| Valores CIELAB | | L* | a* | b* | ΔE | L* | a* | b* | ΔE |
| | Controle | 87,1 | 3,47 | 9,07 | - | 81,97 | 9,75 | 11,65 | - |
| Aplicação com uso de pincel | Controle após corrosão | 64,81 | 9,91 | 21,79 | 26,46 | 56,45 | 12,22 | 15,53 | 25,93 |
| | Horizontal | 85,71 | 2,93 | 6,19 | 3,24 | 79,95 | 8,24 | 10,29 | 2,87 |
| | Vertical | 86,68 | 3,38 | 5,7 | 3,40 | 80,68 | 7,68 | 10,7 | 2,62 |

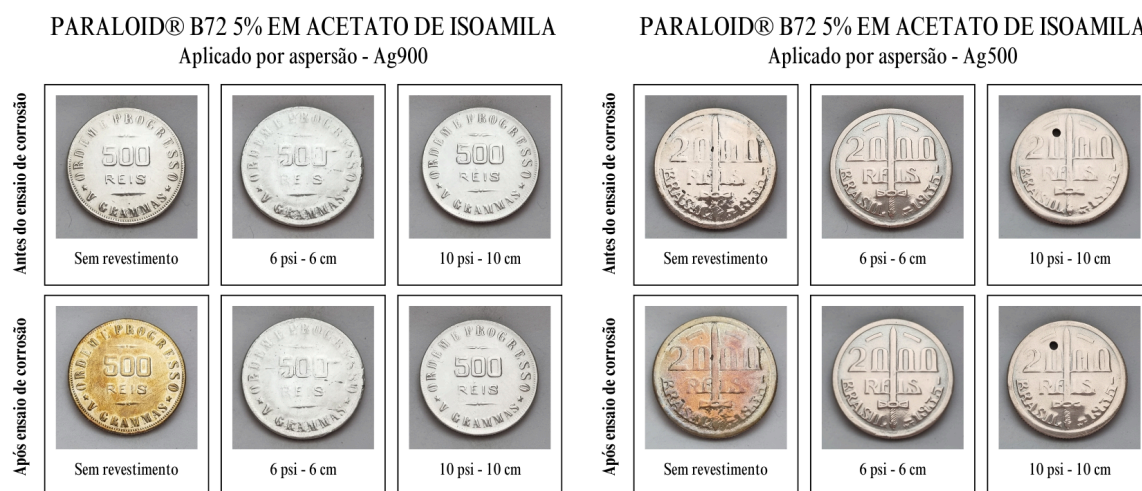
| | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|--------------|
| | Controle | 85,59 | 3,02 | 7,83 | - | 83,12 | 9,04 | 11,65 | - |
| Aplicação por aspersão | Controle após corrosão | 66,04 | 12,56 | 30,02 | 31,07 | 62,07 | 14,77 | 21,21 | 23,82 |
| | 6 psi / 6 cm | 87,9 | 2,98 | 5,49 | 3,29 | 80,78 | 9,36 | 10,53 | 2,61 |
| | 10 psi / 10 cm | 87,44 | 2,9 | 5,42 | 3,04 | 81,21 | 9,58 | 10,9 | 2,12 |

Figura 9 - Paraloid® B72 a 5% em Acetato de Isoamila (aplicação com uso de pincel)



Fonte: Natália Freitas, 2024.

Figura 10 - Paraloid® B72 a 5% em Acetato de Isoamila (aplicação por aspersão)



Fonte: Natália Freitas, 2024.

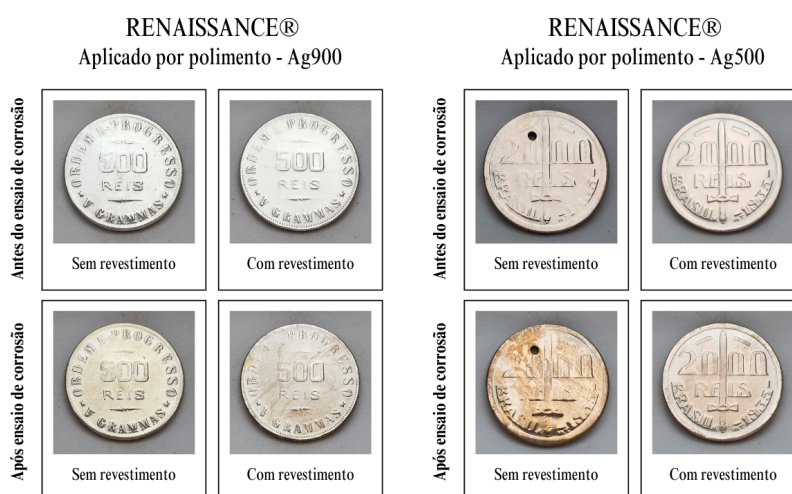
Dentre os acrílicos, verifica-se que os revestimentos Paraloid® B72 a 5% em Acetato de Isoamila foram o que ofereceram mais proteção as amostras, tanto nos casos em que a aplicação foi feita com o uso de pincel quanto nos casos em que a aplicação foi feita por aspersão.

Quanto aos revestimentos à base de ceras, valores médios de LAB e os valores calculados de ΔE , assim como os registros fotográficos das amostras antes e após o ensaio de corrosão, podem ser visualizados nas tabelas e figuras abaixo:

Tabela 11 - Medidas de CIELAB (Renaissance®)

| RENAISSANCE® (Aplicação com polimento) | | | | | |
|--|------------------------|-------|-------|-------|------------|
| | | L* | a* | b* | ΔE |
| Ag900 | Controle | 90,16 | 3,12 | 5,01 | - |
| | Controle após corrosão | 81,29 | 4,7 | 14,62 | 13,17 |
| | Renaissance® | 75,93 | 5,34 | 12,26 | 16,12 |
| Ag500 | Controle | 85,84 | 9,41 | 12,93 | - |
| | Controle após corrosão | 71,59 | 14,98 | 26,05 | 20,15 |
| | Renaissance® | 78,34 | 10,12 | 14,23 | 7,64 |

Figura 11 - Renaissance® (aplicação por polimento)



Fonte: Natália Freitas, 2024.

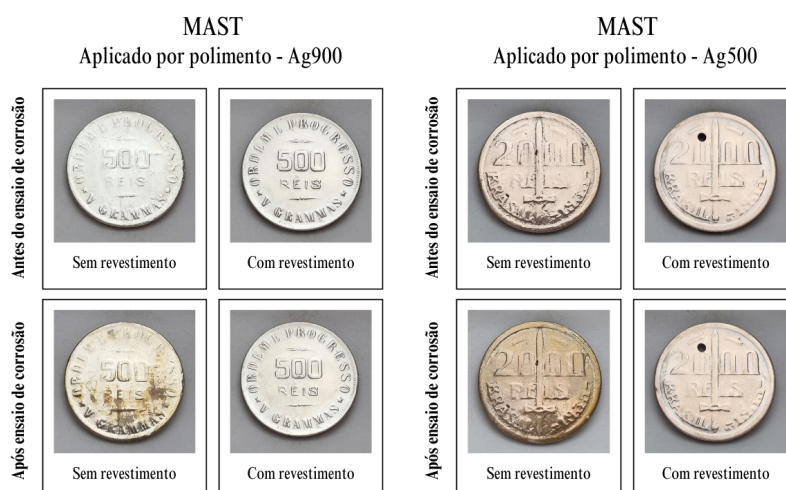
Diferentemente do esperado, a cera Renaissance® não ofereceu proteção às superfícies nas quais foi aplicada, permitindo inclusive que o processo de corrosão fosse mais

intenso na amostra de prata 900 com revestimento do que na amostra controle sem revestimento. No que se refere às características do produto, nota-se que ele é mais denso do que as demais ceras testadas, o que pode ter interferido durante a realização do polimento e, por conseguinte, feito com que a camada aplicada não estivesse sendo espalhada, mas sim removida.

Tabela 12 - Medidas de CIELAB (MAST)

| MAST (Aplicação com polimento) | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| | | L* | a* | b* | ΔE |
| Ag900 | Controle | 90,95 | 2,24 | 5,2 | - |
| | Controle após corrosão | 67,91 | 7,43 | 18,44 | 27,08 |
| | MAST | 85,16 | 3,83 | 8,92 | 7,06 |
| Ag500 | Controle | 81,84 | 10,31 | 11,71 | - |
| | Controle após corrosão | 65,99 | 12,44 | 17,99 | 17,18 |
| | MAST | 79,79 | 9,25 | 12,13 | 2,35 |

Figura 12 - MAST (aplicação por polimento)



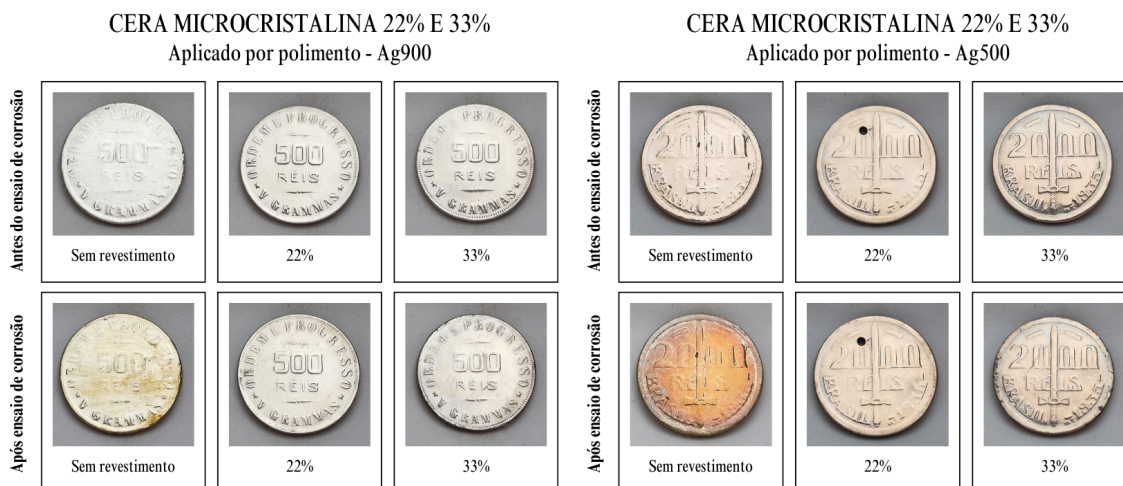
Fonte: Natália Freitas, 2024.

Em contrapartida, a mistura proposta pelo MAST já possui maior fluidez, permitindo então que o polimento fosse feito com maior facilidade. Desse modo, nota-se que o revestimento garantiu proteção às amostras, minimizando a ocorrência da corrosão metálica.

Tabela 13 - Medidas de CIELAB (Cera Microcristalina 22% e 33%)

| MICROCRISTALINA 22% e 33% (Aplicação com polimento) | | | | | |
|---|------------------------|-------|------|-------|------------|
| | | L* | a* | b* | ΔE |
| Ag900 | Controle | 88,95 | 2,28 | 6,25 | - |
| | Controle após corrosão | 75,01 | 6,11 | 23,19 | 22,27 |
| | Microcristalina 22% | 86,01 | 4,43 | 9 | 4,56 |
| | Microcristalina 33% | 82,36 | 4,35 | 8,11 | 7,15 |
| Ag500 | Controle | 82,1 | 9,43 | 13,23 | - |
| | Controle após corrosão | 62,4 | 23,5 | 27,58 | 28,14 |
| | Microcristalina 22% | 79,43 | 9,09 | 15,33 | 3,41 |
| | Microcristalina 33% | 74,56 | 9,31 | 14,06 | 7,59 |

Figura 13 - Cera Microcristalina 22% e 33% (aplicação por polimento)



Fonte: Natália Freitas, 2024.

Quanto às ceras microcristalinas, verifica-se que a dispersão à 22% e 33% também protegeram as superfícies da amostra; entretanto, destaca-se que o desempenho da dispersão à 22% foi superior. Assim como a cera Renaissance®, a dispersão de cera microcristalina à

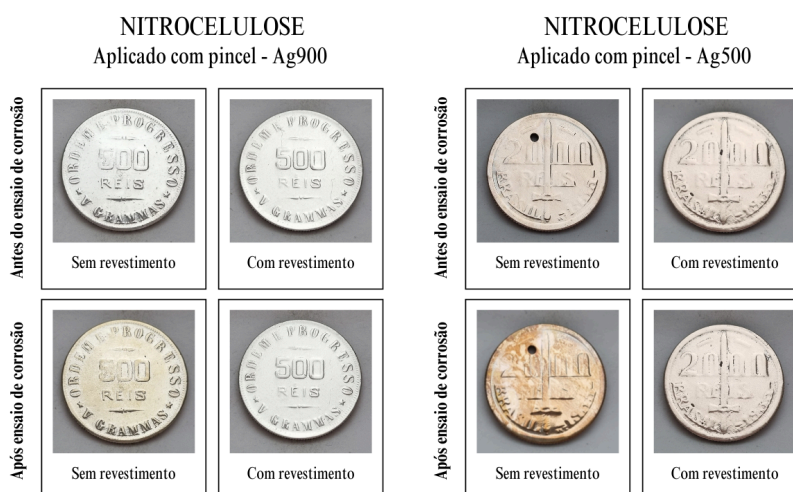
33% também é mais densa, justamente por ser mais concentrada, o que pode ter interferido na execução do polimento e, com isso, feito com que a filme formado não fosse homogêneo.

Por fim, os registros fotográficos, os valores médios de LAB e os valores calculados de ΔE referentes aos testes executados com o revestimento à base de nitrocelulose (Tabela 14) e o revestimento com Paraloid® B72 e Cera Microcristalina (Tabela 15) podem ser consultados abaixo:

Tabela 14 - Medidas de CIELAB (revestimento à base de Nitrocelulose)

| REVESTIMENTO À BASE DE Nitrocelulose - BRASILUX® SL09 | | | | | |
|---|------------------------|-------|-------|-------|--------------|
| | | L* | a* | b* | ΔE |
| Ag900 | Controle | 90,16 | 3,12 | 5,01 | - |
| | Controle após corrosão | 81,29 | 4,7 | 14,62 | 13,17 |
| | SL09 | 87,99 | 4,75 | 6,46 | 3,08 |
| Ag500 | Controle | 85,84 | 9,41 | 12,93 | - |
| | Controle após corrosão | 71,59 | 14,98 | 26,05 | 20,15 |
| | SL09 | 82,07 | 9,25 | 11,58 | 4,01 |

Figura 14 - Revestimento à base de Nitrocelulose (aplicação com pincel)

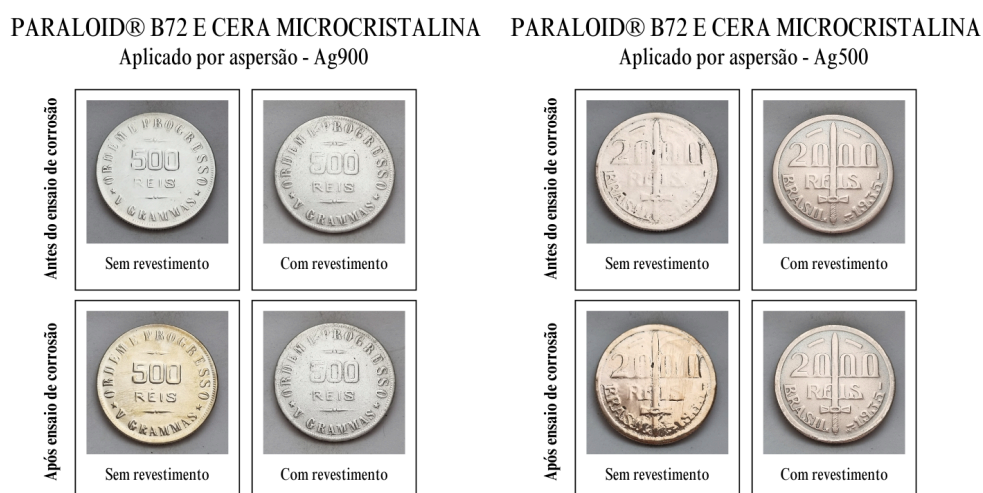


Fonte: Natália Freitas, 2024.

Tabela 15 - Medidas de CIELAB (Paraloid® B72 e Cera Microcristalina)

| PARALOID® B72 5% E CERA MICROCRISTALINA 3% EM ACETATO DE ISOAMILA | | | | | |
|---|--------------------------------------|-------|-------|-------|------------|
| | | L* | a* | b* | ΔE |
| Ag900 | Controle | 91,69 | 3,28 | 6,67 | - |
| | Controle após corrosão | 79,98 | 5,48 | 17,32 | 15,98 |
| | Paraloid® B72 e Cera Microcristalina | 85,5 | 2,36 | 5,34 | 6,40 |
| Ag500 | Controle | 84,71 | 11,83 | 12,95 | - |
| | Controle após corrosão | 79,48 | 12,17 | 19,32 | 8,25 |
| | Paraloid® B72 e Cera Microcristalina | 83,54 | 9,32 | 11,62 | 3,07 |

Figura 15 - Paraloid® B72 e Cera Microcristalina (aplicação por aspersão)



Fonte: Natália Freitas, 2024.

Com base nos valores, percebe-se que tanto o revestimento à base de Nitrocelulose, quanto o revestimento de Paraloid® B72 e Cera Microcristalina, ofereceram certo grau de proteção às superfícies nas quais foram aplicadas. Entretanto, destaca-se que estes foram os revestimentos que mais alteraram a aparência estética superficial, tornando-as foscas e esbranquiçadas - sobretudo o revestimento de Paraloid® B72 e Cera Microcristalina.

Assim como feito com as medidas de brilho, optou-se por trabalhar também com um índice percentual dos valores de ΔE das moedas revestidas em relação ao controle sem revestimento. Isto possibilita que os dados obtidos fossem normalizados, ou seja, comparados entre si já que cada controle apresentou um valor de ΔE diferente. Evidencia-se que, neste

caso, quanto menor o valor, maior foi o grau de proteção oferecido pelo revestimento. O índice percentual dos valores de ΔE ($\Delta E\%$) foi calculado de acordo com a equação 2.

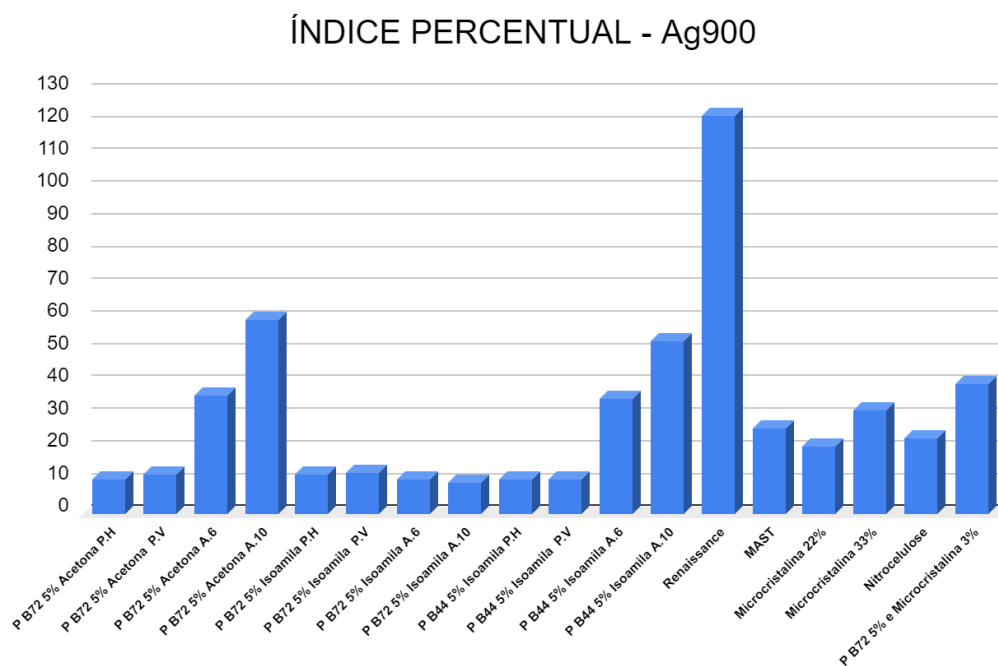
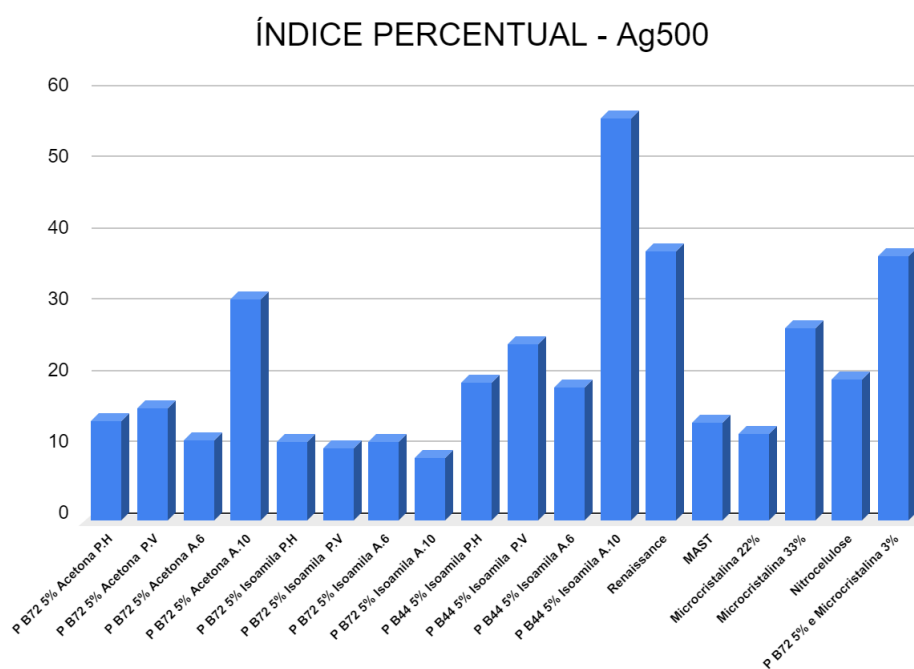
$$\Delta E\% = \frac{\Delta E_r}{\Delta E_c} \times 100 \quad (2)$$

Onde ΔE_r é o valor de ΔE da moeda com revestimento, ΔE_c é o valor de ΔE da moeda controle sem revestimento. A tabela 16 possui os valores de $\Delta E\%$, obtidos a partir dos dados de ΔE_r e ΔE_c presentes nas tabelas 8 a 15, para os ensaios com as moedas Ag900 e Ag500. Estes valores também foram plotados em gráficos mostrados nas figuras 15 e 16.

Tabela 16 - Índice percentual dos valores de ΔE

| REVESTIMENTO | MODO DE APLICAÇÃO | $\Delta E\%$ | | | |
|---------------|---|--------------|----------------|------|------|
| | | Ag900 | Ag500 | | |
| ACRÍLICAS | Paraloid® B72 5% em Acetona | Pincel | Horizontal | 10,5 | 14,0 |
| | | | Vertical | 12,2 | 15,8 |
| | | Aspersão | 6 psi / 6 cm | 36,4 | 11,3 |
| | | | 10 psi / 10 cm | 59,8 | 31,1 |
| | Paraloid® B72 5% em Acetato de Isoamila | Pincel | Horizontal | 12,3 | 11,0 |
| | | | Vertical | 12,8 | 10,1 |
| | | Aspersão | 6 psi / 6 cm | 10,6 | 11,0 |
| | | | 10 psi / 10 cm | 9,8 | 8,9 |
| | Paraloid® B44 5% em Acetato de Isoamila | Pincel | Horizontal | 10,5 | 19,3 |
| | | | Vertical | 10,5 | 24,9 |
| | | Aspersão | 6 psi / 6 cm | 35,2 | 18,8 |
| | | | 10 psi / 10 cm | 53,2 | 56,5 |
| CERAS | Renaissance® | | 122,4 | 37,9 | |
| | MAST | Polimento | 26,1 | 13,7 | |
| | Cera Microcristalina 22% | | 20,5 | 12,1 | |
| | Cera Microcristalina 33% | | 32,1 | 27 | |
| NITROCELULOSE | Brasilux® - SL09 | Pincel | Vertical | 23,4 | 19,9 |

| | | | | | |
|---------------|--|----------|----------------|-------------|-------------|
| OUTROS | Paraloid® B72 5% e Cera Microcristalina 3% em Acetato de Isoamila | Aspersão | 10 psi / 10 cm | 40,0 | 37,2 |
|---------------|--|----------|----------------|-------------|-------------|

Figura 16 - Índice percentual dos valores de ΔE - Ag900Figura 17 - Índice percentual dos valores de ΔE - Ag500

Desse modo, constata-se que, dentre os revestimentos aplicados nas amostras de Ag900 e Ag500, os revestimentos acrílicos foram os que tiveram melhor desempenho, sobretudo os de Paraloid® B72 a 5% em Acetato de Isoamila com aplicação por aspersão e os de Paraloid® B44 a 5% em Acetato de Isoamila aplicado por pincel. Contudo, reitera-se que, no quesito estético, os revestimentos de Paraloid® B72 a 5% em Acetato de Isoamila com aplicação por aspersão se saem melhor, por oferecerem brilho à superfície de modo controlado. Ademais, verifica-se que a mistura proposta pelo MAST e a dispersão de cera microcristalina a 22%, dentre os revestimentos à base ceras, também se demonstraram eficientes, mas ainda assim menos do que os revestimentos acrílicos.

3 RECIPIENTE PARA SANTOS ÓLEOS

3.1 Identificação da obra

O objeto em questão é um conjunto de recipientes em prata voltados para a guarda dos Santos Óleos, tratando-se então de um artigo de cunho devocional. Provém e pertence à Província dos Franciscanos Capuchinhos de Minas Gerais, localizada no bairro Pompéia⁷ (Belo Horizonte), tendo sido levado para o Centro de Conservação e Restauração de Bens Culturais da Escola de Belas Artes da Universidade Federal de Minas Gerais (CECOR/ EBA/ UFMG) no dia 19 de março de 2024, sob o número de registro 24-18R, por meio de uma parceria entre a Província dos Franciscanos Capuchinhos, o CECOR e o curso de Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis (CCRBCM) da EBA/ UFMG. Além dos dados referentes à sua proveniência, até o momento não há maiores informações quanto à sua origem, datação e autoria.

No que se refere à técnica construtiva, os itens são feitos de prata lavrada e cinzelada, com a presença de motivos fitomorfos e geométricos. Sobre a sua estrutura, a peça é composta por um recipiente cilíndrico com tampa, dentro do qual há um suporte com três cavidades e outros três recipientes cilíndricos menores com coletores embutidos às tampas; destaca-se que na parte superior desses recipientes menores, assim como no topo dos coletores, há a inscrição de uma letra em cada - “B”, “C” e “U”, respectivamente. O recipiente maior, incluindo a tampa, possui 10,5 cm de altura e 6,7 cm de diâmetro. Os recipientes menores possuem 1,9 cm de diâmetro, mas variam quanto às medidas de altura: o recipiente com a inscrição “B” possui 6,2 cm de altura, o com a inscrição “C” possui 5,8 cm de altura e o com a inscrição “U” possui 6 cm de altura. O conjunto como um todo, o que inclui o recipiente maior com tampa, o suporte e os recipientes menores, pesa 245,8 gramas.

⁷ R. Iara, 171 - Pompéia, Belo Horizonte - MG, 30280-370.

Figura 18 - Documentação inicial com luz visível da parte externa



Fonte: Cláudio Nadalin, CECOR/EBA/UFMG, 2024.

Figura 19 - Documentação inicial com maior ênfase na parte superior e na parte interna



Fonte: Cláudio Nadalin, CECOR/EBA/UFMG, 2024.

Figura 20 - Documentação inicial do suporte e dos recipientes menores



Fonte: Cláudio Nadalin, CECOR/EBA/UFMG, 2024.

3.2 Descrição

Conforme já indicado na seção anterior, o objeto trabalhado é formado por um recipiente maior com tampa, três recipientes menores com espátulas coletoras embutidas às tampas e um suporte interno removível, no qual em cada uma das suas cavidades é posicionado um dos recipientes menores.

O recipiente maior é cilíndrico e possui algumas faixas e linhas horizontais em seu entorno, adornando-o. No topo, há uma faixa em maior relevo com formas curvas, sinuosas e irregulares em seu interior, sendo esta seguida por uma faixa menor em baixo relevo com linhas verticais. Em seguida, há uma linha em baixo relevo, uma faixa formada por linhas curvas regulares e outras três linhas em baixo relevo. Na parte inferior, verifica-se a presença desse mesmo padrão de faixas e linhas, mas ao contrário, o que faz com que a parte de cima e a parte de baixo do recipiente sejam simétricas. O interior, em contrapartida, não possui adornos, mas conta com a presença de uma pequena linha com padrão de alternância angular, sendo esta uma marca de burilada (Alves et al, 2011).

Figura 21 - Parte externa do recipiente maior, com foco nas faixas e linhas decorativas



Fonte: Natália Freitas, 2024.

Figura 22 - Parte interna do recipiente menor, com foco na marca de burilada



Fonte: Natália Freitas, 2024.

A tampa, assim como a parte exterior do recipiente maior, possui adornos em forma de faixas e linhas, mas, nesse caso, circulares, visto que são concêntricas, mas com diferentes medidas de raio. Na borda, há uma pequena faixa com linhas diagonais em seu interior; em seguida, em direção ao centro, há uma linha em baixo relevo, uma faixa formada por pequenos círculos com padrão espiralado, uma linha em baixo relevo, uma faixa lisa com ligeira reentrância, uma faixa com linhas diagonais e, por fim, uma faixa lisa de menor largura com ligeira reentrância. No centro, há um ornamento em forma de cruz fixado verticalmente à tampa pela parte de baixo. Essa cruz é composta por formas irregulares, mas possui simetria bilateral e seus dois lados, no que diz respeito à frente e ao verso, são equivalentes. Com relação à sua função estrutural, evidencia-se que, por mais que as peças encaixem, a inserção da tampa no recipiente maior ocorre com certa dificuldade.

Figura 23 - Parte externa da tampa, com foco nas faixas e linhas decorativas



Fonte: Natália Freitas, 2024.

O suporte fica localizado na parte interna do recipiente maior e é removível. Quanto à sua forma, o suporte é composto por uma placa circular com três orifícios circulares menores, onde são inseridos os outros três recipientes menores, e três hastes de sustentação finas e curvas fixadas à placa pela parte de baixo. Justamente por ser um elemento interno, não possui detalhes e adornos; contudo, diferentemente do interior do recipiente maior, a superfície do suporte não passou por polimento, o que faz com que ela seja mais fosca. Ademais, evidencia-se que, assim como observado na parte interior do recipiente maior, na parte de baixo do suporte também há a presença da marca de burilada.

Figura 24 - Suporte para os recipientes menores, com foco na marca de burilada



Fonte: Natália Freitas, 2024.

Os recipientes menores são semelhantes entre si, com exceção das inscrições de identificação, que os diferenciam em "B", "C" e "U". No que diz respeito ao formato, são longilíneos, cilíndricos e se estreitam gradualmente a partir do topo, formando então o gargalo. Ressalta-se que essa mudança de formato é marcada pela presença de uma faixa com linhas diagonais em seu interior e, logo acima, da letra de identificação; as letras "B" e "U" foram gravadas com maior precisão e uniformidade, seguindo uma estética tipográfica, enquanto a letra "C" possui maiores irregularidades, sendo um resultado mais próximo ao da caligrafia. As áreas laterais e as bases inferiores desses recipientes menores possuem aspecto liso e polido, não contando com a presença de demais faixas e linhas ornamentais.

Figura 25 - Recipientes menores



Fonte: Natália Freitas, 2024.

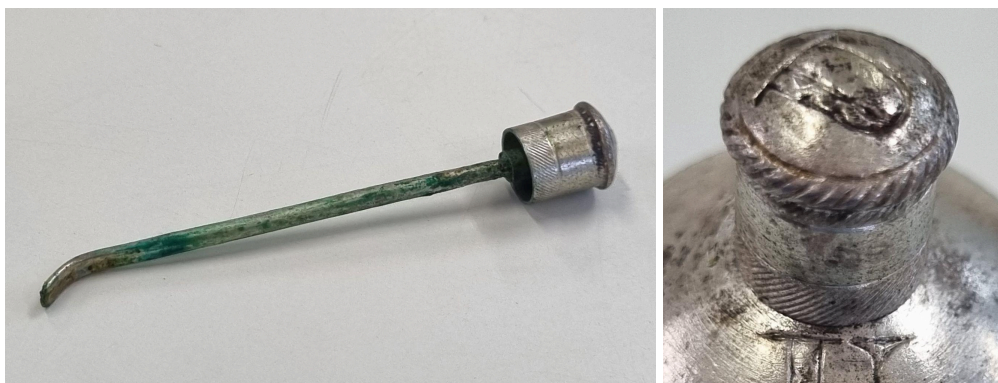
Figura 26 - Recipientes menores, como foco nas inscrições “B”, “C” e “U”



Fonte: Natália Freitas, 2024.

As tampas desses recipientes menores são compostas por volumes cilíndricos menores com espátulas coletoras embutidas. As áreas laterais da tampa possuem aspecto liso e polido, enquanto o topo é arredondado e conta com a inscrição das mesmas letras já indicadas nos recipientes menores - o que identifica qual tampa pertence a qual recipiente. Diferentemente do que foi observado nos recipientes menores quanto às letras, nas tampas as gravações seguem o mesmo padrão tipográfico. Além disso, nota-se que a mudança da área lateral para o topo arredondado é marcada pela presença de uma faixa com linhas diagonais em seu interior.

Figura 27 - Tamba com espátula embutida e, a direita, foco nos detalhes presentes na tampa



Fonte: Natália Freitas, 2024.

Os coletores são constituídos por hastes longas, arredondadas e com as pontas finais levemente pressionadas, o que faz com que elas possuam maior largura quando comparadas ao restante da extensão da haste, possivelmente com o intuito de contribuir com a retirada dos materiais que estariam presentes dentro dos recipientes menores. Ressalta-se que o coletor “B” possui essa ponta final inclinada, enquanto as demais pontas seguem a mesma direção das hastes como um todo.

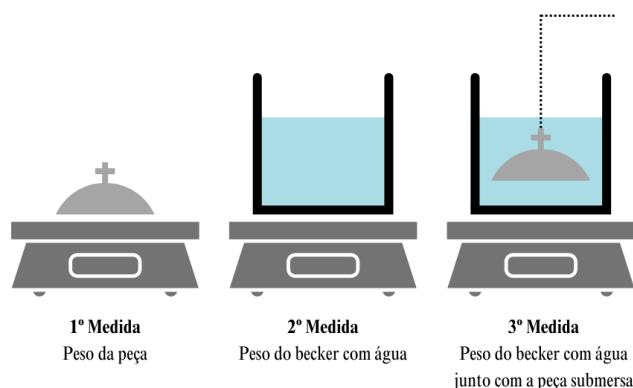
3.2.1 Análise da liga metálica

3.2.1.1 Densidade relativa

Considerando que a proporção da liga metálica tem influência nas suas propriedades e, por conseguinte, no modo como será afetada pela corrosão metálica, julgou-se necessário identificar com maior precisão as ligas de prata presentes nas peças que constituem o recipiente. Para isso, teve-se como proposta inicial executar essa caracterização a partir das suas densidades relativas, com o intuito de que fosse possível comparar os resultados obtidos com os valores de densidades já conhecidos e, com isso, ter uma melhor ideia de qual seria a proporção da liga metálica em questão, permitindo inclusive confirmar se realmente se tratam de ligas de prata.

Desse modo, em primeiro lugar foi feita a medição do peso da peça em análise (A) e, em seguida, a medição do peso de um becker de vidro, sendo este maior do que a peça, parcialmente cheio de água (B). A peça foi então amarrada com um fio por uma de suas extremidades e submersa no becker com água; destaca-se que a peça deve estar abaixo do nível da água, mas também não pode tocar o fundo de becker, a fim de que os resultados não sejam influenciados, conforme esquematizado abaixo (Figura 28).

Figura 28 - Análise da densidade relativa



Fonte: Natália Freitas, 2024.

Desse modo, é feita então a medição do peso do becker com água e com a peça submersa (C). A partir desses valores, é feita a subtração entre o valor B e o valor C, gerando então o valor referente apenas ao peso da peça submersa (D). Por fim, realiza-se a razão entre os valores A e D, que é então a densidade relativa da peça.

Esses testes e cálculos foram feitos com a tampa, com o recipiente maior, com o suporte e as três tampas menores, conforme demonstrado nas tabelas abaixo. No que se refere aos recipientes menores, optou-se por não realizar esses testes para que não houvesse a inserção de água em seu interior.

Tabela 17 - Cálculo da densidade relativa

| | | DENSIDADE RELATIVA | | | |
|--|-------------------------|--------------------|--------|--------|--------------|
| | | CÁLCULO | | | |
| | | I | II | III | |
| TAMPA Massa: 41,07 g | Becker e água (g) | 526,2 | 528,3 | 523,9 | MÉDIA |
| | Becker, água e peça (g) | 530,1 | 532,4 | 528,2 | |
| | Densidade relativa | 10,5 | 10,01 | 9,55 | |
| RECIPIENTE MAIOR Massa: 125,68 g | Becker e água (g) | 595,19 | 619,87 | 623,86 | 10,00 |
| | Becker, água e peça (g) | 607,50 | 632,53 | 636,57 | |
| | Densidade relativa | 10,20 | 9,92 | 9,88 | |
| SUPORTE Massa: 22,72 g | Becker e água (g) | 624,22 | 623,83 | 318,3 | 10,10 |
| | Becker, água e peça (g) | 626,47 | 626,12 | 320,5 | |
| | Densidade relativa | 10,09 | 9,91 | 10,32 | |

| | | TAMPA “B” | TAMPA “C” | TAMPA “U” | |
|--|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| TAMPA DOS RECIPIENTES MENORES | Massa da peça (g) | 3,71 | 2,70 | 2,36 | |
| | Becker e água (g) | 137,81 | 137,55 | 136,68 | |
| | Becker, água e peça (g) | 138,44 | 138,06 | 137,11 | |
| | Densidade relativa | 5,88 | 5,29 | 5,48 | 5,55 |

Tendo em vista que a densidade da prata é de $10,5 \text{ g/cm}^3$, entende-se que os resultados obtidos referentes à tampa, ao recipiente maior e ao suporte indicam que a liga de prata utilizada não é pura, mas possui concentrações elevadas de prata, com base na proximidade entre os valores obtidos e o da densidade da prata pura.

Quanto aos valores das tampas dos recipientes menores, já não foi possível fazer afirmações tão assertivas, visto que a variação entre os valores sugere tanto a possibilidade de a liga utilizada não ser de prata quanto a de ser uma liga de prata, mas com uma concentração significativamente menor do metal. Nesse sentido, há a necessidade de que sejam feitas análises mais aprofundadas.

Nos casos em que há a possibilidade de submergir a peça em um recipiente com água, verifica-se que esse método pode sim contribuir com a identificação de ligas, sobretudo as que possuem maior grau de pureza. Desse modo, entende-se que o profissional poderá realizar a caracterização e o diagnóstico do estado de conservação de forma mais precisa e coerente. No mais, destaca-se que, após a realização dos testes, é necessário secar as peças e aplicar álcool etílico sobre a superfície, visto que a água é um agente corrosivo quando em exposição a longo prazo.

3.2.1.2 Espectrometria por Fluorescência de Raios X

A espectroscopia por fluorescência de raios X (FRX) é uma técnica analítica voltada para a identificação dos elementos presentes em um determinado material, possibilitando então, neste contexto, a análise de ligas metálicas. De modo geral, a espectroscopia de fluorescência é feita pela excitação dos elétrons dos átomos presentes nas amostras e, em seguida, pela detecção da radiação emitida quando esses elétrons retornam ao seu estado fundamental, que possuirá então comprimentos de onda característicos do elemento (Stuart, 2007). A análise das peças que compõem o Recipiente para Santos Óleos foi feita de forma qualitativa, isto é, identificando os elementos presentes, mas sem quantificá-los; desse modo,

não é possível saber com precisão qual a concentração dos componentes presentes na liga, mas ao menos é possível determiná-los.

No que se refere à tampa (Figura 29), ao recipiente maior (Figura 30) e ao suporte (Figura 31), os exames de FRX confirmam que a liga em questão é de prata e cobre.

Figura 29 - FRX Tampa

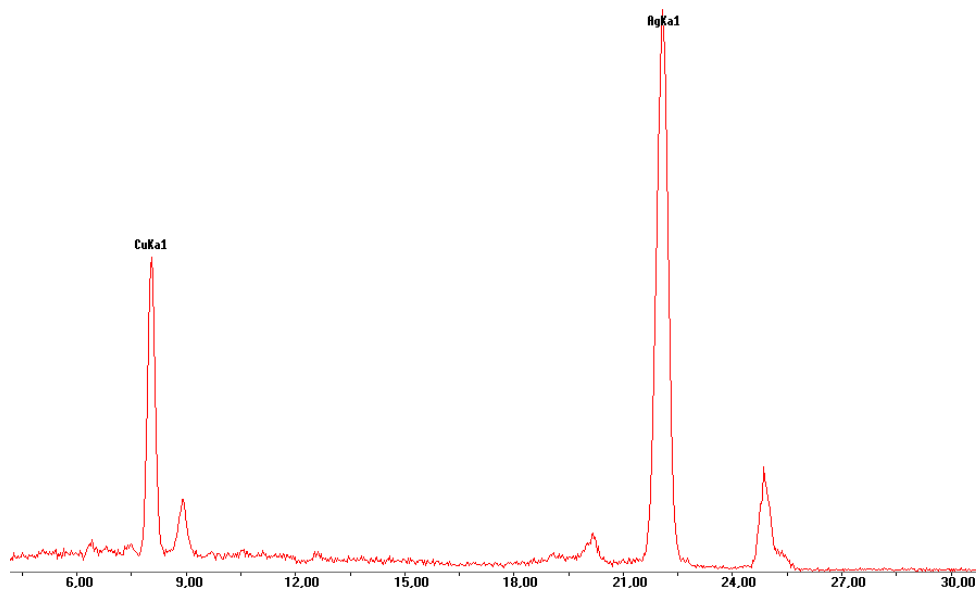


Figura 30 - FRX Recipiente Maior

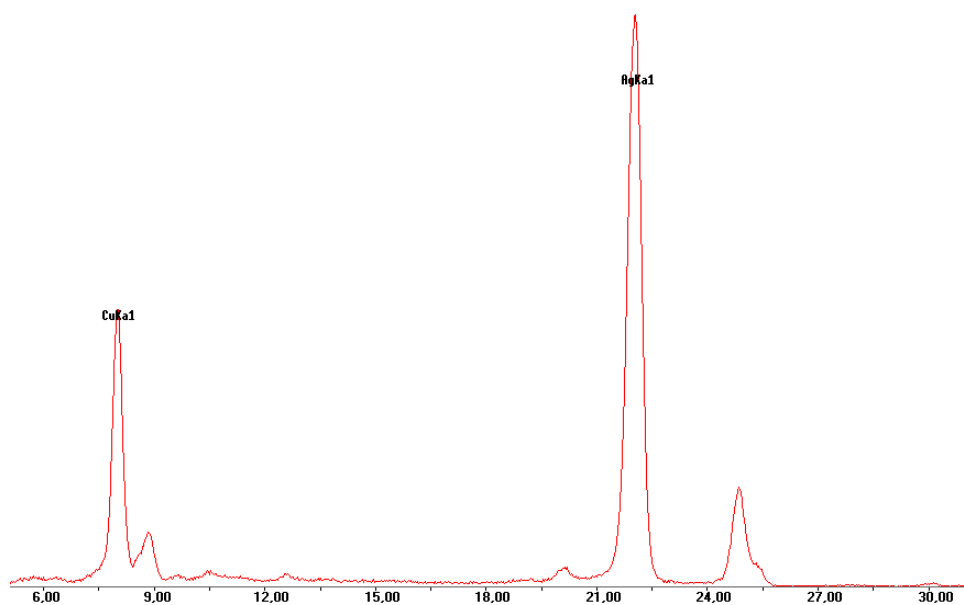
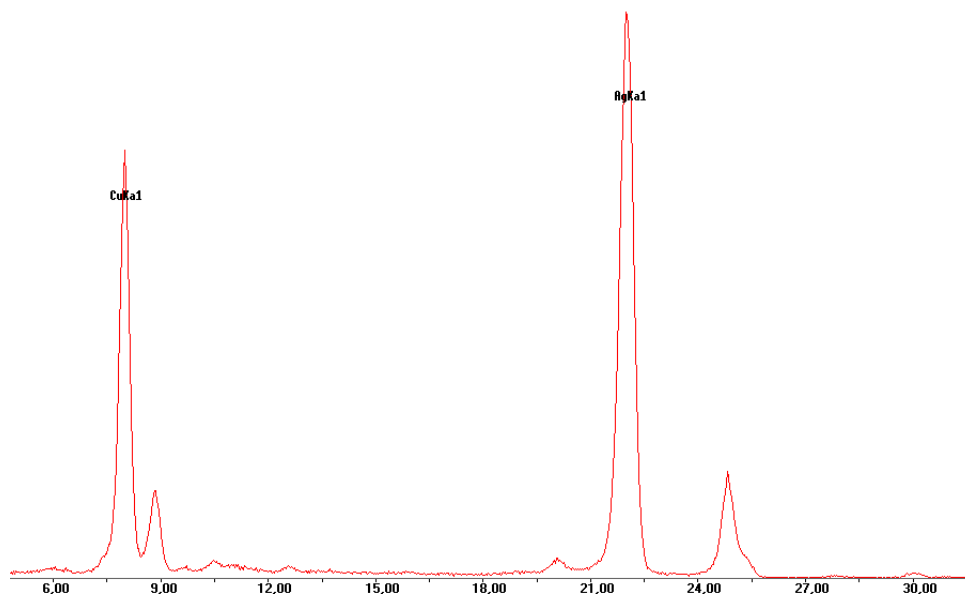


Figura 31 - FRX Suporte



Quanto aos recipientes menores B e U (Figuras 32 e 33), que não haviam sido examinados a partir do cálculo da densidade relativa, as análises de FXR também indicam que a liga é constituída por prata e cobre, assim como a tampa, o recipiente maior e o suporte.

Figura 32 - FRX Recipiente menor "B"

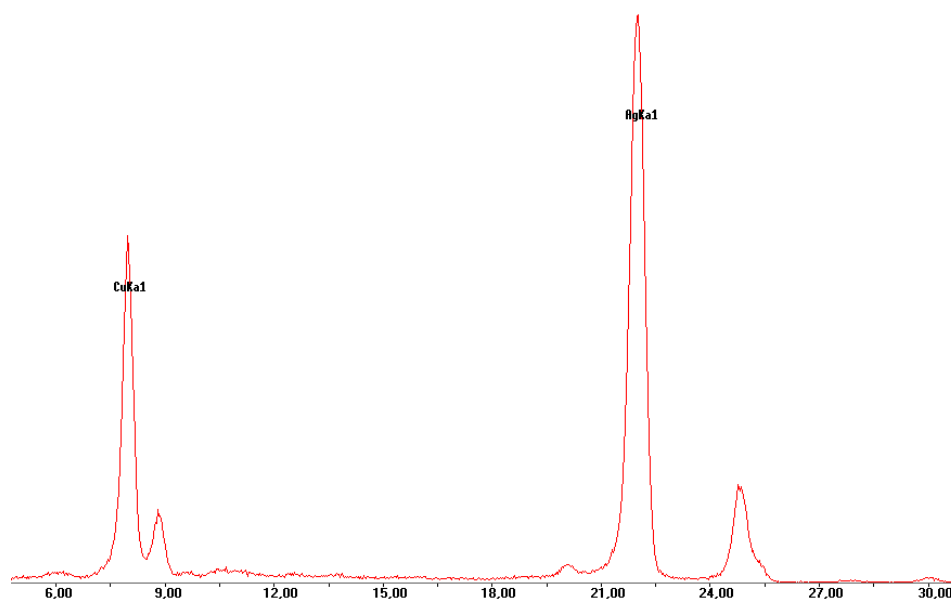
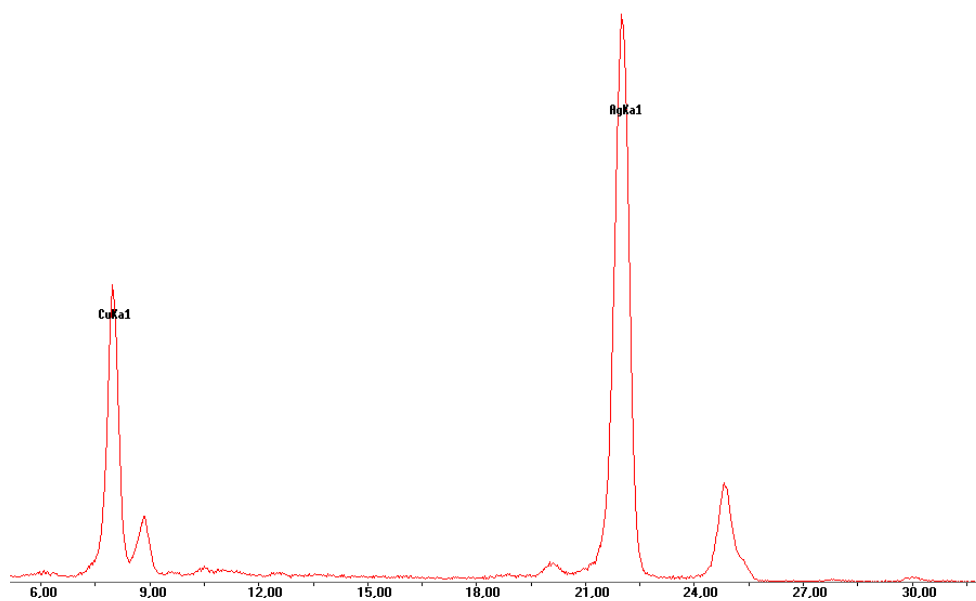


Figura 33 - FRX Recipiente menor “U”



Entretanto, no que diz respeito ao recipiente C e às tampas dos recipientes menores (Figuras 34, 35, 36 e 37), as análises de FRX detectam a presença da prata, cobre e, também, do titânio. Ligas compostas por esses elementos em geral não são tão usuais, mas entende-se que o titânio contribui com as propriedades da liga (Wright, 2013), tornando-a mais resistente, além de baratear o custo de produção, por se tratar de uma material mais acessível.

Figura 34 - FRX Recipiente menor “C”

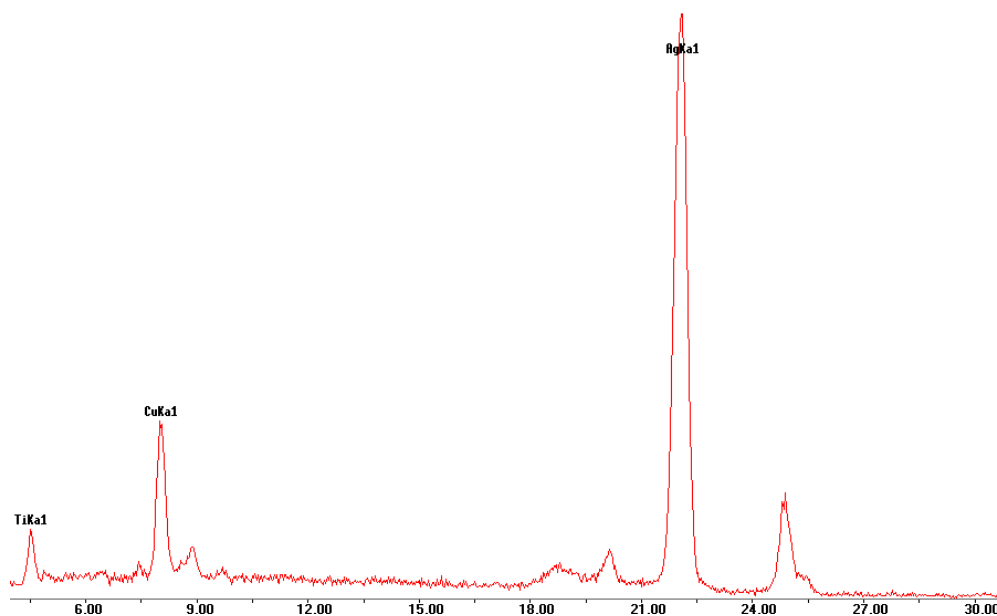


Figura 35 - FRX Tampa do recipiente menor "B"

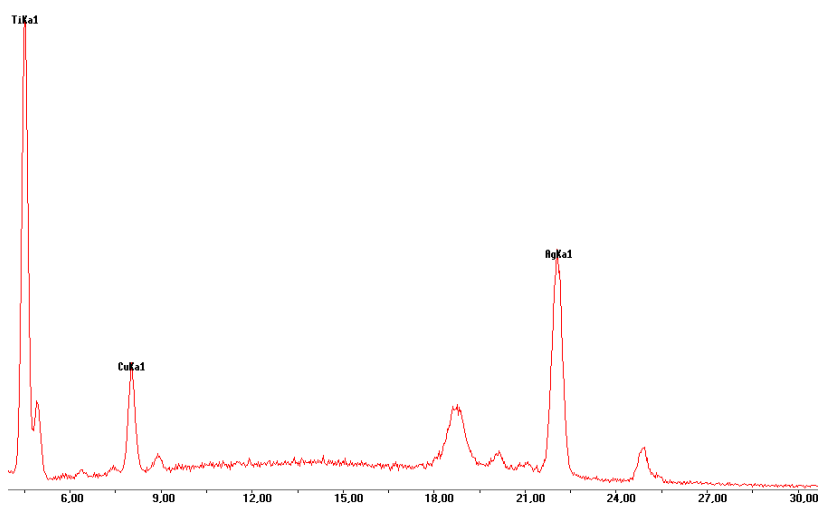


Figura 36 - FRX Tampa do recipiente menor "C"

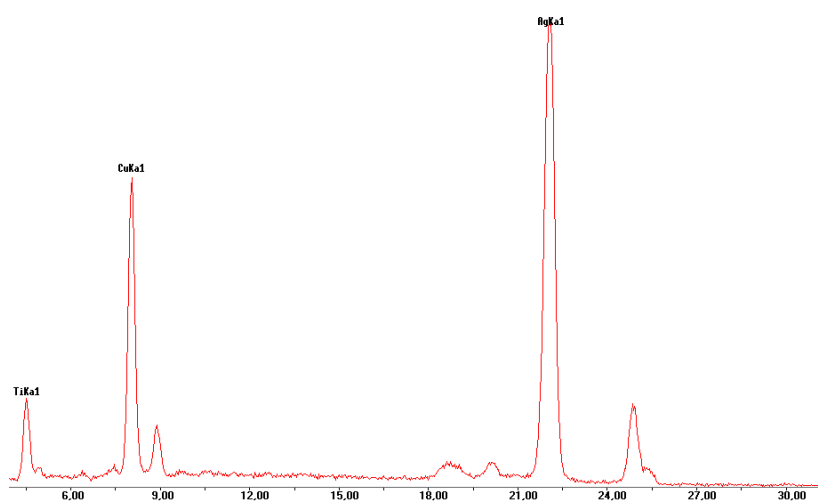
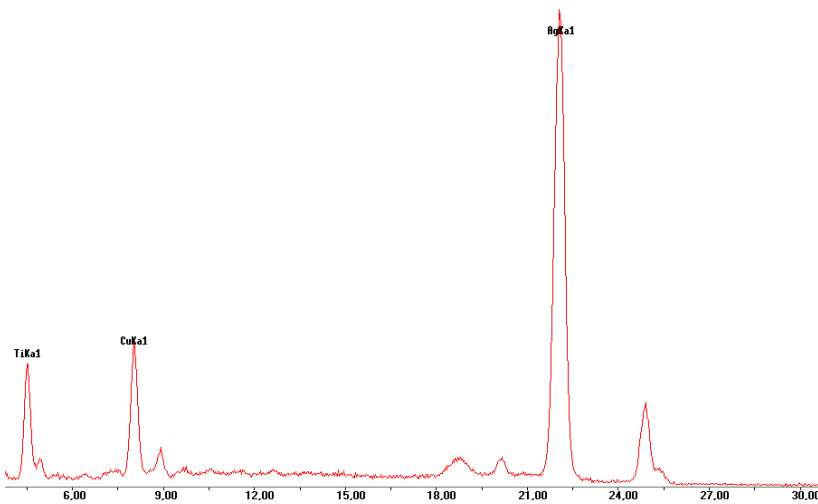


Figura 37 - FRX Tampa do recipiente menor "U"



3.3 Levantamento histórico

O recipiente para Santos Óleos é um objeto religioso utilizado na Igreja Católica para a guarda e transporte dos óleos sagrados utilizados em sacramentos e ritos litúrgicos. Esses recipientes são geralmente pequenos, feitos de materiais como metal ou vidro, e costumam possuir uma marcação com as iniciais que identificam os tipos de óleo ali armazenados. No recipiente em questão, há a presença das iniciais "B", "C" e "U". A letra "B" se refere ao óleo dos Catecúmenos (Baptismus), usado para a unção dos catecúmenos antes do batismo. A letra "C" faz referência ao óleo da Santo Crisma (Chrisma), utilizado nos sacramentos de confirmação, ordenação e consagração. A letra "U" diz respeito ao óleo dos Enfermos (Unction), usado no sacramento da Unção dos Enfermos.

Conforme indicado na seção 3.1, o recipiente provém e pertence à Província dos Franciscanos Capuchinhos de Minas Gerais. Não há registros sobre a sua autoria e origem; contudo, há a possibilidade de que ele tenha sido trazido para Minas Gerais quando os capuchinhos chegaram ao estado, em 1936, ou que tenha sido confeccionado após essa chegada. De toda forma, o território que hoje é o estado de Minas Gerais já havia sido marcado pela presença Capuchinha no início do século XVIII, devido à ação dos Missionários Capuchinhos Ambulantes. Além disso, evidencia-se que os primeiros missionários capuchinhos, sendo estes de origem francesa, vieram para o Brasil em 1612.

Minas Gerais já havia sido marcada pela presença Capuchinha no início do século XVIII graças à ação dos Missionários Capuchinhos Ambulantes (...) Na história franciscana capuchinha mineira, os Frades Ambulantes têm um lugar de muita importância e reverência. Graças aos seus esforços e às suas missões, com suas presenças vivas e marcantes neste solo, plasmaram no coração do povo mineiro uma devoção popular bem rica e piedosa. (Rosa).

A partir de 1936, com a missão em Minas Gerais assumida pela Província siciliana de Messina, eram lançadas bases sólidas na implantação da Ordem nesta porção do Brasil. Sendo assim, foram enviados sete frades missionários para a nova missão (...) Assim, aos 06 de fevereiro de 1936, chegaram ao destino da tão sonhada missão: a cidade de Carmo do Paranaíba na região do Alto Paranaíba (Rosa).

No que se refere às suas expectativas futuras, a previsão é de que o objeto passe a ser exposto no espaço de memória do Convento. De fato o objeto não exerce mais função ritualística, visto que já não é mais empregado para fins litúrgicos; contudo, o fato de ser utilizado de maneira expositiva efetiva a troca da sua atual função como objeto histórico, referente tanto às práticas da Igreja Católica, como sobre a própria história dos frades capuchinhos.

3.4 Estado de Conservação

De modo geral, verifica-se que o objeto possuía áreas generalizadas de corrosão, com foco na parte externa do recipiente maior e na parte externa da tampa - justamente por serem estas as partes que estão em maior contato com o ambiente e, portanto, aos agentes corrosivos. As áreas corroídas se apresentam em diferentes estágios, visto que possuem variadas tonalidades; salienta-se inclusive a presença de uma marca de impressão digital corroída, causada pelo contato do suor presente nos dedos com a superfície metálica.

Figura 38 - Corrosões amareladas e escurecidas presentes na parte externa das peças



Fonte: Natália Freitas, 2024.

O interior do recipiente maior, o interior da tampa, o suporte e a parte externa dos recipientes menores estão em melhor estado de conservação, uma vez que mantiveram esteticamente mais semelhantes ao da prata não corroída - isto é, com cor e brilho próximos ao que é observado em objetos de prata, sejam estes polidos ou não.

No interior dos recipientes menores, verifica-se a presença de resquícios dos óleos anteriormente utilizados - o que mostra, inclusive, que o objeto era utilizado pelos Capuchinhos. Esses resquícios de óleos possuem aspecto oleoso e esverdeado por terem oxidado ao longo do tempo, tanto pelo contato com a superfície metálica, como pelo contato com o ar, já que as espátulas coletoras precisavam ser retiradas e inseridas durante o uso.

A corrosão verde também pode se desenvolver quando o cobre ou suas ligas entram em contato com alguns produtos naturais de plantas e animais, como cera de abelha, lanolina e óleo de linhaça. Os ácidos presentes em gorduras, óleos e ceras atacam o

cobre, resultando em produtos de corrosão verde e cerosa (sabões de cobre, como os estearatos) (Barclay; Dignard; Selwyn, tradução nossa)⁸.

Justamente por isso, observa-se também a presença desses resquícios, ainda que em menor grau, na parte externa dos recipientes menores e nas espátulas coletoras. Nesses casos em que os resquícios se encontram em locais que permitem a sua plena visualização, nota-se que a presença desses produtos não chegaram a danificar significativamente a superfície metálica; entretanto, não é possível dizer o mesmo sobre o interior dos recipientes menores, visto que a entrada do gargalo não é grande o suficiente para que seja possível visualizá-lo por dentro.

Figura 39 - Produtos de corrosão esverdeados presentes no recipiente e na espátula



Fonte: Natália Freitas, 2024.

Figura 40 - Produtos de corrosão esverdeados e de aparência oleosa



Fonte: Natália Freitas, 2024.

⁸ No original: “Green corrosion can also develop when copper or its alloys are in contact with some natural plant and animal products, such as beeswax, lanolin and linseed oil. The acids in fats, oils and waxes will attack copper, resulting in waxy green corrosion products (copper soaps, e.g. stearates)”.

Além das áreas com corrosão metálica, observou-se também que a cruz presente no topo da tampa está ligeiramente desprendida, mas ainda assim fixa ao restante do conjunto.

3.5 Proposta e critérios de intervenção

Considerando o estado de conservação, compreende-se que as corrosões metálicas são o dano de maior relevância neste caso, visto que interferem significativamente na estética do objeto, mudando sua tonalidade, seu brilho e, também, sua textura. Por mais que o caráter devocional do objeto não esteja propriamente ligado à sua visualização, mas sim ao seu uso em rituais religiosos, o fato da sua superfície possuir diferentes tons e texturas comprometem a sua leitura e, portanto, a sua legibilidade estética, visto que os danos presentes desviam a atenção do objeto como um todo (Brandi, 2008).

Por mais que um mesmo bem cultural possa possuir diferentes legibilidades, tal como defendido por Salvador Muñoz Viñas (2021), a restauração irá privilegiar um estado de legibilidade em prol dos demais, sendo este o que concorda em maior grau com a função exercida pelo objeto.

Definitivamente, ao restaurar uma imagem se restitui parte de uma legibilidade perdida, mas, ao mesmo tempo, se eliminam outras legibilidades (...) Quando se restaura, se elege um desses textos sobre os demais. Não se restitui a legibilidade do objeto, mas privilegia-se uma de suas possíveis leituras em detrimento de outras (VIÑAS, 2021, p. 125).

Alinhado a isso, Barbara Appelbaum (2007) propõe que o processo de restauração seja dividido em oito etapas, a fim de que a escolha dos procedimentos, assim como a própria execução, ocorra de forma mais assertiva. Sendo assim, em primeiro lugar se deve caracterizar o objeto, em seguida reconstruir seu histórico e, com isso, determinar o seu estado ideal. A partir disso, deve-se então decidir um objetivo realista de tratamento, definir os métodos e materiais, realizar uma documentação prévia, executar o tratamento e, por fim, realizar a documentação final.

A caracterização do objeto e a reconstrução do seu histórico já foram realizadas nas seções anteriores. Com relação ao seu “estado ideal”, entende-se que seria um estado no qual a superfície das peças estejam em melhores condições, possibilitando então uma visualização mais harmoniosa da sua totalidade; principalmente quando é considerado que o Recipiente para Santos Óleos não será mais empregado de modo ritualístico, mas sim como objeto histórico. Atrelando isso ao que é defendido por Viñas (2021), por mais que o atual estado também seja um dos seus estados de legibilidade, por representarem a história do objeto, é certo que a retirada desses produtos de corrosão contribuiriam com uma melhor visualidade

da peça e, também, ofereceriam maior segurança, visto que a presença desses produtos pode desencadear novas corrosões ou fazer com que as já existentes se intensifiquem.

Nesse sentido, a proposta é fazer a limpeza dos produtos de corrosão presentes no objeto, para que sua superfície esteja mais uniforme, e, em seguida, aplicar o revestimento inibidor de corrosão, a fim de evitar a ocorrência de novas corrosões (Costa, 2005).

No que tange à limpeza, enfatiza-se que ela não deve ser integral, principalmente nas áreas com relevo, a fim de que a peça não perca sua tridimensionalidade - o que alteraria sua estética. Além disso, deve ser feita de maneira gradativa e alternando entre as peças, a fim de que o mesmo nível de limpeza seja alcançado em todo o conjunto (Proyecto Coremans, 2015). Para isso, propõe-se o uso de solução básica de glicinato de sódio a 1 mol.L^{-1} (Figueiredo Junior *et al*, 2021). Antes disso, no entanto, deve-se aplicar também a solução de Tween 80 a 5% em água, que é um agente tensoativo, de modo a remover possíveis oleosidades presentes na superfície, contribuindo assim com a funcionalidade do glicinato de sódio. Após o uso das duas soluções, é necessário fazer a lavagem da superfície, para se remover qualquer resíduo de glicinato de sódio que pode deixar a superfície esbranquiçada; por isso, a proposta é fazer uma primeira lavagem com água, que irá solubilizar esses resíduos, e uma segunda lavagem com álcool etílico, a fim de remover possíveis resquícios de água restantes.

Ademais, é necessário fazer a limpeza da parte interna dos recipientes menores; contudo, conforme já indicado no diagnóstico do estado de conservação, o tamanho dos gargalos dificulta a plena visualização das condições nas quais o interior dessas peças se encontra. Nesse sentido, sugere-se que inicialmente seja inserido aguarrás na parte interna, com o intuito de solubilizar os produtos de natureza oleosa ali presentes e, com isso, removê-los. Em seguida, fazer a inserção da solução de Hidróxido de Sódio (NaOH), a fim de que ocorra a saponificação dos possíveis resquícios de óleos que não tenham sido plenamente retirados a partir do uso da aguarras; de modo geral, entende-se que o uso de soluções alcalinas, como a de NaOH, provocam a hidrólise básica dos triglicérides, contribuindo então com a sua remoção.

Considerando que as condições de pH terão influência no modo como os metais irão se comportar, seja corroendo, passivando ou se mantendo imunes, optou-se por definir o valor de pH da solução de NaOH com base nos valores indicados nos diagramas de Pourbaix dos três elementos metálicos presentes no objeto trabalhado - prata, cobre e titânio. De modo geral, o Diagrama de Pourbaix, ou diagrama de potencial-pH, é uma representação gráfica que indica as condições nas quais um determinado elemento ou composto são termodinamicamente estáveis. Visto que a prata e seus produtos se mantêm imunes em

condições de pH entre 8 e 14, o cobre e seus produtos entre 10 e 11 e o titânio e seus produtos entre 8 e 12, considerou-se que o valor de pH 10,5 seria o mais indicado e seguro para tal finalidade.

Após a aplicação da solução de NaOH, julga-se necessário também fazer a lavagem com água, aplicar a solução de glicinato de sódio a 1 mol.L^{-1} e, em conformidade ao sugerido para as partes externas, realizar uma nova lavagem com água e, em seguida, com álcool etílico.

Quanto ao revestimento inibidor de corrosão, sugere-se o uso do Paraloid® B72 a 5% em acetato de isoamila, sendo este aplicado por aspersão com pressão a 10 psi e a cerca de 10 centímetros de distância da peça. A escolha do revestimento se dá considerando os bons resultados obtidos a partir dos testes anteriormente realizados e discutidos. Tal como exposto no capítulo 2, o revestimento ofereceu proteção às amostras de prata 900 e 500, minimizando de forma significativa a ocorrência de corrosão metálica, e não interferiu na aparência estética da superfície, mantendo a tridimensionalidade nas áreas de relevo e preservando o brilho nas áreas planas. Por fim, reitera-se que o Paraloid® B72 é um material passível de ser removido, o que está de acordo com o conceito da retratabilidade, e que o uso do Acetato de Isoamila oferece maior segurança tanto aos profissionais quanto ao ambiente, devido aos seus baixos níveis de toxicidade.

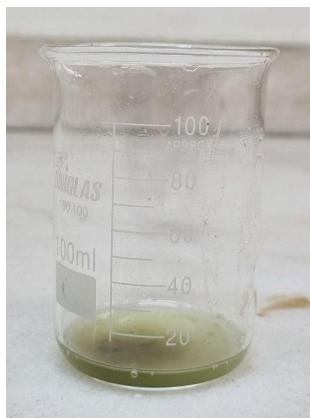
3.6 Intervenções realizadas

Conforme indicado na seção 3.1, o Recipiente para Santos Óleos chegou ao CECOR no dia 19 de março de 2024; o objeto foi transportado envolto em plástico bolha e acondicionado em uma caixa de papelão. Tendo em vista que o papelão é um material naturalmente ácido, devido ao seu processo de produção, e que o contato deste com o objeto poderia acarretar novas deteriorações, optou-se por acondicioná-lo em uma nova embalagem; esta, de caráter provisório, foi produzida a partir do uso de papel alcalino 240 g/m^2 . Como a peça iria permanecer dentro da reserva técnica do Laboratório de Conservação-Restauração de Esculturas (LaboRE) durante o período de estudo e execução das intervenções, o fato da gramatura do papel não oferecer significativa rigidez à embalagem não foi visto como um problema - justamente por se tratar de um invólucro provisório.

No que se refere propriamente às intervenções de restauração, inicialmente foi feita a limpeza da parte interna dos recipientes menores. Para isso, primeiramente foi efetuada a inserção de aguarrás dentro dos recipientes, utilizando uma seringa, com o intuito de solubilizar os possíveis produtos oleosos ali presentes; a solução foi mantida dentro dos

recipientes durante cerca de 10 minutos e, após isso, manualmente agitadas e despejadas em um becker (Figura 41). Como resultado, verificou-se que a solubilização desses produtos oleosos pela tonalidade escurecida e esverdeada da solução final despejada no becker; justamente por isso, o procedimento foi refeito algumas vezes até que a solução despejada estivesse mais translúcida.

Figura 41 - Solubilização dos produtos presentes no interior dos recipientes menores



Fonte: Natália Freitas, 2024.

Após essa primeira limpeza com aguarrás, realizou-se a inserção da solução de NaOH com pH 10,5, preparada a partir da mistura de 3,2 mg de NaOH em 250 mL de água destilada⁹. Assim como feito com a aguarrás, a solução de NaOH foi inserida com o uso de uma seringa e, depois, despejada em um becker. Como resultado, observou-se que a solução despejada possuía aspecto turvo e tonalidade esbranquiçada.

Em seguida, foi realizada a lavagem com água destilada e, após isso, a inserção da solução de glicinato de sódio a 1 mol.L⁻¹. A solução foi mantida dentro dos recipientes durante cerca de 15 minutos e, então, despejada em um becker. Contudo, ressalta-se que, devido ao fato de não ser possível ver plenamente o interior dos recipientes, não há como saber com certeza o grau de limpeza alcançado a partir da realização desses procedimentos. Desse modo, optou-se por seguir para os procedimentos seguintes.

⁹ Solução NaOH, pH 10,5, volume de 100 mL

$$pOH = 14 - pH \quad pOH = 14 - 10,5 = 3,5$$

$$\text{Log}_b = a \quad b^a = \log$$

$$10^{-3,5} = 3,2 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$M = m / PM \cdot V \quad m = M \cdot PM \cdot V$$

$$3,2 \times 10^{-4} \cdot 40 \cdot 0,1 = \mathbf{1,28 \text{ mg}}$$

Considerando 250 mL de solução, foi utilizado então **3,2 mg** de NaOH

Visto que a parte exterior do recipiente maior e a parte exterior do tampa se encontravam em um estágio mais avançado de corrosão, quando comparado às demais peças, foi necessário iniciar a limpeza por essas peças e, em seguida, realizar a limpeza das restantes, a fim de que o resultado final do conjunto fosse o mais uniforme possível. Além disso, evidencia-se que a limpeza de todas as peças foi feita de forma gradual, a fim de evitar que determinadas partes ficassem mais limpas que outras, destoando do restante.

Nesse sentido, em primeiro lugar se efetuou a aplicação da solução de Tween 80 a 5% em água com uso de *swab*. Por mais que o objetivo dessa aplicação fosse o de remover oleosidades presentes na superfície e, com isso, contribuir com a funcionalidade do glicinato de sódio, verificou-se que a aplicação do Tween 80 também permitiu a retirada dos produtos de corrosão que já se encontram mais fragilizados e, portanto, suscetíveis a serem removidos quando friccionados. Em seguida, a aplicação do glicinato de sódio a 1 mol/L^{-1} , também com o uso de *swab* (Figura 42). A partir do uso dessa solução, foi possível remover com facilidade a grande maioria dos produtos de corrosão; nos casos em que a remoção se demonstrou mais dificultosa, optou-se por fazer compressas de algodão umedecidos com a solução de glicinato de sódio durante 3-5 minutos. Pelo fato do glicinato ser residual, após o seu uso foi necessário aplicar água sobre o local e, em seguida, álcool etílico, ambos com *swab*.

Figura 42 - Limpeza química com glicinato de sódio



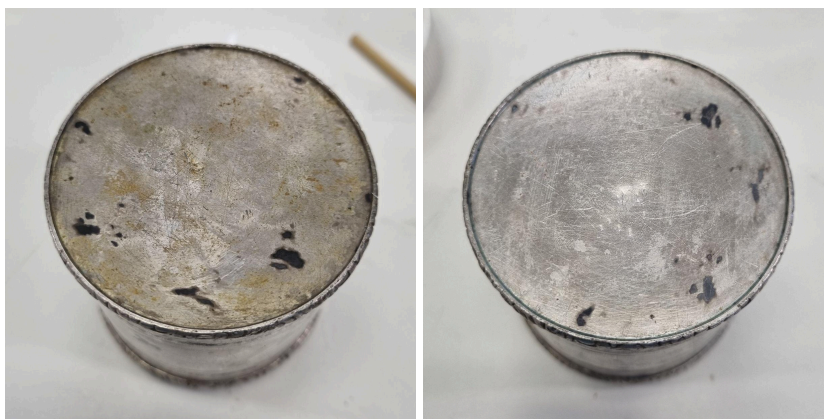
Fonte: João Figueiredo, 2024.

Figura 43 - Processo de limpeza química da tampa



Fonte: Natália Freitas, 2024.

Figura 44 - Antes e após a realização da limpeza da parte de baixo do recipiente maior



Fonte: Natália Freitas, 2024.

Figura 45 - Espátulas dos recipientes menores antes e após a limpeza



Fonte: Natália Freitas, 2024.

Figura 46 - Superfícies externas após a limpeza com glicinato de sódio



Fonte: Natália Freitas, 2024.

Durante a limpeza, observou-se que algumas áreas escurecidas eram pouco sensibilizadas pelo glicinato de sódio, mesmo com a aplicação das compressas de algodão, indicando então a presença de compostos de óxido de cobre (CuO) e sulfeto de cobre (CuS). Estes, assim como os óxido de prata e sulfeto de prata, foram formados pelo processo de corrosão da liga, vista que nela também há a presença do cobre. Considerando que a tentativa de limpeza com glicinato de sódio faria com que as áreas circundantes ficassem excessivamente limpas, optou-se por realizar a remoção de forma mecânica e pontual (Costa, 2005). Para isso, foi utilizado lápis borracha Faber Castell. De modo a evitar possíveis abrasões na superfície metálica, o lápis borracha foi utilizado com a ponta umedecida com a solução de glicinato de sódio, o que a deixou mais flexível e, com isso, menos abrasivo.

Figura 47 - Superfícies externas após a limpeza com lápis borracha



Fonte: Natália Freitas, 2024.

Após a finalização da limpeza, realizou-se a aplicação da solução de Paraloid B72 a 5% em acetato de isoamila na superfície das peças. Segundo já indicado na proposta, essa aplicação foi feita por aspersão, com exceção do interior dos recipientes menores, nos quais a solução foi inserida dentro da peça e, em seguida, despejada em outro frasco. Nos demais casos, a aspersão foi realizada utilizando um aerógrafo com pressão a 10 psi e com o aplicador a cerca de 10 centímetros de distância da peça; visando uma cobertura mais homogênea, optou-se por aplicar cerca de 3 demãos.

Figura 48 - Superfícies externas após a aplicação do revestimento protetor



Fonte: Natália Freitas, 2024.

Por fim, a peça foi inserida em uma nova embalagem, sendo esta de caráter permanente. Considerando possíveis movimentações e o fato de que isso expõe a peça a possíveis riscos, a confecção dessa embalagem foi planejada para ser mais rígida e, portanto, mais segura. Para isso, utilizou-se papel calandrado 2 mm como material estrutural, sendo este revestido na parte externa com papel alcalino 120 g/m² e algodão cru laminados; na parte interna, o revestimento foi feito com papel Filifold Documenta 120 g/m². Visando uma maior estabilidade da peça, utilizou-se também uma placa de polietileno expandido na base da embalagem, que foi perfurado e moldado conforme as dimensões da parte de baixo do objeto, permitindo então o encaixe entre ambos e, com isso, maior firmeza do conjunto. Entretanto, a fim de diminuir o possível atrito entre a base do objeto e a placa de polietileno, optou-se por inserir um pequeno pedaço de entretela entre as partes. Além disso, evidencia-se que a estrutura e o formato da embalagem foram feitos com base nos modelos de caixas utilizados no Museu de Arte Sacra de Ouro Preto para a guarda de coroas e demais objetos em prata (Seixas, 2017).

Figura 49 - Embalagem de acondicionamento



Fonte: Natália Freitas, 2024.

Figura 50 - Documentação final com luz visível da parte externa



Fonte: Cláudio Nadalin, CECOR/EBA/UFMG, 2024.

Figura 51 - Documentação final com maior ênfase na parte superior e na parte interna



Fonte: Cláudio Nadalin, CECOR/EBA/UFMG, 2024.

Figura 52 - Documentação final do suporte e dos recipientes menores



Fonte: Cláudio Nadalin, CECOR/EBA/UFMG, 2024.

4 CONCLUSÃO

Com base nos pontos abordados e discutidos, reitera-se a ideia de que a eficiência dos revestimentos não está ligada apenas à sua composição, mas também a outros fatores, como as características da superfície e a maneira como será realizada essa aplicação. Nesse sentido, é possível então escolhê-los com base no objetivo pretendido e, conforme a circunstância, alterar o modo de aplicação para que a performance do revestimento seja otimizada - considerando tanto os níveis de proteção quanto aparência estética.

No que se refere aos resultados obtidos a partir dos testes realizados, os revestimentos acrílicos foram os que em geral ofereceram maior proteção às amostras nas quais foram aplicados e, na grande maioria dos casos, não interferiram de forma demasiada na aparência estética da superfície - tendo como parâmetro o cálculo da variação dos valores de brilho e, também, a percepção visual após aplicação. Dentre os acrílicos, o revestimento de Paraloid® B72 a 5% em Acetato de Isoamila, aplicado por aspersão, evidencia-se como o mais eficiente quando aplicado sobre amostras de prata 900 e, também, de prata 500, protegendo-as de forma eficiente dos processos corrosivos. Além disso, sua aplicação preservou a estética das amostras, mantendo-as próximas à sua aparência original e, assim, não comprometendo sua leitura. O uso do Acetato de Isoamila como solvente, inclusive, é um ponto que também merece destaque, visto que a substância possui características, como sua evaporação e solubilidade, que contribuem com a formação de um filme nivelado sobre a superfície e, diferentemente de outros solventes utilizados para o mesmo fim, não oferecem riscos para a saúde do profissional ou para o ambiente.

O emprego dos revestimentos à base de ceras também se mostrou eficiente, mas com certas ressalvas. Embora as ceras possuam boas propriedades, observa-se que elas não são tão resistentes quanto os revestimentos acrílicos, o que faz com que os filmes formados sobre a superfície não sejam tão homogêneos e, com isso, menos eficazes. O próprio método de aplicação, nesse sentido, pode ter contribuído com essa falta de homogeneidade, visto que o polimento é realizado de forma manual e, portanto, passível de ser desigual, exigindo uma maior experiência do restaurador para a sua aplicação. Nos casos em que as ceras possuem texturas mais densas, como a cera Renaissance® e a cera microcristalina à 33%, o polimento pode ter inclusive propiciando a remoção do revestimento, o que conseqüentemente diminuiu a sua eficiência.

Quanto ao Recipiente para Santos Óleos, verifica-se que a realização da limpeza contribuiu significativamente com a sua leitura, tornando-a mais íntegra. A aplicação do revestimento protetor, sendo este o Paraloid® B72 a 5% em Acetato de Isoamila, também se

demonstrou vantajosa, visto que o filme formado sobre a superfície das peças aparenta estar homogêneo, o que indica maiores chances de que o objeto estará protegido por mais tempo. Considerando que a peça retornará para Província dos Franciscanos Capuchinhos e que possivelmente passará a ser exposta como objeto histórico, constata-se que os resultados obtidos a partir das intervenções realizadas contribuirão com o exercício dessa nova função. Ademais, cabe enfatizar que as intervenções foram feitas em conformidade com a trajetória da peça, respeitando os indícios da passagem do tempo, e estão de acordo com o princípio da retratabilidade, visto que o revestimento protetor aplicado poderá ser futuramente removido, caso haja necessidade.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Fernanda; FERRÃO, Pedro M.; CARVALHO, Rui G. de; MARANHAS, Teresa. **Normas de inventário - Ourivesaria**. Instituto dos Museus e da Conservação, 2020. Disponível em: <https://www.iber museos.org/pt/recursos/documentos/normas-de-inventario-ourivesaria/>. Acesso em: 25 de agosto de 2024.
- APPELBAUM, Bárbara. **Conservation Treatment Methodology**. Oxford: Butterworth-Heinemann/Elsevier, 2007.
- BARCLAY, Robert. L.; DIGNARD, Carole.; SELWYN, Lyndsie. **Caring for metal objects**. Government of Canada. Disponível em: <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/preventive-conservation/guidelines-collections/metal-objects.html>. Acesso em: 28 de julho de 2024.
- BERNSTEIN, James. **A Review of varnish application fundamentals**. Mastering Impantig, 1992. Disponível em: http://www.jamesbernstein.com/James_Bernstein_Website/Literature_files/BernsteinVarnishApplicationFundamentals.pdf.
- BRANDI, Cesare. **Teoria da Restauração**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2008.
- COSTA, Virginia. **A Conservação de Objetos de Prata**. Anais - 2o Congresso Latino-Americano de Restauração de Metais, Rio de Janeiro, p. 13 - 28, jul. 2005.
- COSTA, Virginia. **The deterioration of silver alloys and some aspects of their conservation**. Studies in Conservation. v. 46, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1179/sic.2001.46.Supplement-1.18>.
- FIGUEIREDO JUNIOR, João. **Química Aplicada à Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis**. 1. ed. Belo Horizonte: São Jerônimo, v. 1, 2012.
- FIGUEIREDO JUNIOR, João; ASEVEDO, Samara S; SEIXAS, Maria L.; ARAÚJO, Andrezza C.; QUITES, Maria R. **The Cleaning of Silver Objects With a Basic Solution of Sodium Glycinate: A Study on Artificially and Naturally Tarnished Silver**. Studies in Conservation, v. 66, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/00393630.2020.1859876>.
- GENTIL, Vicente. **Corrosão**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 2003. xv, 341p.
- GOMES, Bárbara Mesquita dos S. **Restauração de coroa do século XVIII: uma pesquisa de técnicas, materiais e critérios**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis) - Escola de Belas Artes, Belo Horizonte, 2013.
- GRANATO, M.; CAMPOS, G.; MARROQUIM, R. **Pesquisas sobre a Conservação de Objetos Metálicos no MAST: Área estratégica para museus no Brasil**. XVI Encontro Nacional de Pesquisa em Pós-Graduação em Ciência da Informação, v. 16, p. 1001, 22 set. 2015.

LETARDI, P. **Laboratory and field test on patinas and protective coating systems for outdoor bronze Monuments**. Metal 2004, National Museum of Australia, Canberra, oct. 2004.

LUXFORD, N.; THICKETT, D. **Preventing silver tarnish - Lifetime determination of cellulose nitrate lacquer**. Metal 07, Protection of metal artefacts, v. 05, p. 88 - 93, jan. 2007.

MIRANDA, Luiz R. M. de. **Ciência e Restauração**. Anais - 2o Congresso Latino-Americano de Restauração de Metais, Rio de Janeiro, p. 53 - 59, jul. 2005.

MOLINA, María T.; CANO, Emilio; RAMÍREZ-BARAT, Blanca. **Protective coatings for metallic heritage conservation: A review**. v. 62, p. 99–113, 1 jul. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.culher.2023.05.019>.

SALLÉS, J. M.; DODE, S. dos S.; SOUZA, T. S.; DARLEY, P. P.; NASCIMENTO, M. M.; LOBATO, M. B.; MARTINS, M. W. S. P.; SANTOS, J. B. dos. **Os objetos de ferro nos museus: uma encruzilhada do patrimônio metálico arqueológico**. Vestígios - Revista Latino-Americana de Arqueologia Histórica, [S. l.], v. 14, n. 2, p. 79–99, 2022. DOI: 10.31239/vtg.v14i2.26093.

PROYECTO COREMANS. **Criterios de intervención en materiales metálicos**. Instituto del Patrimonio Cultural de España (IPCE), 2015. Disponível em: <https://www.libreria.cultura.gob.es/libro/proyecto-coremans-criterios-de-intervencion-en-materiales-metalicos_5335/>. Acesso em: 25 de maio de 2024.

ROSA, Glaicon G. **Breve relato dos Capuchinhos em Minas Gerais**. Disponível em: <<https://www.capuchinhos.org.br/institucional/historia>>. Acesso em: 13 de abril de 2024.

SEIXAS, Maria L. **Análise dos processos de degradação e o uso de Prototipagem Rápida na restauração de acervo histórico de prata**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) - Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto. 2017.

STUART, Barbara. **Analytical Techniques in Materials Conservation**. John Wiley & Sons, 2007.

SOUZA, Gustavo D. de; RODRIGUES, Mônica A.; SILVA, Priscila P.; GUERRA, Wendell. **Prata: Breve histórico, propriedades e aplicações**. Educación Química, v. 24, n. 1, p. 14–16, 2013. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(13\)73189-6](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(13)73189-6).

TORINO, I. H. **Relatório da Intervenção em quatro peças arqueológicas em suporte de Metal, provenientes da Vila Elza, Viamão - RS**. Cadernos do LEPAARQ (UFPEL), v. 14, n. 28, p. 156-179, 6 dez. 2017.

VASSILIOU, P.; GOUDA, V. **Corrosion and conservation of cultural heritage metallic artefacts**. [s.l.] Elsevier Inc. Chapters, 2013.

VIÑAS, Salvador Muñoz. **Teoria contemporânea da Restauração**. 1 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2021.

WATKINSON, D. **Preservation of Metallic Cultural Heritage**. Elsevier eBooks, p. 3307–3340, 1 jan. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-044452787-5.00172-4>.

WRIGHT, J. C. **Exploring Silver - Titanium Alloys**. Santa Fe Symposium, 2013. Disponível em:

<<https://www.santafesymposium.org/2013-santa-fe-symposium-papers/2013-exploring-silver-titanium-alloys>>. Acesso em: 13 de maio de 2024.