

VESTÍGIOS – Revista Latino-Americana de Arqueologia Histórica
Volume 14 | Número 2 | Julho – Dezembro 2020
ISSN 1981-5875
ISSN (online) 2316-9699

**OS OBJETOS DE FERRO NOS MUSEUS: UMA ENCRUZILHADA DO
PATRIMÔNIO METÁLICO ARQUEOLÓGICO**

**LOS OBJETOS DE HIERRO EN LOS MUSEOS: UNA ENCRUCIJADA DEL
PATRIMONIO METÁLICO ARQUEOLÓGICO**

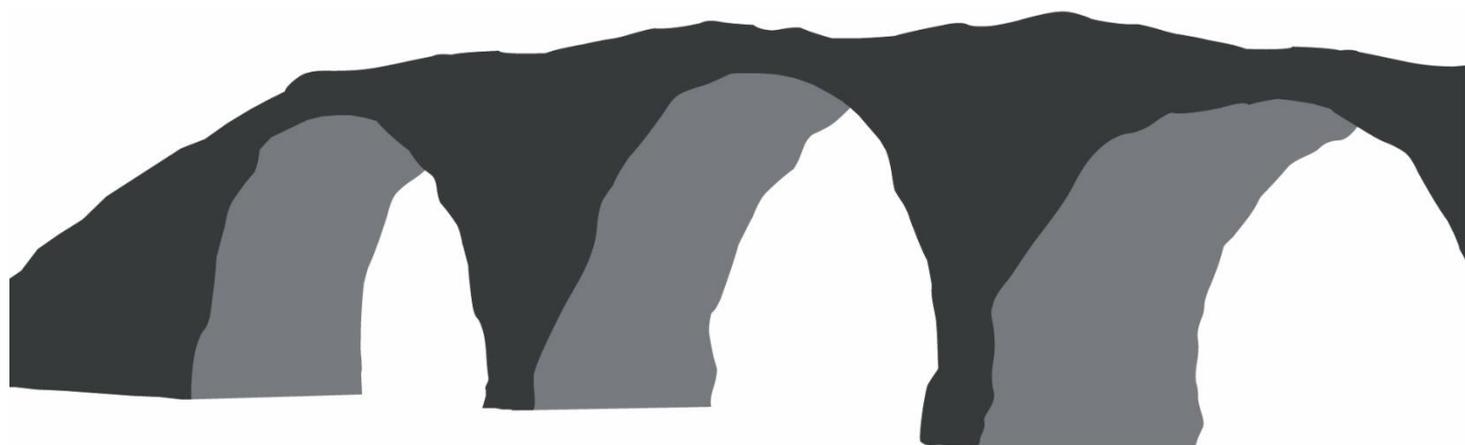
**IRON OBJECTS IN MUSEUMS: A CROSSROADS OF THE
ARCHAEOLOGICAL METALLIC HERITAGE**

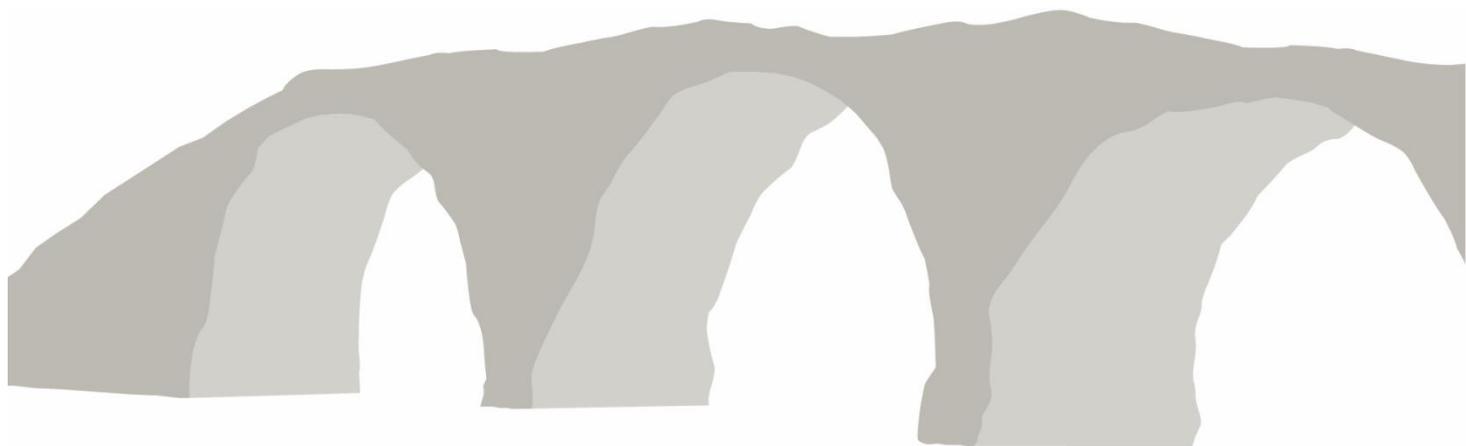
Jaime Mujica Sallés, Susana dos Santos Dode,

Taciane Silveira Souza, Priscila Poeta Darley,

Marina Monteiro Nascimento, Mariana Brauner Lobato,

Maria Waleska Siga Peil Martins, Julia Braga dos Santos





Submetido em 02/11/2020.

Revisado em: 12/12/2020.

Aceito em: 23/12/2020.

OS OBJETOS DE FERRO NOS MUSEUS: UMA ENCRUZILHADA DO PATRIMÔNIO METÁLICO ARQUEOLÓGICO

LOS OBJETOS DE HIERRO EN LOS MUSEOS: UNA ENCRUCIJADA DEL PATRIMONIO METÁLICO ARQUEOLÓGICO

IRON OBJECTS IN MUSEUMS: A CROSSROADS OF THE ARCHAEOLOGICAL METALLIC HERITAGE

Jaime Mujica Sallés¹, Susana dos Santos Dode², Taciane Silveira Souza³,
Priscila Poeta Darley⁴, Marina Monteiro Nascimento⁵, Mariana Brauner Lobato⁶,
Maria Waleska Siga Peil Martins⁷, Julia Braga dos Santos⁸

RESUMO

As coleções arqueológicas metálicas conformam um grupo de objetos, muitas vezes, altamente susceptíveis à deterioração, que demandam a implementação de rigorosas medidas de conservação preventiva e ou procedimentos específicos de conservação curativa, para assegurar a sua permanência no tempo. Essas coleções podem incluir uma grande diversidade de materiais, de variados formatos, tamanhos e funções, que podem ser de ouro, prata, cobre, chumbo, ferro, ou de ligas, como o bronze, latão, alpaca ou peltre. Os artefatos de ferro, devido à sua tendência a voltar ao estado mineral original, são extremamente instáveis, o que explica a sua rápida deterioração e a sua escassa representação nos museus. O Laboratório Multidisciplinar de Investigação Arqueológica da Universidade Federal de Pelotas (Brasil) vem desenvolvendo pesquisas, desde o ano de 2011, sobre a conservação de coleções arqueológicas metálicas. Um dos objetivos dessas pesquisas é o de fornecer às instituições de menor porte e aos colecionistas particulares, tratamentos alternativos para a estabilização de artefatos de ferro. Foram comparados 12 processos interventivos realizados numa coleção de objetos de ferro, dispostos em ambientes diferentes durante 27 meses. Dessa forma, foi possível também contrastar o resultado desses processos sob condições ambientais e de manipulação diferenciadas. Dentre os

¹ Coordenador Geral do Laboratório Multidisciplinar de Investigação Arqueológica (LÂMINA), Universidade Federal de Pelotas (UFPel). E-mail: mujica.jaime@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2479-7950>.

² Conservadora-Restauradora Arqueológica, Pesquisadora associada do LÂMINA/UFPel. E-mail: susanadode@hotmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6845-4613>.

³ Conservadora-Restauradora Arqueológica, Pesquisadora associada do LÂMINA/UFPel. E-mail: ciane_ta@hotmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3552-1191>.

⁴ Mestre em Arqueologia, Pesquisadora associada do LÂMINA/UFPel. E-mail: priscilapoeta@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3078-952X>.

⁵ Discente do Curso de Museologia da UFPel. E-mail: marinamonteironascimento33@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8732-8102>.

⁶ Discente do Curso de Museologia da UFPel. E-mail: marianabl1897@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6516-6544>.

⁷ Discente do Curso de Museologia da UFPel. E-mail: mwalpeil@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5021-3379>.

⁸ Discente do Curso de Arqueologia da UFPel. E-mail: juulia_braga@outlook.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2577-7495>.

tratamentos realizados, destacou-se a imersão em parafina pela sua eficiência na estabilização dos objetos, somada a sua facilidade de operação e aos baixos custos dos insumos.

Palavras-chave: Conservação Arqueológica, artefatos de ferro, conservação curativa, patrimônio histórico.

RESUMEN

Las colecciones arqueológicas metálicas constituyen un grupo de objetos, muchas veces, altamente susceptibles al deterioro, que demandan la implementación de rigurosas medidas de conservación preventiva, y/o procedimientos específicos de conservación curativa, para asegurar su permanencia en el tiempo. Esas colecciones pueden incluir una gran diversidad de materiales, de variados formatos, tamaños y funciones, que pueden ser de oro, plata, cobre, plomo, hierro, o de aleaciones, como el bronce, latón, alpaca y peltre. Los artefactos de hierro, debido a su tendencia a volver al estado mineral original, son extremadamente inestables, lo que explica su rápido deterioro y su escasa representación en los museos. El Laboratorio Multidisciplinar de Investigación Arqueológica de la Universidad Federal de Pelotas (Brasil) viene desarrollando investigaciones, desde el año 2011, sobre la conservación de colecciones arqueológicas metálicas. Uno de los objetivos de esas investigaciones es el de proporcionar a las instituciones de menor porte y a los coleccionistas particulares, tratamientos alternativos para la estabilización de artefactos de hierro. Fueron comparados 12 procesos de intervención realizados en una colección de objetos de hierro, dispuestos en ambientes diferentes durante 27 meses. De esa forma, fue posible también contrastar el resultado de esos procesos bajo condiciones ambientales y de manipulación diferenciadas. Entre los tratamientos realizados, se destacó la inmersión en parafina por su eficiencia en la estabilización de los objetos, sumado a la facilidad de operación y al bajo costo de los insumos.

Palabras clave: Conservación Arqueológica, artefactos de hierro, conservación curativa, patrimonio histórico.

ABSTRACT

Archaeological metal collections are made up of a group of objects frequently susceptible to deterioration. To ensure its permanence over time, strict preventive conservation measures or specific curative procedures are required. These collections can include a wide variety of materials of different shapes, sizes, and functions, they can be gold, silver, copper, lead, iron, or alloys such as bronze, brass, alpaca, and pewter. Iron artifacts are extremely unstable due to their tendency to return to their original mineral state; which explains their rapid deterioration and poor representation in museums. Since 2011, the Multidisciplinary Laboratory for Archaeological Research at the Federal University of Pelotas (Brazil) has been conducting research on the conservation of metal archaeological collections. One of the goals of this research is to provide smaller institutions and private collectors with alternative treatments for the stabilization of iron artifacts. Twelve intervention processes on iron objects were compared, carried out in different environments, and using diverse manipulation conditions, for a period of 27 months. Among the accomplished treatments, immersion in paraffin stood out for its efficiency in stabilizing objects, added to its ease of operation and the low cost of inputs.

Keywords: Archaeological Conservation, iron artifacts, curative conservation, historical heritage.

INTRODUÇÃO

O ferro é geralmente o metal mais comum recuperado dos sítios arqueológicos. Contudo, apesar dos elementos de ferro serem referidos como uma parcela significativa dos metais recuperados em muitas escavações, não deixa de resultar intrigante, na maior parte das vezes, o escasso número de materiais de ferro resguardados nas instituições de pesquisa e nos museus de arqueologia. Uma das causas que justificaria a inexpressiva proporção desses elementos metálicos nesses acervos seria a tendência termodinâmica do ferro de voltar aos óxidos e hidróxidos de ferro originais caso esses materiais não estejam acondicionados em ambientes com uma umidade relativa muito baixa e/ou tenham passado por tratamentos específicos de conservação.

Segundo Plenderleith (1956), os objetos de ferro são os que apresentam os maiores desafios para o Conservador-Restaurador devido à variedade e complexidade dos produtos de corrosão que podem apresentar. Este também é um dos motivos da referida situação, já que implica a necessidade de contar com recursos humanos especializados para a elaboração e realização dos projetos interventivos⁹ pertinentes. Além disso, a maior parte dos produtos químicos necessários para os tratamentos de conservação não são de fácil acesso, por serem de elevado valor e/ou estarem disponíveis somente nos grandes centros, ou em lojas especializadas. A toda essa gama de elementos, devemos considerar também que a preparação e/ou manipulação de alguns desses produtos demanda conhecimentos especializados e equipamentos apropriados.

Por outra parte, temos constatado que algumas empresas de arqueologia preferem deixar na escavação esse tipo de vestígios de ferro, dada a sua rápida deterioração pós retirada e às dificuldades e custos da sua estabilização. Em diversas ocasiões verificamos, durante as vistorias efetuadas em museus locais e reservas arqueológicas de instituições de pesquisa, o elevado grau de degradação dos vestígios arqueológicos de ferro, chegando muitas das vezes à perda total das componentes materiais, informacionais e simbólicas.

Em vista desta situação do patrimônio arqueológico de ferro, lamentavelmente mais comum do que se pensa, o Laboratório Multidisciplinar de Investigação Arqueológica (LÂMINA), pertencente ao Instituto de Ciências Humanas da Universidade Federal de Pelotas, começa, a partir do ano de 2011, a estudar e comparar os distintos tratamentos referidos na literatura especializada. O objetivo principal está sendo o de subsidiar as instituições locais que salvaguardam artefatos de ferro históricos ou arqueológicos, com propostas de tratamentos alternativos àqueles recomendados na literatura especializada para a estabilização dessas coleções.

Para esta pesquisa, foi comparada a eficiência de 12 projetos interventivos realizados sobre elos de ferro forjado e, por sua vez, contrastados sob diferentes condições ambientais e de manipulação. Um dos ambientes onde foi acondicionado um grupo das peças tratadas teve controle da umidade relativa, da iluminação e da manipulação e se assemelha ao ambiente que pode ser encontrado nas áreas expositivas ou nas reservas técnicas de museus e instituições de pesquisa de certa magnitude. Portanto, os resultados dessas experiências no ambiente controlado poderiam ser extrapolados para esses tipos de instituições.

Contudo, a grande maioria das áreas expositivas e locais de armazenamento de acervos dos pequenos museus – tanto do interior do Rio Grande do Sul como em outras tantas regiões do Brasil e do Uruguai – não apresentam nem controle dos parâmetros climáticos, nem da iluminação, nem dos poluentes, nem da manipulação, etc. Para esse tipo de situação é que foi planejada esta pesquisa.

⁹ Por projeto interventivo entende-se o conjunto de tratamentos de conservação curativa necessários para conseguir a estabilização a médio e longo prazo do artefato e o conjunto de registros pertinentes.

Ao longo deste trabalho, faremos a descrição das técnicas e materiais empregados, assim como dos resultados, comparando os distintos conjuntos de tratamentos; e contrastando a eficiência, considerando os distintos ambientes. Essas observações servirão de base para assessorar, principalmente, os museus pequenos e colecionistas particulares, detentores de acervos metálicos, muitos dos quais carecem de instalações, materiais e pessoal especializado. É bem mais provável que tratamentos já consagrados na literatura especializada mostrem os melhores resultados na hora de estabilizar um artefato de ferro. Mas nem sempre é assim, já que as nossas condicionantes climáticas, a qualidade das nossas instalações e equipamentos e a qualidade dos nossos próprios insumos de conservação não são necessariamente as mesmas que das instituições de origem dos distintos autores.

Agora bem, quanto mais caro for o tratamento de conservação ou mais complexo o procedimento, menores são as possibilidades de uma instituição de pequeno porte utilizar essa metodologia na hora de tratar suas coleções metálicas. Neste caso, o dilema que enfrentam os curadores ou responsáveis do acervo é entre não fazer nenhum tratamento e deixar que a corrosão siga seu caminho inexorável, ou empreender alguns tratamentos alternativos

Estes procedimentos alternativos (às vezes contraindicados pelos especialistas), porém são de mais simples manipulação e implicam insumos de menor valor e de fácil aquisição nos mercados locais. É nesse sentido, que esta experiência objetivou testar alguns desses tratamentos, comparando-os com outros mais custosos e de maior complexidade operacional.

Os objetivos específicos deste trabalho foram: comparar a efetividade de distintos tratamentos de conservação curativa empregando uma série de objetos metálicos de ferro; a eficiência de um mesmo tratamento submetido a objetos acondicionados em ambientes distintos; os tratamentos realizados com base em distintos critérios (efetividade, demanda de tempo, exigência de recursos humanos especializados, custos dos materiais e facilidade de aquisição), e; obter subsídios para fornecer às distintas instituições que participam da preservação do patrimônio histórico e arqueológico regional uma série de informações sobre os tipos de tratamentos que se mostram mais eficientes para a estabilização das coleções de artefatos de ferro – sendo estas submetidas às características climáticas de regiões com alta variabilidade diária e estacional dos valores de temperatura e de umidade relativa, como é o caso da cidade de Pelotas (RS).

MATERIAL E MÉTODOS

Para a presente investigação, foram empregados, como material de prova, os elos de uma corrente de ferro forjado de origem naval, encontrados na areia na margem da Ilha dos Marinheiros na Lagoa dos Patos, no Estado do Rio Grande do Sul. A corrente encontrava-se num estado bastante avançado de deterioração devido às próprias características do metal, assim como pela exposição à água salobra do local. Essa corrente, de 1,20 m de comprimento, estava composta por um conjunto de elos de cerca de 7 cm de comprimento, 5 cm de largura e um peso de aproximadamente 30 g.

Desta corrente, foram separados 26 elos, tomando o cuidado de escolher os que apresentavam visualmente aspectos semelhantes. Deste conjunto de elos, se segregaram dois para servir como controle e, portanto, não levaram nenhum tipo de tratamento (esses elos foram denominados A1 e B1). Cada um dos restantes elos foi identificado com uma numeração sequencial do 2 ao 13 e com uma letra (A ou B), utilizando-se uma etiqueta de material plástico amarrada com fio de nylon ao objeto. O conjunto de artefatos denominados A2, A3... até A13, junto com o controle (A1), depois de efetuados os distintos tratamentos, foram

acondicionados em bandejas individuais e colocados dentro de uma mapoteca localizada no laboratório número III do LÂMINA (Figura 1). Esse laboratório se manteve em todo momento com controle da umidade relativa e com controle estrito do acesso, e a coleção se manteve, a resguardo da luz e do material particulado, na referida mapoteca.



Figura 1. Detalhe do conjunto de desumidificadores e da mapoteca do laboratório III onde foram acondicionados os objetos do grupo A (Fonte: Banco de dados do LÂMINA, 2018).

A umidade relativa (UR) foi controlada através de dois desumidificadores (Figura 1), evitando-se a abertura desnecessária da porta de ingresso, estando as janelas permanentemente fechadas. Também foi eliminada a prática de limpeza do piso com água para evitar o aumento da UR. O valor mínimo de UR registrado durante os 27 meses da experiência no laboratório III foi de 12% e o máximo de 60%, com uma média de 34% (Figura 2).

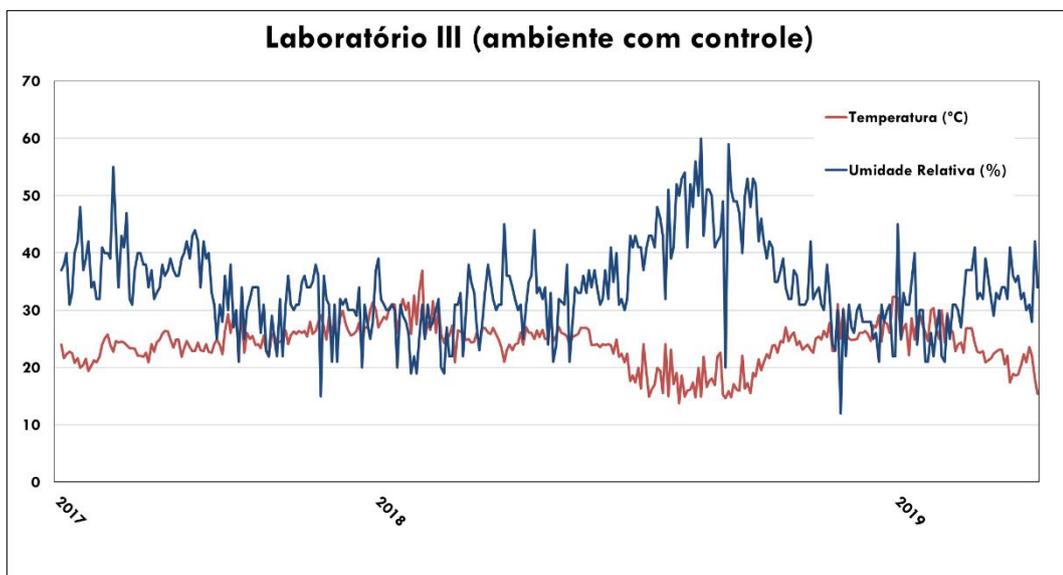


Figura 2. Gráfico ilustrando as variações da umidade relativa e da temperatura no Laboratório III durante todo o período da pesquisa. (Fonte: Banco de dados do LÂMINA, 2019).

Os dois desumidificadores permaneceram ligados permanentemente durante esse período, porém, em alguns dias em que a temperatura desceu muito, o funcionamento deles ficou parcialmente comprometido devido ao congelamento das serpentinas, atingindo-se excepcionalmente valores de umidade relativa, maiores de 50%. Os registros da temperatura mostraram que ela flutuou entre um valor mínimo de 13,8 °C e uma máxima de 36,9 °C, com um valor médio de 24,2 °C (Figura 2). É importante ressaltar que as variações diárias, tanto da temperatura como da UR, foram menores de 10%.

O conjunto de objetos denominados de B2 até B13, incluindo o controle (B1), foram acondicionados pós-tratamentos em bandejas acima de uma mapoteca na sala térrea do LÂMINA (Figura 3). Essa sala não tem controle de temperatura nem de umidade relativa e sofre uma ampla variação desses parâmetros ao longo do dia e do ano.



Figura 3. Sala térrea onde ficou acondicionado o grupo B de objetos, onde se pôde apreciar a janela, que geralmente fica aberta e que dá acesso para uma rua de intenso trânsito veicular (Fonte: Banco de dados do LÂMINA, 2018).

O valor mínimo de umidade relativa registrado durante o período da experiência nessa sala foi de 32% e o máximo de 89%, com um valor médio de 59,5% (Figura 4). Por outro lado, a temperatura flutuou entre uma mínima de 12 °C e uma máxima de 32 °C, com um valor médio de 23,6 °C, com significativas variações diárias (Figura 4).

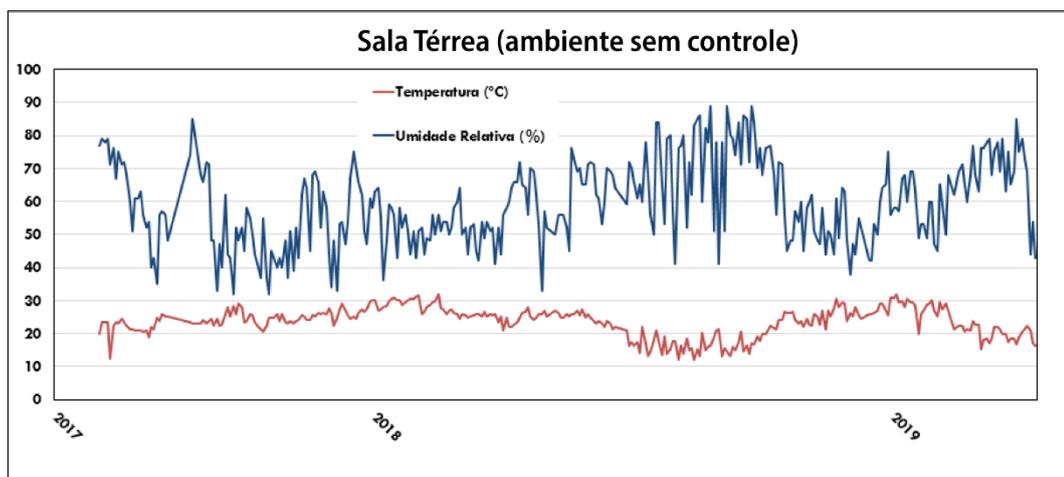


Figura 4. Gráfico ilustrando as variações da umidade relativa e da temperatura na Sala Térrea durante todo o período da pesquisa. (Fonte: Banco de dados do LÂMINA, 2019).

O conjunto de artefatos não foi recoberto com nenhum tipo de material, ficando exposto tanto à iluminação natural indireta como à luz fluorescente, assim como ao depósito de material particulado, à ação de gases poluentes e ao manuseio por pessoal diverso. Deve-se levar em consideração que a janela dessa sala permaneceu aberta durante a maior parte dos dias, estando localizada a poucos metros de um ponto de ônibus, com um ingresso potencial de poluentes. Tratou-se de recriar, desta forma, um ambiente similar ao que se pode encontrar em muitas instituições de guarda regionais.

As amostras foram submetidas a distintas séries de tratamentos de conservação, selecionadas a partir da revisão da bibliografia especializada, do intercâmbio de informações com especialistas da área e da experiência prévia da equipe de trabalho. Os tratamentos realizados foram os seguintes: limpeza manual com bisturi, instrumental de dentista e com escova de cerdas plásticas; inibição da corrosão com uma solução de ácido tânico¹⁰; camada impermeabilizante de acetato de polivinila (PVA)¹¹, de Paraloid-B72¹², de parafina e de cera microcristalina; e redução eletrolítica¹³. O conjunto de tratamentos que receberam cada uma das amostras pode ser conferido na Figura 5.

| AMOSTRA | TRATAMENTOS | | | | | | | |
|---------|-------------|-------|-------|-------|-------|----|-------|-------|
| | S. T. | L. M. | R. E. | A. T. | A. P. | P. | P. B. | C. M. |
| A1/B1 | X | | | | | | | |
| A2/B2 | | X | | X | | | | |
| A3/B3 | | X | | X | X | | | |
| A4/B4 | | X | | X | | | X | |
| A5/B5 | | X | | X | | | X | X |
| A6/B6 | | X | | X | | X | | |
| A7/B7 | | X | X | X | | | | |
| A8/B8 | | X | X | X | X | | | |
| A9/B9 | | X | X | X | | | X | |
| A10/B10 | | X | X | X | | | X | X |
| A11/B11 | | X | X | X | | X | | |
| A12/B12 | | X | | | X | | | |
| A13/B13 | | X | | | | X | | |

Figura 5. Tipos de tratamentos aplicados aos objetos:

Sem Tratamento – S. T.; Limpeza Manual – L. M.; Redução Eletrolítica – R. E.; Solução de Ácido Tânico – A. T.; Solução de Acetato de Polivinila – A. P.; Parafina – P.; Solução de Paraloid B-72 – P. B.; Cera Microcristalina – C. M. (Fonte: Banco de dados do LÂMINA, 2018).

¹⁰ O ácido tânico é um ácido orgânico complexo de origem vegetal que se emprega para a inibição da corrosão nos artefatos de ferro, pela formação de uma camada protetora de tanato férrico (CCI, 1989).

¹¹ O acetato de polivinila é uma resina vinílica sintética termoplástica, derivada da polimerização do acetato de vinila. Produto solúvel em água utilizado como capa protetora, como consolidante e adesivo. É estável à luz (Calvo, 1997, p.12).

¹² O Paraloid B-72 é uma resina acrílica, polímero sintético, copolímero de metacrilato de etilo e acrilato de metilo. Tem boa reversibilidade e permanência, boa característica ótica no envelhecimento e é resistente ao ataque por micro-organismos (Calvo, 1997, p. 166).

¹³ A redução eletrolítica, denominada também de limpeza eletrolítica ou de eletrólise, tem como objetivo principal a extração de íons cloreto. Outros efeitos sobre o artefato são a redução de alguns dos produtos de corrosão do ferro ao estado metálico novamente, e a limpeza mecânica pela liberação de bolhas de hidrogênio (Hamilton, 1999).

Os tratamentos e as avaliações foram realizados por Mujica, Dode e Souza com a colaboração dos Conservadores-Restauradores Márcia Regina Ribeiro, Fábio Barreto Silva (atuais pesquisadores associados do LÂMINA) e Vanilde Rohling Ghizoni (vinculada ao Museu de Arqueologia e Etnologia Professor Oswaldo Rodrigues Cabral- MARQUE/UFSC). Os tratamentos foram iniciados no dia 3 de maio de 2017 e finalizados em 17 de maio do mesmo ano. O período de avaliação da eficiência dos tratamentos, tanto no ambiente mais controlado como no ambiente sem controle, foi desde a data de finalização dos tratamentos até o dia 16 de agosto de 2019, totalizando 27 meses. Durante esse tempo, foram realizados 3 monitoramentos com lupa estereoscópica objetivando avaliar o estado de conservação de cada objeto. O primeiro dos monitoramentos foi no dia 20 de junho de 2017; o segundo, no dia 26 de junho de 2018; e o último, entre os dias 15 e 16 de agosto de 2019.

Descrição dos tratamentos realizados¹⁴

- A1/B1. Amostras de controle (não sofreram nenhum tipo de tratamento) (Figura 6).



Figura 6. Aspecto visual dos objetos denominados de: A1 (esquerda) e B1 (direita). (Fonte: Banco de dados do LÂMINA, 2017).

- A2/B2. Foi realizada uma limpeza manual com o emprego de bisturi, instrumental de dentista e escova de cerdas médias, com o auxílio de lupa estereoscópica (Figura 7). Foi aplicado, como inibidor de corrosão, uma solução hidroalcoólica de ácido tânico a 3%, com pH de 2,3, por imersão e escovação, conforme as indicações do CCI (1989). A solução foi elaborada no laboratório e as proporções de álcool e água (40% e 57% respectivamente) foram ajustadas à solubilidade específica dos taninos empregados. O teste de solubilidade desses taninos foi realizado pelo químico Thiago Guimarães da Costa – do Ateliê de Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis (Atecor), vinculado à Diretoria de Preservação do Patrimônio Cultural da Fundação Catarinense de Cultura (FCC). A aplicação do ácido tânico foi repetida 3 vezes, com intervalos mínimos de 48 horas entre cada uma. Não foi aplicada nenhuma outra camada de proteção por cima do tanato férrico formado.

¹⁴ As fotografias dos objetos apresentadas foram realizadas no período final desta pesquisa (agosto de 2019), ou seja, 27 meses depois da finalização dos tratamentos.



Figura 7. Aspecto visual dos objetos denominados de: A2 (esquerda) e B2 (direita).
(Fonte: Banco de dados do LÂMINA, 2019).

- A3/B3. Foi realizada a limpeza manual e a aplicação de ácido tânico da mesma forma que nas amostras anteriores (Figura 8). Para reduzir a passagem de vapor de água e de oxigênio desde o exterior, foi aplicado, como impermeabilizante, uma solução de acetato de polivinila neutra. A primeira demão, a mais diluída, para favorecer a penetração, foi de 10% em água destilada; a segunda demão foi a 20%; e a terceira demão a 30%. As aplicações foram realizadas com um intervalo de 24 horas.



Figura 8. Aspecto visual dos objetos denominados de: A3 (esquerda) e B3 (direita). (Fonte: Banco de dados do LÂMINA, 2019).

- A4/B4. Foi realizada a limpeza manual e aplicação de ácido tânico (Figura 9). Como camada de proteção, foi aplicada por imersão uma solução de Paraloid B-72 a 5% diluída em acetona.



Figura 9. Aspecto visual dos objetos denominados de: A4 (esquerda) e B4 (direita). (Fonte: Banco de dados do LÂMINA, 2019).

- A5/B5. Foi realizada a limpeza manual, a aplicação de ácido tânico e de Paraloid B-72 a 5% diluída em acetona. (Figura 10). Por último, foi aplicada uma segunda camada impermeabilizante de cera microcristalina fundida em aquecimento por banho-maria.



Figura 10. Aspecto visual dos objetos denominados de: A5 (esquerda) e B5 (direita).
(Fonte: Banco de dados do LÂMINA, 2019).

- A6/B6. Foi realizada a limpeza manual, a aplicação de ácido tânico e, como camada impermeabilizante, empregou-se parafina fundida em aquecimento por banho-maria (Figura 11).



Figura 11. Aspecto visual dos objetos denominados de: A6 (esquerda) e B6 (direita).
(Fonte: Banco de dados do LÂMINA, 2019).

- A7/B7. Foi realizada a limpeza manual e, com o objetivo principal de reduzir a quantidade de potenciais sais solúveis, foi realizada a redução eletrolítica a baixo amperagem¹⁵ durante um período de 15 horas e 40 minutos (Figura 12). A voltagem média foi de 2,6 V; a amperagem média de 0,6 A; e a densidade de corrente foi de 2,0 mA/cm². Como eletrólito, foi utilizada uma solução de hidróxido de sódio a 5% em água destilada. O objeto foi neutralizado, lavado e escovado com água destilada, enxugado com papel toalha, mergulhado em álcool absoluto e secado com ar quente do secador de cabelo. Posteriormente, foi feita outra limpeza manual e realizadas as três aplicações do ácido tânico conforme descrição anterior. Não foi feita a aplicação de uma camada impermeabilizante.

¹⁵ A aplicação de intensidades muito baixas de corrente aumenta a velocidade de extração dos cloretos ao incrementar a superfície de difusão disponível (Bethencourt *et al.*, 2004).



Figura 12. Aspecto visual dos objetos denominados de: A7 (esquerda) e B7 (direita).
(Fonte: Banco de dados do LÂMINA, 2019).

- A8/B8. Foram realizadas a limpeza manual, a redução eletrolítica e a inibição da corrosão com o ácido tânico, com a mesma metodologia já descrita anteriormente (Figura 13). Como camada de proteção, foram feitas 3 aplicações de acetato de polivinila. A primeira a 10%, a segunda a 20%, e a terceira a 30%, com intervalos não inferiores a 24 horas.



Figura 13. Aspecto visual dos objetos denominados de: A8 (esquerda) e B8 (direita).
(Fonte: Banco de dados do LÂMINA, 2019).

- A9/B9. Foram realizadas a limpeza manual, a redução eletrolítica, a aplicação do ácido tânico e, como camada impermeabilizante, foi empregada uma solução de Paraloid B-72 a 5% diluída em acetona, por imersão (Figura 14).



Figura 14. Aspecto visual dos objetos denominados de: A9 (esquerda) e B9 (direita).
(Fonte: Banco de dados do LÂMINA, 2019).

- A10/B10. Foram realizadas a limpeza manual, a redução eletrolítica e a aplicação de ácido tânico (Figura 15). Como camadas de proteção, além do Paraloid B-72 a 5% diluída em acetona, foi aplicada por cima cera microcristalina fundida em aquecimento por banho-maria.

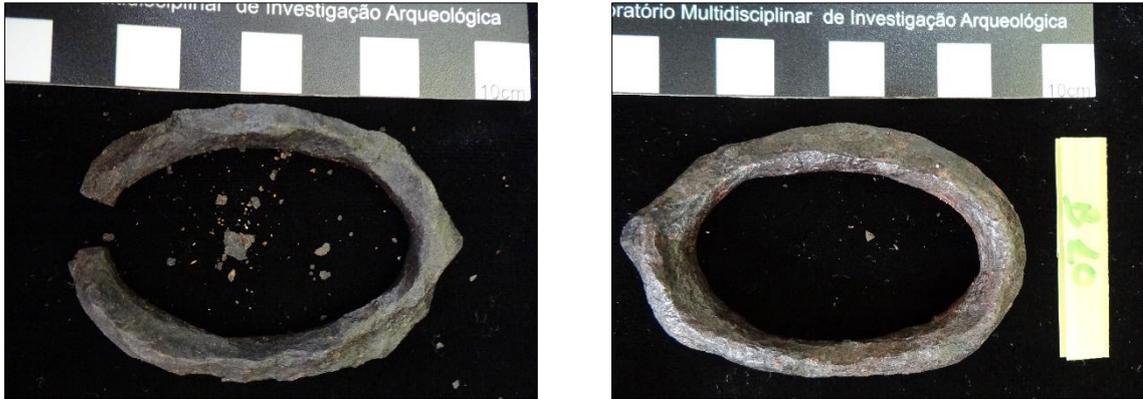


Figura 15. Aspecto visual dos objetos denominados de: A10 (esquerda) e B10 (direita).
(Fonte: Banco de dados do LÂMINA, 2019).

- A11/B11. Foram realizadas a limpeza manual, a redução eletrolítica, a aplicação de ácido tânico e, como camada impermeabilizante, foi empregada a parafina fundida em aquecimento por banho-maria (Figura 16).



Figuras 16. Aspecto visual dos objetos denominados de: A11 (esquerda) e B11 (direita).
(Fonte: Banco de dados do LÂMINA, 2019).

- A12/B12. Foi realizada a limpeza manual e, como impermeabilizante, foi feita a aplicação de 3 demãos de acetato de polivinila, seguindo a metodologia já descrita anteriormente (Figura 17). Não foi aplicado o inibidor de corrosão.

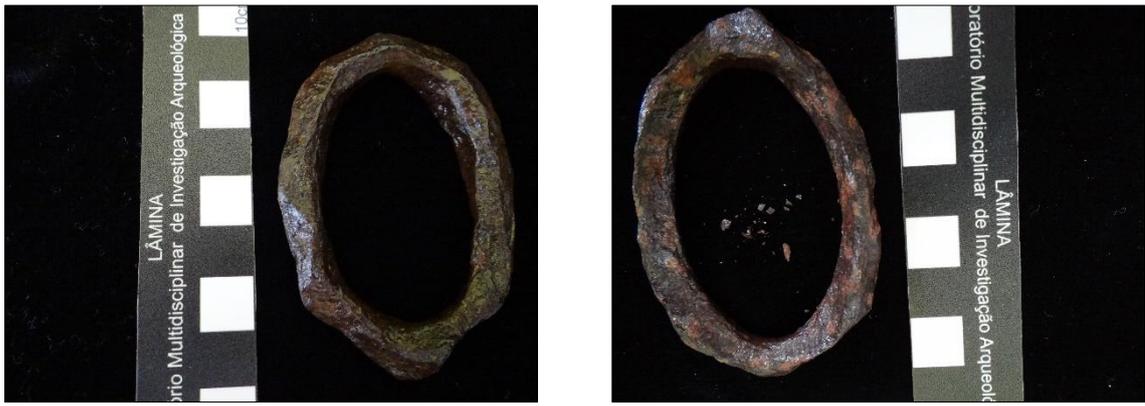


Figura 17. Aspecto visual dos objetos denominados de: A12 (esquerda) e B12 (direita).
(Fonte: Banco de dados do LÂMINA, 2019).

- A13/B13. Foi realizada a limpeza manual e, como camada de proteção, foi empregada a parafina fundida em aquecimento por banho-maria (Figura 18). Também não foi aplicado o ácido tânico.



Figura 18. Aspecto visual dos objetos denominados de: A13 (esquerda) e B13 (direita).
(Fonte: Banco de dados do LÂMINA, 2019).

RESULTADOS

Com relação aos projetos interventivos realizados nos elos da corrente, primeiramente vamos apresentar os resultados dos monitoramentos realizados no conjunto de objetos acondicionados no ambiente mais controlado (Conjunto A) e posteriormente, do grupo de objetos acondicionados no ambiente sem controle (Conjunto B).

As observações realizadas durante o primeiro monitoramento do Conjunto A durante o dia 21 de junho de 2017 são apresentadas a seguir.

- A1. Apresentou diversos locais com corrosão seca ativa, evidenciada pelo desprendimento de pequenas lâminas superficiais e certo grau de pulverulência.
- A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9 e A10. Não apresentaram alterações visíveis.
- A11, A12 e A13. Apresentaram algumas manchas castanho avermelhadas por baixo da camada de proteção, devido à corrosão.

A seguir, serão detalhadas as observações realizadas durante o segundo monitoramento efetuado no dia 26 de junho de 2018:

- A1. Apresentou desprendimento de fragmentos superficiais e pulverulência.
- A2. Apresentou desprendimento de escassos fragmentos superficiais, de reduzidas dimensões.
- A3 e A4. Não apresentaram alterações.
- A5. Apresentou algumas manchas castanho-avermelhadas por baixo das camadas de Paraloid B-72 e da cera microcristalina, devido à corrosão.
- A6. Apresentou, em alguns locais, corrosão laminar com desprendimento de pequenos fragmentos.
- A7. Apresentou desprendimento de alguns fragmentos superficiais, de reduzidas dimensões.
- A8. Apresentou ruptura da camada de PVA, em alguns locais, por processos de corrosão laminar.
- A9. Não apresentou alterações.
- A10. Apresentou abundante desprendimento de fragmentos superficiais. Aparentemente perdeu partes das camadas de Paraloid B-72 e da cera microcristalina.
- A11. Apresentou perda da camada de parafina com desprendimento de alguns pequenos fragmentos em alguns locais.
- A12. Apresentou algumas manchas castanho avermelhadas por baixo da camada de PVA, deteriorando-a, devido à corrosão.
- A13. Apresentou algumas manchas castanho avermelhadas por baixo da camada de parafina, devido à corrosão; deterioração da camada de parafina em alguns pontos, por efeito da corrosão.

A seguir, são descritas as observações resultantes do terceiro monitoramento, realizado entre os dias 6 a 8 de agosto de 2019:

- A1. Apresentou pulverulência; numerosos locais com laminação.; desprendimento de numerosos fragmentos (o maior de 10,7 mm de comprimento por 4,5 mm de largura); e em diversos pontos, bolhas secas do *Weeping iron*¹⁶.
- A2. Apresentou desprendimento de alguns fragmentos superficiais (o maior de 1,7 mm de comprimento por 1,5 mm de largura); em alguns locais, pequenas áreas de corrosão laminar; e escasso número de bolhas secas do *Weeping iron*.
- A3. Apresentou somente numa pequena área um processo de corrosão laminar, por baixo da camada de PVA. Surgiram algumas manchas castanho-avermelhadas por baixo da camada de PVA, devido à corrosão. Em numerosos locais, surgiram bolhas secas do *Weeping iron*, a grande maioria por baixo da película de PVA.
- A4. Apresentou, em alguns locais, bolhas secas do *Weeping iron*, a grande maioria por baixo da película de Paraloid B-72.

¹⁶ O termo denominado de *Weeping iron* corresponde à migração de íons de cloretos de ferro em direção à superfície do artefato, com formação de pequenas gotas de água por serem altamente higroscópicos (Selwyn, 2004). A partir do momento que a umidade relativa baixa perto dos 50%, as gotículas se secam formando bolhas de coloração castanhas ou alaranjadas (CCI, 1997).

- A5. Apresentou desprendimento de escassos fragmentos (o maior de 1,2 mm de comprimento); e bolhas secas do *Weeping iron*, porém em menor quantidade que nos objetos anteriores. Num local, apresentou indícios de corrosão laminar.
- A6. Apresentou desprendimento de escasso número de fragmentos (o maior de 3,3 mm de comprimento). Em algumas áreas de reduzidas dimensões, apresentou desprendimentos circulares da película de parafina por efeito de processos de corrosão. Surgiram bolhas secas do *Weeping iron* em diversos locais, porém a grande maioria não ultrapassou a camada de parafina.
- A7. Apresentou desprendimentos de fragmentos (de até 3,0 mm de comprimento) em menor quantidade que o objeto mantido no ambiente sem controle (B7); e uma quantidade de bolhas secas do *Weeping iron* bem reduzidas (bem inferior aos objetos anteriores).
- A8. Apresentou algumas manchas castanho avermelhadas provocadas pela corrosão por baixo da camada de PVA. Apareceram bolhas secas do *Weeping iron*, porém a grande maioria não atravessou a película de PVA, diferentemente do objeto B8, descrito mais adiante.
- A9. Apresentou bolhas secas do *Weeping iron* de forma esparsa, por baixo da camada de acetato de polivinila. Já no objeto B9, as bolhas são de tamanho bem maior e a maioria ultrapassou a camada de PVA.
- A10. Apresentou pulverulência; desprendimento de numerosos fragmentos (o maior de 5,7 mm de comprimento por 3,7 mm de largura); processos de corrosão laminar em diversos locais; e abundantes bolhas secas do *Weeping iron*, as quais atravessaram a dupla camada de resina acrílica – cera microcristalina.
- A11. Apresentou desprendimento de alguns fragmentos (o maior de 3,2 mm de comprimento por 2,6 mm de largura); e escassos números de bolhas secas do *Weeping iron*, porém elas provocaram o desprendimento de pequenas lascas metálicas.
- A12. As manchas castanho avermelhadas que tinham já aparecido no monitoramento anterior não ultrapassaram a película de PVA.
- A13. Apresentou o desprendimento de alguns escassos fragmentos (o maior de 4,2 mm de comprimento por 1,9 mm de largura); e processos de laminação incipientes em alguns locais. A camada de parafina foi atravessada em alguns pontos pela corrosão líquida, ficando evidenciada pelas bolhas secas do *Weeping iron*, provocando o desprendimento de pequenas seções circulares da superfície metálica.

As observações realizadas durante o primeiro monitoramento do Conjunto B, efetuado no dia 20 de junho de 2017, foram:

- B1. Apresentou diversos locais com corrosão seca ativa, evidenciada pelo desprendimento de pequenas lâminas superficiais e certo grau de pulverulência.
- B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11, B12 e B13. Não apresentaram alterações visíveis.
- B12. Apareceram alguns pontos de corrosão ativa por baixo da camada de acetato de polivinila.

As observações resultantes do segundo monitoramento, realizado no dia 26 de junho de 2018, serão descritas a seguir:

- B1. Continuam os processos de corrosão laminar e surge a corrosão líquida evidenciada pela formação de pequenas gotas de coloração castanho-avermelhada, denominadas de *Weeping iron*.

- B2. Apresentou *Weeping iron* em alguns locais.
- B3. Surgimento de abundantes manchas castanho avermelhadas por baixo da camada de acetato de polivinila; oxidação laminar em alguns pontos com ruptura da camada de proteção; surgimento de *Weeping iron* com quebra do PVA.
- B4. Surgimento de abundantes manchas castanho avermelhadas por baixo da camada de Paraloid – B72. Apresentou *Weeping iron* em alguns locais.
- B5. Surgimento de manchas castanho avermelhadas por baixo das camadas de proteção. Apresentou *Weeping iron* em alguns locais.
- B6. Apresentou *Weeping iron* em alguns locais. Quebra da camada de parafina em alguns locais por efeito da corrosão laminar.
- B7. Apresentou *Weeping iron* em alguns locais.
- B8. Processos de laminação com eminente desprendimento de pequenos fragmentos. Apresentou *Weeping iron* em diversos locais.
- B9, B10 e B11. Apresentaram *Weeping iron* em diversos locais.
- B12. Apresentou *Weeping iron* em diversos locais. Surgiram processos de corrosão laminar em vários pontos.
- B13. Apresentou *Weeping iron* em diversos locais. Surgiram processos de corrosão laminar em vários pontos com ruptura da camada de parafina.

A seguir, são descritas as observações resultantes do terceiro monitoramento, realizado no período entre 1 e 2 de agosto de 2019:

- B1. Apresentou grande parte da superfície com bolhas secas do *Weeping iron*; desprendimento de numerosos fragmentos (de até 8 mm de comprimento); corrosão laminar em alguns pontos; e pulverulência.
- B2. Apresentou bolhas secas do *Weeping iron* em diversos locais; e corrosão laminar em escassos pontos.
- B3. Apresentou desprendimentos de alguns fragmentos (o maior de 8,8 mm de comprimento) devido à corrosão laminar; certa pulverulência; e bolhas secas do *Weeping iron* em numerosos locais com ruptura da camada de PVA.
- B4. Apresentou desprendimento de escassos fragmentos muito pequenos (o maior de 2,2 mm de comprimento); e bolhas secas do *Weeping iron* em numerosos locais.
- B5. Apresentou, em um local, indícios de corrosão laminar incipiente; e bolhas secas do *Weeping iron*, mas em menor quantidade que nos objetos anteriores.
- B6. Apresentou, em um local, indícios de corrosão laminar incipiente; e bolhas secas do *Weeping iron* em quantidade similar ao objeto anterior.
- B7. Em um único local, apresentou corrosão laminar com desprendimentos de fragmentos (o maior de 4,5 mm de comprimento); e bolhas secas do *Weeping iron*, mas em menor quantidade que nos objetos anteriores.
- B8. Apresentou uma leve pulverulência; corrosão laminar em duas áreas, com desprendimento de fragmentos (o maior de 8,4 mm de comprimento); e bolhas secas do *Weeping iron* em numerosos locais, com quebra da camada de PVA.

- B9. Apresentou uma leve pulverulência; e bolhas secas do *Weeping iron* em numerosos locais, com quebra da camada de Paraloid B-72.
- B10. Apresentou pulverulência; corrosão laminar em algumas áreas, com desprendimento de fragmentos de pequenas dimensões (o maior de 2,0 mm de comprimento); e bolhas secas do *Weeping iron* em diversos pontos, com quebra da camada de Paraloid B-72 e da cera microcristalina.
- B11. Apresentou uma leve pulverulência; desprendimento de escassos fragmentos (o maior de 1,7 mm de comprimento); e bolhas secas do *Weeping iron* em diversos locais, mas ao contrário dos objetos anteriores, a grande maioria não ultrapassou a camada de proteção.
- B12. Apresentou pulverulência; laminação em diversos locais com desprendimento de fragmentos (o maior de 3,7 mm de comprimento); e bolhas secas do *Weeping iron* em quantidade bem maior em comparação com os objetos que passaram pela redução eletrolítica.
- B13. Apresentou uma leve pulverulência; desprendimento de fragmentos de reduzidas dimensões (o maior de 1,1 mm de comprimento); um processo de corrosão laminar que liberou um fragmento de 10,9 mm de comprimento por 3,2 mm de largura; e bolhas secas do *Weeping iron* em diversos locais, mas em quantidades inferiores aos objetos que passaram pela eletrólise, sendo que a grande maioria não ultrapassou a camada de parafina.

COMPARAÇÃO ENTRE OS DISTINTOS CONJUNTOS DE TRATAMENTOS

Tratamentos dos objetos em ambiente controlado (Grupo A)

O conjunto de tratamentos que mostrou uma maior eficiência na estabilização dos artefatos foram os correspondentes ao objeto A9. Como referido anteriormente, esse objeto passou por uma limpeza manual com o emprego de bisturi, instrumental de dentista e escova de cerdas médias, com o auxílio de lupa estereoscópica; estabilização pela redução eletrolítica; inibição da corrosão com solução hidroalcoólica de ácido tânico a 3%, com pH de 2,3, por imersão e escovação; e impermeabilização com uma solução de Paraloid B-72 a 5% diluída em acetona, aplicada por imersão.

Os conjuntos de tratamentos que se mostraram satisfatórios para estabilizar a corrosão, porém com menor eficiência que o anterior (A9), corresponderam a A5 (limpeza manual, ácido tânico, Paraloid B-72 e cera microcristalina), A7 (limpeza manual, redução eletrolítica e ácido tânico), A8 (limpeza manual, redução eletrolítica, ácido tânico, acetato de polivinila), A11 (limpeza manual, redução eletrolítica, ácido tânico e parafina) e A12 (limpeza manual e acetato de polivinila).

Continuando com a ordem de eficiência, os conjuntos representados por A4 (limpeza manual, ácido tânico e Paraloid B-72), A6 (limpeza manual, ácido tânico e parafina) e A13 (limpeza manual e parafina), mostraram-se também satisfatórios, porém não tanto como os anteriores. Já os conjuntos representados pelos objetos A2 (limpeza manual e ácido tânico) e A3 (limpeza manual, ácido tânico e acetato de polivinila), apresentaram resultados satisfatórios, porém demonstraram uma eficácia bem menor que os anteriores. O conjunto de tratamentos representado pelo objeto A10 (limpeza manual, redução eletrolítica, ácido tânico, Paraloid B-72 e cera microcristalina) foi o que apresentou a menor eficiência, resultando num objeto com a estabilidade não controlada.

Tratamento dos objetos em ambiente não controlado (Grupo B)

O conjunto de tratamentos que se mostrou mais eficiente na estabilização dos objetos no ambiente sem controle correspondeu ao B11. Esse objeto passou por uma limpeza manual com o emprego de bisturi, instrumental de dentista e escova de cerdas médias, com o auxílio de lupa estereoscópica; estabilização pela redução eletrolítica; inibição da corrosão com solução hidroalcoólica de ácido tânico a 3%, com pH de 2,3, por imersão e escovação; e impermeabilização com parafina, aplicada fundida em aquecimento por banho-maria.

Já os conjuntos de tratamentos representados por B5 (limpeza manual, ácido tânico, Paraloid B-72 e cera microcristalina), B6 (limpeza manual, ácido tânico e parafina) e B7 (limpeza manual, redução eletrolítica e ácido tânico) mostraram um bom desempenho no controle da corrosão, porém algo menos eficiente que o anterior. Além disso, os tratamentos correspondentes aos objetos B2 (limpeza manual e ácido tânico), B3 (limpeza manual, ácido tânico e acetato de polivinila), B4 (limpeza manual, ácido tânico e Paraloid B-72), B9 (limpeza manual, redução eletrolítica, ácido tânico e Paraloid B-72), B10 (limpeza manual, redução eletrolítica, ácido tânico, Paraloid B-72 e cera microcristalina) e B13 (limpeza manual e parafina) também conseguiram estabilizar os respectivos objetos, embora a eficiência tenha sido menor que nos conjuntos anteriores.

Por último, os conjuntos representados por B8 (limpeza manual, redução eletrolítica, ácido tânico e acetato de polivinila) e B12 (limpeza manual e acetato de polivinila) não conseguiram inibir a corrosão, resultando em objetos totalmente desestabilizados.

Se levamos em consideração a situação de muitas das instituições que salvaguardam coleções históricas e arqueológicas no Brasil (carência de recursos financeiros para a compra de produtos para os tratamentos de conservação curativa; falta de especialistas para a preparação dos insumos e desenvolvimento das distintas técnicas; carência de equipamentos básicos, como desumidificador e sistema eletrolítico, etc.), a execução da maior parte dos conjuntos de tratamentos testados neste trabalho se tornam praticamente inviáveis.

Nesse sentido, deve-se destacar que, para coleções mantidas em condições similares ao ambiente mais controlado do LÂMINA (ou seja, manipulação com luvas descartáveis, controle da radiação ultravioleta, bloqueio parcial de poluentes atmosféricos e manutenção da umidade relativa próxima aos 34%), os conjuntos de tratamentos correspondentes aos objetos A12 (limpeza manual e acetato de polivinila) e A13 (limpeza manual e parafina) se mostraram muito eficientes, implicando um custo muito reduzido dos insumos e procedimentos de baixa complexidade.

Para o mesmo tipo de ambiente controlado, o conjunto de tratamentos representados pelo objeto A6 (limpeza manual, ácido tânico e parafina) também se mostrou eficiente, porém o ácido tânico não é um produto de baixo custo e muitas vezes se torna difícil de adquirir nos mercados locais. Os demais tratamentos já implicam técnicas mais complexas e insumos de maior valor.

Já para um local sem controle da manipulação, do ingresso de poluentes atmosféricos, da umidade relativa e da radiação ultravioleta, similar ao ambiente empregado nesta pesquisa, o conjunto de tratamentos que se destacou pela sua eficiência e baixo custo dos insumos e pelas técnicas pouco complexas correspondeu ao objeto B13 (limpeza manual e parafina).

CONCLUSÕES

Com relação ao inibidor de corrosão testado (ácido tânico), observou-se que, mesmo em ambiente com umidade relativa inferior a 40%, a proteção da camada de tanato férrico formada a partir do ácido tânico não consegue deter totalmente a corrosão, como observado no objeto A2. Porém, em comparação com o objeto de controle, as diferenças são significativas, o que é condizente com outros testes que estão em desenvolvimento no LÂMINA. Já o tratamento eletrolítico, junto com a inibição da corrosão pelo ácido tânico, também não conseguiu deter totalmente a corrosão, porém mostrou-se muito eficiente na estabilização dos objetos, tanto no ambiente controlado (A7) como no ambiente sem controle (B7).

A eficiência da película de acetato de polivinila mostrou diferenças significativas entre os objetos mantidos no ambiente controlado (A3, A8 e A12) e no ambiente sem controle (B3, B8 e B12). Neste último ambiente, os objetos apresentaram um grau de desestabilização notório, que pode ser atribuído ao efeito sinérgico de vários fatores ambientais e antrópicos, como a radiação ultravioleta, os altos valores e as mudanças abruptas da umidade relativa, a ação de poluentes externos (principalmente óxidos de nitrogênio e de enxofre, assim como material particulado) e o manuseio sem cuidados especiais.

A eficiência da película de Paraloid B-72, como camada mais externa de proteção, apresentou diferenças significativas entre os objetos A9 e B9. Uma das causas prováveis poderia ser o efeito de deterioração dessa película pela ação da radiação ultravioleta no objeto mantido no ambiente sem controle.

Um caso que chama a atenção é referente aos objetos A10 e B10 no que se refere à eficiência da dupla camada de proteção (resina acrílica e cera microcristalina). Teoricamente a aplicação da dupla camada significaria um aumento da impermeabilização dos objetos e sua eficiência se esperaria que fosse maior no ambiente controlado. Porém, o objeto B10 apresentou diferenças significativas no estado de conservação com relação ao objeto A10, que mostrou uma grande instabilidade. Também é de destacar que alguns dos outros tratamentos atingiram melhores resultados do que aqueles que levaram essa dupla camada de proteção.

Os objetos que passaram pela redução eletrolítica apresentaram melhores resultados em geral que os objetos que não passaram pela eletrólise. Contudo, o surgimento do *Weeping iron*, mesmo nos artefatos desse primeiro grupo, demonstraria que o tempo que ficaram na eletrólise (15 horas) não foi suficiente para a redução da concentração de íons cloreto a níveis seguros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As observações das mudanças acontecidas no conjunto de objetos de ferro, durante um período de mais de 2 anos de estudo, como resultado dos distintos tipos de tratamentos de conservação curativa realizados, forneceram uma série de informações que poderão subsidiar outras instituições regionais na tomada de decisões a esse respeito.

De todas formas, a escolha dos métodos de tratamentos a serem executados num objeto de ferro arqueológico deverá levar em consideração o estado de deterioração desse objeto, os produtos de corrosão, as especificidades dos requerimentos das potenciais análises interpretativas, assim como das condicionantes ambientais do local onde vai ser acondicionado, e das futuras estratégias de extroversão. Assim mesmo, é também importante poder contar com maiores informações que as que proporciona o exame visual dos artefatos, como as fornecidas pelas técnicas da microscopia eletrônica de varredura e espectrometria por

energia dispersiva de Raios-X (MEV/EDS), a espectrometria de fluorescência de Raios-X (FRX), a espectrometria Raman e a difratometria por Raios-X (Campos & Granato, 2015).

Também deve-se levar em consideração a escolha de tratamentos e produtos que apresentem a maior reversibilidade possível, caso seja necessária sua retirada no futuro. Porém, muitos dos tratamentos não são reversíveis e a reversibilidade da maioria dos produtos, como as ceras, parafinas e resinas, vai diminuindo com o passar do tempo. Por exemplo, Mourey (1987) destaca que as ceras e parafinas não devem estar em contato direto com a superfície metálica devido às dificuldades para realizar a sua remoção caso seja necessária e sugere a colocação de uma camada anterior de resina.

Finalmente chegamos, em muitos casos, a uma encruzilhada, na qual a equipe responsável pela decisão da escolha das técnicas e produtos a serem empregados tem que optar entre não realizar nenhuma intervenção – condenando o artefato à sua total desintegração a curto ou médio prazo (caso a instituição não disponha de uma reserva técnica, ou de vitrinas ou embalagens que mantenham valores de umidade relativa inferior a 15%¹⁷); ou utilizar métodos de certa forma desaconselhados na literatura especializada. Por exemplo, se desconsideramos a reversibilidade ou o conceito mais recente de retratabilidade¹⁸, o projeto interventivo constituído pela limpeza manual (com bisturi, instrumental de dentista e escova de cerdas médias e ou duras) e a aplicação de parafina (fundida em aquecimento por banho-maria e prévia secagem do objeto) mostrou-se, tanto nesta pesquisa como em observações realizadas em outros materiais, muito eficiente para conseguir a estabilização do objeto, mesmo em ambientes com pouco controle climático.

Os manuais clássicos de conservação de materiais arqueológicos, como os de Rodgers (2004), Pearson (1987), Cronyn (1990), Berducou *et al.* (1990), Mourey (1987), entre outros, abordam cada um dos tratamentos testados neste trabalho, mas não devemos esquecer que cada objeto metálico tem uma constituição química e um método de elaboração particular e que arrastra toda uma história de uso e desgaste e de interação com um ambiente também muito específico. Portanto, cada material que ingressa num laboratório se comporta de uma determinada forma, frente aos distintos tratamentos de conservação curativa aplicados para a sua estabilização, às vezes divergindo do descrito em tais manuais. É nesse sentido que se faz necessário continuar testando os tratamentos indicados na literatura estrangeira e perseverar na busca de procedimentos e protocolos de trabalho mais adaptados à nossa realidade institucional.

Fica, portanto, a critério da instituição a escolha dos caminhos a serem seguidos, considerando as particularidades em relação aos recursos econômicos e humanos e às características ambientais dos locais de guarda. Contudo, o que não podemos fazer é permitir que o patrimônio metálico desapareça dentro das próprias instituições estabelecidas para a preservação da nossa história.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berducou, M. Cl. (Coord), Adam, J. P., Bailly, M., Bertholon, R., Bossoutrot, A., Chantriaux- Vicard, E., Chavigner, F., Guillemard, D., Krougly, L., De La Baume, S., Meyer, N., Nunes Pedroso, R. & Relier, C. (1990). *La conservation-restauration des vestiges archéologiques*. Paris: Masson. 469 p.
- Bethencourt, M., Gil, M. L. A., Fernández-Lorenzo, C. & Santos, A. (2004, Dec). Aplicación de tratamiento electroquímico a baja intensidad de corriente para la extracción de cloruros en objetos arqueológicos de

¹⁷ National Park Service (2001).

¹⁸ Entende-se por retratabilidade a possibilidade de que os tratamentos empregados para estabilizar o objeto não impossibilitem, caso seja necessário, futuros tratamentos.

- hierro de procedencia subacuática. Observación de la evolución de fases mineralógicas mediante XRD-Rietveld. *Revista de Metalurgia*, 40(6). 420-425.
- Calvo, A. M. (1997). *Conservación y Restauración. Materiales, técnicas e procedimientos: de A a la Z*. Barcelona: Ediciones del Serbal.
- Campos, G. do N., & Granato, M. (2015). *Cartilha de Orientações Gerais para Preservação de Artefatos Arqueológicos Metálicos*. Rio de Janeiro: MAST.
- CCI - Canadian Conservation Institute. (1989). Tannic Acid Treatment. Ottawa: *Canadian Conservation Institute notes* 9(5).
- CCI - Canadian Conservation Institute. (1997). Recognizing Active Corrosion. Ottawa: *Canadian Conservation Institute notes* 9(1).
- Cronyn, J. M. (2001). *The Elements of Archaeological Conservation*. Routledge: New York and Canada.
- Hamilton, D. L. (1999). *Methods of Conserving Archaeological Material from Underwater Sites*. Texas: A&M University College Station.
- Mourey, W. (1987). *La conservation des antiquités métalliques de la fouille au musée*. Draguignan: L.C.C.R.A.
- National Park Service. (2001). Appendix I: Curatorial care of archaeological objects. In. *NPS museum handbook, part I: Museum collections* (p. I:1-I:15). Washington, DC: National Park Service.
- Pearson, C. (1987). *Conservation of marine archaeological objects*. London; Boston: Butterworths.
- Plenderleith, J. H. (1956). *The Conservation of Antiquities and Works of Art: Treatment, Repair and Restoration*, London, Oxford University Press.
- Rodgers, B. A. (2004). *The archaeologist's manual for conservation: a guide to nontoxic, minimal intervention artifact stabilization*. Nova Iorque: Kluwer Academic Publishers.
- Selwyn, L. S. (2004). *Metals and Corrosion: A Handbook for the conservation Professional*, Canadian Conservation Institute, Ottawa.