

MetalEspaña 2020/2021

III Congreso de Conservación y Restauración del Patrimonio Metálico

Joaquín Barrio Martín
Milagros Buendía Ortuño (eds.)

SECYR >>
Servicio de Conservación, Restauración y
Estudios Científicos del Patrimonio Arqueológico



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CULTURA
Y DEPORTE

ARQVA

Museo Nacional
de Arqueología Subacuática



MUSEO
CASA DE LA MONEDA

UAM Universidad Autónoma
de Madrid

Anejos nº 6 | 2022

Departamento de Prehistoria y Arqueología
Facultad de Filosofía y Letras,
Vicerrectorado de Investigación
Universidad Autónoma de Madrid

**Cuadernos
de Prehistoria
y Arqueología**
de la Universidad Autónoma de Madrid

MetalEspaña 2020/2021

III Congreso de Conservación y Restauración del Patrimonio Metálico

Joaquín Barrio Martín
Milagros Buendía Ortuño
(eds.)



Universidad Autónoma
de Madrid

Departamento de Prehistoria y Arqueología
Facultad de Filosofía y Letras
Vicerrectorado de Investigación
Universidad Autónoma de Madrid

Índice

Presentación	15
SESIÓN I. CIENCIA Y TECNOLOGÍAS DE INVESTIGACIÓN DEL PATRIMONIO METÁLICO	
Electrochemical techniques for dating metallic heritage	21
Técnicas electroquímicas para la datación del patrimonio metálico	
ANTONIO DOMÉNECH-CARBÓ	
Caracterización, diagnóstico y conservación de los lingotes de cobre del Pecio Arapal (Sancti Petri, Cádiz)	29
Characterization, diagnosis and conservation of copper ingots from the Arapal Wreck (Sancti Petri, Cadiz)	
ROCÍO MORÓN, MARÍA LLÜISA MATAS, LUIS CARLOS ZAMBRANO, FELIPE CEREZO Y MANUEL BETHENCOURT	
Estrategias innovadoras para la conservación preventiva de los objetos metálicos en colecciones de museos	39
Innovative strategies for the preventive conservation of metallic objects in museum collections	
MARÍA TERESA MOLINA, BLANCA RAMÍREZ, IVÁN DÍAZ Y EMILIO CANO	
Estudio de la efectividad del ácido tánico sobre piezas de hierro arqueológico	47
Study of the effectiveness of tannic acid on archaeological iron pieces	
TANIA PÉREZ TORDERA, ANTONIO DOMÉNECH-CARBÓ Y MONTSERRAT LASTRAS PÉREZ	
Estudio radiográfico de los metales arqueológicos de Casas del Turuñuelo (Guareña, Badajoz)	55
Radiographic study of the archaeological metals of Casas del Turuñuelo (Guareña, Badajoz)	
INMACULADA DONATE, MIRIAM BUESO, ESTHER RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, SEBASTIÁN CELESTINO Y JOAQUÍN BARRIO	
Extrapolación de técnicas no habituales en la reproducción de elementos metálicos asociados al Patrimonio Documental	65
Extrapolation of unusual techniques in the reproduction of metallic elements associated with Documentary Heritage	
ÍÑIGO GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, JUAN BERMEJO-SOLER, ESTÍBALIZ LAMA OCHOA Y M ^a DOLORES RODRÍGUEZ LASO	

Aportación de la técnica FIB-FESEM-EDX al estudio del patrimonio en metal	71
Contribution of FIB-FESEM-EDX technique to the study of Metal Heritage	
CARLA ÁLVAREZ ROMERO, CAROLINA MAI CEROVAZ, MARÍA TERESA DOMÉNECH-CARBÓ, ANTONIO DOMÉNECH-CARBÓ, MILAGROS BUENDÍA ORTUÑO Y TRINIDAD PASÍES OVIEDO	
Nueva metodología para la eliminación de la corrosión en patrimonio metálico arqueológico: buffers, quelantes, geles y emulsiones	81
New methodology for the elimination of corrosion in archaeological metal heritage: buffers, chelators, gels and emulsions	
SILVIA MARÍN ORTEGA	
Medida directa de potenciales de circuito abierto como técnica no invasiva de evaluación del grado de corrosión de objetos arqueológicos	87
Direct measurement of open circuit potentials as a non-invasive technique for evaluating the degree of corrosion of archaeological objects	
MARÍA AMPARO PEIRÓ RONDA Y ANTONIO DOMÉNECH-CARBÓ	
Restauración virtual y recreación de uno de los jarros de bronce de la estancia del banquete (S-1) del yacimiento de Casas del Turuñuelo (Guareña, Badajoz), los medios digitales como continuidad de la restauración física	97
Virtual restoration and recreation of one of the bronze jugs from the banquet room (S-1) from the Casas del Turuñuelo site (Guareña, Badajoz), digital media as continuity of the physical restoration	
BÁRBARA MARTÍN GÓMEZ, ESTHER RODRÍGUEZ GONZÁLEZ Y SEBASTIÁN CELESTINO	
Estudio arqueológico y restauración de espuelas bajomedievales de Asturias	107
Archaeological study and restoration of late medieval spurs in Asturias	
SILVIA PÉREZ-DIEZ, BEATRIZ GARCÍA-ALONSO, LUIS J. FERNÁNDEZ-MENÉNDEZ, LARA LOBO, NEREA BORDEL, MAITE MAGUREGUI, NOELIA FERNÁNDEZ-CALDERÓN Y ALEJANDRO GARCÍA ÁLVAREZ-BUSTO	

Sesión II. MONEDAS Y PATRIMONIO NUMISMÁTICO: ESTUDIOS, PROYECTOS, RESTAURACIONES Y MUSEOS

El Museo Casa de la Moneda. La colección de moneda islámica	117
The Museo Casa de la Moneda. The Islamic Coin Collection	
ALBERTO J. CANTO GARCÍA	
Composición y características de la acuñación de dos cecas hispanorromanas: análisis aplicados a las monedas de <i>Caesar Augusta</i> (Zaragoza) y <i>Emerita Augusta</i> (Mérida)	129
Composition and characteristics of the coinage of two Hispano-Roman mints: analysis applied to the coins of <i>Caesar Augusta</i> (Zaragoza) and <i>Emerita Augusta</i> (Merida)	
CRUCES BLÁZQUEZ CERRATO, MARTA GÓMEZ BARREIRO, JOSÉ MANUEL COMPAÑA PRIETO, JUAN GÓMEZ BARREIRO, CARMELO FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, RUFO MARTÍN MATEO E INÉS PUENTE ORENCH	

Patrimonio Industrial en el Museo de la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre de Madrid. Su conservación	139
Industrial Heritage in the Museum of the Fábrica Nacional de Moneda y Timbre of Madrid. Its conservation	
SARA MARTÍN DE ANDRÉS Y BEATRIZ RUBIO VELASCO	
La moneda en las <i>cetariae</i> de <i>Gadir-Gades</i>	149
The coin in the <i>cetariae</i> of <i>Gadir-Gades</i>	
ELENA MORENO PULIDO, ALICIA ARÉVALO GONZÁLEZ Y JOSÉ ÁNGEL EXPÓSITO ÁLVAREZ	
Los criterios de intervención y el análisis científico en la restauración de un conjunto de monedas de plata emirales del yacimiento arqueológico La Ermita del Sacedal, en El Rebollar de El Boalo (Madrid)	159
Intervention criteria and scientific analysis in conservation of a set of Emiral silver coins from the archaeological site La Ermita del Sacedal, el Rebollar de El Boalo (Madrid)	
ANA ISABEL PARDO NARANJO, MARÍA CRUZ MEDINA SÁNCHEZ Y MANUEL BLANCO DOMÍNGUEZ	
El tesoro de monedas de plata de las taifas del siglo XI hallado en Jaén en 1914: proceso de restauración	167
The treasure of silver coins from the taifa of the 11 th century found in Jaén in 1914: restoration process	
ALBERTO J. CANTO GARCÍA, WIOLETA JABŁOŃSKA Y ANA ISABEL PARDO NARANJO	
Tratamiento de conservación-estabilización aplicado al conjunto numismático recuperado de la Fragata <i>Nuestra Señora de las Mercedes</i>	177
Conservation and stabilization treatment applied to numismatic set recovered from the frigate <i>Nuestra Señora de las Mercedes</i>	
SOLEDAD DÍAZ MARTÍNEZ	
Moneda y circulación monetaria en el ámbito minero del reborde meridional de la meseta sur. Un proyecto de investigación en marcha	185
Currency and monetary circulation in the mining area of the southern edge of the southern plateau. An ongoing research project	
MAR ZARZALEJOS PRIETO Y ALICIA ARÉVALO GONZÁLEZ	
Con la colaboración de: JOAQUÍN BARRIO MARTÍN Y ANA ISABEL PARDO NARANJO	
Intervención de urgencia de conjunto de monedas y vajilla de bronce de Pompeya. Una restauración de campaña junto al Vesubio	195
Urgent intervention of a set of coins and bronze tableware from Pompeii. A campaign restoration next to Vesuvius	
BETLEM MARTÍNEZ PLA	
Restauración y conservación de un conjunto de monedas (La Bienvenida)	205
Restoration and conservation of a set of coins (La Bienvenida)	
FRANCISCO DEL PESO ROSADO	

SESIÓN III. PATRIMONIO METÁLICO ARQUEOLÓGICO

La experiencia de conservar metales: una labor de aprendizaje continuo	213
The experience of preserving metals: a work of continuous learning	
MARÍA ANTONIA MORENO CIFUENTES	
Conservación. Propuesta metodológica para un caso práctico en el Pórtico Oriental de Plaza de Armas en <i>Madīnat al-Zahrā</i> (Córdoba)	223
Conservation. Methodological proposal for a practical case in the Portico Oriental of the Plaza de Armas in <i>Madīnat al-Zahrā</i> (Córdoba)	
INMACULADA C. MUÑOZ MATUTE Y ALEJANDRA DEL PINO CAMPOS	
Arqueología y Restauración: un caso práctico en el Pórtico Oriental de la Plaza de Armas de <i>Madīnat al-Zahrā</i> (Córdoba)	231
Archaeology and Restoration: A practical example of the Pórtico Oriental of the Plaza de Armas in <i>Madīnat al-Zahrā</i> (Córdoba)	
MARÍA MUÑOZ MORA, WIOLETA JABŁOŃSKA Y ALEJANDRO UGOLINI SÁNCHEZ-BARROSO	
Ciudad de México: un entorno excepcional para la corrosión de metales arqueológicos. Estudio de caso	239
Mexico City: an exceptional environment for archaeological metal corrosion. Case study	
ÁNGEL ERNESTO GARCÍA ABAJO, TERESITA LÓPEZ ORTEGA Y JOSÉ ANTONIO LÓPEZ PALACIOS	
Conservación y estudio arqueológico de piezas ibéricas y vacceo-romanas de bronce y hierro procedentes de <i>Dessobriga</i> (Palencia)	249
Conservation and archaeological study of Iberian and Vacceo-Roman bronze and iron pieces from <i>Dessobriga</i> (Palencia)	
ÁGUEDA SÁENZ-MARTÍNEZ, FRANCISCO DEL PESO-ROSADO, ESPERANZA MARTÍN-HERNÁNDEZ Y DAVID EXPÓSITO	
Decoración incisa bajo siglos de corrosión metálica	257
Incised decoration under centuries of metallic corrosion	
LUCÍA GUTIÉRREZ GONZÁLEZ	
El conjunto de estatuillas de bronce de la Tumba n.º 14, Oxirrínco (El-Bahnasa), Egipto	269
The set of bronze statuettes from Tomb no. 14, Oxirrínco (El-Bahnasa), Egypt	
BERNAT BURGAYA MARTÍNEZ	
Estado de conservación y metodología de intervención de una selección de bronce del yacimiento Casas del Turuñuelo	279
State of conservation and intervention methodology of a selection of bronzes from the archaeological site Casas del Turuñuelo	
MARÍA CRUZ MEDINA SÁNCHEZ, MARÍA MUÑOZ MORA Y JOAQUÍN BARRIO MARTÍN	

Un ataque microbiológico en objetos de hierro de época ibérica: proyecto interdisciplinar de investigación, intervención y conservación preventiva	289
--	-----

A microbiological attack on iron objects from the Iberian
period: interdisciplinary research, intervention and
preventive conservation project

RAMÓN CANAL ROCA, TRINIDAD PASÍES OVIEDO, JAIME VIVES-FERRÁNDIZ SÁNCHEZ,
M^a TERESA DOMÉNECH-CARBÓ, ROSA M^a MONTES ESTELLÉS,
JOSÉ ANTONIO MADRID GARCÍA Y ANTONIO DOMÉNECH-CARBÓ

Propuesta para la conservación de una amplia colección de objetos arqueológicos de hierro	299
--	-----

Proposal for the conservation of a wide collection of iron
archaeological objects

LAURA GARCÍA BOULLOSA

Sistema expositivo en la colección de metales del Museo Foro Romano. Molinete (Cartagena)	309
--	-----

Exhibition system in the metal collection of the Roman
Forum Museum. Molinete (Cartagena)

IZASKUN MARTÍNEZ PERIS

Trabajos de conservación-restauración de cuatro tuberías de plomo de la ciudad romana de <i>Baetulo</i> (Badalona). Un caso de estudio interdisciplinar	319
---	-----

Conservation-restoration work on four lead pipes in the
Roman city of Baetulo (Badalona). An interdisciplinary case
study

ANNA BERTRAL ARIAS, ESTHER GURRI COSTA Y SANTIAGO RIERA MORA

Métodos de limpieza sobre metales arqueológicos procedentes de medios marinos: clavos de hierro originarios del Pecio de Urbieta (Gernika, Vizcaya)	329
---	-----

Cleaning methods on archaeological metals from marine
environments: iron nails from the Urbieta Wreck (Gernika,
Vizcaya)

SARA MASTRAL-MOLINOS, AINARA ZORNOZA-ÍNDART, LAURA GARCÍA Y GIORGIO STUDER

SESIÓN IV. PATRIMONIO METÁLICO HISTÓRICO, ARTÍSTICO Y RELIGIOSO

Acciones de Conservación de Patrimonio Militar de Artillería: de la intervención mínima a la intervención funcional	341
--	-----

Actions for the Conservation of Artillery Military Heritage:
from minimal intervention to functional intervention

ANAHÍ MEYER RIERA Y JAIME FERREIRA REGALADO

Construcción de decisiones para la producción y restauración de «El caballito»	351
---	-----

Decision making for the production and restoration of
“El caballito”

JANNEN CONTRERAS VARGAS

Estudio de la colección de objetos metálicos de la Villa Rica de la Veracruz (Veracruz)	361
Study of the collection of metallic objects of the Villa Rica de la Veracruz (Veracruz)	

ÁNGEL ERNESTO GARCÍA ABAJO, JANNEN CONTRERAS VARGAS,
DANIELA LIRA PACHECO Y GABRIELA PEÑUELAS GUERRERO

Patologías y restauración del grupo escultórico de la fuente de las Tres Gracias de Málaga	371
Pathologies and restoration of a sculpture group in the fountain Tres Gracias at Malaga	

DANIEL MORALES-MARTÍN, FERNANDO AGUA, MANUEL GARCÍA-HERAS,
RAFAEL RUIZ DE LA LINDE Y M^a ÁNGELES VILLEGAS

Intervención sobre una empuñadura de una espada ropera procedente del sitio histórico de Panamá Viejo (Panamá): estado de conservación, análisis y restauración	379
Intervention in the hilt of a rapier sword at the historic site of Panamá Viejo (Panama): state of conservation, analysis and restoration	

BÁRBARA MARTÍN GÓMEZ, CRISTINA CABELLO BRIONES, MANUEL BLANCO DOMÍNGUEZ,
M^a CRUZ MEDINA SÁNCHEZ, INMACULADA DONATE CARRETERO, JOAQUÍN BARRIO MARTÍN
Y MARCELINA GODOY VALENCIA

Os pratos em estanho do Rio Arade, estratégias de conservação	387
Tin dishes from Rio Arade, conservation strategies	

ANDREIA ROMÃO

SESIÓN V. PATRIMONIO METÁLICO CIENTÍFICO, TECNOLÓGICO, INDUSTRIAL Y URBANO

Documentación, conservación y restauración de una fuente escultórica de fundición: La diosa Fortuna de Daimiel (Ciudad Real)	395
Documentation, conservation and restoration of a foundry sculptural fountain: The goddess Fortuna de Daimiel (Ciudad Real)	

M^a ISABEL ANGULO BUJANDA, MANUEL M. BLANCO DOMÍNGUEZ Y MIGUEL TORRES MAS

Diagnóstico del estado de conservación de un conjunto de cepos de plomo de procedencia subacuática: uso de geles rígidos de agar-agar para su intervención	407
Diagnosis of the conservation status of a set of lead traps from underwater origin: use of rigid agar-agar gels for their intervention	

ELISA FERNÁNDEZ TUDELA, LUIS CARLOS ZAMBRANO VALDIVIA Y MANUEL BETHENCOURT

Estudio, caracterización y diagnóstico de una fuente de peltre de procedencia subacuática depositada en el Museo de Cádiz	417
Study, characterization and diagnosis of a pewter dish of underwater provenance deposited in the Cadiz Museum	

MANUEL JESÚS GRUESO JIMÉNEZ Y LUIS CARLOS ZAMBRANO VALDIVIA

La conservación de las culebrinas de bronce recuperadas de la fragata <i>Nuestra Señora de las Mercedes</i>		427
The conservation of the bronze culverins recovered from the <i>Nuestra Señora de las Mercedes</i> frigate		
JUAN LUIS SIERRA MÉNDEZ		
La Estación Central de Santiago de Chile. Arquitectura metálica y vanguardia decimonónica		437
The Central Station of Santiago de Chile. Metallic architecture and nineteenth-century avant-garde		
MARÍA PAZ VALENZUELA BLOSSIN		
Las jardineras tipo Monier en las Galerías Punta Begoña. Degradaciones y proceso de conservación		445
The Monier-type planters in the Punta Begoña Galleries. Degradation and conservation process		
JUAN BERMEJO-SOLER, ÍÑIGO GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, ESTÍBALIZ LAMA OCHOA, NAGORE PRIETO-TABOADA Y M ^a DOLORES RODRÍGUEZ LASO		
Los inicios de la industria del hierro en Madrid en el siglo XIX: cerramientos de edificios reseñables		453
The beginnings of the iron industry in Madrid in the 19 th century: remarkable building enclosures		
SUSANA LÓPEZ GINESTAL Y SOLEDAD DÍAZ MARTÍNEZ		
Restauración del Patrimonio Metálico Urbano: la escultura de la Flama Rotaria de la ciudad de Valencia		461
Restoration of the Urban Metallic Heritage: the sculpture of the Rotary Flame of the city of Valencia		
PABLO GRIÑENA		
Westfalia Manteigueira com Centrifugadora: desafios e soluções de conservação		471
Westfalia Butter with Centrifuge: challenges and conservation solutions		
ANDREIA ROMÃO		

Os pratos em estanho do Rio Arade, estratégias de conservação

Tin dishes from Rio Arade, conservation strategies

ANDREIA ROMÃO

Técnica Superior em Conservação e Restauro, Ph'D
Museu de Portimão
andrea.romao@cm-portimao.pt

Resumo

A investigação arqueológica do rio Arade permitiu identificar vários sítios arqueológicos subaquáticos e recuperar parte da sua cultura material. Dessa colecção destacam-se dois pratos em estanho datados da Época Moderna.

Como qualquer metal, o ambiente, a composição da liga e os mecanismos de transferência de iões e electrões que ocorrem durante a corrosão determinam a natureza das alterações. O objectivo da intervenção foi viabilizar a leitura da superfície, perceber o grau de degradação efectivo do metal e disponibilizar a sua exposição permanente no Museu de Portimão. Nessas ações, a integridade da superfície metálica foi respeitada por meio de práticas controladas, evitando a perda de informações artísticas, tecnológicas ou históricas.

Palavras-chave: prato, estanho, corrosão marinha, eletrólise

Resumen

La investigación arqueológica del río Arade, ha permitido identificar varios sitios arqueológicos subacuáticos y recuperar parte de su cultura material. De esta colección se destacan dos platos en estaño, datados en la Época Moderna.

Como cualquier metal, el ambiente, la composición de la aleación y los mecanismos de transferencia iónica y de electrones que ocurren durante la corrosión dictan la naturaleza de la alteración. El objetivo de la intervención fue hacer viable la lectura de la superficie, comprender cuál es el nivel efectivo de degradación del metal y proporcionar su exposición permanente en el Museo de Portimão. En estas acciones se respetó la integridad de la superficie metálica mediante prácticas controladas, evitando la pérdida de información artística, tecnológica o histórica.

Palabras clave: plato, estaño, corrosión marina, electrolisis

1. Introdução

O rio Arade, situado no Algarve (sul de Portugal), corresponde a um espaço privilegiado de ligação entre o Mediterrâneo e o Atlântico funcionando, de acordo com as fontes escritas, como uma importante via de navegação, comunicação e penetração no interior da região servindo os vários núcleos urbanos entre Silves e Portimão.

Dos 8 km de extensão do Arade sobressai o seu estuário localizado entre as povoações de Ferragudo, Mexilhoeira da Carregação e Portimão (coordenadas: 37°06'N, 08°31'W e 37°39'N, 08°29'W). Trata-se de um porto natural de abrigo, que tem sido palco para o desenvolvimento das campanhas de arqueologia subaquática, promovidas por diversas entidades de entre as quais o Museu de Portimão. Estas investigações permitiram identificar vários sítios arqueológicos subaquáticos e recuperar diversos vestígios arqueológicos a estes associados, dos quais se destacam dois pratos em estanho datados da Idade Moderna.

2. Tecnologia

Na Europa da Idade Moderna o uso do estanho na fabricação de utensílios domésticos tinha-se generalizado em inúmeras aplicações domésticas (Bayen e Charlard, 1781: 15-16), uma vez que o estanho apresentava vantagens em relação a outros materiais, como madeira ou cerâmica. O seu preço era menor, as peças eram mais resistentes, havia a possibilidade de refazer peças ou reaproveitar o metal e o acabamento era esteticamente agradável, factores que tornavam esses objectos desejáveis e facilmente comercializáveis.

Neste período, e de maneira a obter uma liga que permitisse a elaboração de várias formas, decorações e acabamentos, o estanho era preparado mesclando-se com outros metais, como o cobre, o zinco, o bismuto, o cobalto, o antimônio e, mais tarde, também o níquel. A esta mistura podia ser também adicionado uma certa percentagem de arsénico e mercúrio. A lista de elementos adicionados variava e os critérios não eram rígidos obtendo-se uma liga de acordo com as necessidades.

3. Estado de conservação

Como qualquer metal, a composição da liga, o ambiente e os mecanismos de transferência de iões e electrões que ocorrem durante a corrosão determinam a natureza do estado de degradação. Condicionantes que ganham maior importância quando os artefactos em causa transitam de um ambiente subaquático, frequentemente anaeróbio, para um ambiente seco e aeróbio.

3.1. Salinidade

Analisando as áreas mais sensíveis de ocorrências patrimoniais arqueológicas subaquáticas verifica-se que grande parte destas estão localizadas da zona do estuário do rio Arade, o caso dos pratos de estanho, mais especificamente, da zona da foz. Tratando-se, portanto, de uma zona de transição entre o rio e o mar com uma profundidade média de cerca de 3,6 metros sujeita a marés com entrada de água salgada e correntes de água doce. Não obstante estar mais sujeita à influência do oceano desta transição resulta numa mistura de distribuição de salinidade de acordo com a época sazonal mas também relacionada com as zonas do próprio estuário, também elas influenciadas pelas oscilações da maré (entre



Figura 1. Prato em estanho (1) recuperado do navio seiscentista Arade 1

Figure 1. Tin plate (1) recovered from the 17th-century ship Arade 1

os 2 e os 4 m de altura) apresentando-se, assim, com valores de salinidade inferiores à da água do mar, sem estratificações verticais da coluna de água e sem camadas de diferentes características entre si ao nível da densidade, temperatura ou concentração em oxigénio.

3.2. Temperatura

Apesar do ligeiro aquecimento da água, principalmente durante o verão, e um arrefecimento, durante o inverno, 26 °C e 14 °C, respectivamente, a temperatura média anual da água no estuário do Arade, é de 18 °C (Gonçalves *et alii*, 2013: 32), sendo que a zona da foz é mais estável a este nível.

3.3. Concentração em oxigénio

Com influência direta na qualidade da água, a concentração em oxigénio relaciona-se com a degradação de matéria orgânica e a actividade fotossintética, sendo que o Arade apresenta variações de local para local com concentrações mais elevadas a jusante na ordem dos 9,5 mg/l, devido à mistura com a água do mar costeira, rica em oxigénio, e concentrações mais baixas nas zonas a montante com valores de 4,5 mg/l. Concentração que também varia sazonalmente, diminuindo no verão e aumentando nos meses de inverno e de primavera.

3.4. Patologias

Por simples análise visual era possível identificar sujidades diversas e concreções marinhas. Mais tarde, a análise laboratorial permitiu verificar a existência de uma camada de impurezas superficiais bem agregadas sobre o metal que, por sua vez, apresentava sob estas estratos de cor cinza e castanha e uma superfície de textura áspera provocada por «bolhas». Claramente o ambiente marinho, de grande produtividade biológica e rico em sedimentos, originou uma alteração da superfície causando uma massa orgânica densa bastante agregada. Já a textura irregular corresponde a um tipo de corrosão denominado de corrosão alveolar, a qual corresponde à acção típica dos sulfatos com alteração do estanho na cassiterita (SnO₂) e no óxido de estanho (SnO), impedindo a observação de qualquer detalhe da superfície, como marcas de uso ou selos.



Figura 2. Prato em estanho (2) recuperado do estuário do rio Arade

Figure 2. Tin plate (2) recovered from the Arade river estuary



Figura 3. Prato em estanho (1) após intervenção onde é possível ver a existência de um selo no lábio

Figure 3. Tin plate (1) after intervention where it is possible to see the existence of a seal on the lip

4. Intervenção

Após perceber qual o grau de degradação efectivo do metal e considerando o estado de conservação e respectivas patologias, elaborou-se uma proposta de intervenção cujo objectivo visava a estabilização do metal e obter uma leitura da superfície, de forma a permitir sua exposição permanente no Museu de Portimão.

Apesar de terem sido retirados de uma zona de salinidade média, ambas as peças apresentavam sais os quais, caso não fossem removidos, conduziriam ao aumento de velocidade da corrosão com consequente descamação e, em última análise, à perda final de forma do objecto. Assim, a intervenção teve o seu início com a eliminação dos sais por processo aquoso.

Após a dessalinização, os pratos foram tratados com métodos eletroquímicos e físicos. Dada a insolubilidade da cassiterita e a possível corrosão pela remoção do óxido de estanho, optou-se pela estabilização do metal por via do tratamento eletroquímico, no qual o eletrólito empregue foi carbonato de sódio (Na_2CO_3) a 5 %, usando-se como cátodo aço inoxidável, com uma intensidade de corrente de 2 a 5 Amp/dm².

Após esta intervenção e na medida em que ambas as peças ainda apresentavam concreções marinhas optou-se por uma limpeza com jato abrasivo, empregando uma granalha de caroço de pêssego. Nessas ações, a integridade da superfície metálica foi respeitada por meio de práticas controladas, evitando a perda de informações artísticas, tecnológicas ou históricas.

Finda a limpeza optou-se pela aplicação de cera microcristalina, a qual foi preparada dissolvendo 13,5 g de cera em 20 ml de tolueno.

5. Conservação preventiva

Após a estabilização e proteção dos metais existem alguns agentes que os podem afectar conseguindo provocar problemas de conservação os quais estão, genericamente, relacionados com a presença de elementos agressivos existentes na atmosfera e a elevada humidade relativa que se fazem sentir no sul de Portugal.

Assim, para diminuir a taxa de incidência dos fenómenos de degradação, um dos pratos foi colocado em reserva com condições de acesso restrito e condições controladas de humidade relativa e temperatura, sendo mantido numa caixa estanque em polietileno com sílica gel. Na medida em que o ar insuflado para as reservas provém de uma UTA (Unidade de Tratamento de Ar) e uma UTAN (Unidade de Tratamento de Ar Novo) e uma vez que a humidade relativa e temperatura são controlados remotamente, de acordo com os parâmetros solicitados, os elementos que poderiam afectar o metal arqueológico estão, desta forma, controlados.

O outro prato foi colocado na exposição permanente verificando-se semanalmente o seu estado de conservação, o qual até à data não apresentou qualquer alteração.

6. Conclusão

Nesta intervenção, numa primeira abordagem, foram efectuadas análises à camada de produtos de corrosão, o que permitiu perceber quais os produtos de corrosão e fundamentar as ações a desenvolver. As quais se mostraram bastante eficientes tanto no que respeita à remoção de cloretos, como à estabilização. Sem dúvida que foi possível reduzir os produtos de corrosão, porém, devido à cristalinidade dos compostos que constituíam estes produtos de um dos pratos ainda apresenta uma textura granular devido às «bolhas».

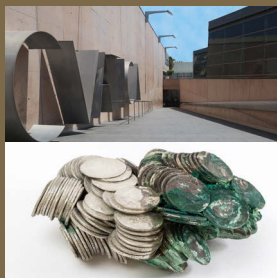
De uma forma geral as intervenções foram bem-sucedidas, no entanto, espera-se que em futuras ações possam ser realizadas análises laboratoriais mais pormenorizadas, de maneira a melhorar a eficácia da conservação.

Agradecimentos

Este trabalho contou com a participação e auxílio de Helena Félix, Instituto Politécnico de Tomar; José Augusto Salgado; Nuno Joel Costa e Adrián Marcos.

Bibliografia

- Bayen, P. e Charlard, L.M. (1781): *Recherches Chimiques sur l'Étain, Faites et Publiées par Ordre du Gouvernement, ou Réponse à Cette Question: Peut-on sans Aucun Danger Employer les Vaisseaux d'Étain dans l'Usage Économique*. Imprimerie de Philippe-Denys Pierres. Paris.
- De Ryck, I., van Biezen, E.C., Leyssens, K., Adriaens, A., Storme P. e Adams, F (2004): "Study of tin corrosion: the influence of alloying elements". *Journal of Cultural Heritage*, 5: 189-195.
- Dunkle, S.E., Craig, J.R. e Lusardi, W.R. (2004): "Romarchite and Associated Phases as Common Corrosion Products on Pewter Artifacts from Marine Archaeological Sites". *Geoarchaeology International Journal*, 19.6: 531-552.
- Gilber, M. (1991): "History of Tin Pest: The Museum Disease Mark Gilberg". *AICCM Bulletin*, 17.1-2: 3-20.
- Gonçalves, J.M.S., Veiga, P., Machado, D., Bentes, L., Monteiro, P., Afonso, C.L.M., Almeida, C., Oliveira, F. e Erzini, K. (2013): *Biodiversidade do estuário do Arade – Peixes e Invertebrados*. Centro de Ciências do Mar (CCMAR). Faro.
- MacLeod, I.D. e Flecker, M. (2004): "Corrosion of tin and its alloys recovered from a 10th century wreck in the Java Sea". *Proceedings of the ICOM Committee for Conservation Metals Working Group 2001*: 191-201.
- Plenderleith, H.J. e Organ, R. M. (1953): "The Decay and Conservation of Museum Objects of Tin". *Studies in Conservation*, 1.2: 63-72.



MetalEspaña 2020/2021

III Congreso de Conservación y Restauración del Patrimonio Metálico

Joaquín Barrio Martín

Milagros Buendía Ortuño (eds.)

El volumen 6 de la Serie Anejos a CuPAUAM recoge la publicación de las Actas del III Congreso de Conservación y Restauración del Patrimonio Metálico, *MetalEspaña 2020/2021*. Esta monografía es el resultado de las actividades científicas llevadas a cabo en los tres días de sesiones. En sus páginas se integran, de una manera muy equilibrada entre investigación e intervención, trabajos con unos contenidos multidisciplinares en su carácter analítico, deontológico y técnico. Con ello se demuestra que la combinación de Ciencia, Tecnología Aplicada y Conservación-Restauración es la mejor manera de abordar la recuperación y cuidado de los objetos que componen el Patrimonio Metálico.

Las Actas que se editan en esta monografía han sido posibles gracias a la implicación y al trabajo conjunto de las tres instituciones organizadoras de *MetalEspaña 2020/2021*: Universidad Autónoma de Madrid (SECYR), la Subdirección General de los Museos Estatales (Museo Nacional de Arqueología Subacuática ARQVA) y la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre (Museo Casa de la Moneda).