

**XIII**  
**Congresso Ibérico de Arqueometria**

**Faro, Portugal | 16-19 outubro 2019**

**Livro de Resumos**

### **Comissão Organizadora**

Célia Gonçalves (ICArEHB, Universidade do Algarve)

Daniel Garcia-Rivero (Universidade de Sevilha)

M<sup>ª</sup> Isabel Dias (C2TN, Instituto Superior Técnico)

Nuno Bicho (ICArEHB, Universidade do Algarve)

Ruth Taylor (Universidade de Sevilha)

Manuel García-Heras (Insituto de Historia (IH-CCHS, CSIC)

### **Comissão Científica**

Ana Luísa Rodrigues (C2TN, Universidade de Lisboa)

Anna Gutiérrez García-M. (Institut Català d'Arqueologia Clàssica)

António Faustino de Carvalho (Universidade do Algarve)

António Valera (ERA Arqueologia, ICArEHB)

Blanca Gómez Tubio (Universidad de Sevilla)

Carlos Fabião (Universidade de Lisboa)

Cláudia Umbelino (CIAS, Universidade de Coimbra)

Clodoaldo Roldán (Universitat de València)

Cristina Dias (HERCULES, Universidade de Évora)

Jaume Buxeda Garrigos (Universitat de Barcelona)

José Mirão (HERCULES, Universidade de Évora)

Josefina Pérez Arantegui (Universidad de Zaragoza)

Luis Osterbeek (Instituto Politécnico de Tomar)

Isabel Prudêncio (IST, Universidade de Lisboa)

Maria Vendrell Saz (Univesitat de Barcelona)

Yolanda Carrion (Universitat de València)

<b>Comunicações</b> .....	7
Análise de Materiais: Pigmentos .....	7
Análise de Materiais: Metais .....	12
Análise de Materiais .....	15
Análise de Materiais: Cerâmica .....	17
Análise e Proveniência de Matérias-Primas .....	24
Prospecção Geofísica e Análises Espaciais .....	30
Estudos Isotópicos e Datação .....	33
Imagem e Modelação 3D.....	38
<b>Posters</b> .....	44



# **RESUMOS**

**XIII Congresso Ibérico de Arqueometria**

**Outubro 2019, Faro, Portugal**



Sessão Análise de Materiais: Pigmentos

## **Estudio analítico de las pinturas neolíticas del abrigo de Carche (Jalance, Valencia)**

**Mario Vendrell Saz<sup>1</sup>, Pilar Giraldez<sup>1</sup>, Inés Domingo<sup>2</sup>**

1 - Patrimoni 2.0 Consultors • 2 - Universitat de Barcelona

El abrigo de Carche, en Jalance (Valencia), conserva 15 representaciones rupestres prehistóricas, unas atribuidas al arte Esquemático y otras de tipo más naturalista, que se atribuyen al arte levantino. Algunas de estas representaciones se superponen entre sí. La gama cromática consiste fundamentalmente en diversos tonos de rojo, así como algún elemento de tonos violáceos. En enero de 2014 se extrajeron un total de 10 muestras, el conjunto de las cuales abarca los dos periodos citados, así como algunos puntos de superposición entre de las figuras tanto del mismo estilo (Levantino) como de los dos estilos documentados. Las muestras, una vez embutidas en resina y pulidas se han analizado mediante microscopia óptica de reflexión y microscopia electrónica de barrido, así como por micro-espectroscopia infrarroja (FTIR) con un prisma ATR que permite una resolución de hasta 45 micras.

Los análisis permiten extraer algunas conclusiones:

- a) respecto del sustrato, ninguna muestra presenta la capa pictórica directamente sobre el sustrato rocoso, sino sobre un nivel estromatolítico que lo recubre formado básicamente por calcita con algún nivel de estroncianita,
- b) respecto del pigmento, se trata en todos los casos de cristales nanométricos de hematites (50-200 nm), aplicados en espesores entre 5 a 20 micras con carga dolomítica o arcillosa, probablemente obtenidos por calentamiento a unos 400°C de nódulos ferruginosos, aspecto que, juntamente con la generación del color, se discute en la presentación,
- c) en todos los casos, la pintura está a su vez fosilizada por otra capa estromatolítica, que en los casos de superposición, además, separa ambas pinturas, lo que sugiere un periodo no despreciable entre aplicaciones; ello significa que todas las pinturas están bajo un nivel estromatolítico y por tanto, ninguna está expuesta directamente a la intemperie, aspecto que se comenta a efectos de su conservación y eventual restauración.

### **Palavras-chave**

Neolítico, Pintura, Rupestre

Sessão Análise de Materiais: Pigmentos

## **Materias colorantes y gestos técnicos: una primera aproximación a las cadenas operativas de los pigmentos levantinos del núcleo Valltorta-Gassulla (Castelló, España)**

**Esther López-Montalvo<sup>1</sup>, Manuel Henry<sup>2</sup>, Laure Laffont<sup>2</sup>, Sonia Murcia-Mascaròs<sup>3</sup>, Clodoaldo Roldán<sup>3</sup>**

1 - CNRS UMR 5608 TRACES • 2 - CNRS UMR 5563 GET • 3 - ICMUV-Universitat de Valencia

La caracterización sistemática de la composición y morfología de las materias colorantes utilizadas en los pigmentos del horizonte gráfico levantino es fundamental en nuestro propósito de restituir las cadenas operativas y las posibles tradiciones técnicas que pudieron emerger a lo largo del tiempo y a nivel regional.

Si el análisis físico-químico de los pigmentos nos permite avanzar en la discriminación de las materias colorantes escogidas y, por tanto, en sus modalidades de adquisición y en la explotación de los recursos disponibles, el análisis de su estructura morfológica favorece una aproximación al gesto técnico de transformación de la materia y elaboración de los pigmentos. Ambos aspectos, tipo de materia escogida y modo de preparación, forman parte del “savoir-faire” e integran la identidad social de los grupos autores.

Teniendo en cuenta estas premisas, dentro del proyecto de investigación “MACOPREH” hemos realizado una caracterización sistemática estructural y morfológica de los pigmentos utilizados en las pinturas levantinas de Valltorta-Gassulla (Castelló, España), uno de los núcleos emblemáticos del arte holoceno peninsular. Para ello hemos combinado distintas técnicas, como la espectroscopia Raman, MEB-EDS, MEB-FIB y FTIR. Paralelamente, la introducción de variables estilísticas, colorimétricas y relativas a la distribución en el territorio de las figuras levantinas analizadas nos permite identificar posibles cambios en las cadenas operativas identificadas a lo largo del tiempo o en función de la localización de las figuras y su proximidad a afloramientos potenciales.

En definitiva, nuestra investigación parte de un planteamiento arqueológico novedoso en el que por primera vez se aborda el estudio sistemático de los pigmentos levantinos desde una perspectiva regional. Esto nos permite identificar posibles tradiciones técnicas ligadas a este territorio. A su vez la variable estilística favorece una visión diacrónica de estas tradiciones, pudiendo así identificar posibles elementos de continuidad y ruptura a lo largo de la secuencia levantina.

### **Palavras-chave**

Arte rupestre Levantino, Pigmentos, Raman, MEB-EDS, MEB-FIB, FTIR



Sessão Análise de Materiais: Pigmentos

## **Metodologías no invasivas aplicadas al estudio del retablo “la virgen de la sapiencia” (s. XVI)**

**Clodoaldo Roldán-García<sup>1</sup>, Sonia Murcia-Mascarós<sup>1</sup>, David Juanes<sup>2</sup>, Greta García-Hernández<sup>2</sup>**

1 - Instituto de Ciencia de Materiales de la Universidad de Valencia (ICMUV) • 2 - Instituto Valenciano de Conservación, Restauración e Investigación (IVCR+i)

Este estudio tiene por objeto el dar respuesta a los interrogantes planteados en relación con el proceso de ejecución y con los materiales utilizados en la confección del retablo de Nuestra Señora de la Sapiencia, realizado por Nicolás. Falcó en 1516 por encargo de la Universitat de València Estudi General.

Se han realizado análisis no invasivos mediante reflectografía infrarroja (IRR), fluorescencia de rayos-x dispersiva en energía (EDXRF) y radiografía. Los análisis no destructivos mediante EDXRF indican que los pigmentos aplicados al temple que son compatibles con la paleta disponible a principios del siglo XVI. La fotografía infrarroja se ha mostrado como una herramienta muy útil para el estudio del dibujo subyacente de la obra y ha permitido detectar zonas de intervención de épocas anteriores, principalmente en zonas de grietas, de pérdidas localizadas y en algún motivo rehecho, y lo que es más importante desde el punto de vista historiográfico en esta obra, modificaciones en el concepto inicial que tenía el artista. Por último, el estudio radiográfico confirma que el artista siguió la técnica de construcción propia de su época y de la escuela valenciana, empleando en su factura la madera de pino y el sistema interior de refuerzo característico.

La caracterización de los materiales pictóricos, las imágenes IRR y el estudio estructural radiográfico, contribuyen a entender el proceso creativo seguido por el autor del retablo, representan un complemento importante de los estudios estilísticos e históricos y son una parte fundamental para diseñar las estrategias de conservación y restauración de la obra.

### **Palavras-chave**

EDXRF, Radiografía, Reflectografía infrarroja

Sessão Análise de Materiais: Pigmentos

## **Evolución en el uso de pigmentos en la estampa japonesa: su estudio mediante técnicas analíticas no-invasivas**

**Josefina Pérez-Arategui<sup>1</sup>, Bianca Rabehl<sup>1</sup>, Andrea Gil<sup>1</sup>, Carole Biron<sup>2</sup>, Aurélie Mounier<sup>2</sup>, Floréal Daniel<sup>2</sup>, Clodoaldo Roldán<sup>3</sup>, David Almazán<sup>1</sup>, Nerea Díez de Pinos<sup>4</sup>**

1 - Universidad de Zaragoza • 2 - UMR CNRS 5060 - Université Bordeaux Montaigne • 3 - Universitat de Valencia • 4 - Museo de Zaragoza

La estampa japonesa es conocida en el mundo del arte por sus delicados diseños y por su complicada y cuidada elaboración. Los fondos de la colección de Arte Oriental Federico Torralba del Museo de Zaragoza, con una abundante selección de estampas y libros ilustrados de la escuela pictórica japonesa ukiyo-e, ofrecen la necesaria diversidad de autores, estilos y cronologías para estudiar la evolución de la estampa en Japón, especialmente en el uso del color. La investigación analítica de obras de los periodos Edo (1615-1868) y Meiji (1868-1912) permitirá extraer conclusiones sobre la utilización de pigmentos y colorantes tradicionales y la introducción de otros nuevos producidos industrialmente, especialmente en los siglos XIX y XX.

Para su análisis, por las características de estos grabados y, sobre todo, su fragilidad, se requieren técnicas de estudio no-invasivas que permitan identificar los materiales usados para el color y profundizar además en su estado de conservación. Por ello se eligieron como metodologías analíticas la espectrometría de reflectancia difusa en la región del UV-visible, acompañada de la toma de imágenes hiperespectrales en el visible e infrarrojo cercano, y la espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano y medio por fibra óptica (FORS-NIR, MIR), combinadas con la fluorescencia de rayos X para confirmar la presencia de algunos elementos químicos.

Los resultados obtenidos hasta el momento confirman la utilización de materiales tradicionales, como commelina, índigo, cártamo rojo, bermellón o plomo rojo, junto a otros como azul ultramar, azul de Prusia, sulfuros sintéticos de arsénico, o colorantes sintéticos (eosina, violeta cristal, ácido rojo,...), además del uso de mezclas de pigmentos para conseguir algunas de las tonalidades.

### **Palavras-chave**

Pigmentos, Espectroscopía, Estampa japonesa

Sessão Análise de Materiais: Pigmentos

## La (des)memoria del color: el caso de la Llotja de Mercaders (Palma de Mallorca)

**Mario Vendrell Saz'**

1- Patrimoni 2.0 consultors

La Llotja de Mercaders de Mallorca es un edificio construido por Guillen Sagrera (1426 i 1447), aunque acabada por Guillem Vilasclar. Se trata de un ejemplo del gótico civil que, junto con la catedral, han marcado el sky line de la ciudad para los barcos que allí atracaban.

El portal principal, dividido en dos por un parteluz central, tiene una representación en relieve del Ángel custodio, patrón de los mercaderes, que forma un bello relieve enmarcado por las arquivoltas ojivales del conjunto. Una detallada observación permite aun actualmente apreciar restos de pinturas, que son especialmente visibles en las zonas de los arcos más protegidas de la escorrentía. El análisis de estas pinturas permite determinar los materiales y las técnicas pictóricas originales, así como los de los sucesivos repintes de reposición que debieron aplicarse a lo largo de la historia. Se detectan, al menos, tres niveles de pinturas, incluyendo los dorados de las alas del ángel.

Las pinturas más antiguas analizadas (presumiblemente góticas) son al óleo y contienen como pigmentos azurita (azules) y tierra con hematites (rojos), mientras que los dorados están ejecutados al mixtión (por tanto, también con óleo). Se detectan sucesivas capas de dorados con pan de oro, cada una con su capa de preparación al mixtión, con toda seguridad pertenecientes a etapas sucesivas de reposición. En cambio, los repintes sobre las capas azules con azurita están pigmentados con tierras verdes, lo que en su momento dio lugar a un cambio de color respecto del original.

Sin embargo, en la parte superficial de las capas pictóricas con azurita, ésta se ha alterado a atacamita y paratacamita (de color verde), de modo que los autores de los repintes volvieron a aplicar el color que veían (verde) porque con total seguridad, se había perdido la memoria histórica del azul original.

### **Palavras-chave**

Gótico, Pintura, Arquitectura

Sessão Análise de Materiais: Metais

## **Caracterização tecnológica e cronologia absoluta de inovações metalúrgicas do 3º e 2º milénio a.C. no sul do actual território nacional**

**Pedro Valério<sup>1</sup>, Maria Fátima Araújo<sup>1</sup>, António M. Monge Soares<sup>1</sup>, Rui J. C. Silva<sup>2</sup>**

1 - Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares, Departamento de Engenharia e Ciências Nucleares, Instituto Superior Técnico • 2 - i3N/CENIMAT, Department of Materials Science, Faculty of Science and Technology

A investigação em arqueometalurgia tem vindo a estabelecer a cronologia da introdução de novos metais e ligas metálicas entre as comunidades pré-históricas do sul do actual território nacional. A cronologia absoluta dos materiais arqueológicos evidenciando uma inovação tecnológica tem sido determinada pela datação pelo radiocarbono de materiais orgânicos (e.g. ossos, madeira ou carvão) estritamente associados aos artefactos em causa. A caracterização tecnológica dos materiais metalúrgicos recorre a diversas técnicas microanalíticas, tais como a micro espectrometria de fluorescência de raios X dispersiva de energias, microscopia óptica e microscopia electrónica de varrimento com microanálise por raios X. Os diversos estudos têm vindo a clarificar a diacronia dos novos metais e ligas metálicas, os quais resultaram de desenvolvimentos indígenas ou de contactos com povos de outras regiões da Península Ibérica ou Mediterrâneo no 3º e 2º milénios a.C. Entre as inovações identificadas destacam-se a evolução da utilização dos cobres arsenicais, os primeiros artefactos em prata, bem como a introdução da tecnologia do bronze e de objectos nesta liga metálica, além de uma primeira manifestação da metalurgia do chumbo nesta região do sul do actual território nacional.

### **Palavras-chave**

Metalurgia; Calcolítico; Idade do Bronze

Sessão Análise de Materiais: Metais

## **Primeros avances sobre el estudio del Tesoro de Tomares**

**Blanca Gómez-Tubío<sup>1</sup>, Simona Scrivano<sup>1</sup>, Inés Ortega-Feliu<sup>1</sup>, Francisco J. Ager<sup>1</sup>, Antonio Paul<sup>1</sup>, Miguel Ángel Respaldiza<sup>1</sup>, Noé Conejo<sup>1</sup>, Francisco José Sánchez<sup>1</sup>**

1 - Universidad de Sevilla

En el municipio de Tomares (Sevilla) en 2016 se encontró casualmente un conjunto de 19 ánforas que contienen piezas monetales Romanas (alrededor de 53000) ocultadas intencionadamente.

El tesoro está fechado, según la información obtenida hasta ahora, entre 294 y 312 d.C., período de la tetrarquía donde reinaron Diocleciano, Maximiano, Galerio y Costancio, y está compuesto por monedas procedentes de numerosas cecas relativas a las emisiones realizadas por los distintos gobernantes. El tesoro de Tomares refleja la época convulsa que experimenta el Imperio Romano en la segunda década del siglo IV d.C. y su repercusión en el sur de Hispania.

El trabajo que se presenta es el estudio de un primer conjunto de monedas. Son piezas realizadas con una aleación cuaternaria de bronce (Cu, Sn, Pb y Ag) cuya variación en la composición permitirá establecer diferencias entre las monedas acuñadas en distintas cecas y con ello poder relacionar el conjunto con el momento histórico en que fueron acuñadas y ocultadas.

Algunos de estos ejemplares presentan un aspecto plateado, el estudio de esta pátina superficial de plata podrá dar información sobre el proceso de producción y el grado de conservación de las monedas.

### **Palavras-chave**

Monedas, Bronce, Plateado

Sessão Análise de Materiais: Metais

## **Arqueometalurgia del sitio Deltebre I (1813): estudio de los elementos metálicos asociados al casco y cargamento del pecio**

**Nicolás Ciarlo<sup>1</sup>, Rut Geli<sup>2</sup>, Gustau Vivar<sup>2</sup>, Horacio De Rosa<sup>3</sup>, Nadia Álvarez<sup>4</sup>, Florencia Malamud<sup>5</sup>, Josefina Schweickardt<sup>6,7</sup>, María Arribére<sup>4</sup>, Florencia Cantargi<sup>4</sup>**

1 - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - Instituto de Arqueología, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires (IA, FFyL-UBA) • 2 - Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya, Museu d'Arqueologia de Catalunya (CASC-MAC) • 3 - Universidad de Buenos Aires, CONICET-Instituto de Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería "Hilario Fernández Long" (INTECIN), Facultad de Ingeniería • 4 - Centro Atómico Bariloche - Comisión Nacional de Energía Atómica (CAB-CNEA) • 5 - CONICET – Departamento de Física de Neutrones. Centro Atómico Bariloche • 6 - CONICET – Instituto de Investigaciones en Diversidad cultural y Procesos de Cambio (IIDyPCa) - Universidad Nacional de Río Negro (UNRN) • 7 - Instituto Dan Beninson – UNSAM-CNEA

Las investigaciones arqueometalúrgicas de naufragios post-medievales revisten especial interés para el análisis de aspectos tecnológicos tales como el conocimiento sobre el comportamiento de los materiales, el uso de diversas aleaciones, las técnicas de producción, los procesos de estandarización, y el impacto de la industria en el ámbito artesanal, entre otros. En esta presentación se exponen los resultados del estudio de un conjunto de elementos metálicos del casco y cargamento de un transporte británico que naufragó en el Delta del Ebro, Cataluña, en 1813. El pecio, denominado Deltebre I, fue estudiado por el equipo del Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya (CASC), del Museu d'Arqueologia de Catalunya (MAC). A raíz de las excavaciones e investigaciones llevadas a cabo desde 2008, se realizó un registro completo de los restos del casco y del cargamento, que estaba formado por munición de artillería y otras armas de fuego, y en menor medida artefactos relacionados con la navegación, higiene personal, alimentación e indumentaria. Entre estos se caracterizaron numerosos objetos de hierro y cobre, principalmente balas de diferente calibre, elementos de sujeción y chapas del revestimiento de forro. Los estudios fueron desarrollados de forma colaborativa por especialistas de diferentes instituciones. El análisis microestructural y de composición química se realizó mediante las siguientes técnicas: microscopía óptica (LM), microscopía electrónica de barrido (SEM), espectrometría de rayos X dispersiva en energía (EDS), espectrometría de emisión óptica (OES), espectrometría de absorción atómica (AAS), análisis por activación neutrónica (AAN) y difracción de rayos X (XRD). Cada una de estas brindó información puntual sobre la calidad de los materiales y el proceso de fabricación de los objetos. En su conjunto, y a la luz de la información arqueológica e histórica, se obtuvo un panorama más exhaustivo sobre la tecnología metalúrgica empleada a principios del siglo XIX para la industria naval y bélica.

### **Palavras-chave**

Arqueometalurgia, Naufragios, Tecnología náutica

Sessão Análise de Materiais

## **Análise de materiais em Arqueometria: boas práticas arqueológicas e equívocos**

**César Oliveira<sup>1,2</sup>, Luís Gonçalves<sup>3</sup>, Ana Bettencourt<sup>4,5</sup>, António Silva<sup>6</sup>, Jorge Guedes<sup>7</sup>, Maria Martín-Seijo<sup>8</sup>, Joeri Kaal<sup>9</sup>, Julia Mayo-Torné<sup>10,11</sup>, Carlos Mayo-Torné<sup>8,10,11</sup>**

1 - Instituto de Ciências e Tecnologias Agrárias e Agro-Alimentares da Universidade do Porto (ICETA)/REQUIMTE/LAQV • 2 - Departamento de Ciências e Técnicas do Património da Universidade do Porto • 3 - Centro de Ciências da Terra (CCT) da Universidade do Minho • 4 - Laboratório de Paisagens, Património e Território (Lab2 PT) • 5 - Departamento de História da Universidade do Minho • 6 - Centro de Investigação Transdisciplinar Cultura Espaço e Memória (CITCEM), Universidade do Porto • 7 - Universidade do Minho • 8 - GEPN-AAT. Grupo de Estudos para a Prehistoria do Noroeste Ibérico-Arqueología, Antigüidade e Territorio (GI-1534), Universidade de Santiago de Compostela • 9 - Incipit, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Santiago de Compostela • 10 - Centro de Investigaciones Arqueológicas del Istmo, Fundación El Caño, El Dorado • 11 - Dirección Nacional de Patrimonio Histórico, Panamá

A arqueometria pode definir-se como a aplicação de técnicas e procedimentos analíticos científicos ao estudo de materiais históricos. Trata-se de uma área multidisciplinar que usa disciplinas científicas para caracterizar a composição química ou mineralógica de materiais, estudar o conteúdo primário e a funcionalidade de contentores, ou estimar a idade de artefactos. A relevância dos resultados arqueométricos encontra-se fortemente dependente do acesso a procedimentos e técnicas analíticas avançadas. Todavia, é frequente descuidarem-se fatores relacionados com o percurso do objeto de estudo, desde a escavação, análise, manipulação, catalogação, etc., que podem comprometer a “qualidade” dos materiais a estudar. Tal coloca desafios analíticos acrescidos e/ou inultrapassáveis ou conduzir a resultados de interpretação duvidosa. Uma das preocupações do arqueólogo deverá ser a adoção de boas práticas arqueológicas, planeando de antemão a possibilidade de execução de estudos arqueométricos, de forma a não comprometer os materiais para análises futuras, limitando a degradação ou a perda dos marcadores químicos, mineralógicos, biológicos, paleontológicos, e prevenindo a contaminação dos artefactos com materiais orgânicos recentes. A falta de representatividade dos artefactos é uma outra questão importante, já que o sub-dimensionamento das amostras a analisar pode conduzir a conclusões estatisticamente duvidosas. Tratando-se de materiais já musealizados ou provenientes das reservas, é frequente o desconhecimento acerca dos procedimentos a que os artefactos foram sujeitos, sendo as operações de consolidação e/ou conservação uma fonte importante de contaminantes químicos. Nesta comunicação apresentar-se-ão boas práticas arqueológicas conducentes à recolha de amostras para estudos arqueométricos. O recurso a diferentes casos de estudo (pigmentos rupestres na mamoa da Cruzinha, Esposende, materiais resinosos procedentes de um contexto funerário da área istmo-colombiana de El Caño, ou do fundo carbonizado de vasos cerâmicos como o exemplo do sítio com fossas do Rossio, Vale de Cambra) permitirá, ainda, desmistificar alguns equívocos sobre materiais frequentemente destinados a análises arqueométricas.

### **Palavras-chave**

Boas práticas arqueológicas, Análise de resíduos, Pigmentos

Sessão Análise de Materiais

## **Caracterización química de los vidrios del taller tardoantiguo del El Albir (Alfaz del Pí, Alicante)**

**Jorge de Juan Ares<sup>1</sup>, Nadine Schibille<sup>1</sup>**

1 - IRAMAT-CEB (UMR 5060, CNRS-Université d'Orleans)

Las excavaciones realizadas en la villa Romana del El Albir (Alfaz del Pí, Alicante) han proporcionado un amplio repertorio de vidrios. En el año 1984 durante la excavación de las termas se recuperó un interesante repertorio de desechos procedentes de un taller vidriero que rellenaban el interior de una bañera amortizada en el siglo V. El conjunto recuperado incluía gotas, tacos de puntel, chunks, tortas de vidrio, recortes, hilos, además de recipientes semifundidos de vidrio. La gran mayoría presentaban un color verdoso-amarillento y raramente azulado o incoloro.

Con la finalidad de conocer las características químicas de la totalidad de los desechos de producción y de los recipientes se tomaron ochenta y ocho muestras de tres milímetros de lado. Las muestras fueron analizadas en el Centro Ernest-Babelon del IRAMAT (UMR 5060, CNRS-Université d'Orleans) mediante ablación laser con espectrómetro de masas con plasma acoplado por inducción (LA-ICP-MS).

Los resultados analíticos indican que se trataba de vidrios sódico-cálcicos de natrón. En su mayoría se encuadran dentro de los vidrios con altos contenidos en hierro, manganeso y titanio (HITM) de origen egipcio siendo marginales los de origen levantino. Algunos vidrios presentan indicios de haber sido sometidos a prácticas de reciclaje pero en general parecen haber sido elaborados con materia prima "fresca" importada directamente de talleres primarios del oriente Mediterráneo. Este trabajo ha sido financiado por el European Research Council (ERC) dentro del programa de investigación e innovación Horizon 2020 (Grant agreement Nº 647315 a Nadine Schibille). El organismo financiador no ha tenido influencia en el diseño del estudio, en la recolección de datos ni en su análisis.

### **Palavras-chave**

HIMT, Vidrio, Antigüedad tardía



Sessão Análise de Materiais: Cerâmica

## **Evolución de la cerámica de Setefilla desde el Bronce Pleno hasta el Periodo Orientalizante a la luz de la metodología arqueométrica**

**Michal Krueger<sup>1</sup>, Violeta Moreno Megías<sup>1</sup>**

1 - Adam Mickiewicz University in Poznan

Setefilla es uno de los yacimientos emblemáticos para estudiar la transición entre la Edad del Bronce y la Edad del Hierro en Andalucía Occidental. El objetivo de este trabajo es presentar los resultados del análisis arqueométrico de treinta muestras de cerámica extraídas de vasos provenientes de los niveles correspondientes al Bronce Pleno, Bronce Final e inicios de la Edad del Hierro del corte estratigráfico 3 efectuado en el año 1979 en la Mesa de Setefilla. En este estudio, a parte del análisis tipológico, se ha utilizado el análisis petrográfico de láminas delgadas y el análisis de espectrometría de rayos X. Los primeros resultados indican que la cerámica a mano no sufre grandes cambios en cuanto a preparación de pasta cerámica y añadido de desgrasantes, un signo del proceso cultural no interrumpido que tuvo lugar a lo largo de casi mil años.

### **Palavras-chave**

Cerámica, Tecnología, Arqueometría

Sessão Análise de Materiais: Cerâmica

## **Arqueometría y acústica en el estudio de reproducciones de trompetas cerámicas celtibéricas y su comparación con trompetas numantinas**

**Manuel Garcia-Heras<sup>1</sup>, Raquel Jiménez Pasalodos<sup>2</sup>, Fernando Agua<sup>1</sup>, Juan Jesús Padilla Fernández<sup>3</sup>, M<sup>a</sup> Ángeles Villegas<sup>1</sup>, Manuel García-Heras<sup>1</sup>**

1 - Instituto de Historia, CSIC • 2 - Dpto. de Historia y Ciencias de la Música, Universidad de Valladolid • 3 - Dpto. de Prehistoria, Historia Antigua y Arqueología, Universidad Complutense

En este trabajo se combina, por primera vez, un estudio arqueométrico y un estudio acústico en la investigación de trompetas cerámicas celtibéricas de fines de la Edad del Hierro peninsular (siglos III-I a.C.). Tradicionalmente, estas trompetas se han interpretado como bocinas que sólo podían emitir señales o ruido. Por ello, el principal objetivo de la investigación consistió en determinar si se trataba sólo de bocinas o eran instrumentos musicales capaces de emitir más de una nota.

Se analizaron reproducciones actuales de trompetas cerámicas completas elaboradas siguiendo los procesos de producción celtibéricos, el material arcilloso utilizado, fragmentos de estas trompetas, así como un conjunto de fragmentos de trompetas numantinas originales de procedencia arqueológica, con el propósito de determinar las propiedades acústicas de las reproducciones actuales y su relación con el material cerámico (actual y antiguo). La caracterización arqueométrica se realizó mediante lupa binocular, fluorescencia de rayos X (FRX), análisis petrográfico, difracción de rayos (DRX), porosimetría de intrusión de mercurio y análisis de microindentación: dureza y módulo de Young. La absorción y transmisión acústica se determinó con un tubo de impedancia, mientras que la caracterización del espectro de frecuencias se llevó a cabo mediante grabación de sonido e imagen, con posterior extracción y análisis del audio mediante tratamiento informático. Los resultados aportaron datos de gran interés sobre las posibilidades musicales de las trompetas celtibéricas y su capacidad para articular diferentes notas (hasta 3 octavas y media de extensión), lo cual sugiere que no sólo se emplearon para producir ruido y señales sino que también podían reproducir melodías sencillas. El trabajo demuestra así los buenos resultados obtenidos al combinar Arqueometría y Acústica en el estudio de instrumentos musicales arqueológicos elaborados con material cerámico.

Esta investigación se llevó a cabo en el marco del proyecto europeo EMAP (European Music Archaeology Project, ref. 536370-CU-1-2013).

### **Palavras-chave**

Trompetas celtibéricas, Acústica, Arqueometría

Sessão Análise de Materiais: Cerâmica

## **Depósitos de sales insolubles en cerámicas y su limpieza: influencia de la temperatura de cocción**

**Águeda Sáenz-Martínez<sup>1</sup>, Marta Pérez-Estébanez<sup>1</sup>, Margarita San Andrés Moya<sup>1</sup>, Mónica Álvarez del Buergo<sup>2</sup>, Rafael Fort<sup>2</sup>**

1 - Universidad Complutense de Madrid (UCM) • 2 - Instituto de Geociencias IGEO (CSIC-UCM)

La formación de depósitos de sales insolubles en cerámica arqueológica es una de las alteraciones más comunes en este tipo de material. Desde los años 70 se han utilizado comúnmente, para su eliminación, disoluciones ácidas aplicadas por inmersión. A pesar de que algunos autores han indicado que los ácidos pueden afectar tanto a la composición como a la morfología de las cerámicas, en la actualidad este tipo de tratamiento sigue utilizándose.

Las características físico-químicas de las cerámicas influyen en la eficacia de los tratamientos de limpieza y en las alteraciones que estos puedan ocasionar. En particular, su temperatura de cocción determina, entre otras cosas, su grado de vitrificación y por ende su porosidad. Así, cerámicas cocidas a bajas temperaturas presentan en general una porosidad mayor y menor compacidad.

En este trabajo se analiza la influencia de la temperatura de cocción sobre el mecanismo de formación de depósitos superficiales de sales insolubles sobre las superficies cerámicas y su posterior eliminación con disoluciones ácidas, teniendo en cuenta su eficacia y las posibles alteraciones causadas por los tratamientos. Para ello se han elaborado probetas cerámicas a temperaturas de 650°C a 1000°C, cubriendo el espectro de cerámicas arqueológicas, sobre las que se generó un depósito superficial de sales de suficiente adherencia y grosor, para su posterior eliminación por inmersión en disolución ácida. La eficacia del tratamiento de limpieza en función de la temperatura de cocción de la cerámica se ha establecido a través de la determinación de la concentración de sales presentes tras el tratamiento. Con esta finalidad se ha realizado un estudio por Difracción de Rayos X (DRX), aplicando el método de refinamiento Rietveld de los datos. Por otra parte, la posible alteración de la superficie tratada se ha estudiado por rugosimetría y microscopía (óptica y SEM).

### **Palavras-chave**

Cerámica arqueológica, Sales insolubles, Limpieza por inmersión

Sessão Análise de Materiais: Cerâmica

## **Uma síntese sobre grupos de referência composicionais de produções de ânforas lusitanas**

**M. Isabel Dias<sup>1,2</sup>, M. Isabel Prudêncio<sup>1,2</sup>**

1 - Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares – C2TN • 2 - DECN, Instituto Superior Técnico, Campus Tecnológico e Nuclear, Polo de Loures

Analisaram-se mais de 500 fragmentos cerâmicos da bacia do Tejo - Quinta do Rouxinol (QR), Porto dos Cacos (PC) e Garrocheira (GA); Bacia do Sado - Herdade do Pinheiro, Barrosinha, Bugio, Zambujalinho, Xarrouqueira e Vale da Cepa; costas ocidentais e meridionais - Peniche (Morraçal da Ajuda) e Algarve - Martinhal; Quinta do Lago; Manta Rota e S. Bartolomeu de Castro Marim (SBCM). A caracterização química de argilas e de ânforas Lusitanas foi realizada por análise por ativação neutrónica e a mineralógica por difração de raios X. Os objectivos gerais desta vasta investigação compreendem proveniências, definição de grupos de referência, exploração de matérias-primas e tecnologias de produção, e diferenciação entre tipologias e intra e inter centros de produção.

Diferenças químicas significativas encontradas: (i) Peniche - uso de matérias-primas locais; (ii) Bacia do Tejo – definiram-se dois grupos: PC a produção de ânforas relaciona-se com matérias-primas enriquecidas em minerais máficos misturadas com argilas salobras (altas concentrações de Co, As e U, e baixas de Fe, Zn, Sb, Rb, K); QR a produção de ânforas relaciona-se com sedimentos argilosos e orgânicos (maiores concentrações de Fe, Sb, Rb e Zn, e menores de U); GA – relacionada com matérias-primas locais (altos teores de Na, Cr e Co e baixos de REE, Ta, Th, Rb e Cs); (iii) bacia do Sado - dois grupos associados a dois tipos de matérias-primas, um mais félsico (Sado 1 - baixos teores de Na, Co, Sb e altos de Cs, Rb, Ta, Th, K e REE) e outro mais máfico (Sado 2); (iv) Algarve - Th/Sc vs Sc - Bom indicador geoquímico diferenciador dos sítios e Fe/Sc – discrimina SBCM. Os resultados mineralógicos apontam para temperaturas de cozedura ~ 900°C.

Estabeleceram-se os grupos de referência composicionais de produções de ânforas Lusitanas, confirmando-se o potencial deste tipo de abordagem metodológica.

### **Palavras-chave**

Ânforas Lusitanas, Grupos de referência, Composição química e mineralógica

Sessão Análise de Materiais: Cerâmica

## **Entre las Columnas de Hércules: aprovisionamiento cerámico en Ceuta durante el periodo portugués (ss. XV-XVI)**

**Javier Iñáñez<sup>1</sup>, André Teixeira<sup>2</sup>, Joana Torres<sup>2</sup>, Estefania Calparsoro Forcada<sup>1</sup>, Uxue Sanchez Garmendia<sup>1</sup>, Gorka Arana<sup>1</sup>**

1 - Universidad País Vasco • 2 - Universidade Nova de Lisboa

Estratégicamente, la ciudad de Ceuta ocupa un lugar privilegiado ubicado entre la convergencia del mar Mediterráneo y el Océano Atlántico, separada 14km de la Península Ibérica por el Estrecho de Gibraltar y convirtiéndose también en un punto crucial para el comercio entre la Península Ibérica y el Norte de África.

En los albores del siglo XV, y mientras el resto de reinos cristianos de la Península Ibérica se hallaban peleando por el control de la misma, Portugal inició el establecimiento de asentamientos en el Norte de África. Así, en 1415, el rey Juan I de Portugal, junto con su hijo Henrique el Navegante, conquistaron la ciudad de Ceuta, la cuál se hallaba bajo el dominio del Reino Islámico de Fez. Posteriormente, en los años 1540, los portugueses iniciaron la construcción de las Murallas Reales de Ceuta, incluyendo bastiones e incluso un canal navegable. Tras la muerte de Sebastian de Portugal, en 1581 Felipe II de Castilla unió las dos coronas y los imperios tratatlánticos. La Unión de Coronas duró hasta 1640, atrayendo a la ciudad de Ceuta bajo el dominio español hasta la actualidad.

Con el objetivo de estudiar la dinámica de aprovisionamiento, red comercial y logística de Ceuta durante la ocupación portuguesa en el contexto del periodo de expansión colonial, se han analizado 48 cerámicas de época moderna mediante una aproximación multianalítica, combinando ICP-MS, DRX, y SEM-EDS. De esta manera, se ha estudiado la proveniencia y tecnología de las pastas y vidriados de cerámicas de diversas tipologías, incluyendo jarras, cerámica de cocina, cerámicas vidriadas meladas y cerámicas vidriadas decoradas. Los resultados preliminares permiten dibujar un trazo sólido en el conocimiento de los aprovisionamientos portugueses (Lisboa) y españoles (Sevilla), así como reconocer los cambios de la vida cotidiana de una sociedad musulmana a una cristiana en un contexto colonial.

### **Palavras-chave**

Ceuta, Ceramica, Análisis químico

Sessão Análise de Materiais: Cerâmica

## **Las producciones cerámicas del área de València alrededor de los siglos XV-XVII. Una evaluación a par ir de nuevas evidencias**

**Mireia Pinto Monte<sup>1</sup>, Marisol Madrid i Fernández<sup>1</sup>, Jaume Buxeda i Garrigós<sup>1</sup>, Jaume Coll Conesa<sup>2</sup>**

1- Universitat de Barcelona • 2 - Museo Nacional de Cerámica y de las Artes Suntuarias "González Martí"

En estudios previos, la unidad Cultura Material i Arqueometria UB (ARQUB, GRACPE) ha desarrollado un primer estudio de caracterización arqueométrica de las producciones de Paterna y Manises. Estos estudios se centraron en un número limitado de materiales procedentes de las excavaciones antiguas de estos centros productores, incluyéndose 20 individuos de mayólica de Paterna, fechados en el siglo XIV, y otros 20 individuos de Manises, fechados en el siglo XV.

En el marco del proyecto "Tecnolonial - Impacto tecnológico en el Nuevo Mundo colonial. Cambio Cultural en arqueología y arqueometría cerámica" (HAR2016-75312-P), se está procediendo a expandir el estudio de la producción cerámica entre los siglos XV y XVII en toda al área del País Valenciano, con un énfasis especial en el área de la ciudad de València en la cual, junto a los talleres de Paterna y Manises, se conoce, por las fuentes escritas, la existencia de producciones cerámicas en la propia ciudad de València, así como en Alaquàs, Xàtiva, Càrcer, Gandia, Mislata y Morvedre, entre otros.

En una primera fase, se han caracterizado 35 mayólicas de los siglos XV a XVII de Manises, así como 40 cerámicas del taller de la calle Sogueros, de la ciudad de València, que incluyen mayólicas, cajas de horno y trébedes. Los materiales han sido caracterizados químicamente por fluorescencia de rayos X (FRX) y mineralógicamente por difracción de rayos X (DRX).

Igualmente, una muestra de estos individuos ha sido estudiada por microscopía electrónica de barrido (MER-EDX) para la estimación del estado de sinterización y para el microanálisis de los vidriados y los pigmentos. Estos nuevos datos permiten ampliar el conocimiento que actualmente tenemos de la producción del área de València mostrando nuevos datos que enriquecen el conocimiento que tenemos hasta el presente.

### **Palavras-chave**

Mayólica, Tecnología, Grupo de referencia

Sessão Análise de Materiais: Cerâmica

## **Análisis arqueométrico de un contexto cerámico hallado en la muralla de Ávila (España)**

**M<sup>a</sup> de los Reyes de Soto García<sup>1</sup>, Isabel S. de Soto García<sup>2</sup>, Rosario García Giménez<sup>3</sup>**

1 - Instituto de Arqueología de Mérida (CSIC) • 2 - Universidad Pública de Navarra • 3 - Universidad Autónoma de Madrid

La muralla de Ávila es uno de los monumentos más emblemáticos de la ciudad y a la vez, su seña de identidad. Se trata de una construcción monumental realizada en piedra que mide 2.516 metros de perímetro, posee 9 puertas y 87 torreones. El origen de la misma ha sido un debate ampliamente tratado por investigadores y estudiosos, ya que su origen no ha sido esclarecido hasta hace relativamente poco tiempo. Las últimas excavaciones llevadas a cabo en distintas zonas de la muralla han ido revelando su origen romano, factor que había sido lanzado como hipótesis pero que ahora se ha visto corroborado.

En esta comunicación se van a analizar 24 fragmentos cerámicos de distintas tipologías (terra sigillata hispánica, terra sigillata hispánica brillante, cerámica de paredes finas, cerámica pintada tipo Clunia...) hallados en contextos altoimperiales y Bajomedievales procedentes de las últimas intervenciones realizadas en dicho monumento abulense. Con ello pretendemos estudiar el origen de las distintas muestras, así como la tecnología empleada en su fabricación, y las distintas redes de aprovisionamiento que surtían de materiales a esta zona de la meseta española.

### **Palavras-chave**

Arqueometria, Ávila, Época romana

Sessão Análise e Proveniência de Matérias-Primas

## **Las escorias Orientalizantes y Romanas del área minera de Aznalcóllar (Sevilla, España). Prospección off site y caracterización elemental por Micro-Fluorescencia de Rayos X ( $\mu$ -XRF) e Isótopos de Plomo (i.Pb)**

**Mark A. Hunt-Ortiz<sup>1</sup>**

1 - Universidad de Sevilla

En el ámbito del proyecto Los Paisajes del Guadiamar Reconstrucción Histórica y Valorización Arqueológica y de la realización de la Carta Arqueológica de Aznalcóllar, se han realizado varias campañas de prospecciones arqueológicas, con metodología off site en el área al sur de la mineralización y en el propio coto minero de sulfuros complejos masivos de Aznalcóllar. Las muestras de carácter arqueometalúrgico documentadas, principalmente mineral y escorias, han sido contextualizadas arqueológicamente cuando ha sido posible y sistemáticamente analizadas por medio de  $\mu$ -XRF. Mientras en la Edad del Bronce los restos documentados corresponden a metalurgia/minerales de cobre, tanto en el periodo Orientalizante como en época Romana las escorias son de plata, aunque con morfologías y composiciones muy diferentes en esos dos momentos. Una selección de muestras de mineral y de las escorias han sido también analizadas por medio de I.Pb, mostrando las escorias también una composición isotópica diferenciada entre las orientalizantes, del tipo P (Phoenician) or free-silica slags, y las de derretido (tapped slags) de época romana. Esta diferencia de composición elemental y de isótopos de plomo en las escorias Orientalizantes y Romanas se relaciona con el tipo de mineral utilizado y con la importación del metal necesario para llevar a cabo la metalurgia extractiva de la plata.

### **Palavras-chave**

Arqueo-Metalurgia, Plata, Orientalizante-Romano



Sessão Análise e Proveniência de Matérias-Primas

## Âmbar no complexo arqueológico dos Perdigões - um estudo de proveniência

**Ana Manhita<sup>1</sup>, António Carlos Valera<sup>2</sup>, Cristina Barrocas Dias<sup>3</sup>**

1 - Laboratório HERCULES, Universidade de Évora • 2 - ERA Arqueologia, S.A & ICArEHB - Interdisciplinary Center for Archaeology and Evolution of Human Behaviour, Universidade do Algarve • 3 - Laboratório HERCULES, Universidade de Évora & Departamento de Química, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora

O complexo arqueológico dos Perdigões (Reguengos de Monsaraz) localiza-se na extremidade oeste do vale da ribeira do Álamo, na vertente de uma elevação aberta sobre a planície megalítica de Reguengos. Trata-se de um dos grandes complexos de recintos de fossos com uma longa cronologia, entre 3500 e 2000 a.C., interpretado como um centro cerimonial e de agregação e gestão identitária. Apresenta inúmeros contextos funerários, com deposições secundárias e de cremações, nos quais se registam grandes quantidades de materiais exógenos, por vezes com longínquas proveniências, tanto peninsulares como extra peninsulares. Recentes estudos isotópicos revelaram uma intensa mobilidade tanto de humanos como de animais, a qual se articula com a integração dos Perdigões em redes de interacção de larga escala, no contexto das quais terão ali chegado materiais em âmbar.

Os artefactos de âmbar estão documentados desde o período Neolítico, embora sejam raros em contextos pré-históricos portugueses. Geralmente, são considerados indicadores de prestígio, e estão relacionados com o comércio de longa distância. O objectivo deste trabalho é apresentar um estudo das contas e pendentas de âmbar recolhidos no sítio dos Perdigões, de modo a determinar a possível proveniência da matéria-prima. Os objectos analisados neste estudo podem ser atribuídos ao período Calcolítico. Para a caracterização destes artefactos recorreu-se às técnicas de pirólise acoplada a cromatografia gasosa com espectrometria de massa (Py-GC/MS) e espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), que fornecem um método rápido e eficaz para a identificação de resinas fósseis, exigindo quantidades mínimas de amostra e fácil preparação de amostra.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro da Fundação para a Ciência e Tecnologia através dos projectos UID/Multi/04449/2013 (POCI-01-0145-FEDER-007649) e PTDC/EPH-ARQ/0798/2014.

### **Palavras-chave**

Âmbar, Proveniência, Neolítico Final/Calcolítico

Sessão Análise e Proveniência de Matérias-Primas

## **¿Disponibilidad, poder colorante, identidad social o simbolismo?: hacia una caracterización de los modos de adquisición y explotación de las materias primas colorantes en la secuencia gráfica levantina de Valltorta-Gassulla (Castellón, España)**

**Manuel Henry<sup>1</sup>, Esther López-Montalvo<sup>2</sup>**

1 - CNRS UMR 5563 GET • 2 - ICNRS UMR 5608 TRACES

La contextualización de los abrigos decorados en relación a los afloramientos naturales de óxidos de hierro que pudieron ser potencialmente explotados en el pasado es una de las grandes lagunas en torno al estudio de las pinturas rupestres levantinas. Hasta el momento nada sabemos sobre las motivaciones que llevaron a la selección de determinados colores o materias primas, como tampoco si esa selección responde a factores sociales, técnicos o relativos al acceso o disponibilidad de recursos en el entorno inmediato a los espacios decorados o de hábitat.

Dentro del proyecto de investigación "MACOPREH", que venimos desarrollando desde 2017, uno de los principales objetivos es el de restituir las modalidades de adquisición de las de materias primas colorantes de origen mineral utilizadas en la elaboración de los pigmentos levantinos. Ello implica, en primer lugar, la caracterización de los afloramientos naturales a través de la identificación de marcadores geoquímicos específicos, como las señales isotópicas o las variaciones dentro de los espectros de tierras raras (MC-ICP-MS); y en segundo lugar, el análisis integrado de los pigmentos levantinos (LA-MC-ICP-MS) y las materias colorantes potenciales a través de un estudio estadístico (PCA) que permita asociar los componentes minerales comunes y determinar el origen y procedencia de la materia colorante empleada.

En esta comunicación presentamos el protocolo de prospección, muestreado y análisis desarrollado en el ámbito de Valltorta-Gassulla (Castellón, España) con el fin de identificar la procedencia de la materia colorante utilizada a lo largo de la secuencia gráfica levantina. Nuestro objetivo último es tratar de restituir la red o redes de aprovisionamiento a corta y larga distancia, y desvelar así las motivaciones de componente social, técnico, simbólico o de otra índole que llevaron a la selección de ciertas materias colorantes y no otras.

### **Palavras-chave**

Arte Levantino, Materias colorantes, MC-ICP-MS

Sessão Análise e Proveniência de Matérias-Primas

## **Fontes de estanho no NO Peninsular e o seu aproveitamento pelas comunidades antigas: uma abordagem interdisciplinar no âmbito do projeto IberianTin**

**Emmanuelle Meunier<sup>1</sup>, Elin Figueiredo<sup>1</sup>, João Fonte<sup>2,3</sup>, Filipa Dias<sup>4</sup>, Alexandre Lima<sup>4</sup>, José Mirão<sup>5</sup>, Rui J. C. Silva<sup>1</sup>, Beatriz Comendador<sup>6</sup>, João Pedro Veiga<sup>1</sup>, Aaron Lackinger<sup>6</sup>, Carlo E. Bottaini<sup>5</sup>, Luís G. Seco<sup>7</sup>, José Alberto Gonçalves<sup>7</sup>**

1 - CENIMAT/i3N, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa • 2 - Incipit-CSIC, Santiago de Compostela • 3 - Department of Archaeology, University of Exeter • 4 - ICT, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto • 5 - HERCULES Lab, Universidade de Évora • 6 - GEAAT, Faculdade de Historia, Universidade de Vigo • 7 - CICGE, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto

Os recursos minerais de estanho (cassiterite) encontram-se confinados a determinadas zonas do Ocidente Europeu, sendo os depósitos de cassiterite da Península Ibérica dos mais extensos. Na Idade do Bronze deu-se a adoção da liga de cobre e estanho (bronze), passando o estanho a ser valorizado como um material estratégico.

O projeto IberianTin (PTDC/HAR-ARQ/32290/2017) tem o objetivo de contribuir para a caracterização da produção antiga de estanho no Noroeste Ibérico, desde a sua exploração mineira até à sua transformação metálica, tendo em conta uma perspetiva interdisciplinar e considerando diversos casos de estudo. As escórias de estanho do Castro de Carvalhelhos (concelho de Boticas, distrito de Vila Real, Portugal) constituem um primeiro caso de estudo, onde se demonstrou a produção de estanho metálico entre o séc. II a.C. e I d.C., se efetuou a contextualização do castro com os recursos mineiros locais, e se comparou a composição elementar e microestrutural das escórias com a dos minérios locais.

Agora, para além deste primeiro caso de estudo, apresentamos avanços recentes do projeto IberianTin, como os obtidos para a região da Serra de Arga (distrito de Viana do Castelo, Portugal) e de Baltar (sul da província de Ourense, Espanha). Com estes novos dados, pretende-se avançar de forma integrada no conhecimento das formas de exploração antigas do estanho pelas sociedades do Noroeste Peninsular, contribuindo para a avaliação do papel que a região pode ter tido no abastecimento e circulação de matéria-prima de estanho em tempos antigos.

### **Palavras-chave**

Estanho, Noroeste Ibérico, Mineração

Sessão Análise e Proveniência de Matérias-Primas

## **As razões isotópicas do Pb na determinação de proveniências de matérias-primas metálicas - o caso de assinaturas isotópicas do Pb altamente radiogénico**

**António Manuel Monge Soares<sup>1</sup>, Rui Mataloto<sup>2</sup>, Pedro Valério<sup>1</sup>, Susana Sousa Gomes<sup>1</sup>, Sofia Mesquita Soares<sup>3</sup>, Rui M. G. Monge Soares<sup>4</sup>**

1 - Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares (C2TN), Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa • 2 - UNIARQ, Câmara Municipal do Redondo • 3 - Instituto Politécnico de Beja • 4 - Centro de Arqueologia da Universidade de Lisboa (UNIARQ), Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa

A partir da análise isotópica de Pb de um machado plano de cobre (possivelmente um lingote), encontrado no povoado calcolítico de Três Moinhos (Baleizão, Beja), dão-se a conhecer, não só esses resultados, mas também os recentemente obtidos de razões isotópicas de Pb de minérios de cobre do Sudoeste Peninsular. A base de dados de isótopos de Pb disponível, quer para os depósitos mineiros da Zona da Ossa Morena, quer para os da Faixa Piritosa Ibérica (Zona Sul Portuguesa), permite a identificação de algumas jazidas de minérios de cobre em que este está associado a chumbo altamente radiogénico, ou seja com razões isotópicas  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} > 20$  e  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} < 0,8$ . No entanto, as fontes de cobre com estas assinaturas isotópicas são relativamente raras, pelo que quando tais características são identificadas em artefactos torna-se possível atribuir uma proveniência fiável mais específica ao metal com que estes foram manufacturados. É o caso do machado plano de Três Moinhos, cujo cobre deverá provir de minas da Zona da Ossa Morena próximas do povoado calcolítico onde foi encontrado.

### **Palavras-chave**

Metalurgia do cobre pré-histórica, Sul de Portugal, Estudos de proveniência

Sessão Análise e Proveniência de Matérias-Primas

## **Caracterización de ocre naturales y arqueológicas de "Les Coves de Santa Maira" (Alicante): un ensayo metodológico**

**Clodoaldo Roldán García<sup>1</sup>, Emili Aura Tortosa<sup>2</sup>, Gianni Gallelo<sup>3</sup>, Giovanni Cavallo<sup>4</sup>, Ariana Hernández Jordá<sup>2</sup>, Agustín Pastor<sup>5</sup>**

1 - Instituto de Ciencia de Materiales. Universidad de Valencia • 2 - GIUV2015-213. PREMEDOC. Departamento de Prehistoria, Arqueología e Historia Antigua. Universidad de Valencia • 3 - Department of Archaeology, University of York • 4 - SUPSI. Istituto Materiali e Costruzioni. Campus Treviso • 5 - Departamento de Química Analítica. Universidad de Valencia

Presentamos el estudio de ocre hallados en "Coves de Santa Maira" (Castell de Castells, Alicante) en las ocupaciones que abarcan desde el Paleolítico Final al Neolítico (15-7 ky cal BP). La selección se ha realizado en base a las características macroscópicas de fragmentos de material lítico con tonalidades rojizas que presentan diferentes grados de dureza/compactación y que han sido catalogados como ocre. Adicionalmente, se han incorporado muestras geológicas de los alrededores de la cueva, con características macroscópicas similares a las arqueológicas con objeto de establecer similitudes/diferencias entre los materiales hallados en la excavación y los del entorno geológico próximo. Las muestras han sido analizadas mediante espectrofotometría visible (UV/VIS), difracción de rayos X en polvo (XRD), fluorescencia de rayos X de dispersión de energía portátil (pEDXRF), espectrometría de masas con plasma (ICP-MS), microscopía óptica con luz polarizada (PLM) en lámina delgada y microscopía electrónica de barrido con microanálisis (SEM-EDX). El análisis estadístico multivariante ha permitido distinguir grupos compuestos por muestras con un perfil químico semejante y postular hipótesis sobre los principales factores que han contribuido a su formación.

### **Palavras-chave**

Análisis físico-químicos, Materias primas, Paleolítico Final-Neolítico

Sessão Prospecção Geofísica e Análises Espaciais

## **Geofísica de recintos de fossos pré-históricos e potencialidades de análise arquitectónica**

**António Valera<sup>1,2</sup>, Ricardo Godinho<sup>2</sup>, Tiago Pereira<sup>1</sup>**

1 - Era Arqueologia SA • 2 - Interdisciplinary Center for Archaeology and Evolution of Human Behaviour (ICArEHB)

A investigação dos recintos de fossos da Pré-História Recente sofreu um grande incremento nas duas últimas décadas. A região do interior alentejano apresenta hoje uma das maiores concentrações peninsulares deste tipo de contextos, os quais têm vindo a ser identificados através de imagens aéreas e na sequência de grandes empreendimentos com impacte no território. O recurso à geofísica tem sido fundamental para a obtenção de plantas parciais ou totais destes sítios, cujas dimensões, por vezes muito grandes, impediriam a sua obtenção por outros meios. Estas plantas constituem-se hoje como uma das principais bases de análise destas arquitecturas, ao nível do seu design, técnicas construtivas e fundamentos conceptuais subjacentes. Nesta comunicação, será apresentado um conjunto de magnetogramas sobre recintos de fossos sinuosos de plantas padronizadas que têm vindo a ser obtidos para a região alentejana, que serviram de base para a definição de uma tipologia particular e sobre os quais se desenvolverá uma análise arquitectónica que pela primeira vez aplica a morfometria geométrica a estes contextos, com o objectivo de identificar regularidades e prescrições normativas na planificação e construção destes recintos.

### **Palavras-chave**

Geofísica, Recintos de fossos, Morfometria geométrica

Sessão Prospeção Geofísica e Análises Espaciais

## **El establecimiento rústico alto-imperial de Miramundo (Puerto Real, Cádiz). Un caso de estudio mediante la combinación de técnicas de investigación no invasivas**

**Lázaro Lagóstena Barrios<sup>1</sup>, José-Antonio Ruiz Gil<sup>1</sup>, Domingo Martín Mochales<sup>1</sup>, Jenny Pérez Marrero<sup>1</sup>, Isabel Rondán Sevilla<sup>1</sup>, Pedro Trapero Fernández<sup>1</sup>, Javier Catalán González<sup>1</sup>**

1 - Universidad de Cádiz, IVAGRO - Unidad de Geodetección

Mediante el empleo del georradar multicanal Stream X de IDS abordamos el análisis mediante Técnicas de Investigación no Invasivas de un establecimiento rural romano altoimperial inédito. La exploración ha permitido conocer la planta íntegra de este edificio rústico, sobre la cual se ha practicado una microprospección con el empleo de GPS centimétrico. El objetivo planteado ha sido experimentar con la aplicación de técnicas combinadas de precisión –superficial y geofísica- que permita avanzar en la interpretación funcional de los ambientes documentados con el georradar a partir de las evidencias superficiales.

### **Palavras-chave**

Georradar, Microprospección, Asentamiento rural altoimperial

Sessão Prospecção Geofísica e Análises Espaciais

## **Exploración geofísica GPR en dos iglesias renacentistas andaluzas: San Sebastián de Puerto Real (Cádiz) y San Sebastián de Estepa (Sevilla)**

**Jenny Pérez Marrero<sup>1</sup>, Domingo Martín Mochales<sup>1</sup>, José-Antonio Ruiz Gil<sup>1</sup>, Lázaro Lagóstena Barrios<sup>1</sup>, Pedro Trapero Fernández<sup>1</sup>, Javier Catalán González<sup>1</sup>, Isabel Rondán Sevilla<sup>1</sup>**

1 - Universidad de Cádiz, IVAGRO - Unidad de Geodetección

A lo largo de 2017 nuestra Unidad de Geodetección y Georreferenciación del Patrimonio ha tenido la oportunidad de realizar exploraciones geofísicas en el interior de dos iglesias renacentistas andaluzas. La detección de elementos tales como criptas y tumbas permite un acercamiento mediante técnicas de investigación no invasiva al estudio del sustrato edilicio de este tipo de edificios, en cuanto se refiere a la práctica constructiva y a la disposición de los elementos rituales y funerarios propios de las priorales de la época. Para la realización de la exploración se empleó un equipo Hi-Mod de IDS bifrecuencia (200-600 MHz). Estas exploraciones, dadas las similitudes cronológicas y arquitectónicas entre ambos edificios religiosos, permiten comparar los métodos y las señales obtenidas en las mismas.

### **Palavras-chave**

Metodología GPR, Iglesias renacentistas, Geofísica Comparada



Sessão Estudos Isotópicos e Datação

## **Luminescência aplicada ao estudo das dinâmicas de preenchimento em recintos de fossos pré-históricos de contextos carbonatados**

**Ana Luísa Rodrigues<sup>1</sup>, Maria Isabel Dias<sup>2</sup>, António Carlos Valera<sup>3,4</sup>**

1 - Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares (C2TN), Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa • 2 - Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares (C2TN)/ Departamento de Engenharia e Ciências Nucleares, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa • 3 - ERA Arqueologia S.A. • 4 - Interdisciplinary Center for Archaeology and Evolution of Human Behavior (ICArHEB), Universidade do Algarve

O conceito de recinto de fossos surgiu recentemente no panorama arqueológico português constituindo uma das mais comuns e importantes arquiteturas da Pré-história recente. Estes espaços encerrados e delimitados por linhas de fossos escavadas, surgem em diferentes topografias, têm normalmente associadas grandes quantidades de fossas circulares e tempos de “vida” que podem variar entre as poucas centenas e um milhar e meio de anos. Muitos dos recintos de fossos apresentam particularidades (orientação em relação ao sol, topografia, arquitetura dos fossos, preenchimento de origem antrópica sequencial com aberturas, colmatações e reaberturas, enchimentos selecionados) que permitem atribuir-lhes uma utilização para fins relacionados com práticas de forte carga simbólica e cerimonial. Na sua maioria encontram-se em substratos geológicos com elevado grau de meteorização e/ou associados materiais ricos em calcite. Apesar do intenso trabalho desenvolvido num conjunto de recintos de fossos escavados no sul de Portugal, surgem ainda questões problemáticas: dificuldade em datar diretamente a abertura das estruturas; ritmo da colmatação; existência de numerosas estruturas negativas, com períodos de construção, ocupação e abandono, aleada à possibilidade de reescavação e reutilização de espaços e materiais. Neste sentido, são colocadas novas questões arqueológicas quanto à natureza e dinâmica do preenchimento destas estruturas, para as quais este trabalho visa contribuir com uma nova abordagem metodológica e interpretativa, com especial foco na aplicação de protocolos de datação por luminescência. É aplicada uma abordagem que, pela combinação dos métodos usados, se mostra inovadora e estratigraficamente detalhada, aos diferentes sinais de luminescência estimulada, à dosimetria e à composição dos materiais de preenchimentos destas estruturas. Aliada a esta abordagem visa-se explorar as questões relacionadas com o efeito da presença de calcite nos materiais geoarqueológicos e que afetam a datação por luminescência.

### **Palavras-chave**

Estruturas arqueológicas negativas, Datação absoluta por Luminescência, Dinâmicas de preenchimento

Sessão Estudos Isotópicos e Datação

## **Identification by mass spectrometry (ZooMS) and isotope analysis on bone remains from Lorga de Dine (Vinhais, NE Portugal)**

**Aurora Grandal-d'Anglade<sup>1</sup>, Ana M. S. Bettencourt<sup>2,3</sup>, Ana García-Vázquez<sup>1</sup>, Hugo Aluai Sampaio<sup>4,2</sup>**

1- Instituto Universitario de Xeoloxía, Universidade da Coruña • 2 - Landscape, Heritage and Territory Laboratory (Lab2PT) • 3 - Departamento de História, Universidade do Minho • 4 - Escola Superior de Hotelaria e Turismo, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, Barcelos, Portugal

In the archaeological deposits, taxonomic identification of animal remains is not always straightforward due to the fragmentation that bones present. Recently, it was developed a new technique of molecular biology (proteomics) for the identification of bone fragments, through the peptide fingerprint (ZooMs). The basis of the ZooMS is relatively simple. Although all vertebrates have a similar gene from which the bone collagen is synthesized, there are small differences in the sequence of nucleotides between different taxa, and therefore small differences in the collagen amino acids. Breaking the collagen molecule between specific amino acids, the obtained set of peptides can be identified by MALDI-TOF (Matrix-Assisted Laser desorption/ionization, time of flight). Some of them are characteristic of a certain taxon, and their presence or absence will allow us to differentiate the taxon, working as true markers.

An example of the application of this technique is the study carried out to bone remains from Lorga de Dine, a cave that occupies one of the rare limestone massifs of northeastern Portugal next to the village of Dine (Vinhais, Bragança).

Although the lack of archaeological record (plants and stratigraphic profiles) from old excavations made during the 60's of 20 century, the recovered data of some fauna and humans remains and objects could be dated back to the 3rd and 2nd millennia BCE (between 3840±40 BP and 3430±40 BPE), corresponding to the Regional end of Chalcolithic to Middle Bronze Age. Observing some evidences (like human bones and some objects) it is clear that the cave was used for funerary practices.

Several human and animal remains were selected for isotopic analysis. Animal samples are necessary to establish the isotopic baseline, fundamental for interpreting human diet. After identification of animal species (herbivores, omnivores, carnivores), the stable isotopes study showed the expected differences between the types of diet.

### **Palavras-chave**

Peptide fingerprint, Zooarchaeology, Prehistoric cave

Sessão Estudos Isotópicos e Datação

## **Definindo o que é local: o caso da abordagem isotópica aos Perdigões e ao povoamento pré-histórico de Reguengos de Monsaraz**

**António Carlos Valera<sup>1,2</sup>, Anne-France Maurer<sup>3</sup>, Indre Zalaite<sup>3</sup>, Cristina Dias<sup>3</sup>**

1 - Era Arqueologia • 2 - Interdisciplinary Center for Archaeology and Evolution of Human Behaviour (ICArEHB) • 3 - Laboratório Hércules

A abordagem isotópica à mobilidade humana e de animais, nomeadamente através de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ , tem vindo a ser progressivamente desenvolvida para avaliar os níveis de circulação e interacção na Pré-História Recente peninsular. Contudo, a definição do que se deve considerar como local frequentemente recorre apenas a critérios exclusivamente geológicos ou a valores de Sr de animais e, não menos frequentemente, a mobilidade é tratada apenas numa “mono escala” de local-exógeno.

Na presente comunicação, e baseando-nos no estudo que tem vindo a ser realizado sobre o recinto dos Perdigões (Reguengos de Monsaraz), evidencia-se a necessidade de a delimitação do “sinal local” resultar de uma prévia definição de uma rede de povoamento de base arqueológica, a partir da qual se define o espectro geológico a amostrar para determinação do amplitude de Sr local, assim como se sublinha que esta abordagem possibilita a construção de “escalas” de mobilidade que podem ser testadas, permitindo aceder de forma mais aproximada à real complexidade da mobilidade nas sociedades da Pré-História Recente peninsular.

### **Palavras-chave**

Mobilidade, Estrôncio, Pré-História Recente

Sessão Estudos Isotópicos e Datação

## **Do nascimento à vida adulta: o estudo dos isótopos estáveis de Carbono e Azoto na população medieval de São Miguel de Odrinhas, Sintra (Portugal)**

**Cláudia Relvado<sup>1</sup>, Anne-France Maurer<sup>2</sup>, Cláudia Umbelino<sup>3,4</sup>, Cristina Barrocas Dias<sup>2,5</sup> Teresa Fernandes<sup>6,7</sup>**

1 - Centro de Investigação em Antropologia e Saúde, Universidade de Coimbra • 2 - Laboratório HERCULES, Universidade de Évora • 3 - Centro de Investigação em Antropologia e Saúde, Universidade de Coimbra; Departamento de Ciências da Vida, Universidade de Coimbra • 4 - Interdisciplinary Center for Archaeology and Evolution of Human Behaviour, Universidade do Algarve • 5 - Escola de Ciências e Tecnologia, Departamento de Química, Universidade de Évora • 6 - Centro de Investigação em Antropologia e Saúde, Universidade de Coimbra • 7 - Escola de Ciências e Tecnologia, Departamento de Biologia, Universidade de Évora

Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  do colagénio ósseo têm sido amplamente utilizados na análise da dieta das populações humanas do passado, nomeadamente no que respeita aos padrões de amamentação e à introdução de outros alimentos que não o leite materno. A necrópole de São Miguel de Odrinhas (séculos XI-XV), constituída por 84 não adultos e 73 adultos, dos quais foram amostrados 15 adultos e 39 não adultos, assim como 10 amostras de fauna do mesmo local, integra o projecto TRANSCULTURAL (POCI-01-0145-FEDER-031599).

Os resultados obtidos para os adultos ( $\delta^{15}\text{N}=11,0\pm 0,7\text{‰}$ ;  $\delta^{13}\text{C}=-18,6\pm 0,4\text{‰}$ ) sugerem uma dieta predominantemente terrestre baseada em proteínas vegetais (plantas C3) e animais, com consumo de alguma proteína aquática, não existindo diferenças estatisticamente significativas entre sexos. Relativamente aos não adultos, dois dos três fetos analisados apresentam valores muito próximos dos adultos ( $\delta^{15}\text{N}=11,4\pm 0,3\text{‰}$ ;  $\delta^{13}\text{C}=-18,4\pm 0,1\text{‰}$ ), enquanto o outro exibe razões isotópicas de carbono e azoto mais elevadas ( $\delta^{15}\text{N}=12,8\text{‰}$ ;  $\delta^{13}\text{C}=-17,6\text{‰}$ ). Esta alteração pode resultar de períodos de stresse durante a gravidez ou de uma dieta materna diferente dos restantes adultos. Os não adultos entre os 0 e os 3 anos ( $n=9$ ) apresentam uma maior diversidade de valores ( $\delta^{15}\text{N}=11,9\pm 1,3\text{‰}$ ;  $\delta^{13}\text{C}=-18,4\pm 0,5\text{‰}$ ), que se prendem com os padrões de amamentação/desmame e com a presença de indivíduos que parecem não ter sido de todo amamentados, sendo possivelmente alimentados com leite animal e plantas C3. O grupo entre os 4 e os 6 anos ( $n=9$ ) regista os valores mais baixos de azoto e carbono ( $\delta^{15}\text{N}=10,4\pm 0,5\text{‰}$ ;  $\delta^{13}\text{C}=-18,9\pm 0,4\text{‰}$ ), os quais aumentaram ligeiramente nos grupos etários seguintes, ficando mais próximos dos valores dos adultos. As diferenças observadas parecem estar relacionadas com alterações na dieta durante o crescimento, não se podendo, contudo, descartar a influência do metabolismo em crescimento nos valores isotópicos. Este estudo traz um novo olhar sobre a amamentação e o desmame nas populações medievais portuguesas.

### **Palavras-chave**

Paleodietas, Amamentação, Desmame

Sessão Estudos Isotópicos e Datação

## **A dieta e a mobilidade de populações urbanas e rurais do Sul de Portugal na Antiguidade Tardia**

**Cristina Barrocas Dias<sup>1</sup>, Anne-France Maurer<sup>1</sup>, Maria Conceição Lopes<sup>2</sup>, Rafael Alfenim<sup>3</sup>, Cláudia Umbelino<sup>4</sup>, Teresa Fernandes<sup>4</sup>, Maria João Valente<sup>5</sup>**

1 - Laboratório HERCULES, Universidade de Évora • 2 - Centro de Estudos de Arqueologia, Departamento de História Arqueologia e Artes, Universidade de Coimbra • 3 - Direcção Regional de Cultura do Alentejo • 4 - Centro de Investigação em Antropologia e Saúde (CIAS), Universidade de Coimbra • 5 - Centro de Estudos de Arqueologia, Artes e Ciências do Património, Universidade de Coimbra

Neste estudo apresentamos os resultados obtidos através do estudo antropológico, zooarqueológico e isotópico dos restos osteológicos humanos e animais de quatro populações da Antiguidade Tardia (séculos IV-VIII AD) do Sul de Portugal: Monte da Cegonha, São Cucufate, Alpendre dos Lagares e Mértola.

Serão avaliadas a dieta e a mobilidade das populações humanas e animal, recorrendo a análises isotópicas de carbono, azoto e enxofre no colagénio dos ossos, de carbono na apatite óssea, e de oxigénio e estrôncio no esmalte dentário.

Foi analisado um total de cerca de 120 amostras, compreendendo restos osteológicos humanos e fauna doméstica e selvagem. A fauna, contemporânea dos restos humanos, foi estudada para ser possível a correcta interpretação dos resultados obtidos para cada uma das populações humanas, fornecendo igualmente alguma informação sobre as condições da agro-pecuária para cada local.

### **Palavras-chave**

Paleodieta, Mobilidade, Antiguidade Tardia

Sessão Imagem e Modelação 3D

## **Medida y control de la fidelidad de color en los modelos 3D**

**Ángel M. Felicísimo<sup>1</sup>, María-Eugenia Polo<sup>1</sup>, Guadalupe Durán<sup>1</sup>, María de los Reyes de Soto<sup>2</sup>, Trinidad Tortosa<sup>2</sup>, Carlos J. Morán<sup>2</sup>**

1 - Universidad de Extremadura • 2 - Instituto de Arqueología de Mérida

La calibración del color es un procedimiento habitual en la fotografía de objetos arqueológicos y existen herramientas suficientes para garantizar una reproducción fiel digital o analógica. Los modelos 3D obtenidos tanto fotogramétricamente como mediante escáneres no han llegado aún a este desarrollo y frecuentemente se construyen sin prestar suficiente atención a la calidad colorimétrica del resultado final. En este trabajo realizamos ensayos con los objetivos de medir y conocer la calidad del color de los modelos de objetos arqueológicos y de detectar en qué parte del flujo de trabajo pueden presentarse los problemas de pérdida de fidelidad. Se propone una métrica específica para medir la fidelidad del color aplicada a estos modelos y se planea un flujo de trabajo para garantizar esta fidelidad tanto en modelos fotogramétricos como escaneados.

### **Palavras-chave**

Colorimetría, Modelado 3D, Calidad

Sessão Imagem e Modelação 3D

## **Pre-Solutrean rock art in Southernmost Europe: 3D documentation and image analysis for paleolithic engravings**

**Rubén Parrilla-Giráldez<sup>1</sup>, Miguel Cortés-Sánchez<sup>1</sup>, José Antonio Riquelme-Cantal<sup>2</sup>, María D. Simón-Vallejo<sup>1</sup>, Lydia Calle Román<sup>1</sup>**

1 - Departamento de Prehistoria y Arqueología, Universidad de Sevilla • 2 - Departamento de Geografía y Ciencias del Territorio, University of Córdoba

The south of Iberia conserves an important group of Palaeolithic rock art sites. The graphisms have been mostly attributed to the Solutrean and Magdalenian periods, while the possibility that older remains exist has provoked extensive debate. Las Ventanas cave has an important set of engravings (more than 750) linked to presolutrean chronologies and dated with AMS at ages of <35 cal ka BP. This study has been complemented with 3D reconstruction and image analysis. The 3D model was used for documentation and analysis purposes. The image analysis allowed us to detect colored areas revealing the operational chain used.

### **Palavras-chave**

Rock art, 3D, Image analysis

Sessão Imagem e Modelação 3D

## **Reconstrução 3D baseada em imagens aéreas para a investigação arqueológica e divulgação multimédia: os Castros de Boticas**

**Paulo Bernardes<sup>1</sup>, Bruno Osório<sup>1</sup>, Maurício Guerreiro<sup>1</sup>, Luis Fontes<sup>1</sup>**

1 - Universidade do Minho

O trabalho de Hermon et al. (2012) e De Reu et al. (2013) mostram o uso bem-sucedido de técnicas de digitalização 3D, baseadas em imagens digitais, para o registo arqueológico durante uma escavação. Ambos enfatizam as grandes vantagens de realizar o registo arqueológico usando métodos baseados em Structure from Motion (SfM) que funcionam sob os mesmos princípios da estéreo-fotogrametria. Os principais benefícios não são se confinam na rapidez de registo dos dados de uma escavação, mas principalmente a elevada precisão e o valor científico dos dados registados.

Tendo por base esta metodologia de registo de dados, bem como a utilização de veículos aéreos não-tripulados de baixo custo, a Unidade de Arqueologia da Universidade do Minho levou a cabo o levantamento fotográfico sistemático de 21 castros conhecidos no concelho de Boticas (Vila Real). Cada plano de voo foi desenhado de acordo com a orografia do terreno, que limitava, também, a altitude média de cada voo. As imagens digitais foram processadas para gerar uma superfície 3D visualmente rigorosa. Esta superfície foi melhorada visualmente, simplificando a complexidade da reconstrução inicial e mapeando uma textura produzida a partir das fotos obtidas sobre a malha poligonal. A escala e a georeferenciação de cada reconstrução foram garantidas pela utilização de pontos de controlo registados com recurso a GPS e a estação total.

Estes dados 3D foram utilizados, por um lado, para gerar ortofotomapas de elevada qualidade que permitem suportar a investigação arqueológica em curso. Por outro lado, os modelos 3D foram convertidos para o formato OBJ, possibilitando a sua inclusão numa plataforma multimédia para a sua divulgação junto do público não especializado.

### **Palavras-chave**

Structure from Motion, Veículo aéreos não-tripulado, Registo Arqueológico



Sessão Imagem e Modelação 3D

## **Registo arqueológico em 4D – Projecto experimental de digitalização tridimensional multi-temporal na sepultura megalítica do Cabeço da Anta – Campo Arqueológico de Proença-a-Nova**

**Hugo Pires<sup>1</sup>, João Caninas<sup>2,3,4</sup>, Mário Monteiro<sup>2,4</sup>, Fernando Robles Henriques<sup>5</sup>**

1 -CEAU-FAUP • 2 - Associação de Estudos do Alto Tejo – AEAT • 3 - CHAIA – Universidade de Évora • 4 – EMERITA • 5 - Câmara Municipal de Almada

No âmbito do Campo Arqueológico de Proença-a-Nova (CAPN), uma iniciativa promovida desde 2012 pela Associação de Estudos do Alto Tejo e pela Câmara Municipal de Proença-a-Nova, e do Projecto de Investigação Mesopotamos, foi implementado um sistema experimental de registo gráfico arqueológico baseado em técnicas de digitalização 3D para apoio, em particular, aos trabalhos de escavação da sepultura megalítica do Cabeço da Anta, um monumento funerário com características ímpares no âmbito da Pré-História Recente da Beira Baixa.

O principal objectivo traçado para o sistema foi dotar o processo de registo arqueológico de ferramentas digitais que permitissem a representação gráfica detalhada das superfícies de contacto dos diversos níveis estratigráficos previamente à sua destruição. A sistematização do registo tridimensional multi-temporal do sítio arqueológico ao longo das últimas três campanhas deu origem a uma base de dados 4D (x,y,z,tempo) que continuará a ser actualizada e que permitirá visualizar retrospectivamente a sequência do processo de escavação.

Este projecto, iniciado em 2015, faz uso de técnicas de fotogrametria digital para a criação de réplicas tridimensionais de cada plano de escavação e desenvolve-se em duas vertentes, a da recolha de dados, durante os períodos estivais das escavações fazendo uso de câmaras fotográficas digitais e de uma rede de referência geodésica, e o posterior processamento informático através de estações gráficas e aplicações informáticas de fotogrametria. Para cada nível estratigráfico registado o sistema permite a produção de representações planimétricas a diversas escalas (ortofotografias, curvas de nível, perfis, modelos digitais de elevação, etc.) bem como de modelos tridimensionais interactivos com aplicação na área da interpretação arqueológica e em acções de divulgação.

Complementarmente ao registo da escavação arqueológica, o projecto tem dedicado atenção aos motivos de arte rupestre gravada que foram identificados em esteios do monumento. Nesse sentido têm-se feito uso da técnica MRM para detecção e contraste da micro-morfologia.

### **Palavras-chave**

Digitalização 3D, Sepultura megalítica, Proença-a-Nova

Sessão Imagem e Modelação 3D

## **Nuevas tecnologías para la implementación de un nuevo recurso turístico arqueológico: los Eremitorios Visigodos en Alcarria Conquense**

**Miguel Ángel Valero Tévar<sup>1</sup>, Nuria Huete Alcocer<sup>1</sup>**

1 - Universidad de Castilla-La Mancha

La región de Alcarria Conquense alberga un importante patrimonio arqueológico que podría ser utilizado como recurso turístico. Sin embargo, es difícil evaluar y proteger algo sin entender primero lo que significa. Esto es particularmente cierto en el caso de la arquitectura excavada en la roca de la provincia de Cuenca (España), una región salpicada de antiguas ermitas que, en muchos casos, se han reutilizado para múltiples propósitos, incluso como vertederos. Además, debajo de los escombros acumulados, muchos se encuentran en muy buen estado de conservación.

La presente investigación muestra que muchas de las cuevas artificiales en el área fueron originalmente ermitas del siglo quinto. Se han utilizado nuevas tecnologías, que han permitido la catalogación de los elementos componentes de los sitios, por lo que se inició una segunda fase de investigación para difundir los resultados. Por lo tanto, el presente documento pretende proporcionar una visión general concisa de cómo los avances tecnológicos, el escaneo 3D, el escaneo láser, la fotogrametría, dron, etc., se han combinado para lograr resultados óptimos.

La investigación se realizó con el objetivo de revertir el proceso de abandono y destrucción que han sufrido las ermitas. En consecuencia, se proponen medidas para condicionar, proteger y divulgar aquellas estructuras que cumplen ciertas condiciones óptimas.

Esta fase estaba dirigida no solo a la comunidad científica, sino también al público en general y, en particular, a los habitantes de la región donde se encuentran las ermitas.

### **Palavras-chave**

3D, Fotogrametría, Aerofotogrametría

Sessão Imagem e Modelação 3D

## **Dinámica antrópica y paisaje vegetal en el interior de la Península Ibérica. Nuevas perspectivas a partir de los estudios palinológicos de la Villa de Noheda (Cuenca, Spain)**

**Miguel Ángel Valero Tévar<sup>1</sup>**

1 - Universidad de Castilla-La Mancha

La presente contribución supone la exposición de los primeros resultados obtenidos mediante el empleo de la arqueopalinología sobre la reconstrucción y evolución del paisaje vegetal en el yacimiento de la villa romana de Noheda (Cuenca, Spain). El análisis del diagrama polínico permite recomponer las bases económicas del complejo rural en cada una de las distintas fases de ocupación del sitio, que abarcan desde el siglo I, hasta el siglo VI, así como la evolución del paisaje en la Edad Media. En las mismas, se perciben cambios tanto en los tipos cultivos, como en la extensión y uso del bosque, así como en el incremento de presión ganadera.

### **Palavras-chave**

Villa romana, Paisaje, Economía

Sessão Análise de Materiais

## **Análise material do veludo do coche do Rei Filipe II (Museu Nacional dos Coches, Lisboa)**

**Ana Manhita<sup>1</sup>, Ana Carolina Assis<sup>2</sup>, Paula Monteiro<sup>3</sup>, Madalena Serro<sup>4</sup>, Rita Dargent<sup>5</sup>, Cristina Barrocas Dias<sup>6</sup>**

1 - Laboratório HERCULES, Universidade de Évora • 2 - Departamento de Química, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora • 3 - Laboratório José de Figueiredo, Direcção-Geral do Património Cultural • 4 - Conservadora-restauradora freelancer • 5 - Museu Nacional dos Coches, Direcção-Geral do Património Cultural • 6 - Laboratório HERCULES, Universidade de Évora & Departamento de Química, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora

O coche do Rei Filipe II (n.º inventário V0001), exemplar raro de viatura régia, é o coche mais antigo da colecção do Museu Nacional dos Coches (Lisboa). Pelas suas características de construção, presume-se que este coche de viagem tenha sido trazido de Madrid e deixado em Lisboa pelo Rei Filipe II (III de Espanha) em 1619, quando o monarca veio assistir ao juramento de seu filho como sucessor à coroa. Por dentro, está ricamente estufado com veludo cinzelado com as cores hispânicas. A partir de um fragmento deste tecido foram recolhidas 7 amostras no total (veludo e fio metálico) para análise material de corantes, mordentes e composição do fio metálico laminado. Para a identificação de corantes naturais, recorreu-se à análise através de cromatografia líquida acoplada a detector diode-array e espectrómetro de massa (HPLC/DAD/MS). A análise de mordentes e fio metálico laminado foi feita por microscopia electrónica de varrimento com espectroscopia de raios-X de dispersão de energia (SEM-EDS). O estudo permitiu a identificação dos corantes naturais lírio-dos-tintureiros e cochirilha, bem como a detecção de alumínio em algumas fibras, o que aponta a utilização de alúmen como mordente.

### **Palavras-chave**

Veludo e fio metálico laminado, Corantes naturais, Mordentes

Sessão Análise de Materiais

## **Estudo material das esculturas em gesso de Soares dos Reis**

**Rui Bordalo<sup>1</sup>, Eduarda Vieira<sup>1</sup>, Fernando Rocha<sup>2</sup>, Salomé Carvalho<sup>3,4</sup>, José Guilherme de Abreu<sup>1</sup>, Mário Pereira<sup>5</sup>**

1 - CITAR, Universidade Católica Portuguesa • 2 - GeoBioTec, Universidade de Aveiro • 3 - Direcção Geral de Património Cultural • 4 - Museu Nacional Soares dos Reis • 5 - Centro de Física, Universidade do Minho

Soares dos Reis (1847-1889) é um expoente máximo na escultura portuguesa do século XIX. Trabalhou principalmente com pedra, gesso e bronze, mas pouco se sabe sobre a sua técnica escultórica e os materiais que utilizou nas suas obras. O Museu Nacional Soares dos Reis (MNSR), no Porto, detém uma considerável coleção das suas obras, nomeadamente esculturas em gesso, estudos, esculturas finais e moldes para transferência da escultura para outros materiais.

Esta comunicação visa apresentar a caracterização material e técnica da obra escultórica em gesso de Soares dos Reis. Para tal, foram selecionados 26 modelos em gesso da coleção do MNSR, nunca antes estudados, incluindo alguns realizados durante os seus estudos no Porto, outros enviados desde Paris onde foi bolseiro, e outros feitos localmente na sua oficina em Vila Nova de Gaia. Para o estudo, foram recolhidas várias amostras e analisadas por espectroscopia de Raman e Difracção de Raios-X (XRD) para determinar a composição específica do gesso afim de estabelecer a origem dos materiais, a sua variabilidade de acordo com a cronologia do artista e os locais de criação das obras, assim como os possíveis aditivos utilizados pelo artista para acelerar ou retardar o endurecimento do gesso. Este estudo visa contextualizar a obra escultórica de Soares dos Reis e estabelecer uma metodologia base para futuros estudos de esculturas em gesso em Portugal, permitindo a primeira abordagem aos materiais de gesso utilizados pelos escultores do século XIX no norte de Portugal e insere-se no âmbito do projeto GEO-SR - "Abordagem multidisciplinar à alteração, alterabilidade e conservação da escultura geomaterial de Soares dos Reis: rompendo fronteiras em paradigmas de museus e criando valor na mudança de sociedades através do Património Cultural"- (financiamento pelo FEDER e FCT, número de referência 031304).

### **Palavras-chave**

Gesso, XRD, Raman

Sessão Análise de Materiais: Metais

## **Inside the sierra: Late Bronze Sword of Venda das Raparigas, Alcobaça (Centre of Portugal)**

**Ana M. S. Bettencourt<sup>1,2</sup>, Fernando Castro<sup>3</sup>, Ana Ávila Melo<sup>4</sup>, Victor Hugo Torres<sup>5</sup>, Hugo Aluai Sampaio<sup>6,2</sup>**

1 - Departamento de História, Universidade do Minho • 2 - Landscapes, Heritage and Territory (Lab2PT) • 3 - CT2M, Universidade do Minho • 4 - Faculdade de Letras, Universidade de Coimbra • 5 - Museu D. Diogo de Sousa • 6 - Escola Superior de Hotelaria e Turismo, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave

This work presents the finding of a sword recovered at Venda das Raparigas, parish of Benedita, Alcobaça. The finding occurred during the construction of National Road 1, Lisbon-Oporto, during the 20th century, and was in possession of particulars. The object was lay within a karst cavity located in a plateau at the base of the southwest slope of Cabeça Gorda, one of the highest points of Serra de Candeeiros (an impressive mountain range). Several samples were taken from the piece for characterization by chemical analysis, through using X-Ray Fluorescence Spectrometry, and observation under optical and scanning electron microscopes. These analyses were respectively conducted by TecMinho Chemical Analysis Laboratory, by Metallurgy Laboratory of University of Minho and by CEMUP University of Oporto.

The analyses revealed a Cu-Sn bronze alloy. Its microstructure includes a strongly oxidized material. The end part of the sword corresponds to a bronze with about 14% tin, although a lead content more pronounced than the average of similar swords, from about 3%. The remaining area of the object is more homogeneous, including about 10% tin and less lead. The non-oxidized zone reveals an alpha primary phase, copper sulphide inclusions, and rare pockets of an eutectoid constituent. The structure presents a slight zonation, which occurrence may be due the solidification of this kind of alloys. The bronze may therefore be classified as a "cored bronze" type with the presence of eutectoid constituent. The microstructure also reveals the subjection to mechanical processing, and eventually to heat treatment. The sword handle has a composition and microstructure similar to the main part of the blade.

The morphological features of this piece presents affinities with Vénat type swords (extremely rare in the Iberian Peninsula), dating back to the Late Bronze Age.

### **Palavras-chave**

Vénat type sword, Copper and tin alloy, Cored bronze

Sessão Análise de Materiais: Metais

## **Metalurgia islâmica no Gharb al-Andalus. Caracterização química de um grupo de metais a base de cobre provenientes de Silves**

**Carlo Bottaini<sup>1,2</sup>, Maria Gonçalves<sup>3</sup>, José Mirão<sup>1,2</sup>, Rui J. C. Silva<sup>4</sup>**

1 - Laboratório HERCULES • 2 - Universidade de Évora • 3 - Câmara Municipal de Silves • 4 - CENIMAT/13N, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa

O presente trabalho incide sobre a caracterização analítica de um grupo de artefactos em ligas a base de cobre provenientes de um contexto de arrabalde da cidade islâmica de Silves, onde se colocaram a descoberto dois tramos de muralha e uma torre de ângulo, que integravam o seu sistema defensivo e encerravam a poente o seu arrabalde oriental.

O espaço, com uma forte dinâmica urbanística, sofreu várias remodelações ao longo de três séculos de domínio islâmico (2<sup>a</sup>met. do X- 1<sup>a</sup>met. do XIII) tendo oferecido um conjunto muito representativo de estruturas arqueológicas, de tipologias diversas (defensivas, habitacionais, hidráulicas, artesanais, industriais, infraestruturais, etc.) e uma quantidade relevante de objectos, de onde se destaca a colecção de metais composta, na sua maioria, por objectos de uso quotidiano. O estudo analítico das peças seleccionadas para este contributo foi realizado por fluorescência de raios-X portátil (XRF), permitindo revelar as características químicas das ligas metálicas. Os resultados preliminares apontam pela presença de cobres bastante puros, bronzes (Cu+Sn) e latões (Cu+Zn), com uma ocorrência variável de chumbo e de outros elementos químicos (Fe, Bi, Ni, Sb, As). Os dados apresentados, ainda que preliminares, representam um importante contributo para um melhor conhecimento da tecnologia metalúrgica de época islâmica no al-Andalus.

### **Palavras-chave**

XRF, Metalurgia, Gharb al-Andalus

Sessão Análise de Materiais: Metais

## **Metalurgia de revestimientos y sistemas de sujeción en embarcaciones de madera y propulsión a vela. El caso de tres naufragios localizados en la Sonda de Campeche, México**

**Diana Arano Recio<sup>1</sup>, Jorge González Sánchez<sup>2</sup>, Manuel Bethencourt Núñez<sup>3</sup>, Nicolás C. Ciarlo<sup>4</sup>, Guadalupe Carrasco González<sup>5</sup>, Helena Barba Meinecke<sup>6</sup>**

1 - Instituto Nacional de Antropología e Historia, Delegación Campeche, México • 2 - Centro de Investigación en Corrosión de Materiales de la Universidad Autónoma de Campeche • 3 - Dpto. de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica y Química Inorgánica Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales Centro Andaluz de Ciencia y Tecnología Marinas (CACYTMAR) Universidad de Cádiz • 4 - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) – Instituto de Arqueología, Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires - Grupo de Arqueometalurgia, Departamento de Ingeniería Mecánica de la UBA • 5 - Departamento de Historia Moderna de la Universidad de Cádiz • 6 - Subdirección de Arqueología Subacuática Componente Península de Yucatán, Instituto Nacional de Antropología e Historia

Los avances de la tecnología náutica impulsados por la monarquía hispana, confeccionaron un puente de comunicaciones entre continentes para el transporte de objetos, ideas e incluso enfermedades. Durante los siglos XVIII y los albores del XIX, en el escenario internacional se sucedieron acontecimientos políticos, económicos y sociales que desencadenaron conflictos entre las potencias europeas por la lucha de los territorios de ultramar y sus riquezas. En este marco, la construcción naval se orientó a la creación de embarcaciones resistentes para la navegación atlántica y los embates climáticos de las aguas tropicales; en este sentido la protección de los fondos de los barcos del ataque de organismos perforantes de madera tales como el *Teredo navalis*, también conocido como “broma”, entre otros organismos, fue fundamental. El forro metálico en los barcos fue una tecnología utilizada de manera heterogénea y su introducción tuvo ciertas implicaciones sobre los elementos de sujeción estructurales utilizados, en particular la introducción de pernería de cobre y aleación de cobre en la obra viva de los barcos. Los estudios desarrollados en metalurgia de la mano de la investigación histórica, han logrado establecer secuencias cronológicas aproximadas. La presente investigación versa sobre los revestimientos metálicos y sistemas de sujeción de tres embarcaciones que naufragaron en la Sonda de Campeche, México, denominados Carrón, Ancla Macuca y El Pesquero. La observación de la microestructura de las aleaciones por medio de microscopía óptica (LM) y electrónica de barrido (SEM), así como el establecimiento de la composición química elemental por medio de espectrometría de rayos X dispersiva en energía (EDS), han permitido analizar las técnicas de fabricación, así como evaluar la época y posible procedencia de los elementos utilizados en los barcos que naufragaron y que son objeto de este estudio.

### **Palavras-chave**

Arqueometalurgia, Tecnología náutica, Naufragios siglo XIX



Sessão Análise de Materiais: Metais

## **A fundição no Mundo Baiões/Santa Luzia: algumas reflexões partindo de um novo molde metálico para machados de talão unifaciais**

**João Carlos Senna-Martinez , Pedro Valério , Maria Helena Casimiro<sup>2</sup>, Luís M. Ferreira<sup>2</sup>, Maria de Fátima Araújo<sup>2</sup> e Horácio Peixoto<sup>3</sup>**

1 - Centro de Arqueologia (Uniarq) da universidade de Lisboa • 2 - Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa • 3 - EAM – Associação Para o Estudo Arqueológico da Bacia do Mondego, Canas de Senhorim

Os progressos efectuados nos últimos vinte anos sobre a metalurgia do Grupo Baiões/Santa Luzia do Bronze Final do Centro de Portugal (Senna-Martinez, et al. 2011) trouxeram novidades importantes que permitiram conhecer melhor um grupo cultural fundamental para a caracterização do Bronze Final Peninsular. Contudo, o estudo dos moldes de fundição aí identificados carece de síntese interpretativa conveniente.

A descoberta de um novo exemplar de molde metálico para machados de talão unifaciais, um dos tipos caracterizadores do Bronze Final do Centro de Portugal, veio criar a oportunidade para, partindo da sua caracterização arqueometalúrgica, avançar com uma visão de conjunto dos moldes para machados de talão do Bronze Final e respectivos processos de fundição, do Ocidente Peninsular, até ao momento apenas conhecidos na área deste grupo cultural.

### **Palavras-chave**

Moldes de fundição, Grupo Baiões/Santa Luzia, Bronze Final

Sessão Análise de Materiais: Metais

## **Caracterização das actividades metalúrgicas na Casa atribuída a Cantaber (Conimbriga, prov. Lusitania, Portugal)**

**Virgílio Hipólito Correia<sup>1</sup>, Pedro Valério<sup>2</sup>, M. Fátima Araújo<sup>2</sup>, Rafaela Alves<sup>3</sup>**

1 - Museu Monográfico de Conimbriga, CECH-UC • 2 - Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares IST-UL • 3 - FLUC

O estudo dos materiais relacionados com as actividades metalúrgicas que se desenrolaram na Casa atribuída a Cantaber, em Conimbriga, já noticiados mas ainda não completamente estudados, permitem agora reconstituir um possível processo de refinação primária de complexos polimetálicos, conhecido por liquação, para obtenção de ouro.

O processo tem referências clássicas (Agatarcides, séc. II a.C.), mas é conhecido sobretudo a partir do “De re metallica” de G. Agrícola (1556). Documenta-se aqui na província romana da Lusitânia, no séc. V. d.C., num contexto datado por materiais arqueológicos e datação radiocarbónica.

Neste trabalho são apresentados os resultados da caracterização elementar por técnicas de micro-análise (microscopia óptica, micro-EDXRF e SEM-EDS) de nódulos metálicos (Au-Ag) depositados num cadinho cerâmico e também de escórias de uma fornalha, os quais permitem reconstituir processos metalúrgicos efectuados na Casa de Cantaber.

### **Palavras-chave**

Metalurgia, Ouro, Romano

Sessão Análise de Materiais: Pigmentos

## **Técnicas no invasivas para la caracterización de iluminaciones y tintas de la Biblia de Gutenberg de la Universidad de Sevilla**

**Auxiliadora Gómez Morón<sup>1,2</sup>, Ángel Polvorinos del Río<sup>3</sup>, María Campoy Naranjo<sup>1</sup>, Mónica Santos Navarrete<sup>1</sup>**

1 - Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico • 2 - Universidad Pablo de Olavide • 3 - Universidad de Sevilla

La invención de la imprenta supuso una auténtica revolución histórica y cultural, considerándose la Biblia de Gutenberg el paradigma del nacimiento de la impresión moderna. Se estiman alrededor de 48, completas y fragmentadas, las biblias que se conservan en el mundo. En España hay dos: el ejemplar completo de la Biblioteca Pública de Burgos y el de la Universidad de Sevilla incompleto, del que solo se conserva el volumen segundo correspondiente al Nuevo Testamento.

Con ocasión de la intervención de este segundo ejemplar en el Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, se ha llevado a cabo un estudio científico “in situ” de los materiales constituyentes, tanto de las tintas como de las iluminaciones contenidas.

El carácter singular, único y frágil de la Biblia de Gutenberg exigía la aplicación de una metodología de análisis no invasiva sin toma de muestras.

Se ha determinado la composición y naturaleza de las tintas de color negro utilizadas con tipografías de imprenta y de las tintas en color rojo usada en la escritura manual, así como de los pigmentos de las iluminaciones más sencillas y las más elaboradas.

En cada punto de análisis seleccionado se ha determinado la composición química por fluorescencia de RX portátil en las mismas condiciones experimentales; el estudio estadístico de dichos análisis químicos ha permitido evaluar la variabilidad química de las tintas utilizadas. Además se han medido los espectros de reflectancia difusa VIS-SWIR (350-2500nm), en el mismo punto de análisis para complementar la caracterización de las fases utilizadas en los pigmentos de las iluminaciones, demostrándose la utilidad de la aplicación simultánea de ambas técnicas.

Los pigmentos empleados para la realización de la tinta roja y de las iluminaciones se han realizado con bermellón, los azules con azurita, los dorados con oro y los tonos rosas de las iluminaciones incorporan un pigmento orgánico.

### **Palavras-chave**

Biblia de Gutenberg, Análisis no invasivo, Fluorescencia de rayos X portátil

Sessão Análise de Materiais: Pigmentos

## **Limites y posibilidades en la aplicación de LA-MC-ICP-MS en la caracterización de la composición y formación micro-estratigráfica de los pigmentos levantinos del núcleo Valltorta-Gassulla (Castelló, España)**

**François Xavier D'Abzac<sup>1</sup>, Manuel Henry<sup>1</sup>, Esther López-Montalvo<sup>2</sup>**

1 - CNRS UMR 5563 GET • 2 - CNRS UMR 5608 TRACES

Los procesos tafonómicos en los sistemas al aire libre, como es el caso de las pinturas rupestres levantinas, provocan una fuerte alteración de los soportes decorados, de manera que los pigmentos prehistóricos presentan una micro-estratigrafía compleja cuya naturaleza y formación deben ser correctamente caracterizadas. Precisamente uno de los desafíos a la hora de analizar las muestras de pigmento parietal es tratar de dilucidar qué elementos pertenecen a la capa pictórica de aquellos que se derivan de actividades microbianas, geológicas, medioambientales o antrópicas. Por otro lado, la caracterización de la materia colorante, particularmente de aquellos componentes minerales que permiten una mayor discriminación, y su posible cuantificación es una condición necesaria en nuestro propósito de tratar de identificar los afloramientos naturales de óxidos de hierro explotados durante toda la secuencia levantina.

La aplicación de LA-MC-ICP-MS en el análisis de pigmento parietal sigue siendo una vía poco explorada en el ámbito levantino. Dado su carácter micro-destrutivo, presentamos los primeros ensayos realizados sobre pigmentos elaborados de manera experimental. Nuestro objetivo es evaluar los límites y posibilidades que ofrece esta técnica de análisis en su caracterización y en la comprensión de su micro-estratigrafía. Para ello reproducimos de manera controlada la composición, elaboración, aplicación y posterior degradación de pigmentos minerales, tomando siempre como referente los datos que manejamos hasta el momento sobre las pinturas levantinas del entorno Valltorta-Gassulla.

Junto aspectos puramente analíticos, se valoran aspectos patrimoniales que nos permitan delimitar el grado de destrucción o alteración de pigmento y soporte decorado tras la aplicación de la ablación láser.

### **Palavras-chave**

Arte rupestre Levantino, Pigmentos, LA-MC-ICP-MS

Sessão Análise de Materiais: Pigmentos

## **O Verde Esmeralda nos estuques artísticos do Salão Árabe do Palácio da Bolsa, Porto**

**Patrícia Carvalho<sup>1</sup>, Fernando Rocha<sup>1</sup>, João Coroado<sup>2</sup>**

1 - Geobiotec, Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro • 2 - Technology, Restoration and Arts Enhancement Center (Techn&Art), Instituto Politécnico de Tomar

O conhecimento sobre a utilização dos pigmentos aplicados na arte decorativa, especialmente sobre o estuque em Portugal, é escasso comparando com a importância e expressão que esta arte tem no nosso país.

O Salão Árabe do Palácio da Bolsa, no Porto, é um dos grandes exemplos da aplicação dos estuques policromados do século XIX. Este Salão de 135 m<sup>2</sup>, projetado pelo Engenheiro Gustavo Adolfo Gonçalves e Sousa e construído entre 1862 e 1880, é ricamente decorado com diferentes materiais, desde vitrais, madeiras, metais e com um maior destaque os trabalhos em estuque. Os seus estuques policromados e dourados, em estilo neo-mourisco, com motivos vegetalistas, geométricos e inscrições cúficas com evocações à Rainha D. Maria II, reveste o teto, as paredes e os arcos do Salão. Construído por vários artífices, tendo os estuques sido feitos por Luís Pinto Meira da afamada família de estucadores de Afife, Viana do Castelo e pintados por Amândio Marques Pinto.

O presente estudo reflete sobre os resultados obtidos por PLM, SEM-EDS e DRX de duas amostras da original coloração verde de um dos trinta e dois elementos decorativos existentes no teto central do Salão Árabe, recolhidas antes da intervenção de conservação e restauro de 2009-10. Nestas amostras foi confirmada a utilização do pigmento sintético Verde Esmeralda, também conhecido como Verde de Paris ou Verde de Schweinfurt (Acetoarsenito de cobre -  $3\text{CuO} \cdot \text{As}_2\text{O}_3 \cdot \text{Cu}[\text{OOC} \cdot \text{CH}_3]$ ), reconhecido pela sua elevada toxicidade e tendo a sua utilização sido descontinuada em meados do século XX.

### **Palavras-chave**

Verde Esmeralda, Pigmento, Estuque

Sessão Análise de Materiais: Pigmentos

## **Testing portable spectrometry equipment. Pigments and binders**

**Rubén Parrilla-Giráldez<sup>1</sup>, Simona Scrivano<sup>1</sup>**

1 - CITIUS, Universidad de Sevilla

The Technological Research and Innovation Center of the University of Seville (CITIUS) has several portable spectroscopy equipment for in situ analysis. These include Raman, NIR, VIS, LIBS and XRF spectrometers. In this experimental study we verify its effectiveness in the spectral study of different mineral pigments mixed with organic binders.

### **Palavras-chave**

Portable spectroscopy, Pigments, Binders

Sessão Análise de Materiais: Cerâmica

## **Ânforas fenício-púnicas de Castro Marim, Portugal: origem e conteúdos dos tipos B/C e D de Pellicer**

**Adam Gašpar<sup>1,2</sup>, Ana Arruda<sup>3</sup>, Cristina Dias<sup>1</sup>, José Mirão<sup>1</sup>, Elisa Sousa<sup>3</sup>, Ana Manhita<sup>1</sup>**

1 - Hercules Laboratory, University of Evora • 2 - Department of Archaeology and Museology, Faculty of Arts, Masaryk University • 3 - UNIARQ - Centro de Arqueologia da Universidade de Lisboa

O sítio arqueológico de Castelo de Castro Marim fica na parte mais elevada da Vila com o mesmo nome na costa sul de Portugal, perto da fronteira com Espanha. O local está situado no topo de uma colina 30 metros acima do nível do mar erguido numa área pantanosa entre a costa sudeste do Algarve e a foz do rio Guadiana. Várias campanhas de escavações arqueológicas revelaram ocupação durante a Idade do Ferro, período romano e Idade Média (Bargão, Arruda 2014). O objetivo do estudo é avaliar a presença de dois tipos específicos de ânforas pré-romanas no sítio de Castro Marim em termos de proveniência e conteúdo. A produção e distribuição de ânforas Pellicer tipo B / C e D podem ser datadas do 5º ao 3º séculos a.C e estão relacionadas com a ocupação fenício-púnica da baía de Cadis e do vale do Baixo Guadalquivir (Sáez Romero, Niveau de Villedary 2016). A análise petrográfica do material cerâmico com base na abordagem multi-analítica (principalmente XRD, XRF, petrografia e SEM-EDS) será focada em identificar as diferentes proveniências de amostras selecionadas de ânforas. Em casos relevantes, os resíduos extraídos dos materiais cerâmicos são estudados recorrendo a GC-MS para identificar o bem armazenado nas ânforas. Este trabalho discute a origem das ânforas analisadas e contextualiza-as no meio de produção e comércio de alimentos.

### **Palavras-chave**

Ânforas Pellicer tipo B / C e D, Proveniência, Conteúdo

Sessão Análise de Materiais: Cerâmica

## **Estudio preliminar de la cerámica del noroeste peninsular: el caso de Santa Lucia de Torrentejo (Álava, País Vasco)**

**Edurne Aguirrezabala-Lizarazu<sup>1</sup>, Josefina Pérez-Arantegui<sup>2</sup>, Juan Antonio Quirós Castillo<sup>1</sup>**

1 - UPV/EHU • 2 - Universidad de Zaragoza

En los últimos años, el estudio de la cerámica medieval de la Península Ibérica noroccidental ha experimentado un interés floreciente que ha dado lugar a nuevos datos esclarecedores, planteando nuevos retos y problemas. Este trabajo pretende aportar nuevos datos preliminares para los siglos VIII-XVI para el territorio de Álava, con especial énfasis en el emplazamiento de Santa Lucía de Torrentejo, en el pueblo de Labastida (Álava, País Vasco, España). En este ámbito, uno de los principales objetivos de esta investigación será definir los patrones de presencia, cronología y consumo, no sólo para Álava, sino también para la región del Alto Valle del Ebro (España). La metodología está orientada a identificar diferentes grupos de producción, conocer las características de producción e intentar delimitar el origen, utilizando el estudio tecno-tipológico y la observación microscópica de los materiales correspondientes al contexto estratigráfico del emplazamiento de Torrentejo. Finalmente, la información será comparada con otros registros en el área de la misma cronología para ver si hay algún patrón similar, y para establecer conexiones a escalas más grandes. Esta investigación espera resultados preliminares especialmente para los tipos cerámicos con difusión regional, como se muestra en los únicos estudios iniciales sobre cerámica grosera, depurada, vidriada y esmaltada, que se presentarán en este congreso. Finalmente, la difusión y la cronología se situarán dentro de las coordenadas espacio-tiempo definidas, para obtener datos para la reconstrucción de la historia económica y social, que permitirá proporcionar nuevos enfoques a la sociedad y la presente investigación.

### **Palavras-chave**

Cerámica, Producción, Historia social



Sessão Análise de Materiais: Cerâmica

## **Uma abordagem arqueométrica às produções da olaria romana da Garrocheira (Benavente)**

**Maria Isabel Dias<sup>1</sup>, Maria Isabel Prudêncio<sup>1</sup>, Clementino Amaro<sup>2</sup>, Cristina Gonçalves<sup>3</sup>**

1 - Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares – C2TN. DECN, Instituto Superior Técnico, Campus Tecnológico e Nuclear (CTN). Polo de Loures • 2 - Associação Intergeracional Olisipo Forum • 3 - Câmara Municipal de Benavente

Na olaria romana da Garrocheira predomina a produção da ânfora Dressel 14, embora mais recentemente outras tipologias possam também ser associadas a esta olaria, como a Lusitana 3, a Almagro 51c e a Dressel 14 tardia.

A caracterização química das pastas foi feita recorrendo ao método instrumental de análise por activação com neutrões (INAA) com vista ao estabelecimento de indicadores geoquímicos característicos destas produções, tendo em vista estudos de circulação e proveniência. Com particular destaque para o estudo comparativo com centros produtores de preparados de peixe. Usando o teor dos elementos químicos, começou por caracterizar-se o centro produtor da Garrocheira, que se relaciona com matérias-primas locais com altos teores de Na, Cr e Co e baixos de REE, Ta, Th, Rb e Cs. Realizou-se também um estudo comparativo entre a composição química das ânforas exumadas na Casa do Governador da Torre de Belém (estuário do Tejo), um reconhecido centro produtor de preparados de peixe, e as oriundas de várias olarias romanas da Lusitania, incluindo a Garrocheira. O estudo comparativo dos resultados obtidos, permitiu associar a proveniência de exemplares de Dressel 14 e de Almagro 51c ao centro oleiro da Garrocheira. Por sua vez, o estudo arqueométrico das ânforas lusitanas exumadas no Núcleo Arqueológico da Rua dos Correeiros, um outro centro produtor de preparado de peixe, veio revelar a presença de exemplares composicionalmente semelhantes aos da Garrocheira, como as ânforas Almagro 51c e Lusitana 3.

A análise tipológica e arqueométrica das produções da olaria da Garrocheira cruzada com a caracterização dos centros oleiros lusitanos e de centros produtores de preparados de peixe, existente na base de dados da equipa do CTN, permitiu conhecer a proveniência de muitos destes contentores, e traçar o quadro económico regional em que se insere a Garrocheira em relação a Olisipo.

### **Palavras-chave**

Centro oleiro da Garrocheira, Centro de preparados de peixe, Estuário do Tejo, Composição química

Sessão Análise de Materiais: Cerâmica

## **Estudo analítico de um conjunto de cerâmicas de reflexo metálico de época Islâmica (sécs. XI-XIII d.C.), procedentes de Mértola (Portugal meridional)**

**Massimo Beltrame<sup>1,2</sup>, José Mirão<sup>1</sup>, Susana Gomez Martinez<sup>3</sup>**

1 - Laboratório Hercules • 2 - Universidade de Évora • 3 - Campo Arqueológico de Mértola

O maior conjunto de cerâmica dourada da época Islâmica do Gharb al-Andalus, conhecida até ao momento em território português, foi encontrado em Mértola (Goméz 2014). Trata-se de um conjunto datado entre a segunda metade do século XI e os primeiros decénios do século XIII.

Os fragmentos, do ponto de vista tipológico, são bastante diversificados e pertencem a tigelas de cerâmica dourada produzidas na época da dinastia abadita de Sevilha (segunda metade do século XI) e vários outros tipos da época almóada (séculos XII-XIII) entre os quais se destacam jarros, jarras, jarrinhas, taças e tigelas de loiça.

Deste conjunto, aproximadamente a metade dos fragmentos, possui uma decoração dourada de tonalidades avermelhadas, com brilho muito marcado, aplicada na maior parte dos casos, sobre formas fechadas. Nos restantes identifica-se um dourado mais amarelado, mais frequente nas formas abertas embora também ocorre em formas fechadas. Em todos os casos, a decoração dourada é bastante frágil o que tem levado ao seu desaparecimento em várias peças, onde só são visíveis pequenos vestígios.

Com o presente trabalho pretende-se reconstruir a tecnologia utilizada no fabrico das cerâmicas douradas procedentes de Mértola. Para o efeito adotou-se uma abordagem multi-analítica, utilizando um espectrómetro de fluorescência de raios-x portátil (FRX) e convencional (XRF), um microscópio eletrónico de varrimento acoplado a um detetor de energia dispersiva de raios-x (SEM-EDS), um difratómetro de raios X (XRD) e um microscópio petrográfico. Os dados analíticos são apresentados e discutidos no contexto regional e Ibérico.

### **Palavras-chave**

Reflexo Metálico, Mértola, Garb Al-Andaluz

Sessão Análise de Materiais: Cerâmica

## **Estudo arqueométrico das telhas, tijolos e contentores cerâmicos da Domus dei Dolia (Vetulonia, Toscana, Italia)**

**Massimo Beltrame<sup>1</sup>, Ginevra Coradeschi<sup>1</sup>, Simona Rafanelli<sup>2</sup>, Cristina Dias<sup>1</sup>, José Mirão<sup>1,3</sup>**

1 - Laboratório HERCULES • 2 - Museo Etrusco Isidoro Falchi, Vetulonia

As ruínas da Domus dei Dolia permaneceram ocultas até 2009. A Domus está localizada no bairro helenístico da cidade velha de Vetulonia, agora Poggio Renzetti. Baseando-se na classificação dos materiais arqueológicos recolhidos a Domus foi incendiada aproximadamente no primeiro século a.C. A destruição ocorreu provavelmente durante a guerra civil romana devida às represálias feitas por Lucio Cornelio Silla, contra as cidades Etruscas.

Em colaboração com o Museu Isidoro Falchi de Vetulonia e a Câmara Municipal de Castiglione della Pescaia foram amostrados diferentes materiais incluindo tijolos, telhas e também vários fragmentos de contentores cerâmicos (dolia). O objetivo deste estudo consiste na caracterização dos materiais cerâmicos com o intuito de compreender a tecnologia de produção e a proveniência da matéria prima utilizada. Pequenas amostras foram analisadas por microscopia ótica, XRD, SEM-EDS, e por XRF.

A análise dos repertos arqueológicos evidenciaram a utilização de uma matéria prima de origem local composta essencialmente por quartzo, feldspato de potássio, muscovita e fragmentos de arenito e de uma outra, não estritamente local, caracterizada pela presença de anfibólas, piroxenas, plagioclásios cálcico, fragmentos de gabbro, vidro vulcânico e de rocha basáltica. Esta última fica localizada a 15 km do sítio arqueológico. Os tijolos foram preparados usando matéria prima local semelhante à de algumas telhas.

### **Palavras-chave**

Domus Etrusca, Cerâmica, Arqueometria

Sessão Análise de Materiais: Cerâmica

## **La cerámica Ychsma. Un estudio de las técnicas de producción durante el Ychsma Medio y el Ychsma tardío en el sitio de Armatambo (1200 A. D. – 1530 A. D.) Lima - Perú**

**Pareja Dante<sup>1</sup>, Iñañez Javier<sup>2</sup>, Chapoulie Remy<sup>3</sup>, Dias Luisa<sup>4</sup>**

1 - Université Bordeaux Montaigne • 2 - Ramón y Cajal Researcher, GPAC, C. I. Micaela Portilla, Universidad del País Vasco (UPV/EHU) • 3 - IRAMAT-CRP2A, UMR 5060 CNRS, Université Bordeaux Montaigne • 4 - Grupo de Investigación Sociedades Prehispanicas del Litoral–Yungas, Escuela de Arqueología, Universidad Nacional Mayor de San Marcos

La sociedad Ychsma ocupó la zona baja y media de los valles del río Rímac y del río Lurín, actual departamento de Lima, entre el 900 A. D. al 1530 A. D. Esta sociedad se organizó en señoríos que tenían centros administrativos que controlaban diferentes áreas de los valles. Uno de estos centros fue el sitio arqueológico de Armatambo, en la actual ciudad de Lima. Este sitio fue excavado por investigadores de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, permitiendo identificar diferentes evidencias de producción de cerámica.

Nuestro trabajo se orienta al estudio de las tradiciones técnicas empleada por los artesanos ceramistas Ychsma en el sitio de Armatambo durante las fases del Ychsma Medio (1250 – 1350 A. D.) y el Ychsma Tardío (1350 – 1530 A. D.). Con este fin, contamos con un corpus cerámico compuesto por diferentes formas de vasijas, como ollas jarras y tinajas.

A través del estudio de las macrotrazas y las huellas dejadas por los artesanos durante el proceso de producción, hemos iniciado los trabajos para determinar las tradiciones técnicas de los artesanos Ychsma. Para esto, hemos realizado las observaciones a través de microscopios ópticos, catodoluminiscencia y de petrografía. Adicionalmente, hemos realizado los análisis de caracterización de las pastas con la finalidad de identificar los posibles cambios en los sistemas de aprovisionamiento de la materias primas. Para ello, hemos definido un protocolo de análisis de las pastas a través de MEB-EDS y del DRX. En efecto, los análisis arqueométricos nos han permitido complementar nuestro trabajo, determinando el uso de la técnica de colombín en el proceso de fabricación de las vasijas, temperaturas estimadas de cocción y desempeño de las distintas tipologías cerámicas.

### **Palavras-chave**

Ychsma, Tecnología cerâmica, Perú

Sessão Análise de Materiais: Cerâmica

## **The Chalcolithic ceramics from Vila Nova de São Pedro (Lisbon Region, Portugal): textural and chemical analyses as a first approach**

**Rute Correia Chaves<sup>1</sup>, António Monge Soares<sup>2</sup>**

1 - Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNL • 2 - Center for Nuclear Sciences and Technologies, IST

The archaeological site of Vila Nova de São Pedro (VNSP), Azambuja, Lisbon region, is a Chalcolithic fortified settlement extensively excavated in the middle of the last century, being one of the best known settlements with this chronology in the Iberian Peninsula. Early Chalcolithic pottery, in the Lisbon region, is characterized by cylindrical cups with polished corrugated outer surface, while the Full Chalcolithic pottery by the so-called acacia leaf decoration, and the Late Chalcolithic by Beaker pottery. The objective of this work is the analysis and characterization of the Chalcolithic ceramics in order to expand our knowledge of prehistoric ceramic and production techniques in use in the Lisbon region. In a first approach, three sets of ceramic samples collected at VNSP (26 samples of cups with corrugated outer surface, 22 samples with acacia leaf decoration, and 26 samples from Beaker vessels) were analysed.

Textural analysis was undertaken using optical microscopy of cross sections to characterize paste and inclusions, while chemical characterization was undertaken using  $\mu$ -EDXRF in powder pellets. The elements Si, Al, Fe, Ca, K and Ti were identified and quantified as major elements, and Mn, Ce, Sr, Zn, Cr, Rb, Co and Th, as minor elements. Multivariate analysis of the chemical composition data suggests the use of three sources of raw material, two of them used for Early Chalcolithic ceramics, being one of these two also used for the following acacia leaf ceramics, while a third source of raw material would be essentially used for the production of Beaker ceramics. The textural analysis shows that the production techniques may have remained similar throughout the centuries, although with a slight evolution in certain aspects, in particular with regard to the type and amount of temper used.

### **Palavras-chave**

Optical Microscopy,  $\mu$ -EDXRF, Multivariate analysis

Sessão Análise e Proveniência de Matérias-Primas

## **Nuevos datos sobre spolia en mármol de la Barcelona medieval: estudio de procedencia de la pila bautismal de la catedral románica**

**Anna Gutiérrez Garcia-M.<sup>1</sup>, Pilar Lapuente Mercadal<sup>2</sup>, Roberta Di Febo<sup>1</sup>**

1 - Institut Català d'Arqueologia Clàssica - ICAC • 2 - Universidad de Zaragoza

Spolia – piezas reutilizadas y a veces incluso talladas de nuevo- en mármol son elementos extremadamente complejos de edificios medievales debido a los múltiples aspectos detrás de su empleo, que pueden ir desde la mera falta de materia prima debido al cierre muchas canteras de mármol en la tardoantigüedad hasta corrientes estéticas o incluso implicaciones simbólicas atribuidas al empleo de spolia o incluso del mismo mármol. En efecto, la búsqueda de piezas marmóreas romanas se convirtió en una manera de obtener esta materia prima, llegando a ser transportadas a veces incluso a larga distancia pese a dificultades logísticas y técnicas.

Partiendo, pues, de estas premisas, se aborda el estudio de la excepcional pila bautismal cuadrilobular hecha en mármol, vestigio de la catedral románica de Barcelona que existió en el mismo emplazamiento que el actual templo gótico. Algunos elementos decorativos conservados en la parte inferior lateral de esta gran pila demuestran que la pila es el segundo empleo de una cornisa de época romana. En este caso, se ha aplicado la misma metodología utilizada habitualmente para establecer la procedencia de mármoles romanos, es decir, un protocolo multimétodo y jerarquizado que incluye microscopía óptica, catodoluminiscencia y análisis de los isótopos estables de C y O, además de una evaluación exhaustiva de los rasgos macroscópicos del mármol.

Los resultados muestran que, a diferencia de lo propuesto antes de este primer estudio arqueométrico (Ainaud 1964: 358; Rodà et al. 1987: 541), no se trata de mármol de Carrara (Italia) sino de un mármol griego. Esto es extremadamente interesante por lo que aporta al debate si esta cornisa romana vendría o no de las ciudades romanas más próximas, especialmente dada la falta de evidencias de edificios de dimensiones suficientemente grandes para albergar esta cornisa ni en Barcino (actual Barcelona) ni en Tarraco (actual Tarragona) (Beltrán de Heredia & Rodà, en prensa).

### **Palavras-chave**

Marble, Multimethod analysis, Spolia

Sessão Análise e Proveniência de Matérias-Primas

## **Caracterización de morteros asociados con el Sistema hidráulico de la villa romana Horta da Torre (Fronteira, Portugal)**

**Dulce Valdez<sup>1</sup>, Patrícia Moita<sup>1,2</sup>, Cristina Galacho<sup>1,3</sup>, André Carneiro<sup>4</sup>**

1 - Laboratório HERCULES, Universidade de Évora • 2 - Departamento de Geociências, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora • 3 - Departamento de Química, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora • 4 - CHAIA-UÉ, CECH-FLUC, Departamento de História, Universidade de Évora

El objetivo principal de este proyecto es la caracterización de morteros con propiedades hidráulicas utilizados en las instalaciones de almacenamiento de agua, la comprensión de sus técnicas de producción y la posible fuente de sus materias primas en el contexto histórico de la villa romana "Horta da Torre", ubicada en el municipio de Fronteira, Portugal.

Para lograrlo, será necesario el uso de una metodología multianalítica para determinar su composición mineralógica cualitativa y semi-cuantitativa, así como la caracterización de su morfología y composición elemental, siendo estos soportados por el uso de Microscopía Óptica (MO; OM), Microscopio Electrónico de Barrido-Espectrometría de Energía de Dispersión (MEB-EED; SEM-EDS), Difracción de Rayos X (DRX; XRD), Termogravimetría (TR; TGA-DTA), Ataque con ácido clorhídrico y caracterización granulométrica.

Diez muestras fueron extraídas de las principales estructuras en contacto con agua, incluyendo un doble ábside, dos espejos de agua, tres tanques y un canal. Inspecciones visuales muestran que las capas en contacto directo con agua contienen una mayor proporción de agregados cerámicos, lo cual corresponde a un opus signinum, de acuerdo con la receta de Vitruvio para la construcción de estructuras hidráulicas.

Estudios preliminares con la antes mencionada MO en láminas delgadas, fueron realizados para obtener una primera caracterización de dichos morteros. Observaciones con microscopio muestran, además de fragmentos cerámicos, la clara presencia de granos de cuarzo, biotita, muscovita, anfíbol, plagioclasa, microclina y algunos terrones de cal. Estas observaciones fueron confirmadas por medio de DRX llevada a cabo en polvo (en fracción fina y de bulto), la cual ha mostrado la presencia de cuarzo y calcita en mayores proporciones, seguidos por algunos feldespatos alcalinos (albita, ortoclasa, microclina), hematites y micas. Sin embargo, análisis adicionales deberán ser realizados. Resultados preliminares sugieren una similitud en las capas de mortero en contacto con agua.

### **Palavras-chave**

Morteros hidráulicos, Caracterización, Villa romana

Sessão Análise e Proveniência de Matérias-Primas

## **Cassiterites do NO Ibérico: uma análise preliminar por FRX de minérios usados para produzir estanho**

**Elin Figueiredo<sup>1</sup>, Manuel Pereira<sup>2</sup>, António Mauricio<sup>2</sup>, Beatriz Comendador Rey<sup>3</sup>, Filipa Dias<sup>4</sup>, Alexandre Lima<sup>4</sup>, José Mirão<sup>5</sup>**

1 - Cenimat/i3N, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa • 2 - CERENA, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa • 3 - GEAAT, Faculdade de Historia, Universidade de Vigo • 4 - ICT, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto • 5 - Hercules Lab, Universidade de Évora

A cassiterite (SnO<sub>2</sub>) é o principal mineral de estanho existente na natureza. O Noroeste Peninsular tem recursos abundantes neste mineral quando comparado com outras regiões Europeias.

A cassiterite terá sido valorizada desde a Idade do Bronze (cerca do segundo milénio a.C.), com o início do fabrico e uso de bronze, uma liga de cobre e estanho. A sua exploração no Noroeste Peninsular é conhecida desde tempos antigos, pelo menos desde os períodos Proto-histórico e Romano.

No presente estudo efetua-se o rastreio de cassiterites do NO Peninsular, com recurso a análises elementares por FRX, de amostras provenientes de coleções históricas e de recolhas recentes em campo.

Tendo em conta a existência de elementos como o Nb, Ta, Ti, W, Fe ou outros, que podem existir em minerais associados, inclusões ou por substituição na própria rede cristalina das cassiterites, pretende-se obter uma primeira aproximação da variabilidade da composição de amostras para o território do NO Peninsular. A contextualização geológica e histórica de recolha é também apresentada sempre que possível.

O presente estudo insere-se no projeto IberianTin (PTDC/HAR-ARQ/32290/2017), que tem como objetivo contribuir para a caracterização da produção antiga de estanho no Noroeste Ibérico.

### **Palavras-chave**

Cassiterite, Composição elementar, Noroeste Ibérico



Sessão Análise e Proveniência de Matérias-Primas

## **Vidro millefiori dos séculos XVI e XVII encontrado em Portugal: resultados preliminares**

**Francisca Pulido Valente<sup>1,2</sup>, Inês Coutinho<sup>1,2</sup>, Teresa Medici<sup>2</sup>, Bernard Gratuze<sup>3</sup>, Luís C. Alves<sup>4</sup>, Rosa Varela Gomes<sup>5</sup>, Mário Varela Gomes<sup>5</sup>, Márcia Vilarigues<sup>1,2</sup>**

1 - Departamento de Conservação e Restauro, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa • 2 - Unidade de Investigação VICARTE - "Vidro e Cerâmica para as Artes" • 3 - IRAMAT-CEB, CNRS/Univ. Orléans • 4 - C2TN, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa • 5 - Departamento de História, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa

Os vidros millefiori (termo italiano que significa mil flores), são característicos por serem decorados com finas fatias de canas de vidro que, geralmente, têm uma decoração concêntrica visível em secção transversal. Embora sejam considerados artefactos muito raros, estes vidros são dos mais emblemáticos da produção Veneziana do Renascimento.

Além dos exemplares conservados em museus, o nosso trabalho de investigação tem permitido localizar, até hoje, 390 fragmentos arqueológicos, dispersos por 33 contextos espalhados maioritariamente por países Europeus (12 países Europeus e 1 país da Ásia Ocidental). Até à data, Portugal é o país com o maior número de fragmentos arqueológicos de vidro millefiori contabilizados (194), os quais estão a ser estudados.

Para o estudo morfológico destes artefactos foram utilizadas técnicas de estereoscopia e microscopia óptica. A caracterização química dos diferentes vidros foi obtida com o auxílio de mapas elementares obtidos por micro emissão de raios X induzida por protões ( $\mu$ -PIXE), os quais permitiram a visualização da distribuição dos elementos pelas diferentes camadas de vidro; e com a técnica de espectrometria de massa por plasma acoplado indutivamente com ablação por laser (LA-ICP-MS), para quantificar os elementos maioritários, minoritários, traço e terras raras. A espectroscopia de micro Raman foi utilizada para estudar os opacificantes e a espectroscopia de reflectância UV-Visível para determinar os grupos cromóforos presentes no vidro.

Até agora os resultados revelaram que a maioria dos fragmentos de vidro não têm uma composição química compatível com o vidro que era produzido em Veneza ou noutros centros de produção conhecidos, abrindo a hipótese de poderem ter uma origem local (Nacional).

### **Palavras-chave**

Vidro Português, Millefiori, Renascimento

Sessão Análise e Proveniência de Matérias-Primas

## **Matérias primas e tecnologias de produção de cerâmicas de uso funerário e não funerário de contextos Neolíticos e Calcolíticos dos Perdigões, Alentejo (Portugal)**

**M. Isabel Dias<sup>1,2</sup>, M. Isabel Prudêncio<sup>1,2</sup>, A. C. Valera<sup>3,4</sup>**

1 - Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares – C2TN • 2 - DECN, Instituto Superior Técnico, Campus Tecnológico e Nuclear, Polo de Loures • 3 - Era Arqueologia SA. Núcleo de Investigação Arqueológica – NIA • 4 - Interdisciplinary Center for Archaeology and Evolution of Human Behavior (ICArHEB)

Neste trabalho apresenta-se a caracterização mineralógica e química de materiais argilosos da bacia do médio Guadiana e de cerâmicas de uso funerário e não funerário de contextos Neolíticos e Calcolíticos dos Perdigões, Alentejo (Portugal), tendo em vista a definição de estratégias de exploração de matérias-primas e de tecnologias de produção, a uma escala espacial (sincrónica) e temporal (diacrónica).

A composição química de cerâmicas e argilas foi obtida pelo método instrumental de análise por activação neutrónica, e a composição mineralógica por difracção de raios-X, incluindo a fracção <2 µm. Realizaram-se ainda experiências de aquecimentos a temperaturas crescentes de 600°C, 800°C e 1000°C. Amostrou-se material argiloso derivado da alteração dos quartzodioritos, dioritos e gabros associados, xistos com metabasitos, vulcanitos, xistos, doleritos (filoneanos), bem como argilas dos depósitos Terciários. É nítida a diferenciação dos materiais argilosos, existindo por um lado materiais mais ácidos, associados aos xistos e mais básicos aos quartzodioritos, dioritos e gabros associados e xistos com metabasitos. As amostras do Paleogénico, mais carbonatadas, apresentam teores mais baixos de Fe, Sc, Cr, Co e TR. Do ponto de vista mineralógico, nos materiais mais básicos a presença de anfíbolos e esmectites é mais pronunciada.

Os resultados evidenciam uma produção local de cerâmicas neolíticas e calcolíticas nos Perdigões, estabelecendo casos de correlação significativa com materiais argilosos específicos, juntamente com a não correlação entre cerâmicas e matérias-primas locais, especialmente no caso de recipientes para fins funerários, com o uso de xistos alterados, distantes dos Perdigões, e também matérias-primas exógenas. As fases minerais identificadas apontam para temperaturas de cozedura baixas ~ 600°C. Ocorreu ao longo do tempo um recurso consistente ao mesmo tipo de matérias primas locais, exceptuando alguns recipientes funerários.

Estes resultados confirmam conclusões prévias sobre a organização do sítio e sustentam a hipótese do uso da necrópole de Perdigões por comunidades distantes.

### **Palavras-chave**

Cerâmicas do Neolítico-Calcolítico, Perdigões, Caracterização mineralógica e química

Sessão Análise e Proveniência de Matérias-Primas

## **Produções de ânforas Lusitanas no Algarve: uma revisão sobre a identificação de matérias primas e tecnologias de produção**

**M. Isabel Dias<sup>1,2</sup>, M. Isabel Prudêncio<sup>1,2</sup>**

1 - Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares – C2TN • 2 - DECN, Instituto Superior Técnico, Campus Tecnológico e Nuclear, Polo de Loures

A composição química e mineralógica de Ânforas Lusitanas e argilas do Algarve foi obtida respectivamente pelo método instrumental de análise por activação neutrónica e por difração de raios X, visando identificar matérias primas e tecnologias de produção nos centros produtores do Martinhal (MAR), Quinta do lago (QLA), Manta Rota (MR) e S. Bartolomeu de Castro Marim (SBCM).

Os resultados obtidos permitiram caracterizar e efectuar diferenciações intra e inter sítios e atribuir-lhes indicadores geoquímicos específicos e característicos. Na generalidade as cerâmicas da MR são enriquecidas em Na, Fe, Co, Rb, Zr, HREE, Hf, Ta, Th, empobrecidas em Zn e U, e relacionadas com unidades detríticas não carbonatadas do Cretácico Inferior e Quaternário. As de SBCM, relacionam-se com argilas não carbonatadas do Carbonífero, são empobrecidas em K, Fe, Cr, Co, As, REE e enriquecidas em Sb, Hf, Ta, Th, U, e as A51C e cerâmica comum são enriquecidas em Na, Zn, Sb, REE, Hf, Ta, Th, U e empobrecidas em Fe, Cr, Co, As, Rb. As produções da QL são empobrecidas em Zn, Sb, Zr, Ba, LREE, MREE, enriquecidas em Fe, Cr, As, Rb, Cs, (HREE), U e relacionadas com argilas do Jurássico Superior/sedimentos Hetangiano, englobando argilas, pelitos vermelhos, dolomites e evaporitos. As produções do MAR são empobrecidas em Na, Sb, Ce, Yb, Lu, Hf, Ta, Th, U e enriquecidas em K, Fe, Cr, Co, As e relacionadas com unidades carbonatadas dos calcários e margas do Jurássico Médio e Superior (ricas em calcite). Os resultados mineralógicos apontam para temperaturas de cozedura ~ 900°C.

Uma vez estabelecido um quadro de referência para cada centro produtor, os aspectos significativos relacionados com a produção romana de cerâmica e com a economia regional e imperial (em termos de produção, distribuição e consumo) tornaram-se mais claros.

### **Palavras-chave**

Ânforas Lusitanas do Algarve, Matérias-primas e tecnologias de produção, Indicadores geoquímicos e mineralógicos

Sessão Análise e Proveniência de Matérias-Primas

## **Identificación de la procedencia de una cabeza en mármol blanco de época romana encontrada en Caldes de Montbuí (Barcelona, España) mediante análisis multimétodo**

**Pilar Lapuente Mercadal<sup>1</sup>, Anna Gutiérrez Garcia-M.<sup>2</sup>, Roberta Di Febo<sup>2</sup>**

1 - Universidad de Zaragoza • 2 - Institut Català d'Arqueologia Clàssica – ICAC

El mármol blanco fue una de las rocas más explotadas y empleadas en la Antigüedad por, entre otras razones, sus propiedades estéticas, su valor y su prestigio. Especialmente ilustrativo de ello es su como soporte escultórico, formando parte intrínseca de los programas decorativos y monumentales de muchos centros urbanos en Hispania y el resto del mundo romano. En efecto, fueron muchas canteras de mármol blanco activas en este período, no sólo en Grecia, Asia Menor e Italia sino también, como se ha confirmado en las últimas décadas, en la Península ibérica.

En este poster, se presentan los resultados del análisis por microscopía óptica mediante microscopio de luz polarizante (MOP), catodoluminiscencia (CL) y de los isótopos estables del C y O realizados sobre una cabeza en mármol blanco encontrada durante las recientes excavaciones realizadas en Caldes de Montbuí (provincia de Barcelona) para determinar el origen del mármol empleado. Esta pieza formaba parte del relleno de una gran natatio del siglo II d.C. de las termas y se ha interpretado como una cabeza del dios Apolo. Su importancia radica en que es una de las pocas esculturas encontradas en este municipium romano, en su hallazgo en contexto estratigráfico y en la gran calidad de su talla, que la relaciona con talleres altamente calificados.

La interpretación combinada de los datos obtenidos confirma que se trata de un mármol de origen griego, aspecto extremadamente interesante: no sólo permite comprender no sólo el proceso de elaboración de la pieza en sí y el nivel de lujo y poder económico relegado en el complejo arquitectónico del que formó parte esta escultura, sino que también aporta nueva información sobre la llegada y comercio del mármol en la Hispania romana.

### **Palavras-chave**

Mármol, Análisis multimétodo, Época romana

Sessão Análise e Proveniência de Matérias-Primas

## **Caracterización arqueométrica de la producción cerámica melada de Toro (Zamora): el alfar de Cuesta del Negrillo**

**Uxue Sanchez<sup>1,2</sup>, Javier G. Iñáñez<sup>2,3</sup>, Gorka Arana<sup>1,4</sup>**

1 - Departamento de Química Analítica, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco (UPV/EHU) • 2 - GPAC, Grupo de Investigación en Patrimonio Construido, Universidad del País Vasco (UPV/EHU) • 3 - Departamento de Geografía, Prehistoria y Arqueología, Facultad de Letras, Universidad del País Vasco (UPV/EHU) • 4 - IBeA (Ikerkuntza eta Berrikuntza Analitiko)

La provincia de Zamora alberga una larga tradición alfarera que se ve reflejada en los centros de producción documentados, como los del barrio de Olivares (ciudad de Zamora) y Cuesta del Negrillo (Toro). Este último alfar, cuya actividad se desarrollaba entre los siglos XVII y XVIII, producía piezas de uso culinario, almacenamiento, transporte, higiene personal y constructivo, asociados con un ambiente rural y caracterizados con pastas de color rojo y un acabado en vidriado translúcido marrón.

En las intervenciones llevadas a cabo en los años noventa en el núcleo urbano de Toro, se recuperaron lotes de cerámicas procedentes de Cuesta del Negrillo, del Patio del Siete del Palacio de los Condes de Requema y, por último, de la Cuesta del Matadero. Las cerámicas exhumadas en las dos primeras intervenciones corresponden al siglo XVII. Las cerámicas procedentes de la Cuesta del Matadero mantienen paralelos tipológicos con el alfar estudiado, aunque su cronología es imprecisa al proceder de trabajos de prospección.

Con el objetivo de caracterizar y evaluar la producción cerámica de Toro, se ha llevado a cabo una caracterización arqueométrica mediante una aproximación multi-analítica de 14 cerámicas sin vidriar y vidriadas meladas. Así, el análisis químico y mineralógico se ha hecho mediante ICP-MS y DRX, la microestructura de las pastas y la caracterización del vidriado se ha estudiado mediante MEB-EDS y, por último, para la documentación de las características macroscópicas y microscópicas de las pastas cerámicas se ha utilizado la microscopía óptica. Así, se ha podido concluir que todas las cerámicas estudiadas menos una –cuya proveniencia no se ha podido determinar–, provienen del alfar de la Cuesta del Negrillo. De esta manera, se ha caracterizado arqueométricamente la producción cerámica de la ciudad de Toro para los siglos XVII.

### **Palavras-chave**

Zamora, ICP-MS, DRX

Sessão Estudos Paleoambientais e Biomateriais

## **Análisis antracológico y quimiométrico de carbones de la fosa 16 perteneciente al área arqueológica de Perdigões**

**Ginevra Coradeschia<sup>1</sup>, Nicasio T. Jiménez-Morilloa<sup>1,2</sup>, Ricardo Miguel Godinho<sup>3</sup>, Cristina Barrocas Dias<sup>1</sup>, António Varela<sup>3,4</sup>**

1 - Laboratório HERCULES, Universidade de Évora • 2 - ICAAM, Universidade de Évora • 3 - Interdisciplinary Center for Archaeology and Evolution of Human Behaviour (ICArEHB), Universidade do Algarve • 4 - NIA, Núcleo de investigação Arqueológica da ERA Arqueologia S.A

La fosa 16, del sitio arqueológico Perdigões (Alentejo, Portugal), es un contexto funerario particular que ha sido datado a mediados del 3er milenio A.C. interpretándose como un depósito secundario de una cremación humana colectiva. Los restos humanos se mezclaron tanto con otros artefactos quemados como con un gran número de fragmentos de carbones. Estos, posiblemente, forman parte de la pira funeraria, reflejando la madera utilizada para la cremación. El estudio de carbones arqueológicos otorga información paleoetnográfica sobre los rituales funerarios.

El objetivo de este trabajo fue evaluar, mediante análisis antracológicos y quimiométricos, las condiciones rituales: explotación de la madera, temperatura de combustión de la pira, así como proporcionar información adicional sobre el contexto funerario.

Tras el análisis de 754 fragmentos de carbones de las dos unidades estratigráficas (72 y 74) que componen los contextos de cremaciones, mediante microscopía de luz reflejada y microscopía electrónica de barrido, se determinaron 7 taxones a nivel de especie (*Olea europaea*, *Pinus* cf. *pinaster*, *Fraxinus* cf. *angustifolia*, *Arbutus unedo*), a nivel de género (*Quercus* sp. *evergreen*, *Cistus* sp.) y a nivel familiar (*Leguminosae*). Además, los carbones fueron químicamente caracterizados usando de manera combinada la espectroscopia de infrarrojo y la regresión por mínimos cuadrados para determinar la temperatura de cremación. Los resultados mostraron un modelo significativo ( $P < 0.05$ ) de la temperatura de cremación para los taxones principales. *Olea* registró una temperatura de  $371 \pm 38$  oC, mientras que *Quercus* y *Pinus* fueron de  $530 \pm 27$  oC y  $498 \pm 13$  oC, respectivamente. Los análisis mostraron ciertas diferencias entre las dos unidades estratigráficas, sugiriendo que puede haber existido 2 piras y, por lo tanto, dos momentos de deposición diferentes. Además, la identificación de los taxones sugiere que estas cremaciones pudieron ocurrir bien en el propio sitio arqueológico o en sus alrededores o en un área con acceso a una vegetación similar.

### **Palavras-chave**

Carbones arqueológicos; Análisis quimiométrico; Análisis antracológico

Sessão Prospecção Geofísica e Análises Espaciais

## **Integração de vários métodos geofísicos para deteção de património soterrado (Sobral da Adiça)**

**Samuel P. Maló das Neves<sup>1</sup>, Rui Monge Soares<sup>2</sup>**

1 - ARROW4D - Consultores de Engenharia e Geofísica, Lda • 2 - Centro de Arqueologia da Universidade de Lisboa (UNIARQ), Faculdade de Letras, Alameda da Universidade, Lisboa, Portugal

Durante os trabalhos de escavação arqueológica no sítio do Cabeço Redondo (Sobral da Adiça, Moura) foi possível obter a colaboração da empresa ARROW4D - Consultores de Engenharia e Geofísica, Lda. A qual procedeu desde 2017 à realização de várias campanhas de geofísica aplicada e deteção remota para deteção de património soterrado.

A aplicação sistemática de vários métodos geofísicos, nomeadamente: termografia aérea, magnetometria, georadar, resistividade elétrica, e obtenção do modelo digital 3D do terreno com recurso a drone, apoiado com topografia, permitiu a otimização das atividades arqueológicas bem como a valorização precoce do local. Para além deste facto, permitiu aos técnicos da geofísica aplicar novas metodologias geofísicas, e compará-las com as antigas, bem como cruzar os resultados provenientes de diferentes métodos geofísicos, de modo a caracterizar as anomalias de acordo com as propriedades físicas obtidas por cada método, e identificar as eventuais anomalias de acordo com a sua natureza geo-arqueológica. É de salientar, que por vezes em geofísica, existem várias possibilidades de solução para o problema (não unicidade do problema). Nesse sentido, a utilização de vários métodos permitiu uma melhor caracterização das anomalias soterradas, o que levou a menores erros de interpretação.

Após a escavação dos locais indicados pela equipa de geofísica, foi possível cruzar e validar a informação obtida em campo com os resultados geofísicos, e assim estabelecer algumas relações físicas importantes, de modo a serem aplicadas em casos futuros.

### **Palavras-chave**

Geofísica, Património, Geo-arqueologia

Sessão Estudos Isotópicos e Datação

## **Dieta y dinámica de los últimos musulmanes y los primeros cristianos en el Algarve entre los siglos XII al XIV**

**Alvaro Felipe Ortega-González<sup>1</sup>, Judith M. López-Aceves<sup>1</sup>, Filomena Barros<sup>2</sup>, Hermínia Vilar<sup>2</sup>, Fernando Correia<sup>2</sup>, Teresa Fernandes<sup>3</sup>, Claudia Umbelino<sup>4</sup>, Maria João Valente<sup>5</sup>, Cristina Tete Garcia<sup>6</sup>, Isabel Luzia<sup>7</sup>, Cristina Dias<sup>1</sup>, Anne-France Maurer<sup>1</sup>, Nicasio Jimenez-Morillo<sup>1</sup>, Rebecca MacRoberts<sup>1</sup>**

1 - HERCULES Laboratorio Universidade de Evora • 2 - CIDEHUS Universidade de Evora • 3 - CIAS Coimbra/Universidade de Evora • 4 - CIAS Coimbra • 5 - Faculty of Human and Social Sciences University of Algarve • 6 - Direção regional de cultura Algarve • 7 - CM Loulé

Esta investigación es parte del proyecto FCT TRANSCULTURAL (IF / 01661/2015 y POCI-01-0145-FEDER-031599): Arqueología de la historia y antropo-bio-geo química de poblaciones medievales en Portugal durante los siglos X al XIV. Identidades culturales e interculturales descodificadas a través de un estudio dietético y de movilidad. Este proyecto tiene como objetivo ilustrar, a través de la investigación de los hábitos culturales funerarios y alimentarios, la ideología social de las poblaciones musulmanas y cristianas en los albores del Reino portugués en los siglos XII-XIV. A partir del final del régimen autoritario en Portugal, la investigación arqueológica medieval ha florecido, pero aún sabemos poco sobre la transición y las relaciones entre los musulmanes y los cristianos que prevalecían al final del Gharb.

Los hábitos dietéticos y los patrones de movilidad se archivan en el esqueleto durante el transcurso de la vida de los individuos, a través de la ingestión de componentes dietéticos cuya composición química específica depende de su naturaleza y lugar de obtención. La dieta y la movilidad se investigarán principalmente a través de 4 sistemas isotópicos: carbono, nitrógeno y azufre, así como isótopos de estroncio, que proporcionarán información sobre el tipo de planta ingerida ( $\delta^{13}C$ ), el nivel trófico de los consumidores ( $\delta^{15}N$ ), el consumo de alimentos marinos ( $\delta^{15}N$ ,  $\delta^{34}S$ ) o provenientes de agua dulce ( $\delta^{34}S$ ), y el sustrato geológico en el que vivía la población ( $^{87}Sr / ^{86}Sr$ ).

Este proyecto se centrará en las ciudades de Loulé y Cacela Velha, y más específicamente en los cementerios de la Quinta de Boavista (Loulé) y el cementerio Poço Antigo (Cacela Velha); el primero ocupado por los almohades entre los siglos XII y XIII, y el segundo por los cristianos entre los siglos XIII y XIV.

### **Palavras-chave**

Diet, Mobility, Stable isotopes



Sessão Estudos Isotópicos e Datação

## **Datação absoluta por luminescência e estudos composicionais para a paleoreconstrução de estruturas tipo fosso na Horta dos Quarteirões, Alentejo (Portugal)**

**Ana Luísa Rodrigues<sup>1</sup>, Maria Isabel Dias<sup>2</sup>, António Carlos Valera<sup>3</sup>, Fernando Rocha<sup>4</sup>, Maria Isabel Prudêncio<sup>2</sup>, Guilherme Cardoso<sup>2</sup>, Dulce Russo<sup>2</sup>, Rosa Marques<sup>2</sup>**

1 - Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares (C2TN), Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa • 2 - Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares (C2TN)/ Departamento de Engenharia e Ciências Nucleares, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa • 3 - ERA Arqueologia S.A./ Interdisciplinary Center for Archaeology and Evolution of Human Behavior (ICArHEB), Universidade do Algarve • 4 - GeoBioTec/Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro

No sítio arqueológico Horta dos Quarteirões (Brinches, Serpa – Alentejo) foi identificado um conjunto de interfaces, de funcionalidade e cronologia indeterminadas, considerados como duas estruturas negativas do tipo fosso circular escavadas em materiais geológicos ricos em calcite. Os trabalhos arqueológicos permitiram perceber que, apesar do fosso 2 ser mais profundo e a sua colmatação se ter iniciado mais cedo, ambos estiveram abertos e expostos em simultâneo, pois apresentavam depósitos comuns. Atendendo à dificuldade em identificar o período de construção, ocupação e abandono das estruturas, bem como explicar a relação cronológica entre os fossos e os processos de preenchimento dos mesmos, visa-se com este trabalho contribuir para melhor delimitar estes períodos com recurso à datação por luminescência e caracterização composicional dos materiais depositados na secção de intersecção dos fossos, bem como determinar a composição dos materiais representativos do contexto geológico. A composição química e mineralógica dos materiais estudados permitiu estabelecer algumas relações entre os materiais de preenchimento dos fossos e o substrato geológico, corroborando na maioria dos casos a interpretação arqueológica. Verificou-se ocorrer uma sobrevalorização da idade de luminescência das amostras mais carbonatadas, relacionada com os efeitos do elevado teor em calcite da amostra total na dose absorvida e na taxa de dose. A datação por luminescência indicou o período Calcolítico o que, atendendo ao conjunto de estruturas negativas estudadas na região, está dentro das expectativas. A semelhança entre as duas amostras datadas aponta para que a exposição dos materiais de preenchimento inicial do fosso 1 e dos materiais de preenchimento inicial comum a ambos os fossos terá ocorrido no mesmo período, o que corrobora as indicações dos arqueólogos de que os fossos estiveram abertos e expostos em simultâneo. Estudos de luminescência e composicionais contribuirão para a paleoreconstrução da dinâmica de preenchimento deste tipo de estruturas negativas.

### **Palavras-chave**

Dinâmica de preenchimento de fossos, Datação por luminescência, Efeito da calcite

Sessão Estudos Isotópicos e Datação

## **Identificação e datação por luminescência de evidências arqueológicas de “fire-setting” na mina La Turquesa, Catalunha (Espanha)**

**Ana Luísa Rodrigues<sup>1</sup>, Maria Isabel Dias<sup>2</sup>, Guilherme Cardoso<sup>2</sup>, Núria Rafel Fontanals<sup>3</sup>, Ignacio Soriano<sup>4</sup>, Maria Isabel Prudêncio<sup>2</sup>, Rosa Marques<sup>2</sup>, Dulce Russo<sup>2</sup>**

1 - Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares (C2TN), Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa • 2 - Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares (C2TN)/ Departamento de Engenharia e Ciências Nucleares, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa • 3 - Balmes 350, 4, 1, 08006 Barcelona, Spain • 4 - Grup de Recerca Arqueològica del Nordest Peninsular –GRANEP & Departament de Prehistòria, Universitat Autònoma de Barcelona

Na mina de cobre La Turquesa (Cornudella de Montsant, Catalunha, Espanha) foram encontradas evidências de exploração na pré-história (num período entre o Calcolítico e a Idade do Bronze) e no século XIX. Escavações arqueológicas recentes revelaram um conjunto de artefactos, e concavidades junto ao veio de cobre, que sugerem a aplicação da técnica de “fire-setting”. Esta técnica de extração consiste no enfraquecimento da rocha por choque térmico: aquecimento com fogo, seguido de arrefecimento brusco. Apesar das evidências da aplicação da técnica, a ausência de outros vestígios de aquecimento por fogo, p.e. carvão, conduzem à necessidade de confirmar a aplicação de “fire-setting”. Este trabalho tem como objetivo confirmar e datar o uso de “fire-setting”, otimizando os protocolos laboratoriais e de datação por luminescência. Foram amostrados fragmentos rochosos em duas concavidades na rocha geradas pelos processos de extração (MT1 e MT2) bem como materiais representativos da rocha encaixante e veio de cobre. Em cada ponto de amostragem foram feitas medições de espectrometria gama. Aplicaram-se diferentes protocolos de luminescência, um protocolo de TL e um protocolo semiquantitativo mais abrangente que permitiu estudar os sinais TL, OSL e IRSL, em grãos grosseiros de quartzo. A amostra que apresentou sinais de luminescência com características de aquecimento foi detalhadamente estudada utilizando protocolos regenerativos de alíquotas simples (SAR-OSL) e de grão simples (“single grain”). Foram encontrados sinais naturais de luminescência baixos, apontando para o uso de “fire-setting” para a extração de cobre em duas amostras. A forma dos grãos de quartzo extraídos do material rochoso impossibilitou a aplicação do protocolo de single-grain. Apesar da elevada incerteza (inerente à heterogeneidade do aquecimento), o resultado obtido pelo protocolo SAR-OSL, permitiu o cálculo de uma idade de luminescência comprovando que a técnica de “fire-setting” foi usada na pré-história para a exploração de cobre na mina La Turquesa.

### **Palavras-chave**

Datação por luminescência, “Fire-setting”, Identificação de aquecimento em materiais rochosos

Sessão Estudos Isotópicos e Datação

## **TRANSCULTURAL – História, arqueologia e antropo-biogeoquímica da população medieval em Portugal (sécs. X-XIV). Identidades culturais e interculturalidade descodificadas pelo estudo da dieta e da mobilidade**

**Anne-France Maurer<sup>1</sup>, Filomena Barros<sup>2</sup>, Hermínia Vilar<sup>2</sup>, Fernando Correia<sup>2</sup>, Teresa Fernandes<sup>3,4</sup>, Claudia Umbelino<sup>3</sup>, Maria João Valente<sup>5</sup>, Marco Liberato<sup>4</sup>, Cristina Tete Garcia<sup>6</sup>, Isabel Luzia<sup>7</sup>, Isabel Fernandes<sup>4</sup>, Cristina Dias<sup>1</sup>, Nicasio Jimenez-Morillo<sup>1</sup>, Rebecca MacRoberts<sup>1</sup>, Claudia Relvados<sup>3</sup>**

1 - HERCULES Laboratório, Universidade de Évora • 2 - CIDEHUS, Universidade de Évora • 3 - CIAS, Universidade de Coimbra • 4 - Universidade de Évora • 5 - Faculdade de Ciências Humanas e Sociais, Universidade do Algarve • 6 - Direção Regional de Cultura do Algarve • 7 - Câmara Municipal de Loulé

Nesta comunicação apresentamos o projeto TRANSCULTURAL (IC&DT - AAC n.º 02/SAICT/2017, código da referência POCI-01-0145-FEDER-031599). Este projeto, iniciado em outubro de 2018, incide sobre o período medieval no Centro e Sul de Portugal. Tem como objetivo complementar com novas perspetivas as fontes documentais históricas e arqueológicas, e ampliar os conhecimentos sobre um período de transição económica e política (sécs. X-XIV) cujo impacto sobre os diferentes grupos sociais, cristãos e muçulmanos, a sua coexistência e as suas relações interculturais são ainda pouco compreendidas. Usando uma abordagem interdisciplinar, que associa a história, a antropologia, a biogeoquímica e a zooarqueologia, propomo-nos abordar o modo de vida (dieta e mobilidade) de diferentes grupos e as dicotomias de sete necrópoles medievais—consideradas de especial interesse para o estudo do período em análise, i.e. cristãos e muçulmanos, militares versus população civil, homens versus mulheres. A dieta e a mobilidade serão estudadas a partir da composição bioquímica dos esqueletos humanos sepultados nos cemitérios selecionados (Santarém, São Miguel de Odrinhas, Palmela, Évora, Beja, Loulé e Cacela Velha). Os hábitos de dieta e padrões de mobilidade ficam arquivados no esqueleto durante a vida do indivíduo a partir da ingestão dos seus componentes de dieta, cuja composição química específica depende da sua natureza e localização. Os isótopos utilizados serão o carbono, o azoto e o enxofre, bem como o oxigénio e o estrôncio, os quais fornecerão informação sobre o tipo de plantas ingerido ( $\delta^{13}C$ ), o nível de trófico consumido ( $\delta^{15}N$ ), o consumo de alimentos de origem marinha ou água fresca ( $\delta^{15}N$ ,  $\delta^{34}S$ ), a localização geográfica ( $\delta^{18}O$ ,  $\delta^2H$ ) e o substrato geológico no qual a população vivia ( $^{87}Sr/^{86}Sr$ ). Esta apresentação resumirá o progresso geral dos resultados obtidos até agora, sejam eles metodológicos ou históricos.

### **Palavras-chave**

Isótopos, Dinâmicas sociais, História comparativa

Sessão Estudos Isotópicos e Datação

## **Stable Isotopes study of Bone Collagen from the Bronze Age Individual of Vale Ferreiro, Fafe, Northwest Portugal**

**Aurora Grandal-d'Anglade<sup>1</sup>, Ana M. S. Bettencourt<sup>2,3</sup>, Hugo Aluai Sampaio<sup>2,4,5</sup>**

1 - Instituto Universitario de Xeoloxía, Universidade da Coruña • 2 - Landscape, Heritage and Territory Laboratory (Lab2PT) • 3 - Departamento de História, Universidade do Minho • 4 - Centro de Investigação, Desenvolvimento e Inovação em Turismo (CiTUR) • 5 - Escola Superior de Hotelaria e Turismo, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave

The human remains found in the underground tomb of Vale Ferreiro 1, in Fafe, correspond to a male individual, about 15 years old, with no bone or dental pathologies, morphologically or radiologically worth mentioning, as well as any trace of trauma, which indicates a very reasonable health status at the time of his death. He was buried vertically, probably squatting in a stone chamber of great constructive investment, in the context of other burials. The corpse, covered with a red dye, was dated by the C14 between 2141 and 1884 cal. BC (95.4%), i.e. from the Early Bronze Age.

To understand more about this finding, we have performed a stable isotope analysis (SIA). SIA in bone collagen allows us to know the type of food of an individual, since large food groups (C4 plants such as millet, C3 plants such as other cereals and vegetables, meat, sea or river fish...) have characteristic isotopic signatures. In this way, we can learn about the individual's diet and lifestyle. However, for a correct interpretation it is necessary to have isotopic reference values, for example, of contemporary herbivorous animals. When, as in this case, this type of data is not available, comparison with nearby and contemporary sites is used, if possible. This means that for the interpretation it is necessary to take into account the possible climatic and topographical differences between one area and another. In addition, the physiological state of the individual also influences (although to a lesser extent than the diet) the isotopic values of its collagen: for example, to be in active growth, to have nutritional deficiencies, etc.

In this work we analyse in a comparative way the isotopic values of the individual of Vale Ferreiro, interpreting the results in his chronocultural and anthropological context.

### **Palavras-chave**

Early Bronze Age, Human remains, Stable isotopes

Sessão Estudos Isotópicos e Datação

## **Diet and mobility during the Christian conquest of Iberia: The multi-isotopic investigation of a 12th-13th century military order in Évora, Portugal**

**Rebecca Anne MacRoberts<sup>1</sup>, Anne-France Maurer<sup>1</sup>, Cristina Barrocas Dias<sup>1</sup>, Teresa Fernandes<sup>1</sup>, Ana Luisa Santos<sup>2</sup>, Claudia Umbelino<sup>2</sup>, Ana Gonçalves<sup>3</sup>, Jose Francisco Santos<sup>4</sup>, Sara Ribeiro<sup>4</sup>, Bernd R. Schöne<sup>5</sup>, Filomena Barros<sup>1</sup>, Fernando Branco Correia<sup>1</sup>, Herminia Vasconcelos Vilar<sup>1</sup>**

1 - Universidade de Évora • 2 - Universidade de Coimbra • 3 - Arkhaios • 4 - Universidade de Aveiro • 5 - University of Mainz

O Reino de Portugal foi estabelecido com a ajuda de ordens militares-monásticas, que ajudaram a combater os exércitos muçulmanos durante a conquista cristã do século XII-XIII. Enquanto as fontes históricas documentam os principais eventos deste período, a investigação aqui apresentada procura elucidar estilos de vida e a movimentação individual, aspectos tipicamente ausentes dos registos escritos. Foi utilizada uma abordagem multi-isotópica para análise de material osteológico proveniente de oito sepulturas cristãs e duas muçulmanas de Évora, Portugal (séculos VIII-XIII). As evidências antropológicas e arqueológicas sugeriam que os adultos cristãos pertenciam à Milícia de Évora, o que procuramos confirmar através do estudo da reconstrução da dieta e mobilidade desses indivíduos. As razões isotópicas de carbono, azoto e enxofre foram analisadas no colagénio ósseo, enquanto no esmalte dos dentes foram analisadas as razões isotópicas de carbono, oxigénio e estrôncio.

Os valores de  $\delta^{18}O$  e de  $\delta^{87}Sr$  do esmalte dentário sugerem que apenas um dos indivíduos cristãos seria local, tendo os restantes indivíduos origens geográficas diversas. O adulto muçulmano estudado seria local. Os valores de  $\delta^{13}C$  do esmalte dentário forneceu evidências de consumo de diferentes cereais (C3 e C4) durante a infância dos indivíduos, o que pode estar relacionado com o seu estatuto social. Os valores humanos de  $\delta^{13}C$  do colagénio ósseo indicaram principalmente dietas em C3 com contribuições variáveis de C4, enquanto os dados de  $\delta^{15}N$  evidenciam um consumo de proteína variável.

A dieta desta população foi comparada com a de outras populações da Ibéria Medieval e populações monásticas/conventuais europeias. Existem tendências nos valores isotópicos de populações que provavelmente seguem as regras do jejum religioso, incluindo os cristãos de Évora. Os resultados deste estudo indicam que a Ordem de Évora foi composta por membros de diversas origens geográficas e possivelmente sociais, um aspecto anteriormente pouco claro em fontes escritas.

### **Palavras-chave**

Medieval Portugal, Isotopes, Diet & mobility

Sessão Imagem e Modelação 3D

## **Polarización cruzada en la construcción de modelos 3D fotogramétricos: medida y control de la calidad colorimétrica**

**Ángel M. Felicísimo<sup>1</sup>, Guadalupe Durán<sup>1</sup>, María-Eugenia Polo<sup>1</sup>, María de los Reyes de Soto<sup>2</sup>, Trinidad Tortosa<sup>2</sup>, Carlos J. Morán<sup>2</sup>**

1 - Universidad de Extremadura • 2 - Instituto de Arqueología de Mérida

La construcción de modelos 3D de objetos arqueológicos mediante fotogrametría es difícil cuando el objeto tiene una superficie con reflectancia no lambertiana y muestra brillos intensos. La ubicación de dichos brillos no es coherente en el conjunto de fotografías, cambiando de posición e intensidad según las posiciones relativas de la cámara, las luces y el objeto. La polarización cruzada es una técnica de iluminación que permite reducir o eliminar este problema. Sin embargo, el uso de luz polarizada y de filtros modifica los colores y el contraste de los objetos, con lo que construir un modelo con color fiel se complica. En este trabajo describimos esta técnica de iluminación y analizamos sus ventajas y problemas, con una propuesta para la medida y control de la fidelidad colorimétrica.

### **Palavras-chave**

Modelado 3D, Colorimetría, Iluminación

Sessão Imagem e Modelação 3D

## **Para lá do que a vista alcança: recuperação de campos epigráficos erodidos com recurso a Scanner 3D**

**Mafalda Alves<sup>1</sup>, Paulo Bernardes<sup>1</sup>, Luís Fontes<sup>1</sup>**

1 - Unidade de Arqueologia da Universidade do Minho

A Via Nova, ou Geira, como é localmente conhecida, apresenta, no conjunto do seu traçado entre Bracara Augusta e Asturica Augusta, uma das maiores coleções de epigrafia viária atualmente reconhecidas na Península Ibérica. Classificada como Monumento Nacional entre as milhas XIV e XXXIV, encontram-se ainda nesta parte do traçado cerca de 114 dos 140 miliários referenciados, a maioria dos quais disposto no local da respetiva milha.

A Unidade de Arqueologia da Universidade do Minho e o Município de Terras de Bouro retomaram a investigação do traçado classificado, com vista ao desenvolvimento de um plano de valorização e gestão integrada deste bem patrimonial. No âmbito deste projeto, foi avaliada uma metodologia de recuperação volumétrica dos miliários depositados no Museu da Geira e na Galeria do Miliários, através de um scanner de mão 3D utilizado em ambiente controlado, no caso o Sense<sup>®</sup>, da 3D Systems. Com vista à evidenciação dos campos epigráficos, altamente erodidos, a malha volumétrica gerada pelo scanner foi pós-processada em ambiente VTK e MeshLab. Os filtros aplicados à superfície da malha permitiram realçar sobremaneira campos epigráficos que, a olho nu, se afiguram ilegíveis, contribuindo assim para a recuperação do conteúdo epigráfico remanescente.

Consideramos que a rapidez de levantamento e a qualidade dos modelos obtidos tornam o Sense<sup>®</sup> numa ferramenta que, tendo um baixo custo de aquisição, devolve resultados bastante satisfatórios face à escala do pretendido e às especificidades do levantamento.

### **Palavras-chave**

Scanner 3D, Epigrafia, Modelação

Sessão Imagem e Modelação 3D

## **Optical microscopy and SEM observations in four palaeolithic engraved stone plaques from the Medal archaeological site (Northeast Portugal)**

**Sofia Soares de Figueiredo<sup>1</sup>, Elin Figueiredo<sup>2</sup>, Ana Tsoupra<sup>3</sup>, Primitiva Bueno<sup>4</sup>, José Mirão<sup>3</sup>**

1 - Lab2PT, Universidade do Minho • 2 - CENIMAT/I3N, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa  
• 3 - Laboratório Hércules, Universidade de Évora • 4 - Área de Prehistória, Universidad de Alcalá

Since the beginning of the 21st century, the number of Palaeolithic engraved stone plaques in the Atlantic facade of the Iberian Peninsula has experienced a significant increase. Among the archaeological sites that contributed to this increase, the Medal site stands out for its impressive collection with more than one thousand fragments with different chronologies ranging from the Gravettian to the Magdalenian period. In this presentation, we aim to show the first results obtained through microscopic analysis as well as image-based modelling, in a set of four Magdalenian monothematic plaques, with two horses and two aurochs depicted.

For a detailed observation of the engravings a stereomicroscope, a multi-focus microscope and a variable pressure electron microscope were used, capable of different magnifications and illumination/observation systems.

The collected images show us diverse traces depending on whether pecking, abrasion or incision was the engraving technique applied. In addition, through the 3D analysis of the morphology of the grooves produced by abrasion, namely regarding their asymmetry, we can for example infer from which side the recorder performed the trace, approaching us to the gesture behind the motif. With this poster we present the first results of an archaeometric approach to four plaques of the Medal site, a study that we intend to develop further and extend to more plaques of the collection also taking into account experimental references.

### **Palavras-chave**

Palaeolithic, Portable art, Microscopic analysis