

ESTUDOS ARQUEOLÓGICOS DE OEIRAS

Volume 29 • 2021

ACTAS DO XIII CONGRESSO IBÉRICO DE ARQUEOMETRIA
(Faro, 2019)



**Editores Científicos: Célia Gonçalves, Daniel García Rivero, M.^a Isabel Dias,
Nuno Bicho, Ruth Taylor, Manuel García-Heras, João Luís Cardoso**

INTERDISCIPLINARY CENTER FOR ARCHAEOLOGY AND EVOLUTION
OF HUMAN BEHAVIOUR, UNIVERSIDADE DO ALGARVE
DEPARTAMENTO DE PREHISTORIA Y ARQUEOLOGÍA, UNIVERSIDAD DE SEVILLA
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO / INSTITUTO TECNOLÓGICO E NUCLEAR,
UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA
INSTITUTO DE HISTORIA, CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
SOCIEDAD DE ARQUEOMETRÍA APLICADA AL PATRIMONIO CULTURAL
CENTRO DE ESTUDOS ARQUEOLÓGICOS DO CONCELHO DE OEIRAS /
CÂMARA MUNICIPAL DE OEIRAS

2021

ESTUDOS ARQUEOLÓGICOS DE OEIRAS

Volume 29 • 2021 ISSN: 0872-6086

- DESENHO E FOTOGRAFIA – Autores ou fontes assinaladas
PRODUÇÃO – Gabinete de Comunicação / CMO
CORRESPONDÊNCIA – Centro de Estudos Arqueológicos do Concelho de Oeiras
Fábrica da Pólvora de Barcarena
Estrada das Fontainhas
2745-615 BARCARENA

Os artigos publicados são da exclusiva responsabilidade dos Autores.
É expressamente proibida a reprodução de quaisquer imagens sobre as quais existam direitos de autor sem o prévio consentimento dos signatários dos artigos respectivos.

*Accepta-se permuta
On prie l'échange
Exchange wanted
Tauschverkehr erwünscht*

ORIENTAÇÃO GRÁFICA E

REVISÃO DE PROVAS – Editores

PAGINAÇÃO – César Antunes

IMPRESSÃO E ACABAMENTO – Grificamares, Lda. - Amares - Tel. 253 992 735

DEPÓSITO LEGAL: 97312/96

CARACTERIZAÇÃO DAS ACTIVIDADES METALÚRGICAS NA CASA ATRIBUÍDA A CANTABER (CONIMBRIGA, PROV. LUSITANIA, PORTUGAL)

CHARACTERIZATION OF THE METALLURGICAL ACTIVITIES IN THE HOUSE ATTRIBUTED TO CANTABER (CONIMBRIGA, PROV. LUSITANIA, PORTUGAL)

Virgílio Hipólito Correia¹, Pedro Valério², M. Fátima Araújo² & Rafaela Alves³

Abstract

The study of materials from Casa de Cantaber (p-EDXRF and micro-EDXRF), in Conimbriga, allows to contextualize the traces of metallurgical activity there known in the process of refining gold by liquidation.

The context chronology (5th century AD) is presented; its implantation in the building is discussed; and the conclusions that can be drawn from it are presented.

Keywords: Conimbriga, late-Roman, metallurgy, liquation, gold

1 - INTRODUÇÃO

A partir de 1930 foi escavada uma área residencial em Conimbriga, designada primeiramente por “Palácio intra-muros” e, mais recentemente por “Casa atribuída a Cantaber” (CORREIA, 1935; DGEMN, 1948), onde se vieram a identificar alguns vestígios de actividade metalúrgica.

As condições da escavação original levaram à remoção, sem registo, de muitas das evidências da ocupação tardia, mas sobreviveram os restos de um forno, que escavações posteriores vieram a identificar como estando associado a um silo, um dos vários reconhecidos na área da casa. Estas evidências estão parcialmente publicadas (DE MAN 2006, p. 129-140).

As escavações dos anos de 1930 na Casa atribuída a Cantaber, nas condições e com a metodologia que foram conduzidas, resultaram na remoção sem registo de toda a evidência de ocupações contemporâneas da utilização da casa e posteriores, já que, ao serem conduzidas intencionalmente até aos níveis de identificação das construções originais, removeram todo o restante.

Nesta circunstância, o forno metalúrgico identificado em C 22A sobreviveu à escavação, mas as escavações arqueológicas de 1995-1998 apenas puderam registar a presença de alguns silos com material tardio, já que as

¹ Museu Monográfico de Conimbriga, Condeixa-a-Velha 3150-150 CONDEIXA, Portugal, Museu Nacional, Centro de Estudos Clássicos e Humanísticos UC. virgiliocorreia@mmconimbriga@dgpc.pt

² Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares, Instituto Superior Técnico, UL.

³ Mestrado em Arqueologia e Território, Faculdade de Letras, UC.

evidências localizadas a níveis superiores aos pavimentos originais da casa tinham sido obliteradas (CORREIA, 2001, p. 86). A presença desses silos faz parte de um fenómeno generalizado de internalização, na área urbana, dos processos de gestão de resíduos sólidos (REIS *et al.*, 2011, p. 196-198).

Podem actualmente identificar-se quatro contextos relevantes para a caracterização das actividades metalúrgicas levadas a cabo na casa:

1. Os restos de um forno conservados em C 22A, e nomeadamente a extensa camada de deposição metálica depositada numa das suas paredes.
O forno foi construído, essencialmente, com materiais cerâmicos de construção reutilizados (incluindo quer tijolos, quer *tegulae*), composto por dois muretes, um dos quais adossado à parede do compartimento e o outro paralelo; no topo da câmara de combustão assim desenhada, um tijolo colocado transversalmente limita o espaço. Perderam-se quaisquer aspectos significativos da fornalha, mas as dimensões globais parecem estar conservadas.
2. O silo localizado no canto NE do mesmo compartimento (entre o extradorso do forno e o canto da sala) cujo enchimento incluía restos de escória e restos ósseos que foram datados radiocarbonicamente (DE MAN & SOARES, 2007, p. 288. Tabela 1).
3. Outro silo localizado em C 21, cuja datação radiocarbónica (*id. ibid.*) é genericamente coincidente com a anterior, ainda que não se tenham registado vestígios de actividade metalúrgica.

Tabela 1 – Datações radiocarbónicas da Casa de Cantaber (segundo DE MAN e SOARES 2007, p. 288)

Ref. Lab.	Proveniência	$\delta^{13}C$ (‰)	Data 14C (BP)	Data calibrada (cal AD)	
				1 σ	2 σ
Sac-2109	C34-silo 1996 (1)	-21,5	1200±45	770-890	690-960
Sac-2107	C21-silo B (2)	-20,0	1550±40	435-555	425-595
Sac-2070	C22-silo A (1)	-23,1	1610±50	410-530	330-570

4. Um contexto situado no peristilo (C 11), localizado no que provavelmente foi o resto de um silo de limites não registados, que incluía um significativo conjunto de fragmentos de cerâmica utilitária, escória e um pequeno cadinho de fundição (Fig. 1A). A localização deste contexto obriga a assumir que a utilização do implúvio central como lixeira é posterior à sua inutilização como tanque decorativo, facto esse que corresponde a um contexto onde se identificaram dois enterramentos com moedas de ouro de Arcádio, que outras considerações levam a considerar como contemporâneo dos saques suévicos de 465-468 (CORREIA, 1935, p. 4; RUIVO, n.p.). As cerâmicas aí recolhidas (Hayes forma 99; 1972, 155, entre outras) permitem apontar uma cronologia para o contexto a partir do primeiro quartel do séc. VI.

2 – CARACTERIZAÇÃO DAS ACTIVIDADES METALÚRGICAS

2.1 – Metodologia

As observações por microscopia óptica no cadinho cerâmico (C11-1) e nas amostras de escória (C22-1, C22-2, C22-3 e C22-4) foram efectuadas num equipamento Zeiss Discovery V20 com uma ampliação máxima de 150x. As análises elementares por p-EDXRF das amostras de escória envolveram um espectrómetro portátil

Bruker S1 TITAN 600 equipado com uma ampola de raios X com ânodo de Rh, um colimador de 5 mm e um detector de Si (SSD). De forma a otimizar a identificação dos diversos elementos químicos, as escórias foram medidas com diferentes condições de análise: condição 1 – filtro de Ti/Al, 30 kV de diferença de potencial, 23 µA de intensidade de corrente e 60 s de tempo de medição; condição 2 – filtro de Cu/Ti/Al, 50 kV, 25 a e 60 s; e condição 3 – 15 kV, 22 µA e 60 s. Em seguida, a quantificação foi efectuada mediante uma calibração interna (GeoExploration/Oxide3phase) devendo os valores obtidos serem considerados apenas indicativos devido à elevada variabilidade composicional deste tipo de amostras. Os mapeamentos elementares por micro-EDXRF em escórias seleccionadas (C22-1 e C22-3) foram efectuados num espectrómetro ArtTAX Pro equipado com uma ampola de raios X com ânodo de Mo, sistema de policapilares para focagem do feixe primário (~0,1 mm de diâmetro da área de análise) e detector Si-SSD com resolução de 160 eV a 5,9 keV. As análises foram realizadas com 40 kV, 600 µA e 20 s, em áreas de diferente dimensão (0,5×0,5 mm² a 0,5×1,0 mm², com uma distância entre análises de 100 µm ou 200 µm, respectivamente). Os nódulos de metal identificados no interior do cadinho cerâmico foram igualmente analisados por micro-EDXRF utilizando 40 kV, 600 µA e 120 s. A quantificação das ligas de ouro foi efectuada mediante calibração com um padrão de referência (International Atomic Energy Agency 4), obtendo-se uma exactidão superior a 95 % (VALÉRIO *et al.*, 2019).

2.2 – Descrição dos resultados

2.2.1 – Cadinho cerâmico

Num possível silo situado na área do peristilo foi recuperado um fragmento cerâmico (C11-1; Fig. 1A), o qual corresponde ao fundo de um cadinho com a face interior escorificada e contendo numerosos nódulos metálicos (Fig. 1B).

A análise por micro-EDXRF de alguns nódulos metálicos presentes no interior do cadinho cerâmico identificou ligas de ouro-prata com algum cobre (Tabela 1). A variabilidade composicional destas ligas de ouro (Au com 7,8 a 10,3 % Ag) sugere que o cadinho em causa teria sido utilizado num processo primário de produção de ouro, dado que a refundição de um artefacto de ouro resultaria em nódulos de composição equivalente.

Tabela 2 – Resultados da análise por micro-EDXRF de nódulos metálicos presentes no interior do cadinho cerâmico C11-1.

Referência	Au (%)	Ag (%)	Cu (%)
C11-1-A	91,3	7,8	0,89
C11-1-B	88,8	10,3	0,81
C11-1-C	88,8	9,9	1,27

2.2.2 – Escórias

Na parede interior do forno existente no contexto C22 foram recuperadas quatro amostras de escória (C22-1, C22-2, C22-3 e C22-4) cujas análises preliminares por p-EDXRF revelaram possuir uma composição química muito variável (Fig. 1C). Destaca-se o elevado teor em ferro das escórias C22-1 e C22-2, face ao elevado teor em silício das escórias C22-3 e C22-4. De referir igualmente a presença significativa de diversos metais. Neste tipo de amostras recolhidas das paredes da estrutura metalúrgica, os elementos voláteis, como o zinco e o arsénio, podem estar sobrestimados face à carga de minério, mas o mesmo não acontece para outros metais de menor volatilidade, tais como o cobre ou o níquel (CRADDOCK, 1995, p. 19).

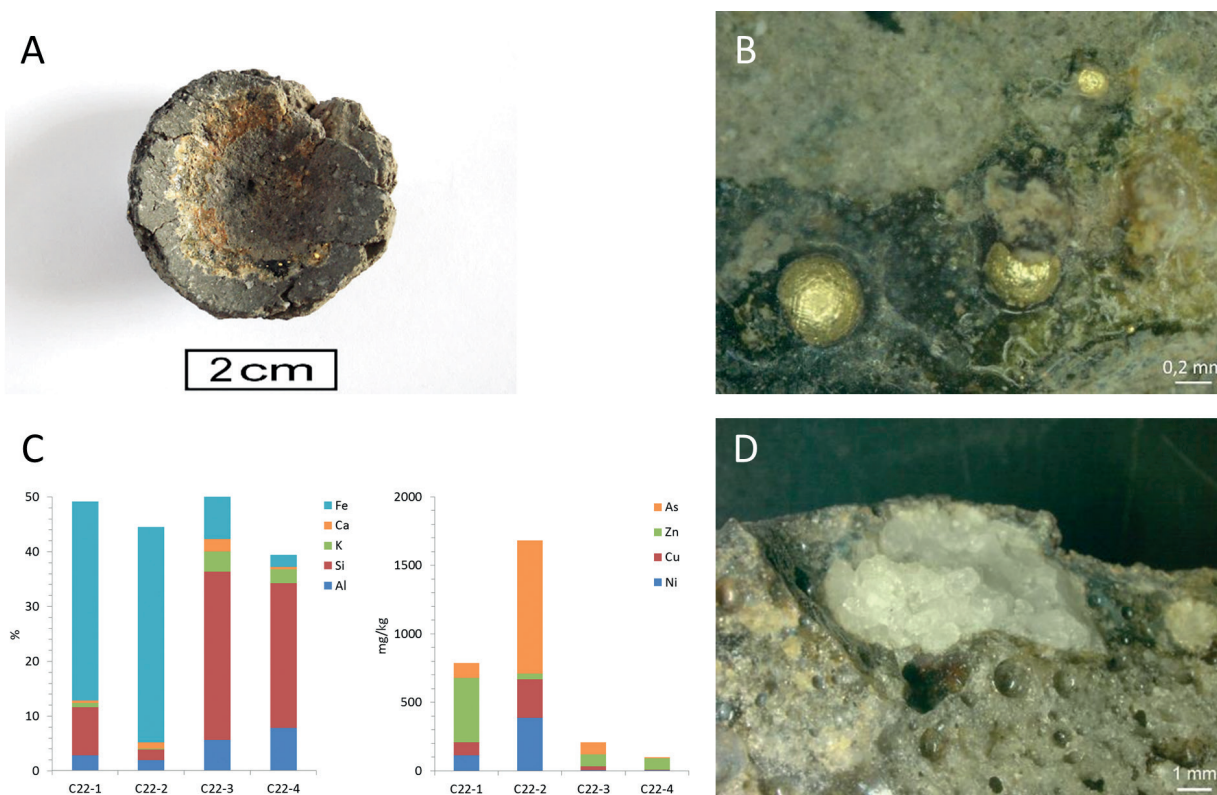


Fig. 1 – A: Cadinho C11; B: Nódulos metálicos aderentes à sua face interior; C: Resultados da análise por p-EDXRF de amostras de escória da parede do forno; D: imagem de uma inclusão de quartzo presente na amostra C22-3.

Numa das amostras (C22-3) as observações por microscopia óptica permitiram ainda identificar a presença de numerosas inclusões de quartzo (Fig. 1D), o qual seria adicionado como fundente à carga de minério, de modo a facilitar a operação de extracção de metal. Nesta amostra de escória é igualmente visível a elevada vitrificação do material.

As amostras de escória C22-1 e C22-3 foram igualmente objecto de mapeamentos por micro-EDXRF (Fig. 2). Os mapeamentos elementares evidenciaram a presença de determinadas áreas com uma maior concentração de metais (inclusões metálicas?), tais como o ferro, níquel, cobre, zinco e/ou arsénio, os quais se encontram por vezes associados (ver por exemplo a associação de Ni, Cu e As na amostra de escória C22-1 e a associação de Fe e Zn na amostra de escória C22-3). Estes resultados indicam o carácter polimetálico da carga de minério processada no referido forno.

3 – O PROCESSO DE LIQUAÇÃO

O processo de recuperação de ouro e prata de complexos polimetálicos conhecido por liquação é mencionado, em múltiplas variantes, no *De Re Metallica* de Georgius Agricola (1556, cf. HOOVER & HOOVER, 1921, p. 403-405 n.º 43 e 491 ss.), ainda que, na Antiguidade, aparentemente, tal processo não fosse entendido de forma completamente independente dos processos mais gerais da copelação (FORBES, 1964, p. 173), como se depreende das referências a esse tipo de processos em Plínio (Nat. Hist. XXXIV, 20).

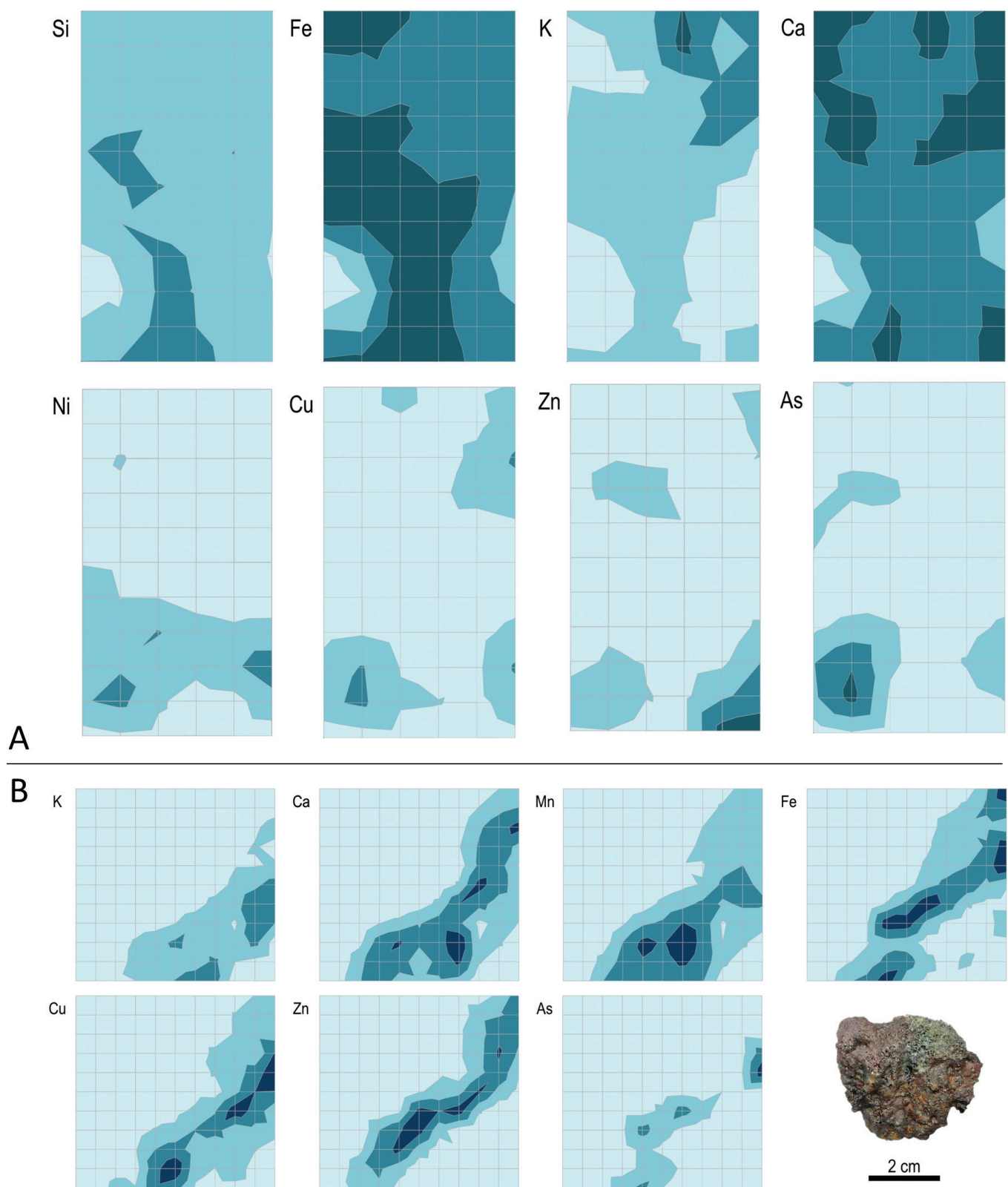


Fig. 2 – Mapeamento por micro-EDXRF. A: amostra de escória C22-1 da parede do forno (área mapeada: 0,5×1,0 mm²);
 B: amostra de escória C22-3 da parede do forno (área mapeada: 0,5×0,5 mm²).

O tratamento de minerais sulfídicos pela adição de fundente silicioso é, todavia, referido noutros estudos (DAVIES, 1935, p. 41-51; HEALY, 1978, p. 158) e associado a um processo atribuído por Agatarcides (séc. II a.C.) aos etíopes, segundo uma menção de Diodoro Sículo (*Bib. Hist.* III, 14; cf. LUCAS, 1962, p. 229). O processo (HODGES, 1964, p. 93-94) explica os vestígios conservados no forno acima referido, como a escória aderente restante da “sangria” do forno do material fundido (tornado vítreo quando arrefecido) que “purga” o metal, como é visível nos restos do cadinho.

Segundo Domergue (2008, p. 167), este processo de ustulação teria dois propósitos, sendo o objectivo principal converter os sulfuretos em óxidos para facilitar a recolha do ouro durante as etapas metalúrgicas subsequentes (ver, por exemplo, o processo sugerido para processar os minérios Au-Ag do tipo “Três-Minas”, DOMERGUE, 2008, fig. 106). O segundo objectivo seria fragilizar a ganga quartzosa de forma a facilitar a posterior trituração do minério. A reprodução desta operação de ustulação, conduzida durante 8 h a cerca de 600°C, permitiu verificar que certos pontos do forno atingiram temperaturas na ordem dos 1000°C, o que explicaria a vitrificação das escórias amostradas nas paredes do forno em estudo.

O processo antigo era feito em vaso, mas a pequena dimensão do forno (18x80x45cm = c. 63 dm³) faria com que os processos e comportamentos dos materiais não fossem muito diferentes. As análises dos pingos metálicos do cadinho mostram que se está perante uma espécie de *electrum* (cf. Plínio, *Nat. Hist.* XXXIII, 23) que poderia eventualmente ser sujeita – ou não – a uma ulterior operação de separação do ouro da prata, como é o caso do processo originalmente descrito.

4 – O SUPRIMENTO DE MINÉRIO AURÍFERO A CONIMBRIGA

Conimbriga está situada sobre a zona paleogeográfica designada de “orla mezo-cenozóica”, onde não existem mineralizações auríferas (MARTINS, 2008, p. 35-36), mas não fica muito distante da zona da faixa blastomilonítica (LOURENÇO, 1992, p. 10), de reconhecido potencial aurífero. Aliás, a distância de Conimbriga às minas de Escádia Grande (CERVEIRA, 1947, p. 245-254; OLIVEIRA, 1991, p. 9-19), onde se conhecem trabalhos romanos (CERVEIRA, 1947, p. 247-248; MARTINS, 2008, n.º 42), é apenas de cerca de 30 km; o território da *civitas* estendia-se certamente até aí e não é implausível que as fases finais da refinação do metal precioso decorressem *caput civitatis*, por duas razões complementares entre si: a logística do transporte não seria excessivamente complexa e a segurança do produto final estaria imediatamente muito melhor assegurada (cf. EDMONDSON, 1989, p. 97).

As análises conhecidas dos minérios de Escádia Grande (OLIVEIRA, 1991, p. 17, Tab. 4), definem-nos como um complexo polimetálico compatível com os vestígios identificados nas escórias da Casa atribuída a Cantaber, mas deve fazer-se notar que se trata aqui de uma mera aproximação. A actividade mineira tardo-antiga na região pode ter-se dedicado a pequenos filões que são hoje desconhecidos.

5 – CONCLUSÕES

As análises aqui apresentadas permitem interpretar os vestígios de actividades metalúrgicas na Casa atribuída a Cantaber como vestígios do processo de liquação, como forma de recuperar, a partir de minérios polimetálicos, a fracção nobre (liga de ouro/prata, *electrum*) aí contida.

Os contextos e as suas datações (quer radiocarbónicas quer contextuais) permitem centrar a datação desse processo nos quartéis centrais do séc. VI, quando Conimbriga está integrada no reino suevo, que cunhou moeda de ouro desde o reinado de Requiario (448-456. CABRAL & METCALF, 1997, p. 235).

A actividade metalúrgica aqui caracterizada, refinação de complexos polimetálicos exporados directamente de uma mina (cuja localização pode ser aproximadamente apontada, na Serra da Lousã, mas que não pode ser identificada com exactidão), oferece uma significativa comprovação arqueológica às sugestões de que de facto alguma mineração de material nobre continuou no Ocidente da Península, para além do fim do Império Romano (EDMONDSON, 1989, p. 100), as necessidades de metal nobre demasiadas para que pudessem ser supridas apenas pela reutilização de objectos antigos em desuso. Deve, aliás, ser posta em contexto, com uma certa margem de imprecisão cronológica, com a actividade da casa da moeda de Eminio (MIRANDA, 2006, p. 69-73), que bateu moeda de ouro para os monarcas visigodos, de Recaredo (586-601) a Chintila (636-640).

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi financiado pelo FEDER/Programa COMPETE 2020 e por fundos nacionais através da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) – Projecto UID/ELT/00196/2019.

Os autores agradecem igualmente a utilização do espectrómetro de micro-EDXRF ao Departamento de Conservação e Restauro (FCT-NOVA) e a colaboração de Adriaan de Man (Department of History and Archaeology, United Arab Emirates University, Dubai) e de Lídia Gil Catarino (Departamento de Ciências da Terra, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra)

REFERÊNCIAS

- CABRAL, J. M. P. & METCALF, D., (1997) – *A moeda sueva*. Porto: SPN (Anexos de Nummus 4).
- CERVEIRA, A. (1947) – Notas sobre as minas de ouro da Serra da Louzã. *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*. 6(3), p. 245-254.
- CORREIA, V. (1935) – *Conimbriga. Notícia do oppidum e das escavações nele realizadas*. Coimbra: Ed. Autor.
- CORREIA, V. H. (2001) – Conimbriga, Casa atribuída a Cantaber. *Trabalhos Arqueológicos 1995 – 1998. Conimbriga*. 40, p. 83-140.
- CRADDOCK, P. T. (1995) – *Early Metal Mining and Production*. Cambridge: The University Press.
- DAVIES, O. (1935) – *Roman mines in Europe*. Oxford: Clarendon Press.
- DE MAN, A. (2006) – Actividade metalúrgica na Casa de Cantaber. In *Actas do 3º Simpósio sobre Mineração e Metalurgia Históricas no Sudoeste Europeu*. Porto: SEDPGYM/IPPAR, p. 129-140.
- DE MAN, A. & SOARES, A. M. M. (2007) – A datação pelo radiocarbono de contextos pós-romanos de Conimbriga. *Revista Portuguesa de Arqueologia*. 10(2), p. 285-294.
- DGEMN – Direção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais (1948) – *Oppidum romano de Conimbriga*. Lisboa: DGEMN (Boletim DGEMN 52-53).
- DOMERGUE, C. (2008) – *Les Mines Antiques. La Production des Métaux aux Époques Grecque et Romaine*. Paris: Picard.
- EDMONDSON, J. C. (1989) – Mining in the Later Roman Empire and beyond: Continuity or Disruption?. *The Journal of Roman Studies*. 79, p. 84-102.

- FORBES, R. J. (1964) – *Studies in ancient technology*, vol. VIII. Leiden: E. J. Brill.
- HEALY, J. F. (1978) – *Mining and metallurgy in the Greek and Roman world*. Londres: Thames & Hudson.
- HODGES, H. (1964) – *Artefacts*. Londres: John Baker.
- HOOVER, H. C. e HOOVER, L. H. (1921) – *Georgius Agricola “De Re Metallica”*. Londres: The mining magazine.
- LOURENÇO, C.; GOINHAS, J.; MARTINS, L.; VIEGAS, L. & GONZÁLEZ, V. (1992) – *Prospecção e exploração mineira em Portugal*. Lisboa: Direcção Geral de Geologia e Minas.
- LUCAS, A., (1962) – *Ancient Egyptian materials and industries* (4^a ed.). Londres: Edward Arnold Ltd.
- MARTINS, C. M. B. (2008) – *A exploração mineira romana e a metalurgia do ouro em Portugal*. Braga: ICS Un. Minho.
- MIRANDA, J. A. G. (2006) – Numária visigoda em território português. In BARBOSA, J. P.; MIRANDA, J. A. G. (eds.), *Marcas de poder. Moedas visigodas em território português* (Cat. exp.). Lisboa: Banco de Portugal, p. 65-74.
- OLIVEIRA, J. M. S. (1991) – The role of litho geochemistry in the delineation of Au and Sn-W mineralization in schist terrains of the Gois region (Central Portugal). *Estudos, Notas e Trabalhos D.G.G.M.* 33, p. 9-19.
- REIS, M. P.; DE MAN, A.; CORREIA, V. H. (2011) – Conimbriga. In REMOLÀ Vallverdú, J. A.; ACERO Pérez, J. (eds.) *La gestión de los residuos urbanos en Hispania*. Madrid: CSIC (An. AEspA 60), p. 181-202.
- RUIVO, J. S., (n. p.) – O tesouro de solidi de Conimbriga e a circulação do ouro na cidade após o final da dominação romana. In RUIVO, J. S.; CORREIA, V. H. (eds.) *Conimbriga diripitur. Aspectos das ocupações tardias de uma antiga cidade romana*. Coimbra: Imprensa da Universidade (no prelo).
- VALÉRIO, P.; SILVA, R. J. C.; SOARES, A. M. M.; ARAÚJO, M. F.; BAPTISTA, L.; CALVO, E. (2019) – Microanalytical study of ancient gold jewelry: Mediterranean impact on the Early Iron Age technology in southwestern Iberia. *Microscopy and Microanalysis*. 25(4), p. 1061-1073.