

ESTUDOS ARQUEOLÓGICOS DE OEIRAS

Volume 35 • 2025



Editor científico: João Luís Cardoso

CÂMARA MUNICIPAL DE OEIRAS
2025

Estudos Arqueológicos de Oeiras é uma revista de periodicidade anual, publicada em continuidade desde 1991, que privilegia, exceptuando números temáticos de abrangência nacional e internacional, a publicação de estudos de arqueologia da Estremadura em geral e do concelho de Oeiras em particular, sem prejuízo daqueles que possam valorizar o conhecimento das antiguidades oeirenses, para além de contributos sobre a História da Arqueologia e de comunicações apresentadas a reuniões científicas organizadas pelo Centro de Estudos Arqueológicos do Concelho de Oeiras/Câmara Municipal de Oeiras.

Possui um Conselho Assessor do Editor Científico, assim constituído:

- Professor Doutor Nuno Bicho (Universidade do Algarve)
- Professor Doutor Alfredo Mederos Martín (Universidade Autónoma de Madrid)
- Professor Doutor Martín Almagro Gorbea (Universidade Complutense de Madrid)
- Professora Doutora Raquel Vilaça (Universidade de Coimbra)
- Professor Doutor Jorge de Oliveira (Universidade de Évora)
- Professor Doutor Mário Barroca (Universidade do Porto)

ESTUDOS ARQUEOLÓGICOS DE OEIRAS

Volume 35 • 2025 ISSN: 0872-6086

DOI: 10.5281/zenodo.15005592

EDITOR CIENTÍFICO – João Luís Cardoso
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
2730-085 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.

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

ORIENTAÇÃO GRÁFICA E

REVISÃO DE PROVAS – João Luís Cardoso e Autores

PAGINAÇÃO – César Antunes

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

DEPÓSITO LEGAL: 97312/96

NOVOS DADOS SOBRE A PROVENIÊNCIA DO COBRE DE LECEIA

NEW DATA ON THE PROVENANCE OF COPPER FROM LECEIA

Pedro Valério¹, João Luís Cardoso², Luís Cerqueira Alves¹,
António M. Monge Soares³ & Maria Fátima Araújo¹

Abstract

The archaeological site of Leceia is a Chalcolithic settlement with one of the largest amounts of metal artefacts in the Lisbon peninsula, although the absence of ores and smelting remains suggests that local metallurgical operations were essentially related to the last stages of the *chaîne opératoire*, namely the casting and forging of artefacts. In fact, the local archaeological record shows several ingots including axe-ingots, some of which bear clear traces of sectioning. Five of these ingots were analysed to establish their elemental compositions and Pb isotope signatures in order to identify the possible sources of copper used in their manufacture. Elemental results identified copper with variable contents of arsenic (up to 2.94 wt%) and very low amounts of other impurities, which compares well with the composition of local objects. Pb isotope ratios are also in line with the values previously obtained for copper prills and objects from Leceia, supporting the likely use of these ingots for the casting of local artefacts. Moreover, the most likely candidates for supplying the metal based on the ingots analysed are copper deposits located in the Linares-La Carolina mine district and also, but to a lesser extent, in mines located in the Los Pedroches Batholith and the South Portuguese Zone. This evidences a long-distance copper trade between the Portuguese Estremadura and the Southern Iberian Peninsula and implies multiple trade connections of Chalcolithic communities inhabiting this region.

Keywords: Pb isotopes; copper sources; Chalcolithic; Lisbon peninsula; Long distance trade.

1 – INTRODUÇÃO

Os materiais metalúrgicos mais antigos do sítio de Leceia (Oeiras) pertencem ao Calcolítico Inicial (Camada 3 da sequência geral) (c. 2800-2600/2500 a.C.), mas a larga maioria dos exemplares recuperados durante as campanhas de escavação realizadas entre 1983 e 2000 enquadra-se no Calcolítico Pleno/Final, c. 2600/2500-2000 a.C. (Camada 2 da sequência geral) (SOARES & CARDOSO, 1995; CARDOSO et al., 2020).

¹ Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares (C2TN), Departamento de Engenharia e Ciências Nucleares, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa. pvalerio@ctn.tecnico.ulisboa.pt; lcalves@ctn.tecnico.ulisboa.pt; faraujo@ctn.tecnico.ulisboa.pt

² Interdisciplinary Centre for Archaeology and Evolution of Human Behaviour (ICArEHB), Universidade do Algarve, Portugal; Centro de Estudos Arqueológicos do Concelho de Oeiras, Câmara Municipal de Oeiras, Portugal. cardoso18@netvisao.pt

³ Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares (C2TN), Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa. amsoares@ctn.tecnico.ulisboa.pt

Este vasto espólio metálico foi objeto de diversos estudos analíticos parcelares ao longo dos anos, os quais envolveram sobretudo a sua caracterização composicional e microestrutural (BRAGANÇA GIL et al., 1979; CARDOSO & BRAZ FERNANDES, 1995; CARDOSO & GUERRA, 1997/98; MÜLLER & CARDOSO, 2008). Mais recentemente, a totalidade da coleção foi objecto de caracterização elementar, a qual identificou uma metalurgia de cobres com teores variáveis e reduzidos de arsénio, e cuja distribuição sugere que a presença de arsénio resulta da ocorrência deste elemento nos minérios de cobre explorados (CARDOSO et al., 2020).

Relativamente ao estudo da proveniência do cobre através da determinação dos isótopos de chumbo⁴, um trabalho inicial envolvendo a análise de nódulos metálicos e artefactos de Leceia apontou para a exploração de depósitos de cobre da ZOM (Zona de Ossa-Morena) (MÜLLER & CARDOSO, 2008). Considerando o elevado número de estudos efetuado desde então sobre depósitos de cobre da Península Ibérica, bem como o acesso simplificado a uma base de dados mais completa do que aquela então existente e utilizada, foi considerada a vantagem de proceder a uma reapreciação dos dados isotópicos existentes (VALÉRIO et al., 2023a). Este novo estudo sugere uma origem mais distante para o cobre que era importado pelas comunidades calcolíticas da península de Lisboa, podendo este metal em parte ser proveniente da ZCI (Zona Centro-Ibérica). Outra parte também poderia ser originária de depósitos situados na ZOM e na ZSP (Zona Sul Portuguesa), embora a origem principal ou mais frequente estivesse possivelmente localizada nas mais longínquas minas andaluzas da ZCI.

O presente estudo tem a intenção de aprofundar o conhecimento sobre a origem do cobre utilizado no povoado calcolítico fortificado de Leceia através da caracterização elementar e de isótopos de chumbo de lingotes ali recuperados. Foram realizadas microanálises elementares por espectrometria de emissão de raios X induzida por partículas (micro-PIXE) e as razões isotópicas de chumbo foram determinadas por espectrometria de massa com plasma acoplado por indução (MC-ICP-MS). As razões de isótopos de chumbo ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ e $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$) determinadas para estes lingotes foram depois comparadas com uma base de dados de minérios de cobre (TOMCZYK, 2022) e cruzadas com informações de natureza arqueológica para identificar as possíveis fontes de abastecimento do cobre respeitantes a este importante sítio arqueológico do Calcolítico peninsular.

2 – ARTEFACTOS

Foram selecionados para estudo 5 lingotes incompletos, apresentando um deles parte do gume original do exemplar (Fig. 1, LC-6). Alguns destes artefactos mostram claras evidências de seccionamento, tais como as marcas de cinzel no exemplar LC-8, muito provavelmente resultantes da remoção de matéria-prima para a fundição de novos artefactos (Fig. 1, LC-8).

3 – MÉTODOS ANALÍTICOS

A preparação dos artefactos para determinação da sua composição química envolveu o corte de duas pequenas amostras. A primeira amostra foi montada em resina epóxi e polida, sendo assim analisada por

⁴ A base científica sobre a utilização de isótopos de chumbo na área da arqueometalurgia, bem como uma resenha histórica da sua utilização no território nacional foi recentemente apresentada (VALÉRIO et al., 2023a).

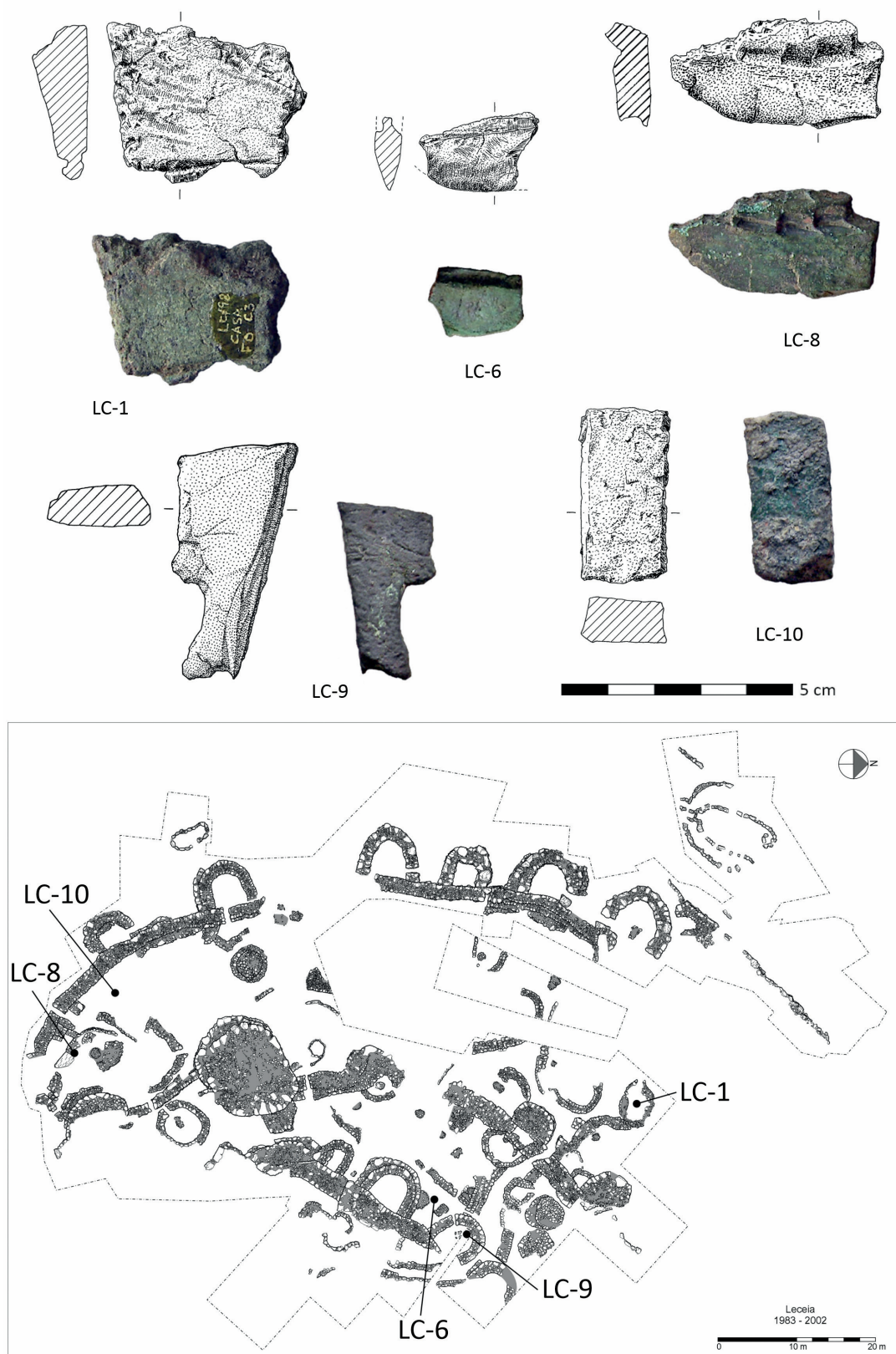


Fig. 1 – Os lingotes analisados do povoado calcolítico de Leceia e sua localização na área escavada. Note-se as marcas de cinzel no exemplar LC-8, bem como as evidências de corte no LC-9. Todos os lingotes provêm de contextos do Calcolítico Pleno/Final, excepto o exemplar LC-1, que provém de contexto do Calcolítico Inicial, conforme locais de recolha a seguir indicados: LC-1, LC/98 cabana FO, Camada 3; LC-6, LC/88 estrutura P, Camada 2; LC-8, LC/93 sobre FB, Camada 2; LC-9, LC/86 bastião C, Camada 2; LC-10, LC/90 lajeado EL, Camada 2.

micro-PIXE no acelerador de Van de Graaff do Instituto Superior Técnico. Os detalhes da metodologia de preparação de amostra e análise química encontram-se publicados (VALÉRIO et al., 2023b). A segunda amostra foi enviada para o *Servicio General de Geocronología y Geoquímica Isotópica (Universidad del País Vasco)*, onde foram determinadas as razões de isótopos de chumbo através da técnica de MC-ICP-MS. Os detalhes metodológicos desta técnica analítica podem ser consultados em SOARES et al. (2020).

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os cinco lingotes analisados são constituídos por cobre com teores muito variáveis de arsénio (0,08 – 2,94 % As) e vestígios de ferro (<0,03 %) (Tabela 1), sendo que dois dos lingotes são cobres puros (Fig. 1, LC-8 e LC-10), outros dois são cobres com impurezas de arsénio (LC-6 e LC-9) e um corresponde a cobre arsenical (LC-1). Deve ser referido que a classificação deste último exemplar como cobre arsenical não significa que se atribua intencionalidade na produção desta liga, trata-se apenas de designação que resulta do facto de utilizarmos o teor de 2 % de arsénio como fronteira entre cobres e cobres arsenicais⁵.

Tabela 1 – Composição elementar dos lingotes de Leceia

Referência	Massa (g)	Cu (%)	As (%)	Pb (%)	Fe (%)
LC-1	63	97,0	2,94	<0,02	<0,03
LC-6	12	98,4	1,47	<0,02	<0,03
LC-8	43	99,8	0,09	<0,02	<0,03
LC-9	27	98,6	1,26	<0,02	<0,03
LC-10	44	99,9	0,08	<0,02	<0,03

A análise recente da vasta coleção de artefactos de Leceia indicou que cerca de 90 % dos exemplares apresenta um teor de arsénio inferior a 3 % (CARDOSO et al., 2020). Deste modo, a gama de teores de arsénio identificada no pequeno conjunto de lingotes agora analisado (0,08-2,94 % As) enquadra-se perfeitamente na distribuição dos teores de arsénio dos restantes exemplares de Leceia. Esta semelhança constitui indicação de que estes lingotes terão sido utilizados na manufatura de alguns dos utensílios recuperados no povoado.

Já a determinação das razões de isótopos de chumbo poderá fornecer elementos complementares para esta discussão. Assim sendo, os valores obtidos para os lingotes agora em estudo (Tabela 2) foram comparados com valores anteriormente publicados para alguns artefactos e nódulos metálicos recuperados neste sítio arqueológico (MÜLLER & CARDOSO, 2008).

Tabela 2 – Razões de isótopos de chumbo dos lingotes de Leceia

Artefacto	Referência	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$
Lingote	LC-1	18,2639	15,6421	38,4278	2,10402	0,85645
Lingote	LC-6	18,3444	15,6583	38,3975	2,09315	0,85358
Lingote	LC-8	18,3152	15,6498	38,3750	2,09525	0,85447
Lingote	LC-9	17,6625	15,5953	37,5868	2,12806	0,88296
Lingote	LC-10	18,2378	15,6509	38,3331	2,10185	0,85816

⁵ A problemática envolvendo a produção das ligas de cobre arsenical na Península Ibérica durante a pré-história encontra-se fora do âmbito deste trabalho, mas pode ser consultada em ROVIRA & MONTERO-RUIZ, 2013; VALÉRIO et al., 2020.

A representação gráfica das assinaturas de isótopos de chumbo do conjunto de lingotes analisados evidencia a aparente existência de um *outlier* (LC-9) e de um grupo constituído pelos exemplares LC-1, LC-6, LC-8 e LC-10 (Fig. 2). Este grupo apresenta valores semelhantes entre si, bem como uma boa correspondência com as assinaturas isotópicas de alguns dos artefactos e nódulos metálicos anteriormente analisados. No caso do lingote LC-9 esta relação não existe, mas o conjunto de artefactos anteriormente analisados apresenta igualmente um possível *outlier*, o fragmento A11 (VALÉRIO et al., 2023a), cujas razões isotópicas de chumbo se aproximam dos valores deste lingote. Os resultados destes dois exemplares indicam a utilização de fontes de cobre de origem distinta do conjunto principal, evidenciando desde logo a exploração de diferentes regiões mineiras ou, pelo menos, de distintos depósitos de cobre.

A identificação das possíveis origens das fontes de cobre exploradas para obter os lingotes de Leceia foi obtida através da comparação das suas assinaturas isotópicas com as dos minérios de cobre presentes numa base de dados recentemente publicada (TOMCZYK, 2022), a qual integra a base de dados IBERLID referente à Península Ibérica (GARCÍA de MADINABEITIA et al., 2021). Foram seleccionados os minérios de cobre com uma reduzida distância Euclideana ($d < 0,05$) para cada lingote, e cujas razões isotópicas de chumbo se encontrem no intervalo de $\pm 0,15$ % dos valores correspondentes ao lingote em análise.

4.1 – Lingote LC-1

As razões de isótopos de chumbo do lingote LC-1 apresentam vizinhos Euclideanos em diversos minérios de cobre do distrito

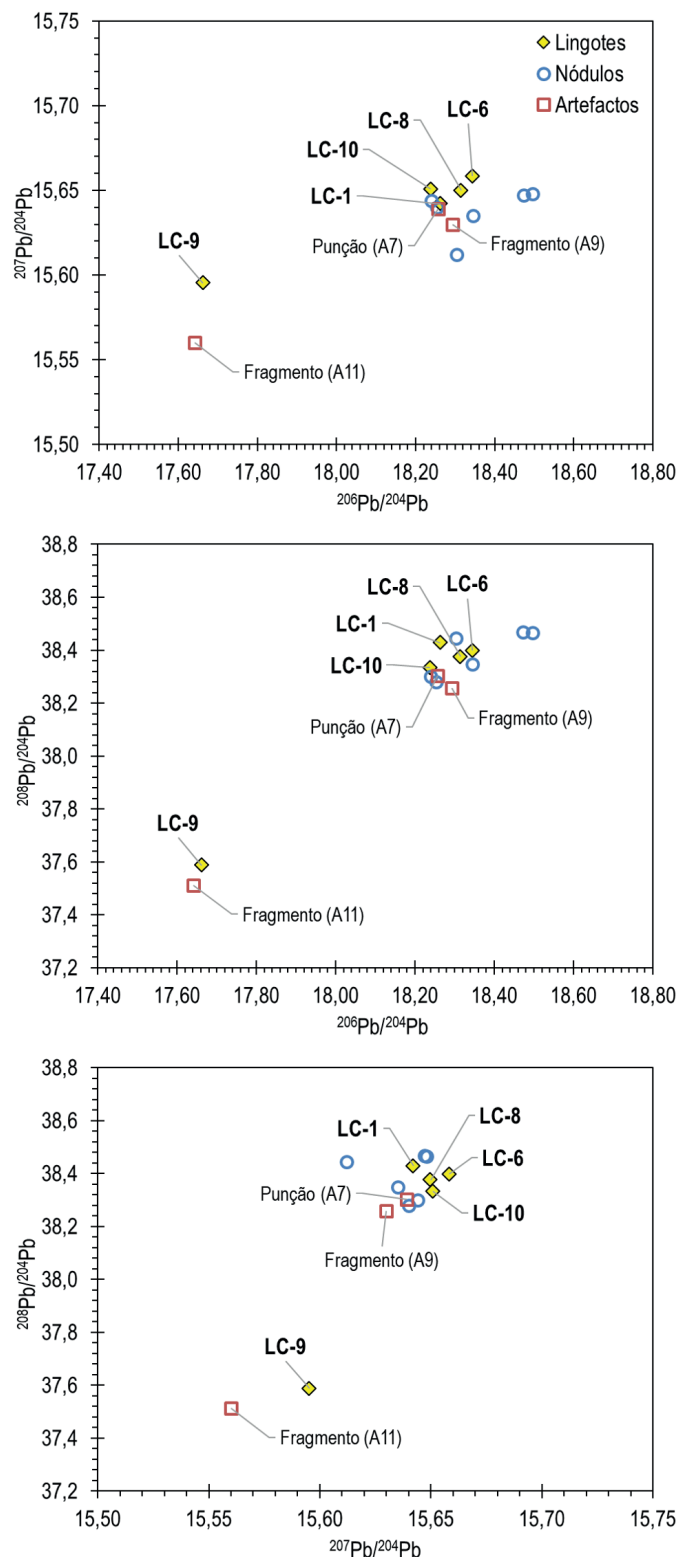


Fig. 2 – Razões de isótopos de chumbo dos lingotes comparadas com nódulos metálicos e artefactos de Leceia previamente estudados (resultados de nódulos metálicos e artefactos com menor precisão, ou seja, com um desvio-padrão significativamente superior a 0,1%, não foram considerados, seg. MÜLLER & CARDOSO, 2008).

mineiro de Linares-La Carolina, Jaén (ZCI) (Fig. 3). Os depósitos de cobre com valores mais próximos deste lingote são provenientes das minas La Buena-La Mala (Vilches, $d = 0,008$), Las Riscas (Linares, $d = 0,010$), Valdeinfierno-San Arturo (Carboneros, $d = 0,023$) e Medianeria (Villanueva de la Reina, $d = 0,027$) (SÁEZ et al., 2021). Foi ainda encontrada uma boa correspondência com a mina de Quita Pellejo (Obejo, $d = 0,032$) localizada na ZOM, bem como com a mina Preciosa (Paymogo, $d = 0,035$) situada na ZSP (SÁEZ et al., 2021). No entanto, estas duas últimas minas apresentam uma assinatura de isótopos de chumbo mais afastada do lingote LC-1 (ver Fig. 3), pelo que a origem do cobre deverá situar-se no distrito mineiro de Linares-La Carolina, apesar da sua maior distância da península de Lisboa. Para além disso, deverá ser referido que muitas daquelas minas situadas na bacia do Guadalquivir apresentam evidências arqueológicas da sua exploração pelas primeiras sociedades com metalurgia (SÁEZ et al., 2021).

4.2 – Lingotes LC-6 e LC-8

O cobre dos lingotes LC-6 e LC-8 tem uma das suas origens mais prováveis na mina de A. Tomilloso, Los Pedroches ($d = 0,031$ e $0,020$, respetivamente) (Fig. 4), situada na ZCI (KLEIN et al., 2009). A assinatura isotópica do lingote LC-6 apresenta também uma similitude com o da mina de cobre de La Sultana, Huelva ($d = 0,036$) localizada na Zona de Ossa-Morena (STOS-GALE et al., 2009), enquanto que o exemplar LC-8 aponta para as minas de Cortes Pereiras (Alcoutim, $d = 0,027$) e Cova dos Mouros, Alcoutim ($d = 0,028$), ambas situadas na ZSP (SÁEZ et al., 2021). Neste caso, as distâncias euclidianas são muito semelhantes, pelo que nenhuma

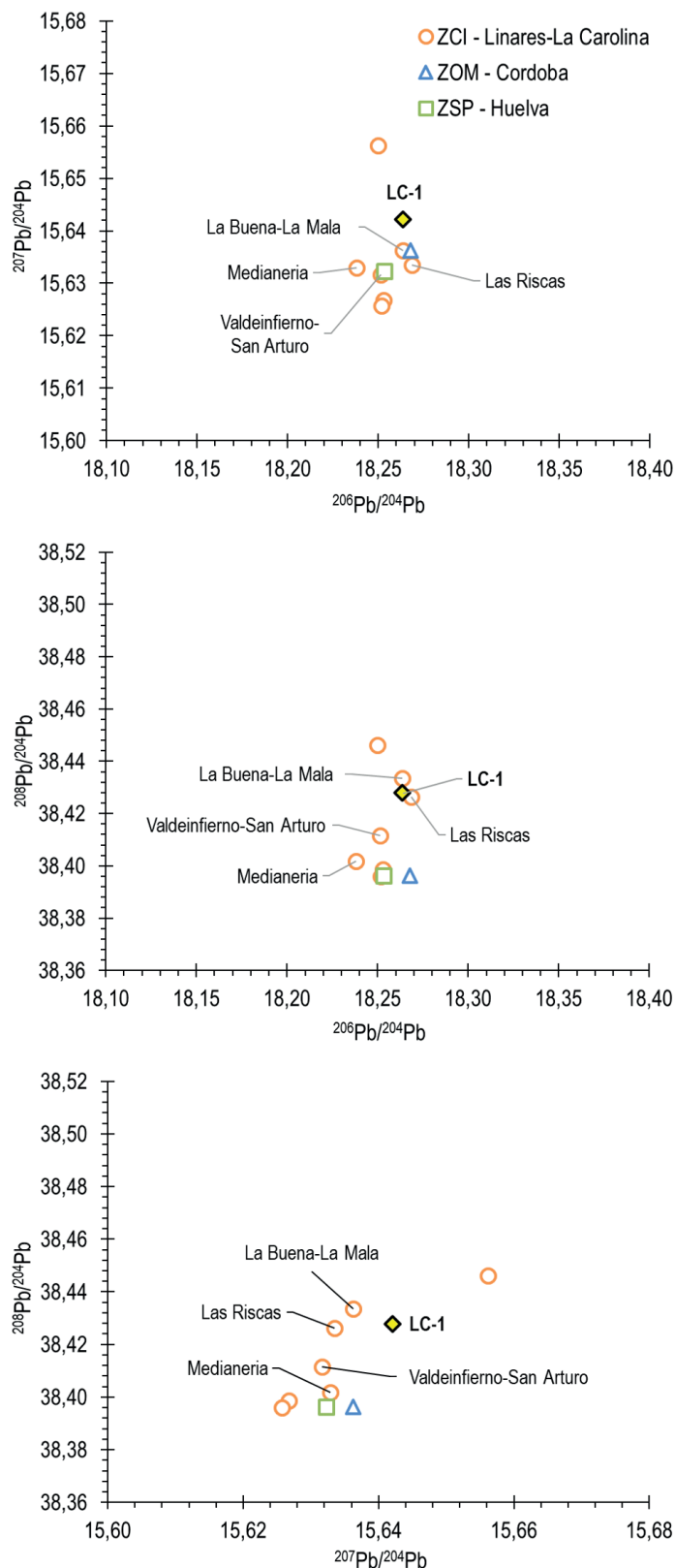


Fig. 3 – Razões de isótopos de chumbo do lingote LC-1 de Leceia comparadas com os minérios de cobre compatíveis (vizinhos Euclidianos mais próximos recolhidos da base de dados de TOMCZYK, 2022).

das possíveis fontes identificadas pode ser destacada. Por outro lado, poderá ser valorizado o facto de ambos os lingotes apontarem para a região mineira de Los Pedroches, bem como a proximidade desta área com o distrito mineiro de Linares-La Carolina, indicado como a origem provável do cobre do lingote LC-1.

4.3 – Lingote LC-10

O lingote LC-10 tem todos os seus vizinhos Euclidianos mais próximos na ZSP (Fig. 5). Estes são a mina de Aznalcollar na região de Sevilha ($d = 0,021$) (HUNT ORTIZ, 2003) e, na região de Huelva, as minas de Romanera ($d = 0,030$) e de Cabezas Sandino ($d = 0,045$) (SÁEZ *et al.*, 2021), assim como as minas de Monte Romero ($d = 0,032$) e de Rio Tinto ($d = 0,036$) (HUNT ORTIZ, 2003). Deve ser destacado que todos estes depósitos de cobre se situam em território espanhol, o que parece sugerir a reduzida utilização das minas de cobre do sul do território nacional durante este período inicial da metalurgia pré-histórica.

4.4 – Lingote LC-9

Para o lingote LC-9 (o aparente *outlier*) não foram encontrados minérios de cobre com assinaturas de isótopos de chumbo compatíveis na Península Ibérica. O minério de cobre com valores mais próximos pertence a uma amostra de minério da mina de Valgrana em Itália ($d = 0,049$) (GIUNTI, 2011). No entanto, considerando a antiguidade do período cronológico em causa e sublinhando o ainda reduzido número de dados sobre minérios de cobre da região sul de Portugal, parece-nos mais provável que o metal deste lingote provenha de fonte de cobre ainda não caracterizada.

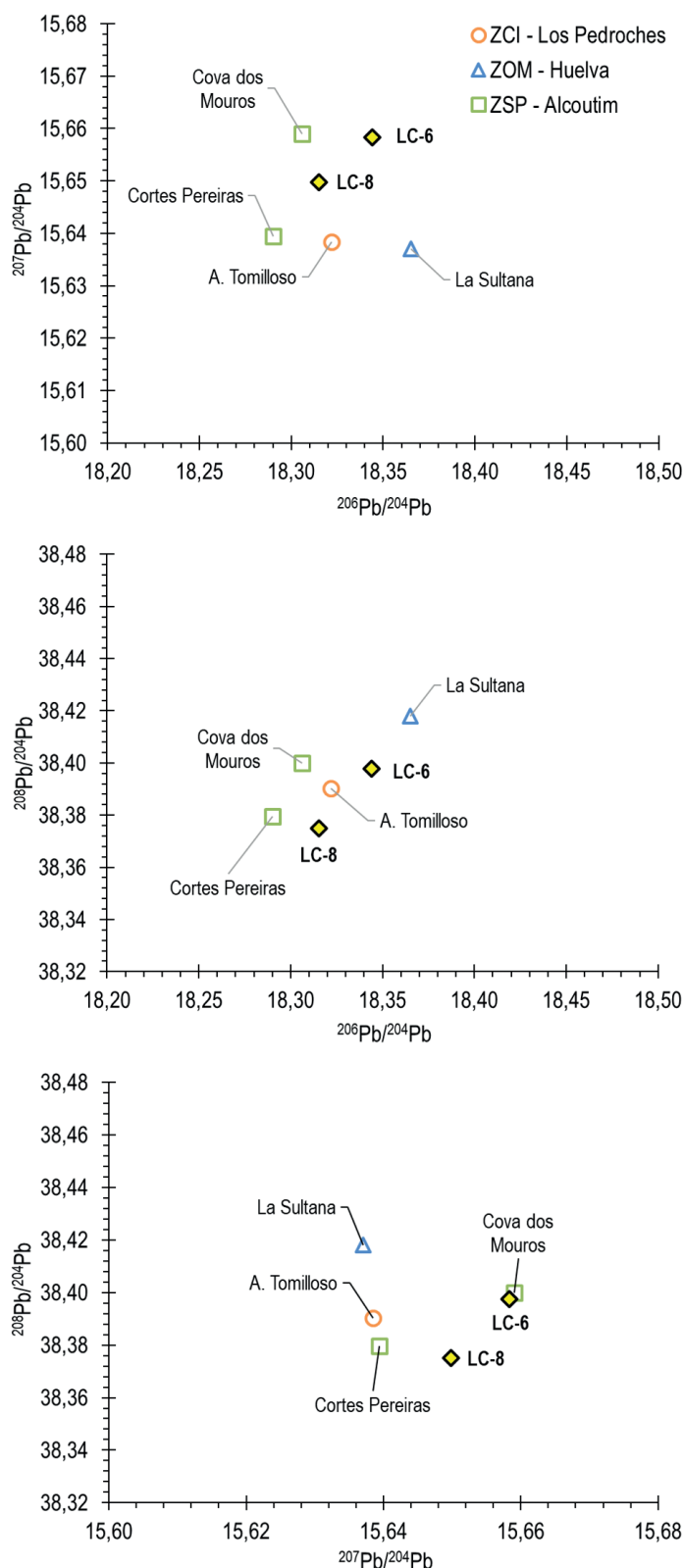


Fig. 4 – Razões de isótopos de chumbo dos lingotes LC-6 e LC-8 de Leceia comparadas com os minérios de cobre compatíveis (vizinhos Euclidianos mais próximos recolhidos da base de dados de TOMCZYK, 2022).

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A composição química dos lingotes de Leceia agora analisados aponta para cobres com valores variáveis e reduzidos de arsénio (< 3 % As), apresentando grandes semelhanças com a composição da generalidade dos exemplares da vasta coleção de artefactos recuperados neste povoado calcolítico. De igual modo, as razões de isótopos de chumbo destes lingotes e dos artefactos e nódulos anteriormente analisados apresentam valores comparáveis, reforçando a utilização daqueles lingotes para a manufatura de alguns dos utensílios de Leceia.

Relativamente à origem do cobre importado para este povoado da península de Lisboa, a reapreciação recente das assinaturas de isótopos de chumbo disponíveis para Leceia tinha já apontado para a Zona Centro-Ibérica como a sua origem principal. Estes novos resultados vêm reforçar essa conclusão, mais especificamente a utilização das minas de cobre andaluzas, designadamente os depósitos de cobre dos distritos mineiros de Linares-La Carolina e de Los Pedroches. A Zona Sul Portuguesa e a Zona de Ossa-Morena também poderão ser a origem de algum do cobre recuperado no povoado, mas serão os depósitos mineiros da longínqua área sul oriental da Zona Centro-Ibérica as principais fontes do metal de Leceia.

Os resultados obtidos sugerem assim a existência de redes de longa distância durante o 3.º milénio a.C. para o abastecimento de cobre da península de Lisboa, envolvendo diversas regiões do sul da Península Ibérica. Por último, importa referir que a ausência de dados sobre fontes de cobre compatíveis com um dos lingotes agora analisados (e um dos artefactos anteriormente estudados) reforça a importância

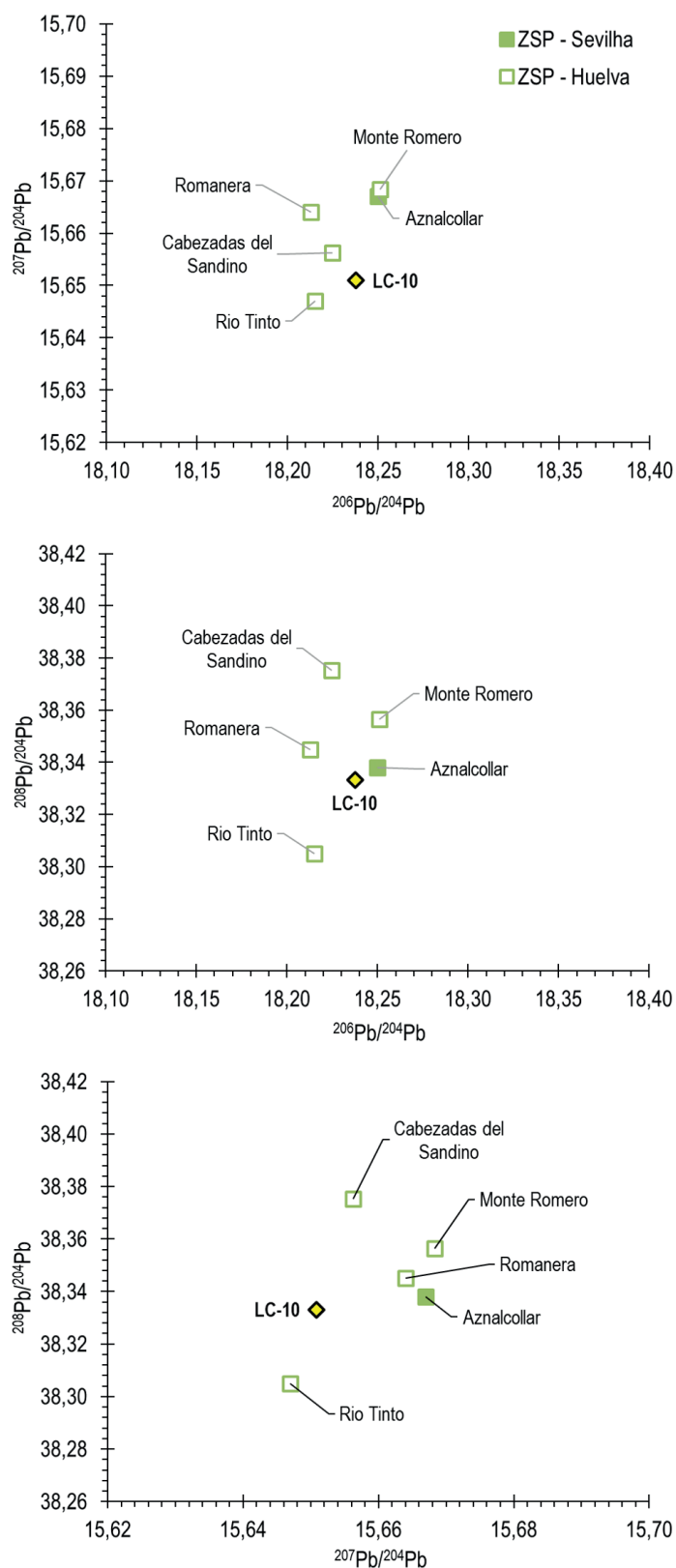


Fig. 5 – Razões de isótopos de chumbo do lingote LC-10 de Leceia comparadas com os minérios de cobre compatíveis (vizinhos Euclidianos mais próximos recolhidos da base de dados de TOMCZYK, 2022).

da continuação da investigação nesta área. Tal deverá dar especial importância à caracterização das minas do sul de do actual território português, por forma a aprofundar o conhecimento sobre as redes de troca e, por conseguinte, dos contactos das comunidades calcolíticas do sudoeste da Península Ibérica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o financiamento concedido pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia através do Projeto Estratégico do Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares (UIDB/04349/2020). Os autores gostariam também de agradecer o apoio técnico e humano prestado na análise de isótopos de chumbo pelo *Servicio General de Geocronologia y Geoquímica Isotópica da Universidad del País Vasco* (SGIker, UPV/EHU/ERDF, EU).

BIBLIOGRAFIA

- BRAGANÇA GIL, F.; FERREIRA, G. & CARDOSO, J. L. (1979) – Análise por fluorescência de raios X de peças de cobre do Castro de Leceia. *Setúbal Arqueológica*. 5, p. 103-116.
- CARDOSO, J. L.; BOTTAINI, C.; MIRÃO, J.; SILVA, R. J. & BORDALO, R. (2020) – O espólio metálico do povoado pré-histórico de Leceia (Oeiras) inventariação e estudo analítico. *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. 26, p. 41-66.
- CARDOSO, J. L. & BRAZ FERNANDES, F. (1995) – Estudo arqueometalúrgico de um lingote de cobre de Leceia (Oeiras). *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. 5, p. 153-164.
- CARDOSO, J. L. & GUERRA, F. (1997/1998) – Análises químicas não destrutivas do espólio metálico do povoado pré-histórico de Leceia, Oeiras e seu significado no quadro da intensificação económica Calcolítica da Estremadura portuguesa. *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. 7, p. 61-87.
- GARCÍA de MADINABEITIA, S.; GIL IBARGUCHI, J. I & SANTOS ZALDUEGUI, J. F. (2021) – IBERLID: A lead isotope database and tool for metal provenance and ore deposits research. *Ore Geology Reviews*. 137, 104279.
- GIUNTI, I. (2011) – *Geochemical and isotopic tracers in copper deposits and ancient artifacts: a database for provenance*. Tese de Doutoramento em Ciências da Terra, Università degli Studi di Padova, Padova.
- HUNT ORTIZ, M. A. (2003) – Prehistoric mining and metallurgy in south west Iberian Peninsula. Oxford: Archaeopress.
- KLEIN, S.; DOMERGUE, C.; LAHAYE, Y.; BREY, G. & VON KAENEL, H. (2009) – The lead and copper isotopic composition of copper ores from the Sierra Morena (Spain). *Journal of Iberian Geology*. 35, p. 59-68.
- MÜLLER, R. & CARDOSO, J. L. (2008) – The origin and use of copper at the Chalcolithic fortification of Leceia (Oeiras, Portugal). *Madrider Mitteilungen*, 49, p. 64-93.
- ROVIRA, S. & MONTERO-RUIZ, I. (2013) – Iberia: Technological development of prehistoric metallurgy. In BURMEISTER, S.; HANSEN, S.; KUNST, M. & MÜLLER-SCHNEEBEL, N. (eds.), *Metal Matters. Innovative Technologies and Social Change in Prehistory and Antiquity*. Rahden/Westf.: Leidorf, p. 231-239.
- SÁEZ, R.; NOCETE, F.; GIL IBARGUCHI, J. I.; RODRÍGUEZ-BAYONA, M.; INACIO, N.; QUISPE, D.; RODRÍGUEZ, J. & SANTOS ZALDUEGUI, J. F. (2021) – A lead isotope database for copper mineralization along the Guadalquivir River Valley and surrounding areas. *Journal of Iberian Geology*. 47, p. 411-427.

- SOARES, A. M. M. & CARDOSO, J. L. (1995) – Cronologia absoluta para as ocupações do Neolítico final e do Calcolítico inicial do povoado pré-histórico de Leceia (Oeiras). *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. 5, p. 263-276.
- SOARES, A. M. M.; VALÉRIO, P.; GOMES, S. S.; MATALOTO, R.; SOARES, S. M.; SILVA, R. J. C. & SOARES, R. M. (2020) – A first appraisal on copper sources for Chalcolithic settlements in southern Portugal using Pb isotope analysis. *Journal of Archaeological Science: Reports*. 33:102481.
- STOS-GALE, Z. A. & GALE, N. H. (2009) – Metal provenancing using isotopes and the Oxford archaeological lead isotope database (OXALID). *Archaeological and Anthropological Sciences*. 1, p. 195-213.
- TOMCZYK, C. (2022) – A database of lead isotopic signatures of copper and lead ores for Europe and the Near East. *Journal of Archaeological Science*. 146, 105657.
- VALÉRIO, P.; CARDOSO, I. P.; SANTIAGO, M.; ARAÚJO, M. F.; ALVES, L. C.; GONÇALVES, M. A. & MATALOTO, R. (2020) – Microanalytical study of copper ores from the Chalcolithic settlement of São Pedro (Portugal): Copper production in south-western Iberian Peninsula. *Archaeometry*. 62(2), p. 314-328.
- VALÉRIO, P.; CARDOSO, J. L. & SOARES, A. M. M. (2023a) – Revisitando a proveniência do cobre usado em Leceia. *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. 32, p. 61-74.
- VALÉRIO, P.; SOARES, J.; ALVES, L. C.; SILVA, R. J. C.; ARAÚJO, M. F. & TAVARES da SILVA, C. (2023b) – Chalcolithic copper production and use in the western end of the Iberian Peninsula: The testimony of Castro de Chibanes (Portugal). *Journal of Archaeological Science: Reports*. 48, 103868.