ESTUDOS DO QUATERNÁRIO / QUATERNARY STUDIES
Nº 26, APEQ, 2026, pp. 105-115 | DOI: doi.org/10.30893/eq.v0i26.260

Received: May 6th , 2026 Accepted: November 10th, 2026

Produção metalúrgica na Proto-história do litoral norte de Portugal: novos dados a partir de uma abordagem analítica

Carlo Bottaini(1), Nuno Oliveira(2), César Oliveira(3)

Resumo

Este estudo apresenta dados analíticos de um conjunto reduzido de vestígios associados à metalurgia do cobre, provenientes dos povoados proto-históricos de Santo António e Santa Luzia (Viana do Castelo, litoral norte de Portugal), com cronologias propostas entre o Bronze Final e a Idade do Ferro Recente. Foram analisados três fragmentos de cadinho com resíduos metálicos aderentes e um cone de fundição. O cone foi caracterizado por fluorescência de raios X portátil (XRF), enquanto os resíduos dos cadinhos foram examinados por microscopia eletrónica de varrimento com espectroscopia de dispersão de energia de raios X (SEM-EDS). Estes procedimentos visaram a caracterização dos materiais e a avaliação do seu contributo para o conhecimento das práticas metalúrgicas documentadas nestes povoados.

O conjunto documenta a presença de atividade metalúrgica em ambos os povoados e contribui para a discussão do processamento de metais à base de cobre, nomeadamente do papel do chumbo e da disponibilidade de estanho no litoral norte de Portugal durante a Proto-história. Embora reduzido, o material aqui estudado amplia os dados analíticos, ainda pontuais, relativos à metalurgia proto-histórica desta região. Futuros avanços requerem o alargamento do *corpus*, a realização de estudos metalográficos e a obtenção de datações absolutas.

Palavras-chave: Proto-história, Litoral Norte de Portugal, Metalurgia à base de cobre, Resíduos de produção, Arqueometalurgia.

Abstract

This study presents analytical data from a small assemblage of copper metallurgy-related remains from the protohistoric settlements of Santo António and Santa Luzia (Viana do Castelo, on the northern coast of Portugal), with proposed chronologies ranging from the Late Bronze Age to the Late Iron Age. Three crucible fragments with adhering metallic residues and one casting cone were analysed. The casting cone was characterised by portable X-ray fluorescence (XRF), while the crucible residues were examined using scanning electron microscopy coupled with energy-dispersive X-ray spectroscopy (SEM-EDS). These procedures aimed to characterise the materials and assess their contribution to our understanding of the metallurgical practices documented at these sites.

The assemblage provides evidence of metallurgical activity at both settlements and contributes to the discussion of copper-based metalworking, particularly the role of lead and the availability of tin on the northern Portuguese coast during the Protohistoric period. Although limited in size, the material examined here expands the still sparse body of analytical data on protohistoric metallurgy in this region. Further progress will require a larger *corpus*, metallographic studies, and absolute dating.

Keywords: Protohistory, Northern coast of Portugal, Copper-based metallurgy, Production residues, Archaeometallurgy.

(1) Departamento de Prehistoria y Arqueología, Universidad de Sevilla, Espanha; Laboratório HERCULES & IN2PAST – Laboratório Associado para a Investigação e Inovação em Património, Artes, Sustentabilidade e Território; Cátedra em Património Sustentável, Universidade de Évora, Portugal - carlo.bottaini@uevora.pt - https://orcid.org/0000-0003-2464-468X

(2) Membro colaborador do Lab2PT – Laboratório de Paisagem, Património e Território, Universidade do Minho, Braga, Portugal - ntco.ark@gmail.com - https://orcid.org/0000-0002-8720-9469

(3) Laboratório HERCULES & IN2PAST – Laboratório Associado para a Investigação e Inovação em Património, Artes, Sustentabilidade e Território, Universidade de Évora, Portugal - cesar.oliveira@uevora.pt - https://orcid.org/0000-0001-7172-2754

1. Introdução

O conhecimento da produção metalúrgica à base de cobre no Norte de Portugal, entre o Bronze Final e a Idade do Ferro, é desigual do ponto de vista cronológico, refletindo tanto as características do registo arqueológico como os diferentes enfoques da investigação. O Bronze Final e a transição para a Idade do Ferro estão relativamente bem documentados e têm recebido maior atenção analítica. Em contrapartida, as fases mais tardias da Idade do Ferro permanecem insuficientemente conhecidas, tanto no que respeita aos vestígios diretamente associados à produção metalúrgica – como cadinhos, moldes, cones de fundição e escórias – como aos próprios objetos metálicos.

Esta situação reflete a história da investigação. Os primeiros conjuntos metálicos de dimensão significativa do I milénio a.C. foram identificados entre o final do século XIX e inícios do século XX, em depósitos entre os mais importantes da Península Ibérica, com densas acumulações de machados de talão que, com frequência, conservavam os respetivos cones de fundição. Apesar de resultarem sobretudo de descobertas fortuitas e de carecerem de contextos arqueológicos seguros, continuam a constituir testemunhos essenciais da diversidade das práticas metalúrgicas regionais (Bottaini, 2013 e bibliografia aí citada). Seguiram-se publicações de natureza descritiva, centradas na morfologia dos artefactos, com referências lacunares às circunstâncias dos achados (e.g., Sarmento, 1888; Fortes, 1905a, 1905b). Em paralelo com esta vertente antiquarista, surgiram os primeiros estudos arqueométricos sobre metais pré- e proto-históricos, pioneiros na determinação laboratorial da composição das ligas, como as análises ao machado do Castro de Medeiros (Bem-saude, 1888-1892), aos materiais da sepultura da Quinta da Água Branca (Fortes, 1908: 251) e a um conjunto de machados de proveniências diversas (Siret, 1913).

Ao longo do século XX, o estudo da metalurgia antiga no Norte de Portugal evoluiu de forma assimétrica. Os materiais divulgados em publicações de âmbito local (e.g., Viana, 1938) provinham sobretudo de achados ocasionais, frequentemente associados a trabalhos agrícolas ou de construção civil, e não de programas arqueológicos sistemáticos (Vilaça, 2006). Mesmo quando se aplicaram técnicas analíticas (Bartholo, 1959), a natureza fortuita das descobertas e a reduzida representatividade das amostras limitaram a consolidação de uma base empírica sobre a cronologia, a distribuição espacial e as dinâmicas regionais de produção e circulação. A integração de materiais do Norte de Portugal no projeto internacional SAM (*Studien zu den Anfängen der Metallurgie*) forneceu dados composicionais sistemáticos e referenciais comparativos ainda hoje utilizados (Junghans *et al.*, 1960, 1968), embora também se aplicasse a objetos sem contexto estratigráfico. No início da década de 1980, o estudo de objetos do British Museum (Harrison & Craddock, 1981) e o Proyecto de Arqueometalurgia da Península Ibérica (Rovira & Montero-Ruiz, 2018) alargaram este quadro comparativo.

Desde meados da década de 1980, os projetos de escavação sistemática conduzidos por arqueólogos passaram a disponibilizar materiais provenientes de contextos estratificados (e.g., Jorge, 1986; Martins, 1988; Bettencourt, 1988; Dinis, 1993-94; Bettencourt, 2000a; Dinis, 2001; Sampaio *et al.*, 2008), deslocando parte da atenção dos objetos acabados para os processos de produção. Nas últimas três décadas, o conhecimento ampliou-se em extensão e diversidade analítica, com estudos de síntese (Bettencourt, 2001), análises químicas (Senna-Martínez, 2010; Figueiredo *et al.*, 2012; Senna-Martínez, 2013; Fonte *et al.*, 2013; Figueiredo *et al.*, 2022) e metalografia (Bottaini *et al.*, 2012; Bottaini, 2013, 2021), a par de sínteses regionais que nem sempre se centram na metalurgia antiga (e.g., Bettencourt, 2000b; Oliveira, 2024).

É neste contexto que se insere o presente estudo, que visa contribuir para o conhecimento da metalurgia à base de cobre durante a Proto-história no litoral norte de Portugal, por meio da análise de vestígios provenientes dos povoados de Santo António e Santa Luzia (Viana do Castelo). Considerando a escassez de evidências diretas de produção metalúrgica no Noroeste peninsular, particularmente nas fases mais tardias do I milénio a.C., procura-se caracterizar os materiais disponíveis e avaliar, com a devida prudência, o seu potencial informativo relativamente às práticas metalúrgicas. A análise incide sobre três fragmentos de cadinho com resíduos aderentes e um cone de fundição (Fig. 1), procurando responder a três questões principais: (i) qual a composição elementar do cone e dos resíduos dos cadinhos, e que materiais ou ligas poderá esta indicar; (ii) que informações fornecem estes vestígios sobre as operações metalúrgicas e a escala da atividade desenvolvida nos dois povoados; e (iii) como se enquadram no registo metalúrgico do Noroeste peninsular, desde o Bronze Final até ao final da Idade do Ferro Recente.

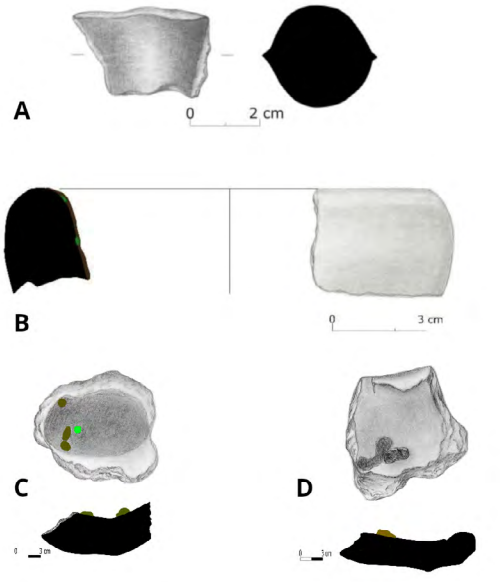

Fig. 1. A: Cone de fundição (2021.5027) e B: fragmento de cadinho (2021.5549) provenientes do povoado de Santa Luzia; C e D: fragmentos de cadinho (C: 2021.5166, D: 2021.5167) provenientes do povoado de Santo António, assinalando-se as áreas com resíduos aderentes analisados neste estudo.
Fig. 1. A: Casting cone (2021.5027) and B: crucible fragment (2021.5549) from the settlement of Santa Luzia; C and D: crucible fragments (C: 2021.5166, D: 2021.5167) from the settlement of Santo António, indicating the areas with adhering residues examined in this study.

2. Materiais e métodos

2.1. Materiais analisados

O conjunto analisado integra quatro vestígios metalúrgicos recolhidos, como referido, em dois povoados do litoral de Viana do Castelo: Santa Luzia e Santo António (Fig. 2 e Tabela 1). Do povoado de Santa Luzia – situado na extremidade sul do monte homónimo, a 226 m de altitude máxima, a cerca de 2 km da linha de costa e a 1,6 km da margem direita do estuário do Lima (Fig. 3) – provêm um cone de fundição e um dos cadinhos analisados.

O povoado de Santa Luzia foi alvo de intervenções arqueológicas desde o final do século XIX e ao longo de grande parte do século XX (Vasconcellos, 1903; Pereira, 1914; Vitorino, 1929; Viana & Oliveira, 1954, 1959; Sarmento, 1999), seguidas de escavações realizadas entre 2002 e 2006 (Mendes, 2008). O espólio arqueológico recolhido enquadra-se, na sua generalidade, na Idade do Ferro Recente, com cronologia situada entre o final do século II a.C. e o início do século I d.C. (Almeida, 1990, 1996, 2007; Oliveira, 2024). O cone de fundição constitui uma exceção, como se discute adiante.

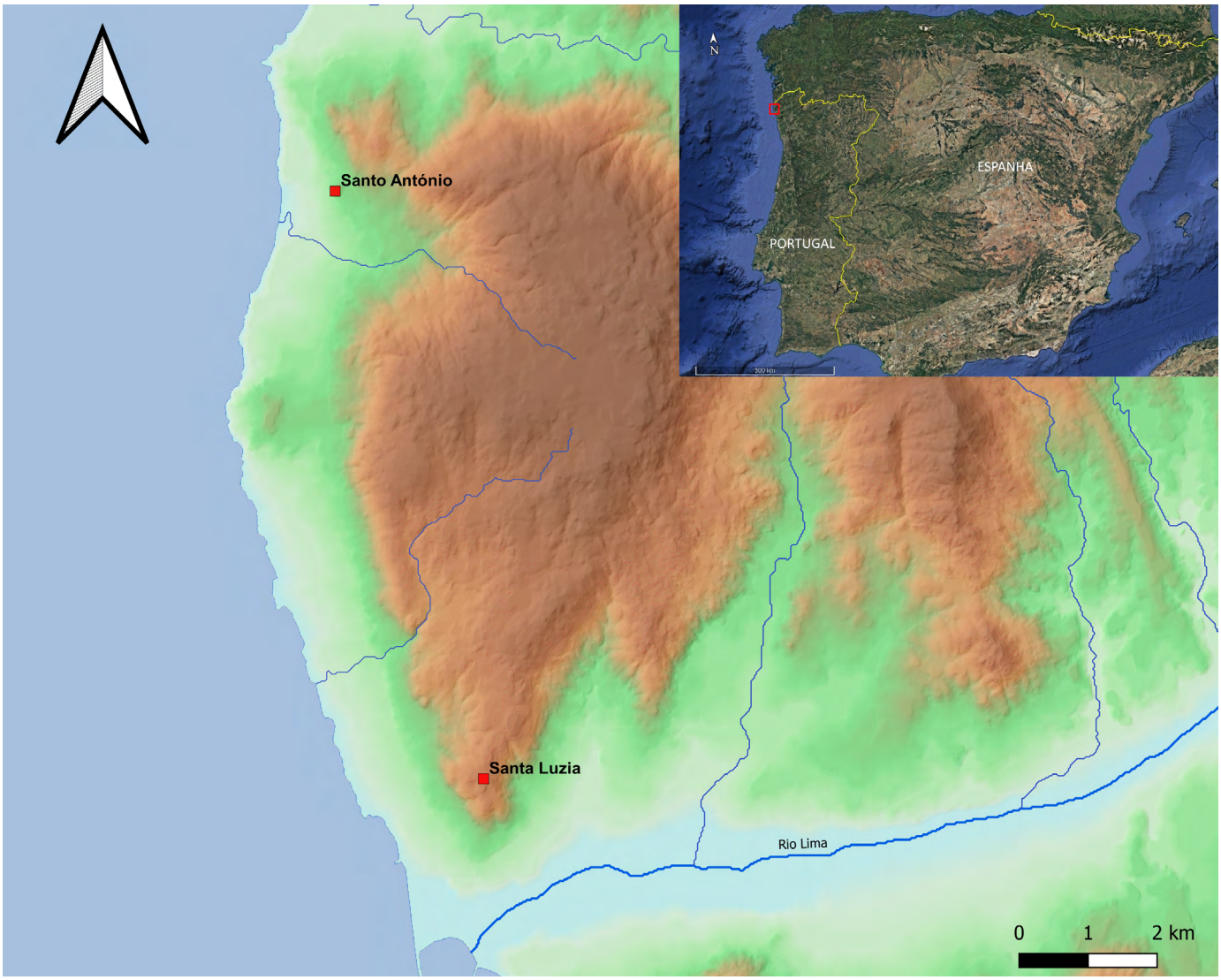

Fig. 2. Localização dos povoados de Santa Luzia e Santo António na região de Viana do Castelo.
Fig. 2. Location of the settlements of Santa Luzia and Santo António in the Viana do Castelo region.

Tabela 1. Materiais incluídos no presente estudo e respetivas metodologias analíticas.
Table 1. Materials included in the present study and their respective analytical methodologies.

ID	Objeto	Proveniência	Proposta cronológica	Técnicas analíticas
2021.5027	Cone de fundição	Santa Luzia	Bronze Final	XRF
2021.5549	Fragmento de cadinho com resíduo metalúrgico	Santa Luzia	Ferro Recente	SEM-EDS
2021.5166	Fragmento de cadinho com resíduo metalúrgico	Santo António	Bronze Final	SEM-EDS
2021.5167	Fragmento de cadinho com resíduo metalúrgico	Santo António	Ferro Recente (?)	SEM-EDS

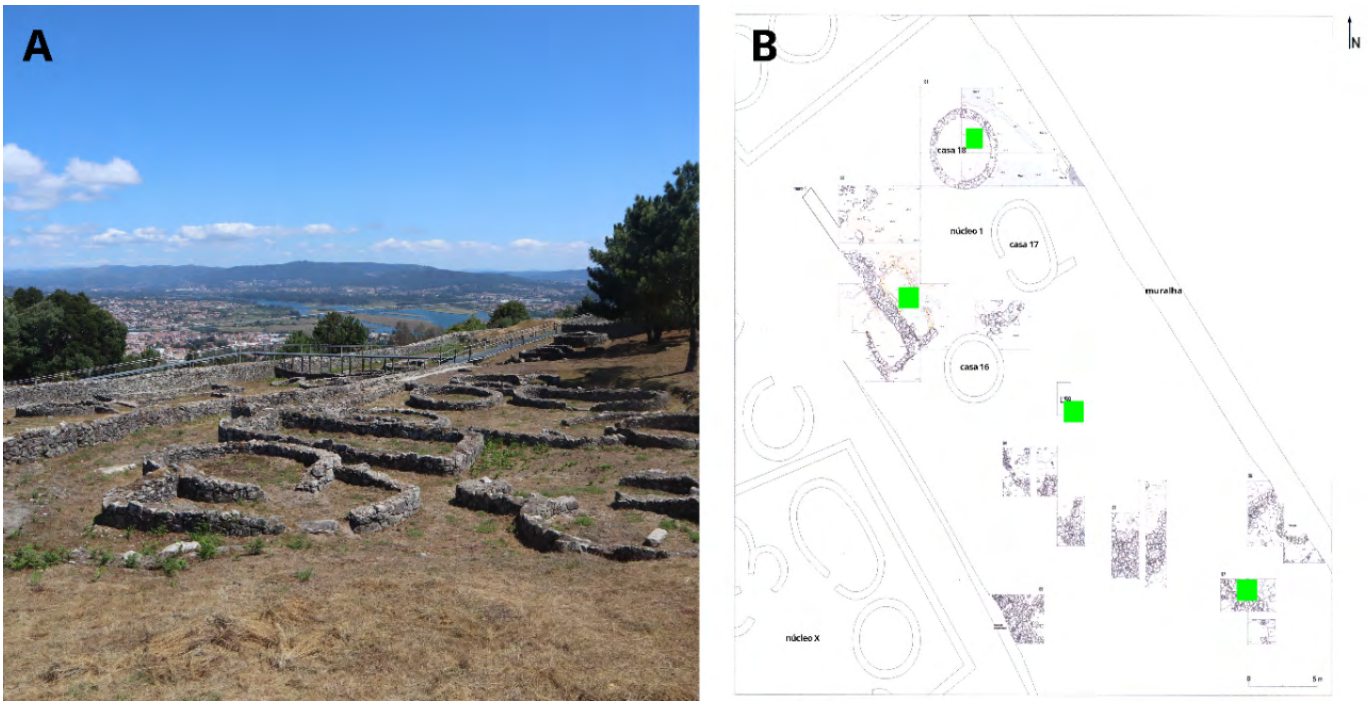

Fig. 3. A: Vista sobre o vale do Lima a partir do povoado de Santa Luzia; B: Planta geral do Setor IV (adaptado de Mendes, 2008), com indicação dos locais onde foram registados vestígios associados à prática metalúrgica (a verde).

Fig. 3. A: View over the Lima Valley from the settlement of Santa Luzia; B: General plan of Sector IV (adapted from Mendes, 2008), indicating the locations where evidence associated with metallurgical activity was recorded within this sector (in green).

Entre este espólio, o cone de fundição é atribuído, com reservas, ao Bronze Final, uma vez que foi recuperado numa unidade superior remexida, cujos materiais se encontravam fora da sua posição original. Esta atribuição fundamenta-se na coerência do horizonte cerâmico identificado na unidade (Oliveira, 2024). A peça apresenta forma cónica, com ápice plano e base truncada, tendo as seguintes dimensões e peso: 23 mm de altura, 37 mm de diâmetro na base e 107,1 g. Possui uma estrutura metálica compacta, sem porosidade visível, e uma superfície acastanhada, compatível com processos de oxidação pós-deposicionais. Poderá corresponder a um resíduo decorrente da extravasão do metal líquido pelo sistema de alimentação do molde e de sua solidificação fora da cavidade destinada à obtenção do objeto. A secção transversal lenticular e as duas rebarbas laterais opostas são compatíveis com a linha de junção entre duas valvas, o que sugere o uso de um molde bivalve.

Em contraste com o cone de fundição, o fragmento de cadinho de Santa Luzia (ref. 2021.5549), exumado no Setor IV, provém de um contexto mais bem preservado e está associado ao horizonte do Ferro Recente. Foi fabricado em cerâmica micácea-arenosa, com indícios de cozedura em atmosfera oxidante, e apresenta superfície alisada; a curvatura preservada sugere uma forma original subcilíndrica ou hemisférica. Os resíduos aderentes são pouco abundantes, apresentando-se como pequenas manchas dispersas na superfície interna do cadinho.

Os dois fragmentos de cadinho restantes provêm, por sua vez, do povoado de Santo António, implantado numa elevação suave (c. 69 m) no vale do rio de Afife, próximo de uma baía que constitui um porto de mar natural (Fig. 4). Identificado por Francisco Martins Sarmento no século XIX, o sítio foi escavado entre 1978 e 1982 (Silva, 1986; Almeida, 2005).

A revisão tecno-tipológica do seu espólio cerâmico permitiu distinguir dois horizontes cronológicos: um mais antigo, correspondente a uma fase avançada do Bronze Final (séculos IX-VII a.C.), com produções manuais de pastas arenosas e recipientes de textura fina; e outro mais recente, da Idade do Ferro Recente e das fases iniciais da romanização, com produções manuais e a torno, maioritariamente com pastas micáceas (Oliveira, 2024).

A atribuição cronológica dos cadinhos baseia-se na afinidade entre as características das respetivas pastas e os dois horizontes cerâmicos identificados, devendo ser entendida como uma proposta e não como datação direta. O fragmento 2021.5166, de pasta arenosa grosseira, com abundantes inclusões não plásticas, sinais de cozedura redutora e superfície rugosa, aproxima-se do horizonte do Bronze Final. Por sua vez, o fragmento 2021.5167, de pasta micácea-arenosa mais cuidada, com marcas de cozedura oxidante e superfície alisada, apresenta maior afinidade com as produções mais recentes, possivelmente da Idade do Ferro Recente (Oliveira, 2024). Em ambos os fragmentos, os resíduos aderentes ocorrem na superfície interna, mas apresentam morfologias distintas: no 2021.5166, observam-se pequenas concreções arredondadas junto à periferia e na zona central da concavidade; no 2021.5167, um cordão sinuoso e enrolado concentra-se no fundo.



Fig. 4. Fotografias inéditas das escavações no povoado de Santo António.
Fig. 4. Unpublished photographs of the excavations at the settlement of Santo António.

2.2. Abordagem analítica

A caracterização dos materiais recorreu a duas técnicas analíticas, escolhidas em função da natureza dos vestígios e das condições de análise. O cone de fundição foi analisado por fluorescência de raios X portátil (pXRF), enquanto os resíduos aderentes aos cadinhos foram examinados por microscopia eletrónica de varrimento com espectroscopia de dispersão de energia de raios X (SEM-EDS). A impossibilidade de recolher amostras e a necessidade de preservar a integridade dos objetos determinaram a análise direta das superfícies.

No cone de fundição, a superfície metálica e compacta foi analisada por pXRF após a remoção mecânica da camada de corrosão e da pátina visível com um bisturi fino. Foi efetuada uma única leitura numa área limpa da superfície, com um feixe de raios X colimado de 4 × 3 mm e uma área de análise de aproximadamente 10 mm de diâmetro. Embora a leitura inclua o sinal dessa área irradiada, não corresponde a uma análise da superfície total nem permite estimar diretamente a composição média do objeto. As dimensões reduzidas e a geometria do cone impedem a obtenção de leituras adicionais neste estudo. A medição foi realizada com um espectrómetro portátil Bruker Tracer III-SD, equipado com tubo de raios X com ânodo de ródio e detetor de silício do tipo SDD, a 40 kV e 11 μA, com filtro de alumínio-titânio e tempo de aquisição de 60 s. A quantificação baseou-se numa calibração externa com o material de referência certificado BCR-691 (Ingelbrecht *et al.*, 2001).

A natureza heterogénea dos resíduos aderentes aos cadinhos, que podem conter componentes cerâmicos e escoriáceos, além de eventuais fases metálicas, justificou o recurso a SEM-EDS, técnica que permite caracterizar a composição elementar de microáreas específicas. Para preservar a integridade das peças, as análises foram realizadas diretamente nas superfícies, sem preparação prévia, num microscópio eletrónico de varrimento HITACHI S-3700N equipado com detetor Bruker XFlash para EDS, a 20 kV e com uma distância de trabalho de c. 10 mm.

Também devido à heterogeneidade dos resíduos, à rugosidade das superfícies e à ausência de padrões de referência, os resultados de SEM-EDS foram analisados qualitativamente. Os espetros permitem identificar elementos nas microáreas examinadas e, quando considerados em conjunto, fornecem indicação sobre a natureza dos resíduos e dos materiais envolvidos. Os sinais de Cu, Sn e Pb são pertinentes para discutir o processamento de materiais à base de cobre, enquanto Si, Al e Fe podem refletir contributos da matriz cerâmica e dos componentes escoriáceos.

As duas técnicas fornecem informação complementar, mas de naturezas distintas, pelo que os resultados são apresentados separadamente, respeitando as diferenças entre os materiais, as escalas de análise e os limites de cada método. Apesar das limitações inerentes à análise direta das superfícies, esta abordagem permitiu obter informações relevantes sobre a composição dos materiais e as práticas metalúrgicas documentadas nos dois povoados, embora não permita identificar com segurança as diferentes fases presentes nos resíduos nem reconstituir detalhadamente as operações metalúrgicas envolvidas.

3. Resultados e discussão

3.1. O cone de fundição de Santa Luzia: composição e enquadramento arqueometalúrgico

A análise por pXRF do cone de fundição de Santa Luzia revelou uma composição superficial dominada por cobre (91,3% em peso) e chumbo (c. 8,5% em peso), acompanhada por traços de ferro, bismuto, prata e antimónio. O teor de estanho (Sn) ficou abaixo do limite de deteção do método (0,2% em peso), pelo que a área analisada apresenta uma composição superficial essencialmente Cu-Pb (Fig. 5). A leitura pontual exige, contudo, cautela na interpretação do teor de chumbo. Dada a solubilidade extremamente reduzida do chumbo no cobre em estado sólido (Chakrabarti & Laughlin, 1984), os sistemas Cu-Pb apresentam heterogeneidade composicional e segregação durante o arrefecimento, de modo que um cone de fundição pode concentrar localmente chumbo em proporções que não correspondam à composição média do metal vazado (Sierra Rodríguez *et al.*, 1984; Lackinger *et al.*, 2026).

Além disso, a oxidação pós-deposicional e a eventual lixiviação seletiva do cobre podem alterar localmente a razão Cu/Pb. Assim, o teor de c. 8,5% de Pb não pode ser extrapolado para a totalidade do objeto nem para a carga metálica original.

Em contrapartida, a ausência de Sn detetável é um dado de leitura menos ambígua. Ao contrário do chumbo, o estanho tem solubilidade apreciável no cobre, pelo que é menos suscetível a segregar-se de forma comparável; por outro lado, a lixiviação seletiva do cobre tende a enriquecer relativamente o estanho na superfície, e não a empobrecê-la. Um teor de Sn inferior ao limite de deteção dificilmente se explica apenas por segregação ou por alteração superficial, o que confere particular relevo a este resultado.

A existência de artefactos em cobre plumbífero, sem teores significativos de estanho, encontra paralelos em diferentes contextos arqueológicos. No Noroeste ibérico, um machado de talão com cone de fundição, sem contexto arqueológico conhecido, apresentou uma composição dominada por Cu (c. 80,6%) e Pb (19%), sem Sn detetável (Bottaini *et al.*, 2012: 26). No Centro de Portugal, foram documentados objetos dominados por cobre e chumbo, com teores baixos ou residuais de estanho: um cinzel do castro do Cabeço da Argemela, atribuído à Idade do Ferro Inicial (Vilaça *et al.*, 2011: 444), e três pontas de seta de tipo fenício de Monte Figueiró, datadas dos séculos VII-VI a.C. (Vilaça *et al.*, 2020). No Mediterrâneo ocidental, teores muito baixos de Sn ou composições enriquecidas em Pb foram identificados em Llano de la Espesura, em La Fonteta (onde alguns materiais apresentaram Sn < 0,1% em peso) e no Morro de Mezquitilla, bem como em lingotes de cobre plumbíferos (Montero-Ruiz, 2008: 500; Renzi *et al.*, 2009; Renzi, 2010; Montero-Ruiz *et al.*, 2010-2011).

No Sul de Portugal, a diversidade composicional da metalurgia de base cobre durante a Idade do Ferro encontra igualmente expressão na utilização de ligas com chumbo, como documentado na Quinta do Almaraz (Valério *et al.*, 2012), e de cobre com baixos teores de estanho, como no caso do recipiente de Fareleira 3 (Vidigueira), com cerca de 1,3% de Sn (Bottaini *et al.*, 2015).

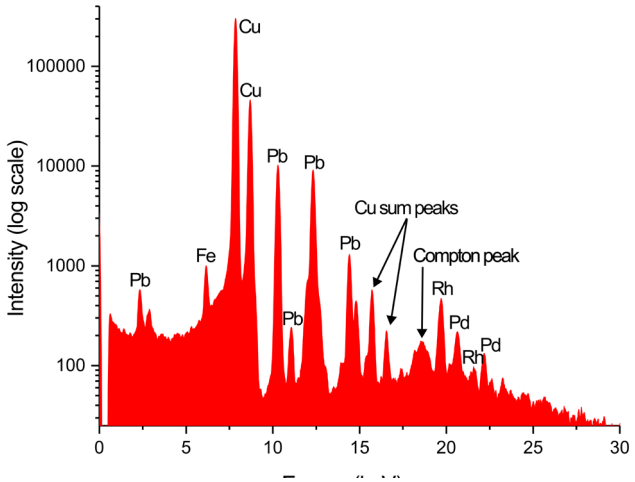

Fig. 5. Espectro de pXRF do cone de fundição, evidenciando uma composição superficial dominada por Cu-Pb, sinais minoritários de Fe e ausência de picos atribuíveis a Sn.

Fig. 5. pXRF spectrum from the casting cone, showing a surface composition dominated by Cu-Pb, minor signals attributable to Fe and no peaks attributable to Sn.

Um paralelo composicional mais próximo do cone de Santa Luzia encontra-se na oficina metalúrgica do Cabeço Redondo, onde foi identificada uma pequena gota metálica com 2,4% de Pb e 1,2% de Sn (Valério *et al.*, 2022).

No contexto romano da Lusitânia, Conimbriga forneceu cobres e bronzes plumbíferos provenientes de sítios que abrangem os séculos II a.C. a V d.C. (Lopes *et al.*, 2017). Estes exemplos não são necessariamente contemporâneos nem diretamente comparáveis ao cone de Santa Luzia, mas mostram que composições com baixos teores de Sn e elevados teores de Pb ocorrem em contextos cronológicos e geográficos diversos, do Bronze Final à época romana. Não demonstram, porém, a continuidade de uma mesma prática ou tradição metalúrgica.

Se estes paralelos permitem situar o resultado num quadro mais amplo, não esclarecem, por si só, a sua origem. Resta, assim, explicar a ausência de Sn detetável no cone de Santa Luzia. A primeira questão é a disponibilidade de estanho. Embora existam mineralizações estaníferas no Norte de Portugal (Comendador Rey *et al.*, 2017), a presença de jazidas não implica a disponibilidade de estanho metálico num determinado povoado ou num determinado momento. As evidências diretas da exploração proto-histórica destas mineralizações permanecem limitadas (Figueiredo *et al.*, 2023), e o metal poderá ter circulado por circuitos de abastecimento distintos.

Assim, o quadro interpretativo mais prudente passa por considerar três cenários possíveis. O primeiro é que a ausência de Sn reflita um constrangimento no abastecimento, isto é, uma dificuldade efetiva em obter estanho. O segundo é que parece ter havido uma escolha deliberada por uma liga Cu-Pb, sem intenção de adicionar estanho. Esta opção poderia justificar-se pela melhoria da fluidez da liga durante o vazamento, o que facilitaria a produção de objetos com formas complexas, ainda que a adição de chumbo possa comprometer a resistência mecânica do objeto. Caso este

apresente uma composição semelhante à do cone de fundição, esta hipótese não pode ser excluída. O terceiro é que o objeto resulte da refusão de metal reciclado ou de uma mistura de sucatas com baixos teores de Sn. Com os dados atualmente disponíveis, não é possível privilegiar nenhuma destas hipóteses, que, por ora, permanecem em aberto.

3.2. Resíduos de cadinho: composição elementar e práticas metalúrgicas

Os resíduos aderentes aos cadinhos documentam um momento distinto da cadeia operatória em relação ao cone de fundição. O cone regista o final do processo, isto é, o metal que solidificou no sistema de alimentação do molde após o vazamento; os resíduos resultam da interação entre os materiais processados e a cerâmica do cadinho durante operações de fusão, refusão ou redução de minérios. Por isso, são materiais heterogéneos, nos quais coexistem componentes cerâmicos, escoriáceos e, eventualmente, metálicos, e a simples identificação dos elementos presentes não permite determinar a sua natureza nem a composição das ligas processadas. É neste enquadramento que devem ser interpretados os espectros de SEM-EDS.

Nos três cadinhos – o de Santa Luzia (ref. 2021.5549) e os dois de Santo António (refs. 2021.5166 e 2021.5167) –, os espetros revelam sinais atribuíveis a Cu, Sn e Pb, acompanhados por picos significativos de Si, Al e Fe (Fig. 6). Os três primeiros elementos remetem para o processamento de cobre e das suas ligas; os restantes poderão refletir a matriz cerâmica ou materiais escoriáceos associados ao processo metalúrgico, pelo que a deteção de Fe, por si só, não é evidência de ferro no metal nem permite inferir temperaturas mais elevadas ou operações específicas. A leitura é, porém, condicionada pela técnica: os espetros não distinguem se os sinais correspondem a metal aderente, a escória ou a escória com inclusões metálicas, nem se Cu, Sn e Pb pertencem a uma única fase ou a componentes distintos. Em consequência, a composição elementar não permite reconstituir as ligas processadas, determinar se o chumbo integrava originalmente uma liga ou saber como o estanho foi introduzido no processo. O que os dados sustentam é que a presença de Cu, Sn e Pb nos três resíduos é compatível com materiais envolvidos no processamento de cobre e das suas ligas.

Neste conjunto, o sinal de Sn é particularmente pronunciado no resíduo do cadinho de Santa Luzia, indicando a presença de material contendo estanho na microárea analisada. A intensidade dos picos não deve, contudo, ser tomada como medida direta da concentração, dadas as diferenças de matriz, de geometria superficial e de condições analíticas. Não é possível, portanto, inferir proporções de liga ou receitas metalúrgicas específicas a partir dos espetros apresentados.

Dois paralelos regionais ajudam a enquadrar os resultados. Para o cadinho 2021.5166 de Santo António, atribuído ao Bronze Final, destaca-se o povoado de S. Julião (Vila Verde), onde foram identificados resíduos com Cu, Sn e Pb aderentes a um fragmento de cadinho proveniente de níveis daquele período (Bettencourt, 2000a). Para os resíduos atribuídos à Idade do Ferro Recente do cadinho de Santa Luzia e do fragmento 2021.5167 de Santo António, El Castru, em Vigaña (Astúrias), constitui um paralelo pertinente. Os vestígios deste povoado incluem fragmentos de cadinho com resíduos aderentes, nódulos de escória e gotas metálicas. As análises por microscopia ótica e SEM-EDS permitiram discutir a produção de ligas de cobre e hipóteses como a cementação e a co-redução de minerais (Farci *et al.*, 2017). Este estudo evidencia também as dificuldades em identificar operações metalúrgicas específicas apenas com base nos resíduos de cadinho. Contudo, as diferenças entre os conjuntos arqueológicos e as metodologias analíticas limitam a comparação direta.

Os dados do cadinho de Santa Luzia permitem, ainda, uma comparação com o cone do mesmo povoado embora se trate de objetos atribuídos a momentos distintos. A superfície analisada do cone é dominada por Cu-Pb e não apresenta Sn detetável acima do limite analítico, enquanto o resíduo do cadinho contém sinais atribuíveis a Cu, Sn e Pb. Este contraste aponta para o processamento de metais de composição distinta, nomeadamente cobre plumbífero, no caso do cone, e provavelmente bronze, no caso do cadinho. Este facto pode refletir uma variação ao longo do tempo, embora a natureza heterogénea dos resíduos do cadinho não permita determinar com segurança a composição da liga processada. A presença de Sn no cadinho demonstra apenas que havia material estanífero na microárea analisada. Como os vestígios têm cronologias distintas e não estão diretamente associados, não é possível tirar conclusões sobre a disponibilidade de estanho no momento da formação do cone.

Por fim, os resíduos aderentes são compatíveis com operações de fusão ou de refundição, mas não excluem outras atividades,

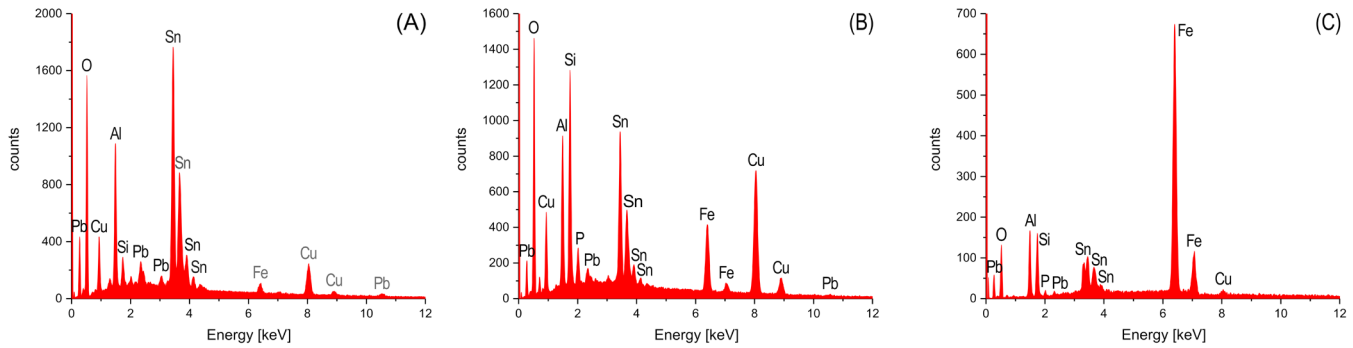

Fig. 6. Espetros EDS obtidos por SEM nos resíduos aderentes aos três cadinhos analisados neste estudo: (A) Santa Luzia (ref. 2021.5549); (B) Santo António (ref. 2021.5166); (C) Santo António (ref. 2021.5167).

Fig. 6. EDS spectra obtained by SEM from the residues adhering to the three crucibles analysed in this study: (A) Santa Luzia (ref. 2021.5549); (B) Santo António (ref. 2021.5166); (C) Santo António (ref. 2021.5167).

como a redução de minerais. Distinguir estas possibilidades exigiria evidências mineralógicas e microestruturais, como fases minerais residuais, produtos de oxidação e gotas metálicas preservadas na escória. Na ausência destes dados, utiliza-se a expressão «fusão/refusão» sem atribuir aos resíduos uma etapa específica da cadeia operatória.

3.3. Escala e organização da produção metalúrgica

A escala e a organização da produção metalúrgica no Norte de Portugal são conhecidas de forma desigual. A visibilidade da metalurgia do Bronze Final e da transição para a Idade do Ferro assenta sobretudo nos grandes depósitos metálicos, frequentemente dominados por machados de talão, como os de Viatodos (Barcelos), Abelheira (Santo Tirso) e Ganfei (Valença) (Bottaini, 2013). Para a Idade do Ferro, em contraste, a informação disponível é ainda mais escassa. Os grandes depósitos acima referidos, contudo, pouco informam sobre os locais de fabrico e a escala da atividade metalúrgica, pelo que os indícios recuperados no interior dos povoados permitem aprofundar o conhecimento dessa produção.

Para o Bronze Final, destacam-se, no Noroeste peninsular, o Pego (Sampaio & Bettencourt, 2011), onde foram identificados fragmentos de moldes cerâmicos para a produção de machados de talão e pontas de lança, e S. Julião (Vila Verde) (Bettencourt, 2000a), onde foram também encontrados vestígios de atividade metalúrgica. Para a Idade do Ferro, destacam-se, entre outros, os povoados estuarinos dos rios Neiva, Cávado e Ave, bem como Terronha, onde foram exumados cadinhos, um molde cerâmico, cones de fundição e estruturas metalúrgicas (Oliveira, 2024: 1347-1349).

A presença de vestígios metalúrgicos em contexto de povoado não implica, no entanto, uma organização uniforme da produção. Em Punta de Muros, na Galiza, Nión-Álvarez & González García (2023) descrevem uma transformação dos espaços de produção: entre o final do século VI e o início do século IV a.C., a metalurgia, que decorria em áreas domésticas multifuncionais, passou a desenvolver-se também em áreas especializadas, algumas delas separadas das atividades domésticas. Este caso ilustra que os modelos de organização da produção metalúrgica podiam transformar-se ao longo do tempo sem mudanças tecnológicas correspondentes.

É neste quadro que se inserem os vestígios agora analisados, que documentam atividades metalúrgicas no contexto de povoados do litoral norte de Portugal. O conjunto de peças aqui estudadas abrange diferentes momentos da longa ocupação dos dois povoados de Santa Luzia e de Santo António. A recorrência de elementos da cadeia operatória do metal e os resultados das análises químicas apontam para uma continuidade tecnológica ao longo destas fases, entendida como continuidade de práticas e procedimentos, e não necessariamente como uma atividade ininterrupta. Quanto à escala, os dados são compatíveis com operações de fusão ou de refusão realizadas no interior dos povoados, e possivelmente de pequena escala, o que se articula bem com o que se conhece em outros contextos do Bronze Final e da Idade do Ferro peninsulares. Os vestígios permitem, assim, caracterizar a natureza da atividade e sua persistência técnica, ainda que não permitam estimar o volume de produção nem o destino dos objetos.

A continuidade não significa, contudo, uniformidade. Como se discutiu acima, a presença de Sn no cadinho de Santa Luzia, atribuído ao Ferro Recente, e a ausência deste elemento no cone, atribuído ao Bronze Final, indicam que foram processados, em momentos distintos, metais com composições diferentes. Estes dados são compatíveis com uma metalurgia tecnologicamente diversificada, baseada numa sequência operacional reconhecível, mas aberta a diferentes opções de composição.

Importa ainda situar os dois povoados no seu enquadramento mais amplo. A sua posição costeira e estuarina, juntamente com a presença de importações, como ânforas, terra sigillata e cerâmicas de tradição meridional (Oliveira & Bettencourt, 2020), indica uma possível participação em redes de contacto e circulação regionais e suprarregionais. Os dados analíticos disponíveis não permitem, todavia, relacionar as ligas identificadas com circuitos específicos de abastecimento nem determinar a proveniência do cobre, do estanho ou do chumbo.

4. Conclusões

Este estudo contribui com novos dados analíticos sobre a metalurgia de base cobre em dois povoados costeiros de Viana do Castelo, numa região onde os vestígios de produção têm sido pouco caracterizados do ponto de vista analítico. O conjunto, ainda que reduzido, permite obter três resultados.

Primeiro, a leitura pXRF da superfície do cone de fundição de Santa Luzia revelou uma composição dominada por Cu (91,3% em peso) e Pb (c. 8,5% em peso), com Sn abaixo do limite de deteção indicado (0,2% em peso). Existem paralelos composicionais em contextos do Noroeste ibérico, do Centro de Portugal e do Mediterrâneo ocidental, embora não sejam necessariamente contemporâneos nem diretamente comparáveis. A ausência de Sn detetável indica que o cone provavelmente resultou de vazamento de cobre plumbífero, e não de uma liga de bronze, embora a análise pontual não permita determinar a composição média do metal utilizado. A função do Pb e as razões para a ausência de Sn detetável permanecem em aberto.

Segundo, os resíduos dos três cadinhos apresentam sinais de Cu, Sn e Pb, compatíveis com o envolvimento de materiais à base de cobre e com operações de fusão ou refusão. O sinal de Sn é particularmente pronunciado no resíduo de Santa Luzia, indicando a presença de material contendo estanho na microárea analisada. O contraste com o cone de fundição, no qual não foi detetado Sn, aponta para o processamento de metais de composição distinta, nomeadamente cobre plumbífero e, provavelmente, bronze, embora, tratando-se de vestígios de cronologias distintas (Bronze Final e Ferro Recente), não seja possível estabelecer uma associação direta entre as operações metalúrgicas que originaram os dois vestígios.

Terceiro, ainda que as atribuições cronológicas sejam feitas com reservas, o conjunto documenta a presença da metalurgia nos dois povoados em diferentes momentos da sua ocupação. A recorrência de práticas e procedimentos ao longo destas fases indica continuidade tecnológica, sem que isso pressuponha uma atividade ininterrupta. Os dados apontam para operações de fusão ou de refusão realizadas no interior dos povoados e, possivelmente, de pequena escala, em linha com o padrão conhecido no Noroeste peninsular. Esta atividade não terá sido isolada: a posição costeira e estuarina de ambos os povoados e a presença de importações sugerem que a metalurgia fazia parte de um sistema económico e social mais amplo e complexo, integrado em redes de contacto e circulação regionais e suprarregionais.

Os resultados obtidos fornecem uma base sólida para a interpretação da metalurgia destes povoados e abrem várias vias de aprofundamento. No plano da comparação, o estudo de conjuntos metalúrgicos provenientes de contextos bem datados e de diferentes áreas do Norte de Portugal permitirá avaliar em que medida as práticas e as composições aqui identificadas são recorrentes ou específicas. No plano da paisagem, a relação entre os vestígios de produção e as fontes de matérias-primas disponíveis ajudará a situar esta atividade no território onde se desenvolveu. No plano das redes, a análise dos contactos e da circulação em que estes povoados se inseriam contribuirá para precisar o lugar da metalurgia no sistema mais amplo que os dados sugerem.

Agradecimentos

Nuno Oliveira foi responsável pela componente arqueológica do estudo, nomeadamente a seleção, o enquadramento contextual e a atribuição cronológica dos materiais. Carlo Bottaini e César Oliveira foram responsáveis pela componente laboratorial, incluindo a realização das análises e a interpretação dos dados analíticos. Todos os autores participaram na redação do manuscrito e aprovaram a versão final.

Os autores agradecem ao Núcleo Amador de Investigação Arqueológica de Afife pela cedência das fotografias das escavações do povoado de Santo António (Fig. 4). Agradecem também aos revisores anónimos os comentários e sugestões, que ajudaram a melhorar o texto.

Financiamento

As análises foram realizadas com recurso ao equipamento do Laboratório HERCULES da Universidade de Évora, no âmbito dos projetos da FCT UIDB/04449/2025 e UIDP/04449/2025. O trabalho beneficiou igualmente do apoio do Laboratório Associado para a Investigação e Inovação em Património, Artes, Sustentabilidade e Território (IN2PAST), financiado pela FCT (LA/P/0132/2020), e do CEAACP – Centro de Estudos em Arqueologia, Artes e Ciências do Património (Unidade de I&D n.º 00281), financiado por fundos nacionais através da FCT sob a referência UIDB/00281/2025. O estudo destes artefactos foi desenvolvido no âmbito do projeto de doutoramento (SFRH/BD/138105/2018), financiado pela FCT I.P. através do Orçamento do Estado do Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior e por verbas do Fundo Social Europeu, disponibilizadas no âmbito do PORTUGAL2020, nomeadamente através do Programa Operacional Capital Humano (POCH), conduzido e concluído pelo segundo autor. Beneficiou ainda do apoio institucional do Lab2PT (Laboratório de Paisagem, Património e Território), da Universidade do Minho.

Bibliografia

Almeida, C. A. B. 1990. A proto-história e a romanização da bacia inferior do Lima. *Estudos Regionais*. Número Especial 7/8, 304 p.

Almeida, C. A. B. 1996. *Povoamento romano do litoral Minhoto entre o Cávado e o Minho.* Tese de doutoramento. Faculdade de Letras da Universidade do Porto.

Almeida, C. A. B. 2005. Castro de Santo António. *In:* A. C. F. Silva & R. Centeno (Eds.), *Inventário dos castros do Noroeste de Portugal*. Porto, Faculdade de Letras da Universidade do Porto: 145-147.

Almeida, C. A. B. 2007. O povoado de Santa Luzia (Viana do Castelo) e a romanização do Baixo Lima. *Estudos Regionais*, 4: 23-41.

Bartholo, M. L. 1959. Alabardas da Época do Bronze no Museu Regional de Bragança. *Actas e Memórias do 1º Congresso Nacional de Arqueologia*. Lisboa, Instituto de Alta Cultura: 431-439.

Bem-saude, A. 1888-1892. Notice sur quelques objets préhistoriques du Portugal fabriqués en cuivre. *Comunicações da Comissão dos Trabalhos Geológicos de Portugal*, 2: 119-124.

Bettencourt, A. M. S. 1988. Novos achados metálicos do Bronze Final na bacia do médio Cávado. *Cadernos de Arqueologia*, 5: 9-22.

Bettencourt, A. M. S. 2000a. *O povoado de S. Julião, Vila Verde, Norte de Portugal, na Idade do Bronze e na transição para a Idade do Ferro*. Braga, Universidade do Minho.

Bettencourt, A. M. S. 2000b. *A paisagem e o homem na bacia do Cávado durante o II e o I milénios AC*. Tese de doutoramento, Universidade do Minho.

Bettencourt, A. M. S. 2001. Aspectos da metalurgia do bronze no Entre-Douro-e-Minho, no quadro da Proto-História do Noroeste Peninsular. *Arqueologia*, 26: 13-40.

Bottaini, C. 2013. *Depósitos metálicos no Bronze Final (sécs. XIII-VII a.C.) do Centro e Norte de Portugal: Aspectos sociais e arqueometalúrgicos*. Tese de doutoramento, Universidade de Coimbra.

Bottaini, C. 2021. Double-looped palstaves from the Late Bronze Age / Early Iron Age of the western Iberian Peninsula: new technological insights from Santa Justa (North of Portugal). *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 21 (3): 147-159. https://doi.org/10.5281/zenodo.5669084.

Bottaini, C.; Giardino, C. & Paternoster, G. 2012. Estudo de um conjunto de machados metálicos do Norte de Portugal. *Estudos Arqueológicos de Oeiras*, 19: 19-34.

Bottaini, C.; Mirão, J.; Figuereido, M.; Candeias, A.; Brunetti, A. & Schiavon, N. 2015. Energy dispersive X-ray fluorescence spectroscopy/Monte Carlo simulation approach for the non-destructive analysis of corrosion patina-bearing alloys in archaeological bronzes: the case of the bowl from the Fareleira 3 site (Vidigueira, South Portugal). *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*, 103-104: 9-13. https://doi.org/10.1016/j.sab.2014.10.015

Chakrabarti, D. J. & Laughlin, D. E. 1984. The Cu-Pb (Copper-Lead) System. *Bulletin of Alloy Phase Diagrams*, 5(5): 503-510.

Comendador Rey, B.; Meunier, E.; Figueiredo, E.; Lackinger, A.; Fonte, J.; Fernández Fernández, C.; Lima, A.; Mirão, J. & Silva, R. J. C. 2017. Northwestern Iberian tin mining from Bronze Age to Modern Times: an overview. *In:* P. Newman (Ed.), *The Tinworking Landscape of Dartmoor in a European Context: Prehistory to 20th Century*. Dartmoor Tinworking Research Group (DTRG), Tavistock: 133-153.

Dinis, A. 1993-94. Artefactos em bronze do Castro de Penices (Vila Nova de Famalicão). Abordagem aos métodos de análise em paleometalurgia. *Cadernos de Arqueologia*, Série II, 10-11: 181-201.

Dinis, A. 2001. *O Povoado da Idade do Ferro do Crastoeiro (Mondim de Basto), Norte de Portugal*. Cadernos de Arqueologia: Monografias, 13.

Farci, C.; Martinón-Torres, M. & González-Álvarez, D. 2017. Bronze production in the Iron Age of the Iberian Peninsula: the case of El Castru, Vigaña (Asturias, NW Spain). *Journal of Archaeological Science: Reports*, 11: 338-351. https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2016.12.009.

Figueiredo, E.; Lopes, F.; Araújo, M. F.; Silva, R. J. C.; Senna-Martínez, J. C. & Luís, E. 2012. Os primeiros bronzes do território português: uma primeira abordagem arqueometalúrgica a um conjunto de machados tipo Bujões/Barcelos. *Estudos Arqueológicos de Oeiras*, 19: 71-78.

Figueiredo, E.; Meunier, E.; Fonte, J.; Silva, G.; Bottaini, C.; Dias, F. & Lima, A. 2023. Tin production in NW Iberia during the first millennium BC: some insights from the IberianTin project. *Actes du 45e Colloque International de l'Association Française pour l'étude de l'Âge du Fer*, Paris, AFEAF: 183-185.

Figueiredo, E.; Silva, R. J. C.; Senna-Martinez, J. C.; Araújo, M. F.; Braz Fernandes, F. M. & Vaz, J. L. I. 2010. Smelting and recycling evidences from the Late Bronze Age habitat site of Baiões (Viseu, Portugal). *Journal of Archaeological Science*, 37 (7): 1623-1634. https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.01.023.

Fonte, J.; Bettencourt, A. M. S. & Figueiredo, E. 2013. Deposições metálicas do Bronze Final no vale do Assureira: o caso do sítio de Moinhos de Golas (Solveira, Montalegre, Norte de Portugal). *Estudos do Quaternário*, 9: 23-32. https://doi.org/10.30893/eq.v0i9.153.

Fortes, J. 1905a. Thesouro de Viatodos - Da Idade do Bronze. *Portugalia*, 2 (1): 110-111.

Fortes, J. 1905b. Esconderijo Morgeano de Ganfei (Valença). *Portugalia*, 2: 661.

Fortes, J. 1908. A Sepultura da Quinta da Água Branca. *Portugalia*, tomo II, 1-4: 241-252.

Harrison, R. J. & Craddock, P. T. 1981. A study of the Bronze Age metalwork from the Iberian Peninsula in the British Museum. *Ampurias,* 43: 113-179.

Ingelbrecht, C.; Adriaens, A. & Maier, E. A. 2001. *The certification of arsenic, lead, tin and zinc (mass fractions) in five copper alloys, BCR-691*. European Commission.

Jorge, S. O. 1986. *Povoados da Pré-História recente da região de Chaves-Vila Pouca de Aguiar (Trás-os-Montes Ocidental)*. Tese de Doutoramento, Universidade do Porto.

Junghans, S.; Sangmeister, E. & Schröder, M. 1960. *Kupfer und Bronze in den frühen Metallzeiten Europas II*. Studien zu den Anfängen der Metallurgie 1. Berlin, Mann.

Junghans, S.; Sangmeister, E. & Schröder, M. 1968. *Kupfer und Bronze in den frühen Metallzeiten Europas II*. Studien zu den Anfängen der Metallurgie 2. Berlin, Mann.

Lackinger, A.; Comendador Rey, B.; Faro, M. G. & Armada, X.-L. 2026. Experimental casting of Iberian Late Bronze Age high-leaded palstaves: first results. *In:* C. Mathias, L. Bourguignon, J. Ivorra & C. Viallet (Eds.), *Living Archaeology: Unveiling the Past through Experimental Archaeology*, Leiden, Sidestone Press: 213-222.

Lopes, F.; Silva, R. J. C.; Araújo, M. F. & Correia, V. H. 2017. Roman *situlae* from Conimbriga (Portugal): compositional and microstructural characterization of anthropomorphic handle attachments. *Materials and Manufacturing Processes*, 32 (7-8): 827-835.

Martins, M. M. R. 1988. *A Citânia de S. Julião, Vila Verde*. Cadernos de Arqueologia: Monografias, 2.

Mendes, H. 2008. *Intervenções arqueológicas em Santa Luzia (2002-2006)*. Relatório técnico inédito.

Montero-Ruiz, I. 2008. Ajuares metálicos y aspectos tecnológicos en la metalurgia del Bronce Final-Hierro en el Sudeste de la Península Ibérica. *In:* A. J. Lorrio (Ed.), *Qurénima. El Bronce Final del Sureste de la Península Ibérica*. Alicante, Real Academia de la Historia / Universidad de Alicante: 499-516.

Montero-Ruiz, I.; Santos Retolaza, M.; Rovira Hortalà, M. C.; Renzi, M.; Murillo Barroso, M. M.; Hunt Ortiz, M. A.; Gener, M. & Castanyer i Masoliver, P. 2010-2011. Lingotes plano-convexos de cobre en la primera mitad del I milenio a.C. en la Península Ibérica. *Boletín de la Asociación Española de Amigos de la Arqueología*, 46: 99-119.

Nión-Álvarez, S. & González García, F. J. 2023. Social change and metalworking in the Early Iron Age: An approach from North-West Iberia. *Oxford Journal of Archaeology*, 42 (1): 50-70. https://doi.org/10.1111/ojoa.12262

Oliveira, N. & Bettencourt, A. M. S. 2020. O povoado proto-histórico de Santo António (Afife, Viana do Castelo): dados e reflexões sobre as suas materialidades. *In:* R. Centeno, R. Morais, T. Soeiro & D. Ferreira (Coords.), *Cultura Castreja: Identidade e Transições*. Vol. I, Santa Maria da Feira, Museu Convento dos Lóios, Câmara Municipal de Santa Maria da Feira: 215-240.

Oliveira, N. 2024. *A Idade do Ferro do litoral norte de Portugal, entre as bacias dos rios Minho e Ave. Materialidades, intercâmbio e traços de identidade*. Tese de doutoramento, Universidade do Minho.

Pereira, F. 1914. Habitações castrejas do Norte de Portugal. *Estudos do Alto Minho*, 1.ª série, 14.

Renzi, M. 2010. La producción de "lingotes-hacha" en el Levante peninsular: una nueva valoración a partir de los materiales de La Fonteta (Guardamar del Segura, Alicante). *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 20: 127-144.

Renzi, M.; Montero-Ruiz, I. & Bode, M. 2009. Non-Ferrous metallurgy from the Phoenician site of La Fonteta (Alicante, Spain): a study of provenance. *Journal of Archaeological Science*, 36 (11): 2584-2596. https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.07.016.

Rovira, S. & Montero-Ruiz, I. 2018. Proyecto "Arqueometalurgia de la Península Ibérica" (1982-2017). *Trabajos de Prehistoria*, 75 (2): 223-247. https://doi.org/10.3989/tp.2018.12213.

Sampaio, H.; Bettencourt, A. M. S.; Barbosa, R.; Dinis, A. & Cruz, C. 2008. A importância do povoado do Pego no Bronze Final do Noroeste de Portugal. *Férvedes: Revista de Investigación*, 5: 227-233.

Sampaio, H. & Bettencourt, A. M. S. 2011. Produção e práticas metalúrgicas da Idade do Bronze no Noroeste Português: o caso do Pego, Braga. *Actas do 1º Congresso Internacional Povoamento e Exploração de Recursos Mineiros na Europa Atlântica Ocidental*. Braga, CITCEM: 391-407.

Sarmento, F. M. 1888. Materiais para a Arqueologia do Concelho de Guimarães. *Revista de Guimarães*, 5 (1): 152-167.

Sarmento, F. M. 1999. *Antiqua – Apontamentos de Arqueologia. Sociedade Martins Sarmento.* Guimarães.

Senna-Martínez, J. C. 2013. Aspectos do Centro-Norte do Ocidente Peninsular no final da Idade do Bronze. *Estudos Arqueológicos de Oeiras*, 20: 173-190.

Senna-Martinez, J. C.; Ventura, J. M. Q.; Carvalho, H.; Araújo, M. F.; Figueiredo, E. & Valério, P. 2010. "Melting the power". The foundry area of Fraga dos Corvos (Macedo de Cavaleiros, North-Eastern Portugal). *In:* A. M. S Bettencourt, M. J. Sanches, L. B. Alves & R. F. Valcarce (Eds.), *Conceptualising Space and Place*. BAR International Series 2058, Oxford, Archaeopress: 111-117.

Sierra Rodríguez, J. C.; Vázquez Vaamonde, A. J.; de Luis, L. & Ferreira, S. 1984. *El depósito del bronce final de Samieira: estudio sobre hachas de bronce con un contenido alto en plomo a la luz del diagrama ternario Cu-Sn-Pb. Investigación arqueoanalítica y experimental*. Boletín Auriense, Anexo 2. Ourense, Museo Arqueolóxico Provincial de Ourense.

Silva, A. C. F. 1986. *A Cultura Castreja do Noroeste de Portugal*. Paços de Ferreira, Câmara Municipal de Paços de Ferreira.

Siret, L. 1913. *Questions de chronologie et d'ethnographie ibériques. De la fin du Quaternaire à la fin du Bronze*. Tome I, Paris, Paul Geuthner.

Valério, P.; Silva, R. J. C.; Araújo, M. F.; Soares, A. M. M. & Barros, L. 2012. A multianalytical approach to study the Phoenician bronze technology in the Iberian Peninsula – A view from Quinta do Almaraz. *Materials Characterization*, 67: 74-82. https://doi.org/10.1016/j.matchar.2012.02.020.

Valério, P.; Soares, R. M.; Silva, R. J. C.; Soares, A. M. M. & Araújo, M. F. 2022. New evidence on Iron Age bronze metallurgy in southwestern Iberian Peninsula: ingots and artefacts from Cabeço Redondo (Portugal). *Archaeological and Anthropological Sciences*, 14: 163. https://doi.org/10.1007/s12520-022-01633-z

Vasconcellos, J. L. 1903. Cidade velha de Santa Luzia (Vianna do Castello). *O Archeólogo Português*, 8 (1.ª Série), 15-23.

Viana, A. & Oliveira, M. S. 1954. Cidade Velha de Santa Luzia. *Revista de Guimarães*, 64 (1-2): 40-72.

Viana, A. & Oliveira, M. S. 1959. Sobre o povoado de Santa Luzia (Viana do Castelo, Portugal). *Actas e Memórias do I Congresso Nacional de Arqueologia,* Lisboa: 541-551.

Viana, A. 1938. Um esconderijo de fundidor. *Revista do Alto Minho*, 1: 7-9.

Vilaça, R. 2006. Depósitos de bronze do território português: um debate em aberto. *O Arqueólogo Português*, Série IV, 24: 9-150.

Vilaça, R.; Almeida, S.; Bottaini, C.; Marques, J. N. & Montero-Ruiz, I. 2011. Metalurgia do Castro do Cabeço da Argemela (Fundão): Formas, conteúdos, produções e contextos. *Actas do 1º Congresso Internacional Povoamento e Exploração de Recursos Mineiros na Europa Atlântica Ocidental*. Braga, CITCEM: 427-452.

Vilaça, R.; Bottaini, C. & Arruda, A. M. 2020. Phoenician-influenced metallurgy in Central Portugal: three socketed arrowheads with spur from Monte Figueiró (Ansião). *Zephyrvs*, 85: 37-52. https://doi.org/10.14201/zephyrus2020853752.

Vitorino, P. 1929. Cidade velha de Santa Luzia (Viana do Castelo). *Portucale*, 2: 4-48.