

ESTUDOS ARQUEOLÓGICOS DE OEIRAS

Volume 32 • 2023



Editor científico: João Luís Cardoso

CÂMARA MUNICIPAL DE OEIRAS
2023

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:

- Dr. Luís Raposo (Museu Nacional de Arqueologia, Lisboa)
- 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)

ESTUDOS ARQUEOLÓGICOS DE OEIRAS

Volume 32 • 2023 ISSN: 0872-6086

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7919687>

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 – Grificamares, Lda. - Amares - Tel. 253 992 735

DEPÓSITO LEGAL: 97312/96

OS ARTEFACTOS METÁLICOS RECOLHIDOS NO POVOADO CALCOLÍTICO MURALHADO DO OUTEIRO REDONDO (SESIMBRA). ESTUDOS COMPOSICIONAIS COM RECURSO AO MÉTODO DA ESPETROMETRIA DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X

THE METALLIC ARTEFACTS COLLECTED IN THE WALLED CHALCOLITHIC SETTLEMENT OF OUTEIRO REDONDO. COMPOSITIONAL STUDIES USING THE X-RAY FLUORESCENCE SPECTROMETRY METHOD

João Luís Cardoso¹ & Carlo Bottaini²

Abstract

This study is based on the analysis of copper metal alloys from 109 artifacts collected in the excavations carried out in the walled Chalcolithic settlement of Outeiro Redondo (Sesimbra) using X-ray fluorescence and compares these results with those obtained by the same team in the walled Chalcolithic town of Leceia, about 50 km away.

It was concluded that the compositions of the metallic alloys did not differ during the two phases of occupation verified of the settlement, that dates back to the end of the Early Chalcolithic and the Full/Late Chalcolithic, encompassing an interval of about 500 years.

It was also concluded, based on the comparative exercise carried out with the results obtained in Leceia, and in other Chalcolithic sites in the Portuguese territory, that the presence of arsenic in the studied copper alloys assumes an occasional character, resulting from the nature of the ores used, and not from any intentional addition; in fact, it appears that the arsenic frequency curves obtained for both sites show a normal Gaussian distribution, although the average levels of arsenic in Outeiro Redondo are slightly higher than those found in Leceia.

It was noted, however, the presence of higher levels of arsenic in a specific type of instrument analysed, the saws or handsaws, compared to the rest of the artifacts, both in Outeiro Redondo and in Leceia.

Keywords: Outeiro Redondo; walled settlement; Chalcolithic; copper; arsenic

1 - INTRODUÇÃO E INTEGRAÇÃO CRONOLÓGICO-CULTURAL

Nas escavações realizadas no povoado calcolítico muralhado do Outeiro Redondo, situado em morro dominando a baía de Sesimbra (Fig. 1), dirigidas pelo primeiro signatário entre 2005 e 2016, foram recolhidos abundantes artefactos em ligas de cobre, provenientes da Camada 3, do Calcólítico Inicial, correspondente à primeira fase de ocupação, anterior à construção do dispositivo defensivo, e da Camada 2, do Calcólítico Pleno/Final, coeva da construção do dispositivo e da sua plena utilização e ocupação.

¹ Professor Catedrático da Universidade Aberta (Lisboa). Coordenador do Centro de Estudos Arqueológicos do Concelho de Oeiras (Câmara Municipal de Oeiras). Investigador do ICArEHB (Universidade do Algarve). cardoso18@netvisao.pt

² Investigador do Laboratório HERCULES e da CityUMacau Chair in Sustainable Heritage. Universidade de Évora. carlo@uevora.pt

A distribuição dos espólios metálicos na área escavada, situada exclusivamente na área intramuros, não é homogénea, verificando-se especial concentração no sector noroeste do sítio, correspondente a uma rechã onde se concentrariam as estruturas domésticas. Estas, para além das unidades habitacionais, em geral de difícil definição no terreno, integravam pequenas forjas associadas a estruturas de combustão, denunciadas pela presença, não só de cadinhos de variada tipologia, mas também de tubos de forja (algaravizes), de barro cozido, de que também se recolheram diversos exemplares. Merece destaque a recolha de dois exemplares, um deles quase completo, oriundos da Camada 3, indício claro de que, logo no início da ocupação do sítio, a metalurgia já ali era praticada. Estes dois exemplares provêm da mesma área, pelo que devem ter integrado uma única forja (CARDOSO, 2019, Fig. 149, n.ºs 4 a 6).

O estudo tipológico da totalidade do conjunto foi já realizado e publicado no estudo acima referido, pelo que se remete para ele o leitor, apresentando-se nas Figs. 2 a 7 o desenho dos materiais exumados que foram objecto dos estudos analíticos agora publicados.

Para além dos artefactos domésticos mais comuns em contextos habitacionais calcolíticos, reveladores das actividades quotidianas aqui realizadas, como sovelas, facas, furadores e serras, ocorrem exemplares cujas características merecem destaque. É o caso do conjunto de anzóis, todos do mesmo tipo, mas de diversos tamanhos, reveladores da especialização verificada nas capturas à linha já então realizadas, situação que aqui foi pela primeira vez demonstrada, a qual é reveladora, por outro lado, da importância que os recursos aquáticos tinham para estas populações, aliás explicada pela localização do sítio arqueológico, dominando a baía de Sesimbra.

Importa destacar a ocorrência de exemplares de tipologia muito mais rara, integrando a categoria das armas, usualmente reportados para épocas mais tardias. É o caso da ponta de seta de espigão e barbelas, recolhida no sector noroeste do povoado em 2013 (Fig. 7, n.º 155-03). Tais exemplares ocorrem em contextos iniciais da Idade do Bronze, mas não repugna atribuir aos derradeiros ocupantes do sítio arqueológico, cuja cronologia se situa para um intervalo de 2 sigma, entre 2440-2110 cal BC (CARDOSO, 2019, Quadro 3), o exemplar ora publicado; com efeito, foi já demonstrada a filiação destes exemplares nas pontas Palmela, com base numa peça proveniente de Huelva (NOCETE & NOCETE, 2015, p. 46), munida de dois pequenos entalhes, na base da folha, que prenunciam as barbelas que imediatamente a seguir se desenvolvem, como no presente exemplar.

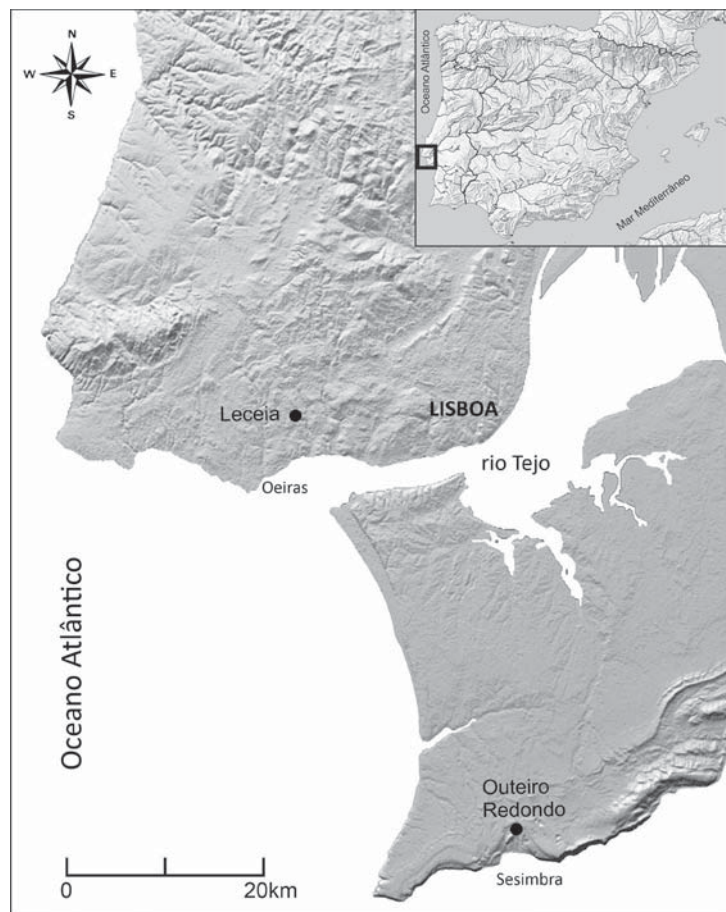


Fig. 1 – Localização, na Baixa Estremadura e na Península Ibérica, dos povoados pré-históricos de Leceia e do Outeiro Redondo.

Igual perspectiva pode ser adoptada ao fragmento de lâmina de espada curta recolhida no mesmo sector do povoado, em 2013. Trata-se de um exemplar cortado transversalmente na sua parte média, e ligeiramente dobrado (Fig. 6, n.º 154-10).

A ocorrência de espadas curtas ocorre no período de transição do Calcolítico para a Idade do Bronze, destacando-se, no território português, o exemplar de Pinhal dos Melos (PAÇO & FERREIRA, 1956), com o comprimento conservado 0,570 m (com a falta da ponta), sendo assim de dimensões comparáveis às do exemplar em apreço, com a diferença de este não possuir dois pequenos sulcos longitudinais de natureza decorativa, apresentando-se com a folha lisa. O facto de a peça se apresentar cortada intencionalmente indica que se destinava a refundição no local, actividade amplamente ali documentada, como acima se referiu.

A terceira peça de cobre que merece referência especial é uma alabarda de tipo híbrido, tendo presente as características dos exemplares publicados (Fig. 7, n.º 155-04), o que lhe aumenta o interesse. Com efeito, ao contrário das alabardas calcolíticas ou da transição para a Idade do Bronze (“horizonte de Ferradeira”), em ligas de cobre, conhecidas no território português e em Espanha, munidas de furos para encabamento por rebitagem, o presente exemplar possui uma lingueta, na tradição das produções dos punhais campaniformes, que lhe confere carácter arcaizante, sendo contudo de produção elaborada. Possui uma nervura central bem marcada, obtida por martelagem, à semelhança de alguns punhais calcolíticos, como os exemplares recolhidos no monumento 7 de Alcalar (VEIGA, 1889, Est. IX) ou no povoado calcolítico estremenho do Outeiro de São Mamede (CARDOSO & CARREIRA, 2003, Fig. 38, n.º 1 e 2). Este exemplar afigura-se, deste modo de características até agora únicas, realidade que deve ser sublinhada.

Ao conjunto de utensílios referidos, somam-se abundantes restos de fundição, constituídos por exemplares de formas muito irregulares, acompanhadas de pingos de fundição de menores dimensões e de formato esferoidal.

Aos objectos referidos juntam-se ainda algumas peças de natureza enigmática, correspondentes a gumes de machados de cobre cortados transversalmente, de que se recolheram dois exemplares (Fig. 4, n.º 152-12). Tem-se discutido muito o significado destas peças, já que, aparentemente correspondem à ablação dos gumes dos machados planos de cobre, aparentemente ainda em estado de corte, o que se afigura uma contradição, pois mesmo que os gumes carecessem de reavivamento, a melhor forma de o produzir era através da martelagem, que aliás aumentaria a sua dureza. A alternativa seria a de admitir que os chamados machados planos de cobre pudessem constituir reservas de matéria-prima, independentemente de poderem ser usados simultaneamente como utensílios. Síntese destas discussões foi apresentada aquando da publicação de estes dois exemplares (CARDOSO, 2019, p. 235). Seja como for, em alguns povoados estremenhos, a par de este tipo de artefactos, têm sido recolhidos verdadeiros lingotes de cobre: referem-se, sem preocupações exaustivas, exemplares de Leceia, de onde provém o primeiro objecto deste tipo que foi objecto de estudo metalográfico (CARDOSO & FERNANDES, 1995) e o Outeiro de São Mamede, onde se destacam dois belos exemplares (CARDOSO & CARREIRA, 2003, Fig. 39, n.º 8; Fig. 40, n.º 6). Também do Outeiro Redondo provém um notável exemplar, oriundo das colheitas antigas realizadas por Gustavo Marques (CARDOSO, 2019, Fig. 60).

2 – MATERIAIS E MÉTODOS

No presente trabalho foram analisados 107 dos 129 objetos inventariados e desenhados (CARDOSO, 2019, p. 231-242). Ficaram excluídas do presente estudo algumas peças devido ao seu estado físico e às dificuldades em se retirar a corrosão superficial sem afectar a sua integridade física.

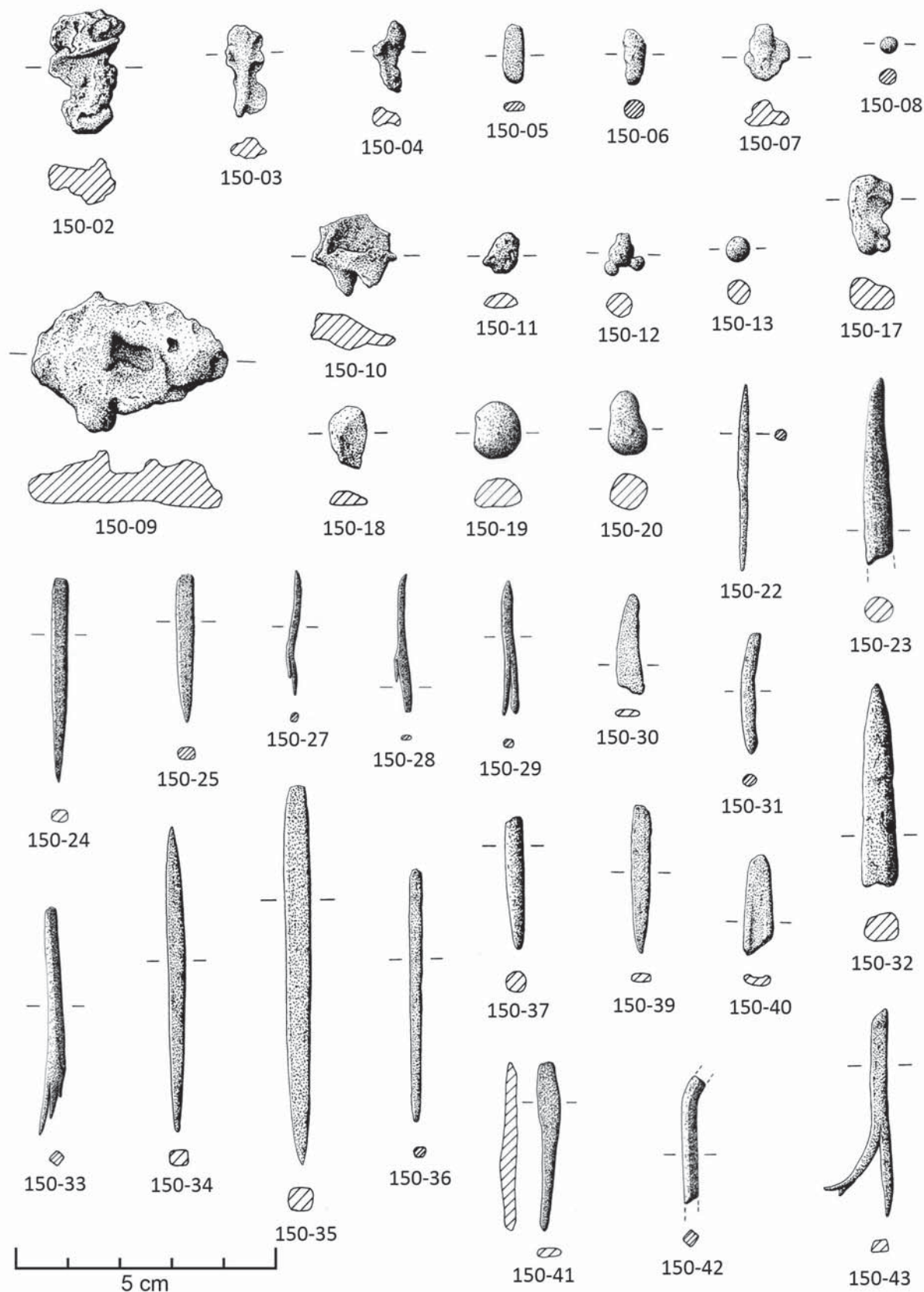


Fig. 2 - Artefactos de cobre do Outeiro Redondo (desenhos de Filipe Martins).

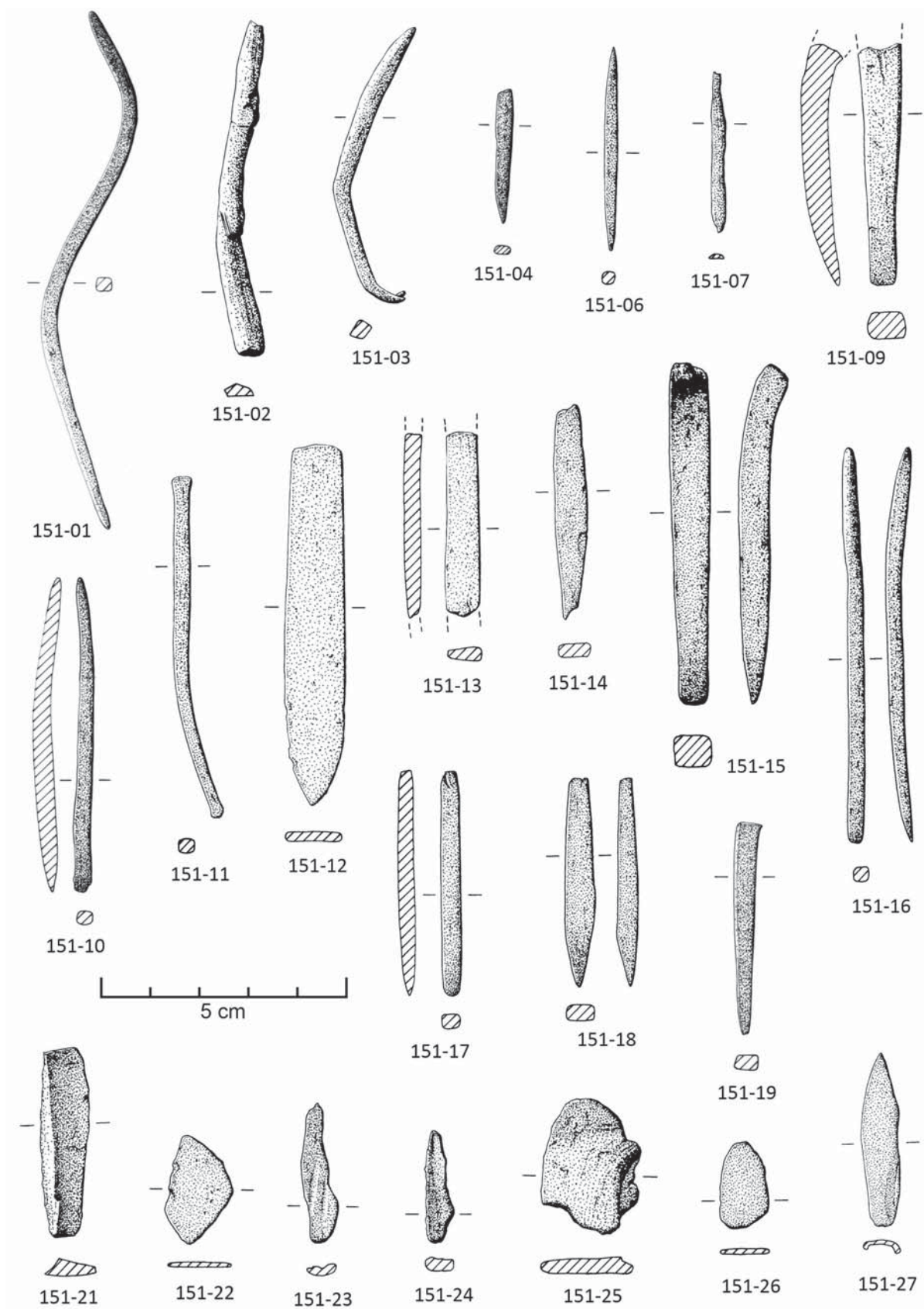


Fig. 3 – Artefactos de cobre do Outeiro Redondo (desenhos de Filipe Martins).

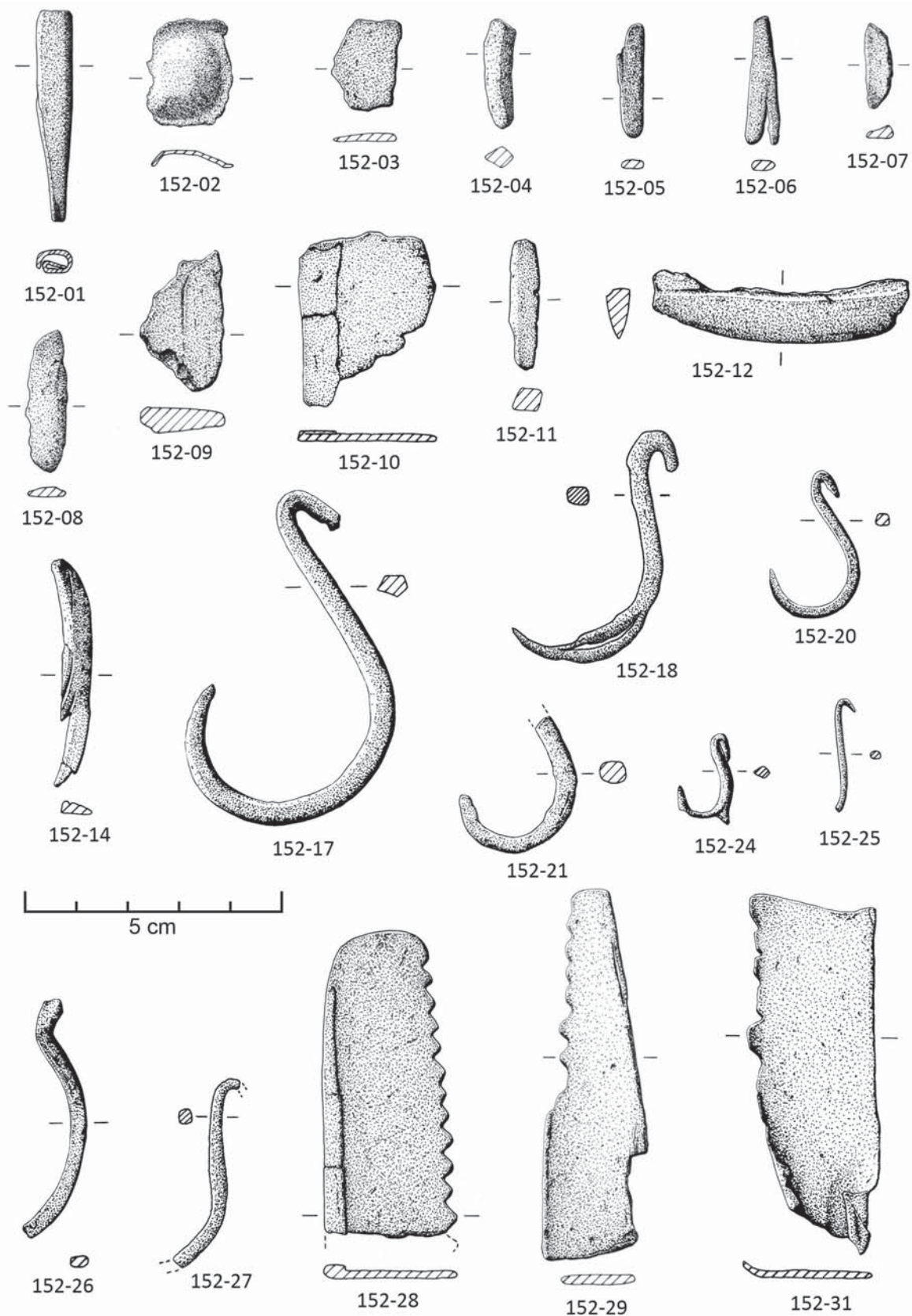


Fig. 4 - Artefactos de cobre do Outeiro Redondo (desenhos de Filipe Martins).

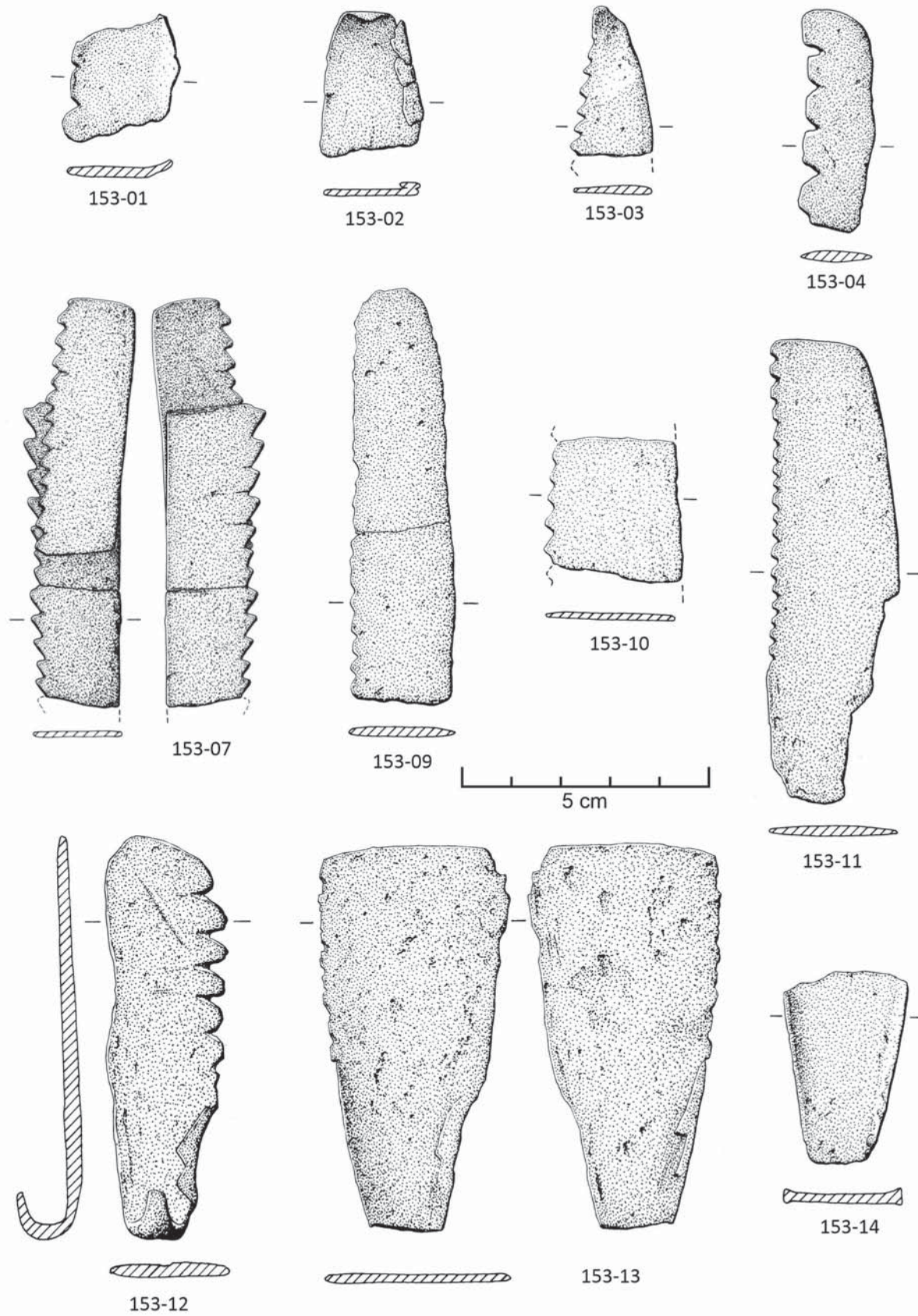


Fig. 5 – Artefactos de cobre do Outeiro Redondo (desenhos de Filipe Martins).

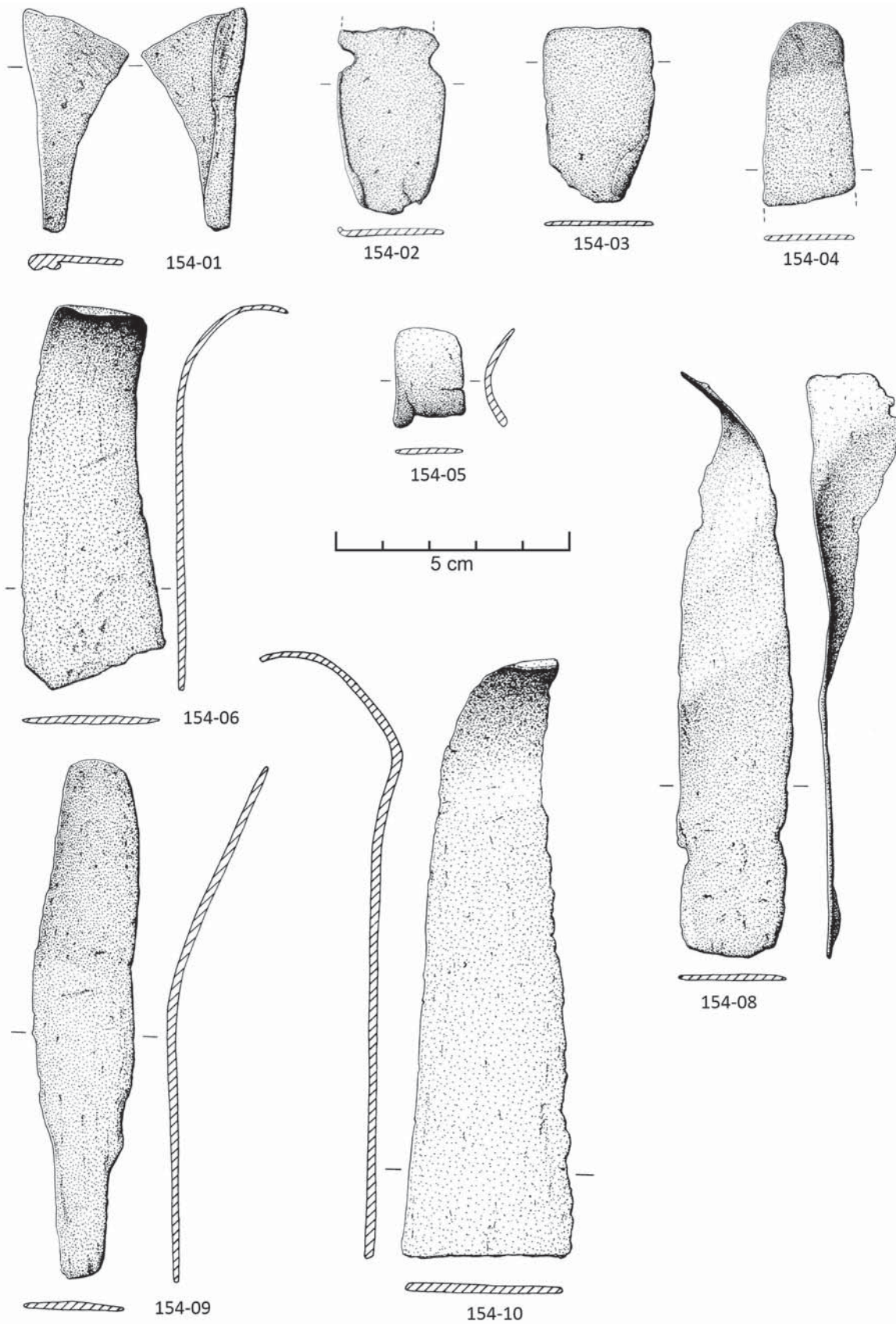


Fig. 6 - Artefactos de cobre do Outeiro Redondo (desenhos de Filipe Martins).

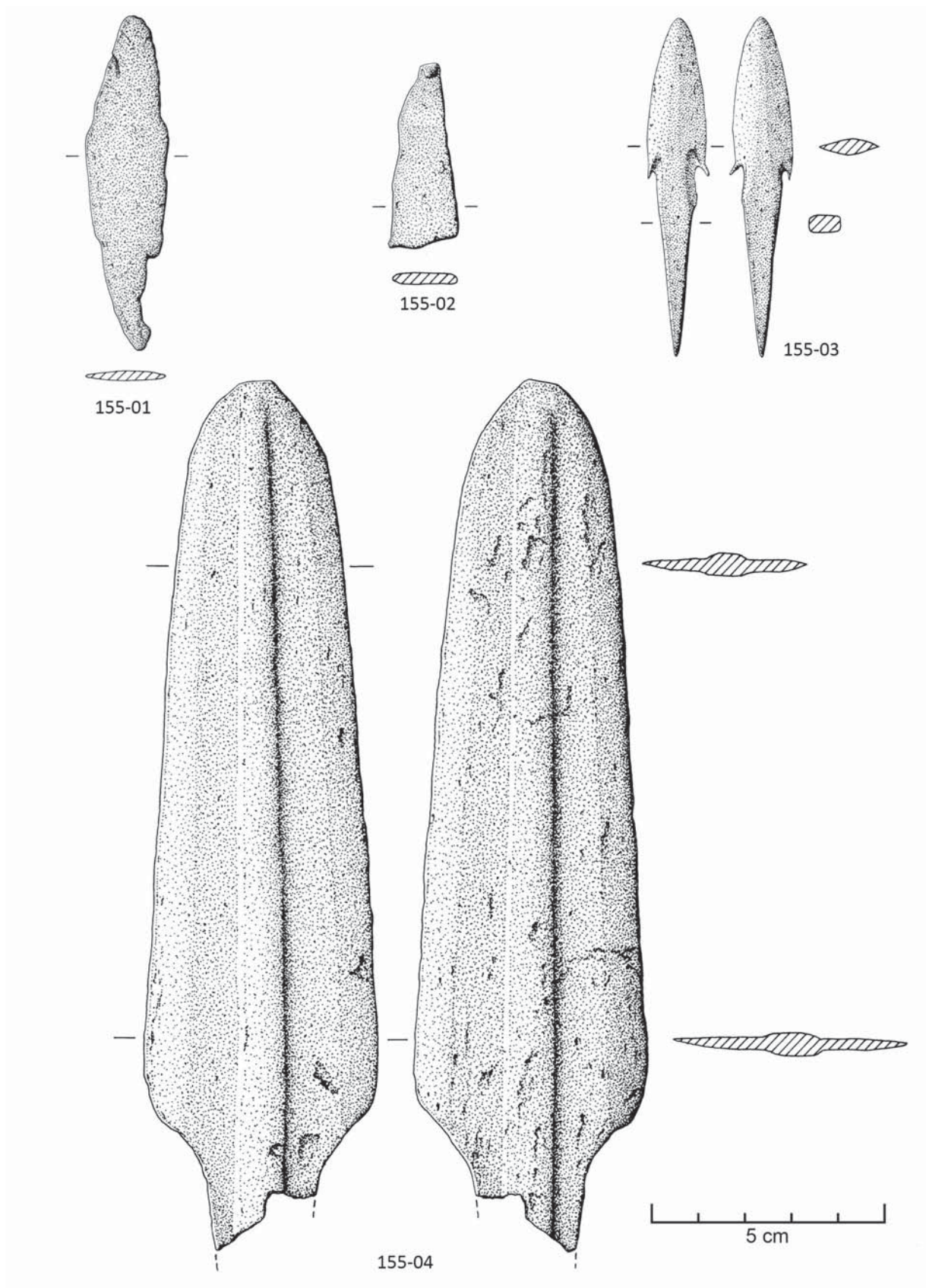


Fig. 7 - Artefactos de cobre do Outeiro Redondo (desenhos de Filipe Martins).

Em termos de contextos arqueológicos, 17 dos artefactos ora analisados provêm da Camada 3, atribuível à fase final do Calcolítico Inicial, provindo os restantes 90 exemplares da Camada 2, atribuível ao Calcolítico Pleno/Final.

Este estudo foi antecedido de um outro, onde se publicaram os resultados das análises das 12 peças recolhidas na primeira fase das escavações, entre 2005 e 2009 (PEREIRA *et al.*, 2013), as quais foram agora de novo analisadas. Neste contributo, analisaram-se ainda, de forma não destrutiva, algumas das incrustações presentes em alguns fragmentos cerâmicos utilizados como cadinhos procedentes da camada 2.

A análise elementar das peças do Outeiro Redondo foi realizada por espectrometria de fluorescência de raios-X no Laboratório HERCULES (Universidade de Évora). O equipamento utilizado foi um espectrómetro Bruker Tracer III-SD. As características específicas do equipamento assim como a metodologia de análise adoptada no estudo dos metais do Outeiro Redondo foram descritas em trabalho anterior (CARDOSO *et al.*, 2020), respeitante a estudo comparável realizado sobre o conjunto recuperado no povoado pré-histórico de Leceia.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

No conjunto, os resultados reportados no Quadro 1 indicam tratar-se de objetos de cobre puro, com uma concentração do arsénio (As) que, em nenhuma das peças, ultrapassa 5% (Fig. 8), excedendo a fasquia de 3% apenas num grupo minoritário de objetos, 19 em 107. A presença de As foi ainda revelada na análise das pequenas porções metálicas aderentes ao interior dos cadinhos analisados (Fig. 9). Relativamente aos restantes elementos, i.e., Fe, Sb, Ag, Bi e Ni, a sua presença é geralmente pouco expressiva, ficando abaixo, no total, de 0,35% (Fig. 3). A única exceção é o anzol 151-22, caracterizado por uma concentração elevada de Ni (2,74%).

Quadro 1 – Resultados das análises químicas realizadas por espectrometris de fluorescência de raios-X.

ID	Tipos	camada	Cu	As	Fe	Sb	Ag	Bi	Ni
150-02	pingos e resíduos de fundição	2	98,9	1,05	0,01	0,01	0,03	0	0
150-03	pingos e resíduos de fundição	2	99,2	0,65	0,05	0,1	0	0	0
150-04	pingos e resíduos de fundição	2	99,3	0,68	0,01	0	0	0,01	0
150-05	pingos e resíduos de fundição	2	95,75	4,21	0,04	0	0	0	0
150-06	pingos e resíduos de fundição	2	99	0,95	0,05	0	0	0	0
150-07	pingos e resíduos de fundição	2	97,7	2,05	0,03	0,1	0,08	0,04	0
150-08	pingos e resíduos de fundição	2	98,95	0,72	0,03	0,3	0	0	0
150-09	pingos e resíduos de fundição	2	98,8	1,1	0,02	0,03	0,05	0	0
150-10	pingos e resíduos de fundição	2	97,5	2,4	0,03	0,06	0	0,01	0
150-11	pingos e resíduos de fundição	3	99,8	0,19	0,01	0	0	0	0
150-12	pingos e resíduos de fundição	3	99,8	0,14	0,02	0	0	0,04	0
150-13	pingos e resíduos de fundição	3	99,8	0,15	0,03	0	0	0,02	0
150-17	pingos e resíduos de fundição	3	98,1	1,81	0,04	0	0	0,05	0
150-18	pingos e resíduos de fundição	3	97,3	2,68	0,02	0	0	0	0
150-19	pingos e resíduos de fundição	2	99,2	0,75	0,03	0,02	0	0	0
150-20	pingos e resíduos de fundição	2	99,05	0,92	0,03	0	0	0	0
150-22	sovelas, punções, agulhas	2	98,35	1,63	0,02	0	0	0	0
150-23	sovelas, punções, agulhas	2	98,4	1,59	0,01	0	0	0	0

ID	Tipos	camada	Cu	As	Fe	Sb	Ag	Bi	Ni
150-24	sovelas, punções, agulhas	2	99,7	0,29	0,01	0	0	0	0
150-25	sovelas, punções, agulhas	2	98,05	1,93	0,02	0	0	0	0
150-27	sovelas, punções, agulhas	2	97,4	2,57	0,03	0	0	0	0
150-28	sovelas, punções, agulhas	2	96,5	3,49	0,01	0	0	0	0
150-29	sovelas, punções, agulhas	2	97,7	2,27	0,03	0	0	0	0
150-30	sovelas, punções, agulhas	2	98,1	1,86	0,04	0	0	0	0
150-31	sovelas, punções, agulhas	2	97,35	2,64	0,01	0	0	0	0
150-32	sovelas, punções, agulhas	2	98,65	1,28	0,01	0,06	0	0	0
150-33	sovelas, punções, agulhas	2	98,55	1,42	0,03	0	0	0	0
150-34	sovelas, punções, agulhas	2	97,6	2,38	0,02	0	0	0	0
150-35	sovelas, punções, agulhas	2	98,65	1,34	0,01	0	0	0	0
150-36	sovelas, punções, agulhas	2	98,05	1,94	0,01	0	0	0	0
150-37	sovelas, punções, agulhas	2	98,3	1,68	0,02	0	0	0	0
150-39	sovelas, punções, agulhas	2	97,8	2,18	0,02	0	0	0	0
150-40	sovelas, punções, agulhas	2	97,7	2,25	0,05	0	0	0	0
150-41	sovelas, punções, agulhas	2	97,3	2,68	0,02	0	0	0	0
150-42	sovelas, punções, agulhas	2	97,55	2,44	0,01	0	0	0	0
150-43	sovelas, punções, agulhas	2	98	1,99	0,01	0	0	0	0
151-01	sovelas, punções, agulhas	2	98,1	1,87	0,03	0	0	0	0
151-02	sovelas, punções, agulhas	2	97,6	2,36	0,04	0	0	0	0
151-03	sovelas, punções, agulhas	2	97,1	2,89	0,01	0	0	0	0
151-04	sovelas, punções, agulhas	2	98,3	1,68	0,02	0	0	0	0
151-06	sovelas, punções, agulhas	3	97,60	2,20	0,04	0,10	0	0,06	0
151-07	sovelas, punções, agulhas	3	98,8	1,1	0,01	0	0	0,09	0
151-09	escopros ou formões	2	98,9	1,09	0,01	0	0	0	0
151-10	escopros ou formões	2	96,9	3,05	0,01	0	0	0,04	0
151-11	escopros ou formões	2	97,7	2,29	0,01	0	0	0	0
151-12	escopros ou formões	2	96,8	3,19	0,01	0	0	0	0
151-13	escopros ou formões	2	98,6	1,39	0,01	0	0	0	0
151-14	escopros ou formões	2	96,8	3,19	0,01	0	0	0	0
151-15	escopros ou formões	2	98,8	1,15	0,04	0	0	0,01	0
151-16	escopros ou formões	3	99,25	0,71	0,04	0	0	0	0
151-17	escopros ou formões	3	97,15	2,83	0,02	0	0	0	0
151-18	escopros ou formões	3	99,6	0,28	0,02	0	0	0,1	0
151-19	escopros ou formões	3	95,6	4,3	0,04	0	0	0,06	0
151-21	fragmento indeterminado	2	96,50	3,47	0,03	0	0	0	0
151-22	fragmento indeterminado	2	94,85	2,4	0,01	0	0	0	2,74
151-23	fragmento indeterminado	2	98,8	1,15	0,05	0	0	0	0
151-24	fragmento indeterminado	2	98,2	1,75	0,05	0	0	0	0
151-25	fragmento indeterminado	2	98,1	1,89	0,01	0	0	0	0
151-26	fragmento indeterminado	2	96,8	3,16	0,04	0	0	0	0
151-27	fragmento indeterminado	2	96,40	3,35	0,05	0	0	0,20	0
152-01	fragmento indeterminado	2	97,7	2,26	0,04	0	0	0	0
152-02	fragmento indeterminado	2	98,70	1,29	0,01	0	0	0	0
152-03	fragmento indeterminado	2	95,50	4,16	0,04	0	0	0,3	0

ID	Tipos	camada	Cu	As	Fe	Sb	Ag	Bi	Ni
152-04	fragmento indeterminado	2	98,60	1,39	0,01	0	0	0	0
152-05	fragmento indeterminado	2	98,80	1,19	0,01	0	0	0	0
152-06	fragmento indeterminado	2	96,75	3,23	0,02	0	0	0	0
152-07	fragmento indeterminado	2	98,00	1,95	0,05	0	0	0	0
152-08	fragmento indeterminado	2	97,70	2,28	0,02	0	0	0	0
152-09	fragmento indeterminado	2	97,8	2,16	0,04	0	0	0	0
152-10	fragmento indeterminado	3	97,2	2,79	0,01	0	0	0	0
152-11	fragmento indeterminado	3	98,4	1,55	0,02	0	0	0,03	0
152-12	gume de machado	2	99	0,98	0,02	0	0	0	0
152-14	gume de machado	3	99,2	0,76	0,04	0	0	0	0
152-17	anzol	2	98,5	1,3	0,03	0,1	0	0,07	0
152-20	anzol	2	97,9	1,93	0,03	0,06	0,06	0,02	0
152-21	anzol	2	95,3	4,65	0,02	0	0	0,03	0
152-24	anzol	2	98,4	1,57	0,03	0	0	0	0
152-25	anzol	3	99,1	0,89	0,01	0	0	0	0
152-26	anzol	3	96,8	3,16	0,04	0	0	0	0
152-27	anzol	3	99	0,85	0,02	0,06	0	0,07	0
152-28	serra ou foice	2	98,25	1,7	0,05	0	0	0	0
152-29	serra ou foice	2	98,5	1,49	0,01	0	0	0	0
152-31	serra ou foice	2	97,5	2,47	0,01	0,02	0	0	0
153-01	serra ou foice	2	97,3	2,67	0,03	0	0	0	0
153-02	serra ou foice	2	96,05	3,94	0,01	0	0	0	0
153-03	serra ou foice	2	96,7	3,2	0,04	0	0	0,06	0
153-04	serra ou foice	2	96,9	3,07	0,03	0	0	0	0
153-07	serra ou foice	2	96,7	3,29	0,01	0	0	0	0
153-09	serra ou foice	2	97,55	2,44	0,01	0	0	0	0
153-10	serra ou foice	2	97	2,96	0,04	0	0	0	0
153-11	serra ou foice	2	96,7	3,29	0,01	0	0	0	0
153-12	serra ou foice	2	97,1	2,89	0,01	0	0	0	0
153-13	talão ou porção proximal de faca ou serra	2	97,25	2,74	0,01	0	0	0	0
153-14	talão ou porção proximal de faca ou serra	2	98,4	1,58	0,02	0	0	0	0
154-01	talão ou porção proximal de faca ou serra	2	97,55	2,44	0,01	0	0	0	0
154-02	talão ou porção proximal de faca ou serra	2	98	1,96	0,01	0	0	0,03	0
154-03	faca espatulada	2	98,2	1,79	0,01	0	0	0	0
154-04	faca espatulada	2	98,7	1,26	0,01	0,03	0	0	0
154-05	faca espatulada	2	97,3	2,68	0,02	0	0	0	0
154-06	faca espatulada	2	98,55	1,43	0,01	0	0	0,01	0
154-08	faca espatulada	2	96,80	3,15	0,05	0	0	0	0
154-09	punhal	2	98,7	1,26	0,02	0	0	0,02	0
154-10	espada	2	98,3	1,68	0,01	0	0	0,01	0
155-01	punhal	2	97,45	2,51	0,04	0	0	0	0
155-02	punhal	2	98,8	1,13	0,01	0	0,06	0	0
155-03	ponta de seta	2	99	0,95	0,05	0	0	0	0
155-04	alabarda	2	97,5	2,45	0,03	0	0	0,02	0

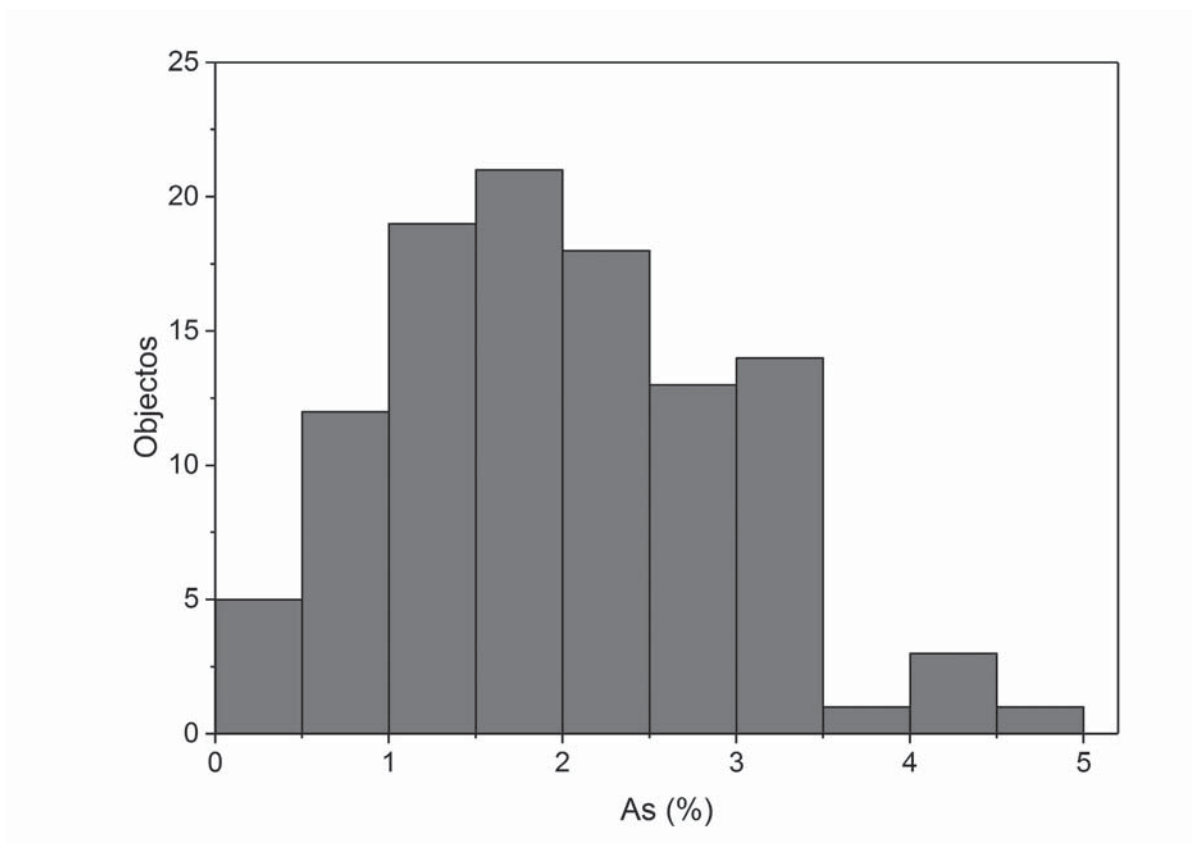


Fig. 8 - Histograma de distribuição do arsénio no conjunto de artefactos analisados do Outeiro Redondo.

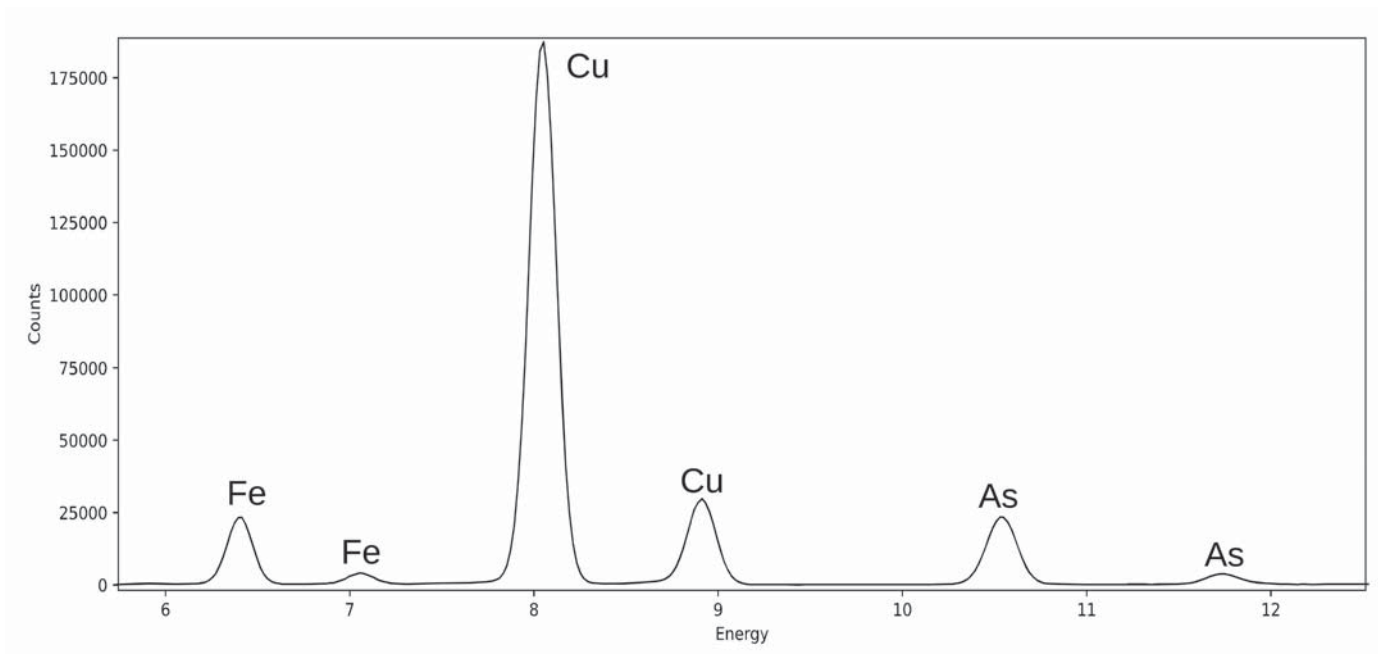


Fig. 9 - Espectro de XRF relativo à análise efetuada sobre o metal aderente na superfície interna de um cadinho, em que se destaca a presença do pico do arsénio.

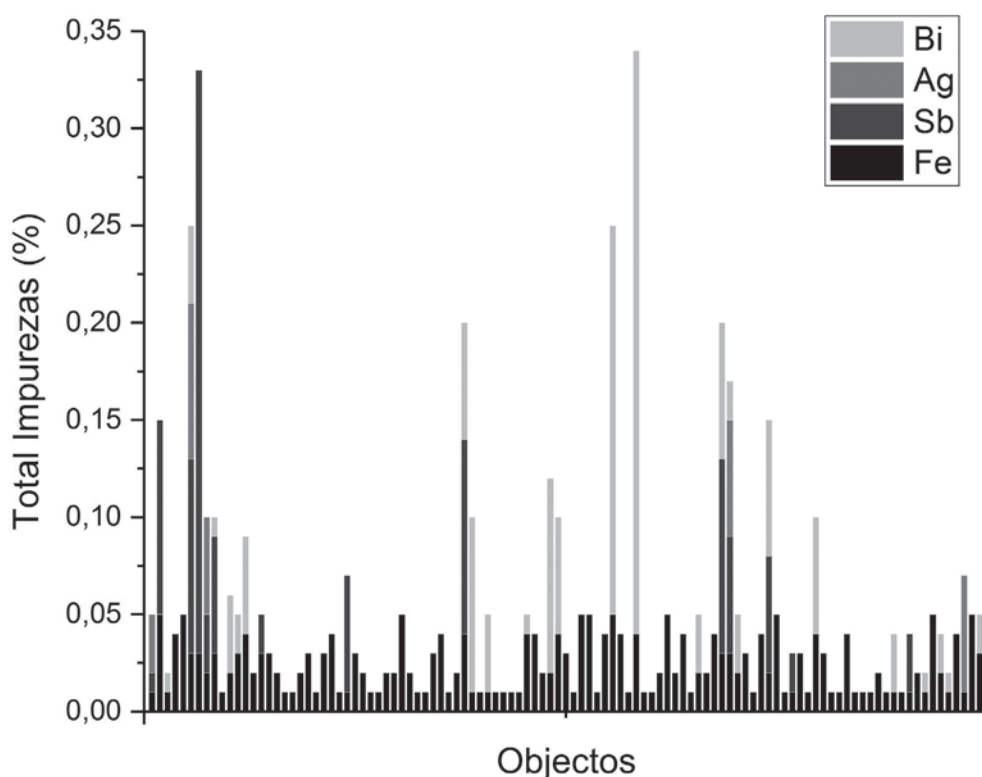


Fig. 10 – Principais impurezas detetadas em 107 dos 109 artefactos analisados no Outeiro Redondo, com a sua concentração total.

Quanto ao arsénio, a sua presença neste tipo de metalurgia mais arcaica – resultante de uma adição intencional ou, em alternativa, da sua incorporação involuntária por ocorrer de forma natural nos minério usado – é uma questão que tem sido longamente debatida entre os investigadores; para a Península Ibérica veja-se, entre outros, ROVIRA 2004 e PEREIRA *et al.*, 2013, este último contributo mais especificamente para o território português. Igualmente polémica é a fixação de um limite mínimo de arsénio que sirva para separar um cobre puro de um cobre arsenicado, intencionalmente ou não, e que, relativamente aos metais peninsulares, tem oscilado, sem consenso entre os investigadores, entre 1% As (MONTERO RUIZ & TENEISHVILI, 1996, p. 79; CARDOSO *et al.*, 2002, p. 90; MÜLLER *et al.*, 2007, 17), 2% As (CARDOSO *et al.*, 2002; PEREIRA *et al.*, 2013) e 3-4% (ROVIRA, 2004, p. 16).

Independentemente deste tipo de questões, importa realçar que os metais do Outeiro Redondo aparentam uma quantidade de arsénio tendencialmente bastante reduzida, não mostrando nenhuma evidência sobre a possibilidade deste elemento ter sido intencionalmente adicionado ao longo do processo produtivo das peças. A distribuição unimodal do As observável no Outeiro Redondo, igualmente valorizada, por exemplo, em Leceia (CARDOSO & GUERRA, 1997/1998; CARDOSO *et al.*, 2020), constitui indício importante nesse sentido. A variabilidade natural do arsénio nas peças do Outeiro Redondo parece ainda confirmada ao se analisarem os dados numa perspetiva cronológica, não sendo possível identificar qualquer diferença estatisticamente relevante na concentração deste elemento químico entre os objetos adscritos à última fase do Calcolítico Inicial e ao Calcolítico Pleno/Final (Fig. 11 A).

A comparação dos dados agora obtidos com os de Leceia, cujos metais foram analisados com o mesmo equipamento e em idênticas condições experimentais (CARDOSO *et al.*, 2020), verifica-se, no conjunto do

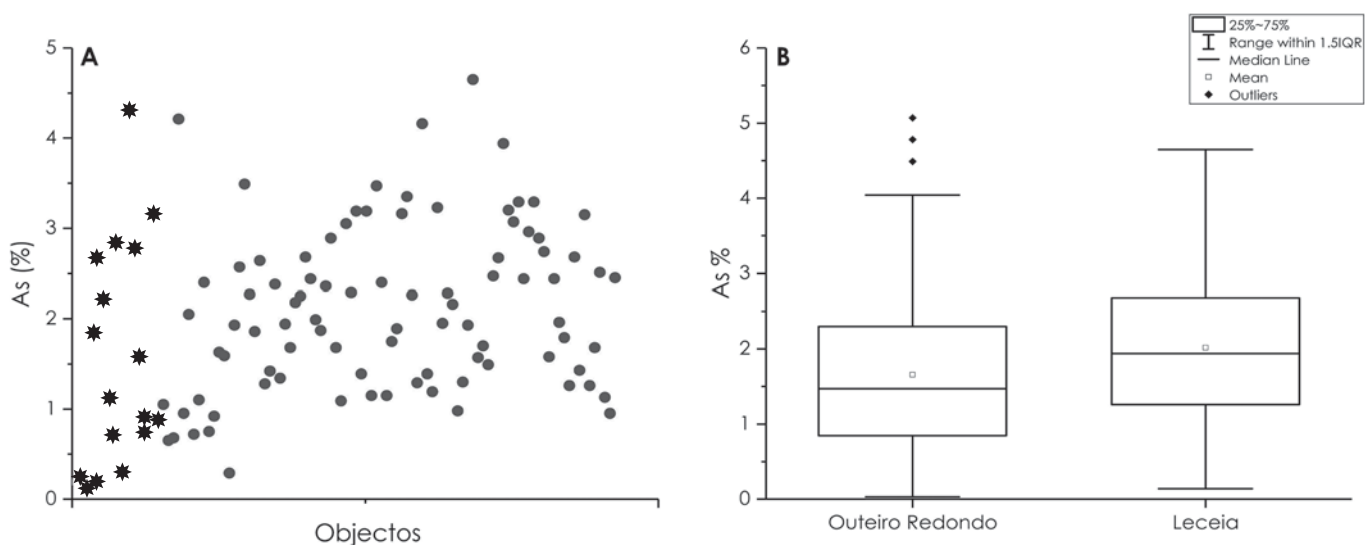


Fig. 11 – Valor do arsénio nos objetos recuperados na Camada 3 – última fase do Calcolítico Inicial (estrelas) e na Camada 2 – Calcolítico Pleno/Final (círculos) (A). Diagrama de caixa comparando a concentração global do arsénio nos artefactos do Outeiro Redondo e de Leceia (B).

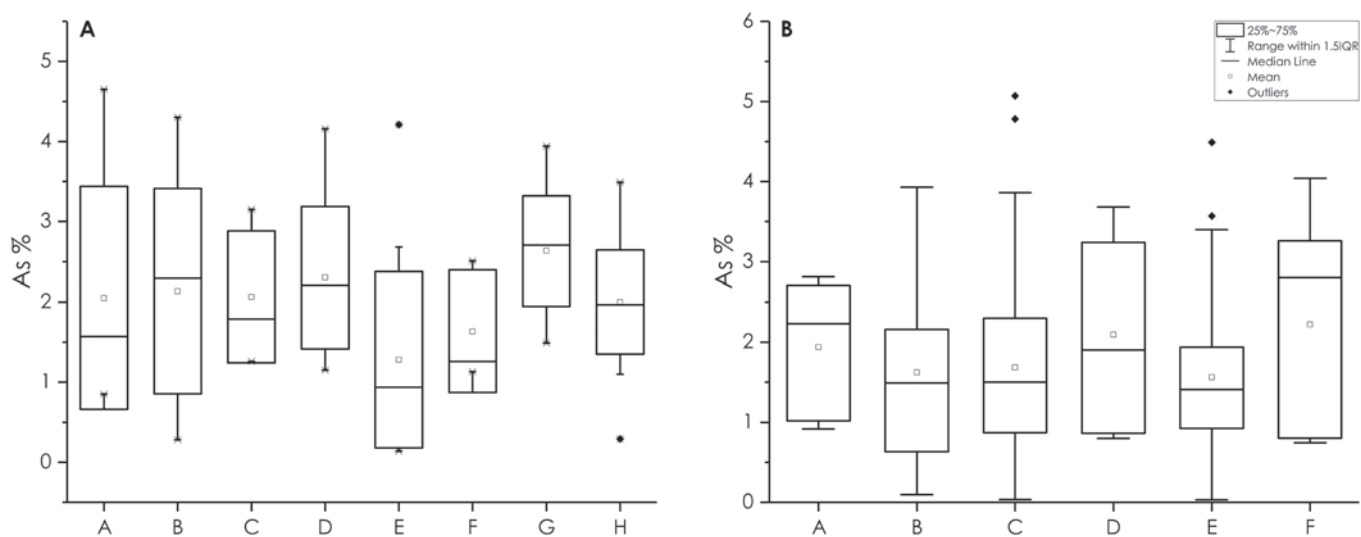


Fig. 12 – Diagrama de caixa mostrando a concentração e a variabilidade do arsénio nos diversos tipos metálicos encontrados no Outeiro Redondo. A: anzóis; B: escopros ou formões; C: facas espatuladas; D: fragmentos indeterminados; E: pingos e resíduos de fundição; F: punhais; G: serras ou foices; H: sovelas, punções, agulhas (A). Diagrama de caixa mostrando a concentração e a variabilidade do arsénio nos diversos tipos metálicos encontrados em Leceia. A: anzóis; B: escopros; C: machados planos; D: punções; E: serras (B).

Outeiro Redondo, que o As apresenta um valor médio global ligeiramente mais elevado, com uma média de $2,0 \pm 1,0\%$ As (mediana $1,95\%$ As) contra $1,65 \pm 1,05\%$ As (mediana $1,5\%$ As) de Leceia (Fig. 11 B).

A concentração do As nos vários tipos de artefactos encontrados no Outeiro Redondo varia de *c.* $1,3 \pm 1,1\%$ As nos pingos e resíduos de fundição e os *c.* $2,6 \pm 0,7\%$ As nas serras (Fig. 12 A). Embora os dados se apoiem num número reduzido de peças (7 serras num conjunto de 141 peças), observa-se que, em Leceia, é também o grupo das serras a apresentar uma média de As mais elevada em comparação com os restantes grupos tipo-

lógicos identificados, atingindo um valor médio de c. $2,2 \pm 1,3\%$ (Fig. 12 B). Futuros trabalhos, baseados num universo mais consistente de objetos, poderão consolidar possíveis tendências neste tipo de análise estatística.

De uma forma geral, os resultados obtidos sobre a variabilidade do arsénio detetado no Outeiro Redondo condizem com a maior parte dos dados disponíveis sobre objetos coevos provenientes do território atualmente português, em que, normalmente, também resulta difícil identificar tendências claras a esse respeito. A título de exemplo, podemos recordar os dados sobre a metalurgia documentada noutros povoados estremenhos, i.e., Castro de Pragança (MELO, 2021), Vila Nova de São Pedro (MÜLLER *et al.*, 2008; PEREIRA *et al.*, 2013), Zambujal (MÜLLER *et al.*, 2007), Moita da Ladra (CARDOSO, 2014; PEREIRA *et al.*, 2015), Penedo de Lexim (Mafra) (SOUSA *et al.*, 2004), entre outros. Recordem-se também, já no Norte, os casos recentemente publicados do Castelo Velho de Freixo de Numão (BOTTAINI *et al.*, 2019) e de Castanheiro do Vento (VALÉRIO *et al.*, 2014). Ou, ainda, já a sul do rio Tejo, os conjuntos do Outeiro de São Bernardo (CARDOSO *et al.*, 2002), Porto das Carretas (VALÉRIO *et al.*, 2007), Bela Vista 5 (BOTTAINI *et al.*, 2014), Perdigões (BOTTAINI *et al.*, 2018; VALERA *et al.*, 2020) e Herdade do Álamo (VALERA *et al.*, 2022), entre outros.

É de há muito sabido que algumas mineralizações de carbonatos de cobre e cobre nativo do território português contêm naturalmente teores de arsénio assinaláveis (FERREIRA, 1961, p. 3). A mesma situação ocorre na extremidade oriental da Sierra Morena (Espanha) (DOMERGUE, 1990, cit. em HUNT ORTIZ, 2003, p. 323). Na verdade, a ZOM, no seu sector do território português, de acordo com os dados isotópicos publicados, teria providenciado matéria-prima para a produção de metais em Leceia (MÜLLER & CARDOSO, 2008) e Vila Nova de São Pedro (MÜLLER & SOARES, 2008).

4 – CONCLUSÃO

Os resultados obtidos das análises químicas por espectrometria de fluorescência de raios-X executadas em 109 artefactos de cobre recolhidos no povoado calcolítico muralhado do Outeiro Redondo indicam que as composições de todos eles são coerentes e não variam ao longo do tempo de ocupação daquele sítio, que pode ter abrangido quase 500 anos. Resulta claro que a variação estatística do teor de As é coerente com uma presença natural daquele elemento, em consonância com conclusões anteriormente apresentadas, e também confirmadas por outros estudos mais antigos, nomeadamente os que foram publicados no âmbito do projeto alemão SAM (JUNGHANS *et al.*, 1968), que envolveu análises destrutivas, a partir de amostras recolhidas nos objectos, indicam que o arsénio, ao longo do Calcolítico, se apresenta em concentrações bastante variáveis, aleatórias e tendencialmente pouco expressivas, o que se coaduna com uma presença accidental deste elemento nos objetos analisados.

Deste modo, e como já tinha sido há mais de sessenta anos observado por O. da Veiga Ferreira, o arsénio estaria já presente nos minérios utilizados pelos metalúrgicos antigos e atravessaria as diversas etapas da cadeia produtiva do metal, acabando, por fim, por ser incorporado na composição dos objectos manufacturados. A sua ocorrência, portanto, não seria o resultado de um processo produtivo que consistia na mistura entre minérios ricos em cobre e minérios ricos em arsénio. Esta situação, juntamente com a possibilidade de haver algum reaproveitamento de metais sob forma de sucata (recorde-se, a este respeito, a volatilidade do arsénio ao longo do processo produtivo, cf. CHARLES, 1967), explicaria a variabilidade aparentemente sem um padrão claro do arsénio detetada no Outeiro Redondo e nos demais sítios acima referidos. Com efeito, a possibilidade de reaproveitamento de instrumentos fora de uso encontra-se bem evidenciada no Outeiro Redondo pela assina-

lável quantidade de objectos sem forma definida, a par de outros, cuja tipologia original ainda se mantém, como é o caso da folha de espada curta cortada transversalmente, acima referida, com aquele objectivo.

AGRADECIMENTOS

As análises publicadas foram realizadas no Laboratório HERCULES, com financiamento FCT UIDB/04449/2020.

REFERÊNCIAS

- BOTTAINI, C.; MANHITA, A.; DIAS, C.; MIGUEL, C.; BELTRAME, M.; MIRÃO, J., CANDEIAS, A.; OLIVEIRA, M.-J. & CARVALHO, G. (2014) – Uma abordagem multi-disciplinar na caracterização arqueométrica de uma ponta de seta e de um estilete procedentes do sítio de Bela Vista 5 (Mombeja, Beja). *ERA Monográfica*. Lisboa. 2, p. 47-57.
- BOTTAINI, C.; BRUNETTI, A.; MONTERO-RUIZ, I.; VALERA, A.; CANDEIAS, A. & MIRÃO J. (2018 a) – Use of Monte Carlo simulation as a tool for non-destructive ED-XRF analysis of archaeological copper-based artifacts from the Chalcolithic site of Perdigões, Southern Portugal. *Applied Spectroscopy*. 72 (1), p. 17-27.
- BOTTAINI, C.; MONTERO-RUIZ, I.; LOPES, S.; BAPTISTA, L.; GOMES, S. & VALE, N. (2019) – Os metais do recinto pré-histórico de Castelo Velho de Freixo de Numão no quadro da primeira metalurgia do Noroeste da Península Ibérica. In L=PES, S. (ed.) Olhares sobre o Castelo Velho de Freixo de Numão: revisitando um recinto pré-Histórico do Alto Douro Português. *digitAR – Revista Digital de Arqueologia, Arquitectura e Artes*, [S.l.], n.º extra 1, p. 305-328.
- CARDOSO, J. L. (2014) – O povoado calcolítico fortificado da Moita da Ladra (Vila Franca de Xira, Lisboa): resultados das escavações efectuadas (2003-2006). *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. Oeiras. 21, p. 217-294.
- CARDOSO, J. L. (2019) – *Outeiro Redondo - Sesimbra. Escavações 2005-2016*. Sesimbra: Câmara Municipal de Sesimbra.
- CARDOSO, J. L. & CARREIRA, J. R (2003) – O povoado calcolítico do Outeiro de São Mamede (Bombarral): estudo do espólio das escavações de Bernardo de Sá (1903/1905). *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. Oeiras. 11, p. 97-228.
- CARDOSO, J. L. & FERNANDES, J. M. B. (1995) – Estudo arqueometalúrgico de um lingote de cobre de Leceia (Oeiras). *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. 5, p. 153-164.
- CARDOSO, J. L.; SOARES, A.M.M. & ARAÚJO, M.F. (2002) – O espólio metálico do Outeiro de São Bernardo. *O Arqueólogo Português*. Lisboa. Série 4, 20, p. 77-114.
- 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 Arqueológico de Oeiras*. Oeiras. 26, p. 41-66.
- CHARLES, J. A. (1967) – Early Arsenical Bronzes-A Metallurgical View, *American Journal of Archaeology*. 71 (1): 21-26.
- DOMERGUE, C. (1990) – *Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'Antiquité romaine*. Roma: École Française de Rome.
- HUNT-ORTIZ, M. A. (2003) – *Prehistoric mining and metallurgy in south west Iberian Peninsula*, BAR International Series 1188. Oxford: Archaeopress.
- FERREIRA, O. da V. (1961) – Acerca da presença de arsénio e instrumentos encontrados em Portugal. *Boletim de Minas*. Lisboa. 12, p. 1-5.

- JUNGHANS, S.; SANGMEISTER, E. & SCHRÖEDER, M. (1968) – *Kupfer und Bronze in der frühen Metallzeit Europas, Studien zu den Anfängen der Metallurgie 2* (1-3). Berlin: Gebrüder Mann Verlag.
- MELO, A.A. (2021) – *A metalurgia do povoado de Pragança, Cadaval, no contexto da Idade do Bronze/I Idade do Ferro na Estremadura. A coleção do Museu Nacional de Arqueologia*. Tese de doutoramento. Universidade de Coimbra. Policopiada.
- MONTERO RUIZ, I. & TENEISHVILI, T. (1996) – Estudio actualizado de las puntas de jabalina (del dolmen de La Pastora (Valenciana de la Concepción, Sevilla). *Trabajos de Prehistoria*. Madrid. 53 (1), p. 73-90,
- MÜLLER, R. & CARDOSO, J. L. (2008) – The origin and use of copper at the chalcolithic fortification of Leceia (Oeiras, Portugal). *Madriider Mitteilungen*. Wiesbaden. 49, p. 64-93.
- MÜLLER, R. & SOARES A. M. M. (2008) – Traces of early copper production at the chalcolithic fortification of Vila Nova de São Pedro (Azambuja, Portugal). *Madriider Mitteilungen*. Wiesbaden. 94, p. 94-114.
- MÜLLER, R.; GOLDENBER, G.; BARTELHEIM, M.; KUNST, M. & PERNICKA, E. (2007) – Zambujal and the beginning of metallurgy in southern Portugal. In LA NIECE, S; HOOK, D. R. & CRADDOCK, P. T. (eds.), *Metals and mines studies in archaeometallurgy selected papers from the conference Metallurgy: a touchstone for cross-cultural interaction, held at the British Museum 28-30 April 2005 to celebrate the career of Paul Craddock during his 40 years at the British Museum*, p. 15-26.
- NOCETE; F. & NOCETE, F. J. (2015) – *Mil años de historia escrita en cobre y oro 3200-2200 A.N.E*. Huelva: Fundsción Atlantic Copper.
- PAÇO, A. do & FERREIRA, M. E. (1956) – Espada de cobre do Pinhal dos Melos (Fornos de Algodres). 23.º Congresso Luso-Espanhol para o Progresso das Ciências (Coimbra, 1956). Coimbra: Associação Portuguesa para o Progresso das Ciências, 8, p. 357-364.
- PEREIRA, F.; SILVA, R. J. C.; SOARES, A. A. M. & ARAÚJO, M. F. (2013) – The role of arsenic in Chalcolithic copper artefacts – insights from Vila Nova de São Pedro (Portugal). *Journal of Archaeological Science*. 40 (4), p. 2045-2056.
- PEREIRA, F.; FURTADO, M. J.; SOARES, A. M. M.; ARAÚJO, M. F.; SILVA, R. J. C. & CARDOSO, J. L. (2013) – Estudo das evidências de produção metalúrgica no Outeiro Redondo (Sesimbra). *Arqueologia em Portugal – 150 anos*. Lisboa: Associação dos Arqueólogos Portugueses, p. 463-468.
- ROVIRA, S. (2004) – Tecnología metalúrgica y cambio cultural en la Prehistoria de la Península Ibérica. *Norba*. 17, p. 9-40.
- SOUSA A. C.; VALÉRIO, P. & ARAÚJO M. F. (2004) – Metalurgia antiga do Penedo do Lexim (Maфра): Calcolítico e Idade do Bronze. *Revista Portuguesa de Arqueologia*. Lisboa. 7(2), p. 97-112.
- VALERA, A. C.; BOTTAINI, C. & BASÍLIO, A. C. (2020) – A deposição de uma alabarda em contexto campaniforme na área central do Recinto dos Perdigões (Reguengos de Monsaraz), *Apontamentos de Arqueologia e Património*. Lisboa. 14, p. 41-49.
- VALERA, A.C.; PEREIRO, T. do; NOGUEIRA, S.; EVANGELISTA, L. S.; FRANCE, A.-F.; DIAS, C. B.; RIBEIRO, S. & BOTTAINI, C. (2022) – The “Ferradeira” individual burial of Herdade do Álamo (Beja): facets of social change in the 3rd Millennium BC in South of Portugal, *SPAL*. Sevilha. 31 (1), p. 92-112.
- VALÉRIO, P.; SOARES, A. M. M.; ARAÚJO, M. F.; SILVA, C. T. & SOARES, J. (2007) – Vestígios arqueometalúrgicos do povoado calcolítico fortificado do Porto das Carretas (Mourão). *O Arqueólogo Português*. Lisboa. Série IV. 25, p. 177-194.
- VALÉRIO, P.; SOARES, A. M. M.; ARAÚJO, M. da F.; SILVA, R. J. C.; PORFÍRIO, E. & SERRA, M. (2014) – Arsenical copper and bronze in Middle Bronze Age burial sites of southern Portugal: the first bronzes in Southwestern Iberia. *Journal of Archaeological Science*. 42, p. 68-80.
- VEIGA, S. P. M. Estácio da (1889) – *Antiguidades Monumentaes do Algarve*. Lisboa: Imprensa Nacional, 4.