

# ESTUDOS ARQUEOLÓGICOS DE OEIRAS

Volume 26 • 2020



**Instituições, personalidades e espólios arqueológicos  
contributos para a Arqueologia portuguesa**

**Editor Científico: João Luís Cardoso**

**CÂMARA MUNICIPAL DE OEIRAS**

2020

**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 para além de contributos sobre a História da Arqueologia.

Possui um Conselho Assessor do Editor Científico, assim constituído:

- Dr. Luís Raposo (Museu Nacional de Arqueologia, Lisboa)
- Professor Doutor João Zilhão (Universidade de Barcelona e ICREA)
- 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)

## ESTUDOS ARQUEOLÓGICOS DE OEIRAS

Volume 26 • 2020      ISSN: 0872-6086

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  
2745-615 BARCARENA

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

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

DEPÓSITO LEGAL: 97312/96

## **O ESPÓLIO METÁLICO DO POVOADO PRÉ-HISTÓRICO DE LECEIA (OEIRAS) INVENTARIAÇÃO E ESTUDO ANALÍTICO**

### ***THE METALLIC ARTIFACTS OF THE PREHISTORIC FORTIFIED SETTLEMENT OF LECEIA (OEIRAS) INVENTORY AND ANALYTICAL STUDY***

J. L. Cardoso<sup>(1)</sup>, C. Bottaini<sup>(2,3)</sup>, J. Mirão<sup>(2)</sup>, R. J. Silva<sup>(4)</sup> & R. Bordalo<sup>(2,5)</sup> \*

#### **Abstract**

This paper presents the results of a study carried on a collection of 144 metal artefacts from the Early (ca. 2800-2600/2500 a.C.) and the Middle/Final Chalcolithic (ca. 2600/2500-2000 a.C.), found at the site of Leceia (Oeiras, Central Portugal) during the excavations conducted between 1983 and 2000. A systematised analysis of the collection was provided in order to enumerate the different typologies found in the site and to determine their chemical composition. From a typological point of view, a great diversity of artifacts was found, namely, punches, fish-hooks, flat axes, chisels, saws, ingots and foundry remnants. Elemental analysis, by X-ray Fluorescence, shows that the artefacts were made of copper, with a variable occurrence of arsenic, nickel, silver, antimony, bismuth, lead and iron. In this paper, data is exposed and discussed within the regional early metallurgy.

*Keywords:* Central Portugal, XRF, Chalcolithic, Early metallurgy.

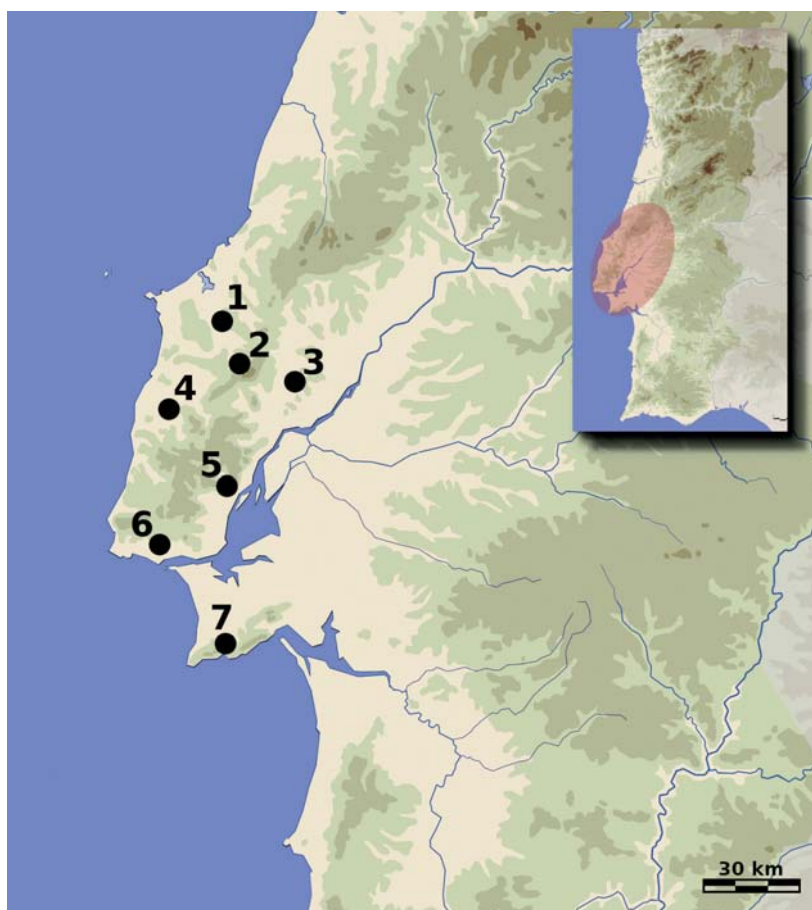
## **1 - INTRODUÇÃO**

Os trabalhos recentemente realizados sobre a primeira metalurgia do território português têm vindo a realçar o papel da Estremadura portuguesa enquanto uma das regiões chave para a compreensão das dinâmicas vinculadas à introdução e à consolidação da prática metalúrgica no Ocidente Ibérico. Os dados procedentes de vários sítios da região estremenha revelam um quadro caracterizado pela presença de povoados fortificados de época calcolítica de médias e grandes dimensões, i.e. Outeiro de São Mamede (Bombarral) (Fig. 1, n.º 1), Castro de Pragança (Cadaval) (Fig. 1, n.º 2), Vila Nova de São Pedro (Azambuja) (Fig. 1, n.º 3), Zambujal (Torres Vedras) (Fig. 1, n.º 4), Moita da Ladra (Vila Franca de Xira) (Fig. 1, n.º 5), Leceia (Oeiras) (Fig. 1, n.º 6) e Outeiro Redondo (Sesimbra) (Fig. 1, n.º 7), em que a presença de vestígios ligados à produção e uso de objetos metálicos é documentada ao longo do 3.º milénio a.C.

Neste quadro, Leceia detém um papel de primeiro plano, tratando-se do único dos grandes povoados regionais para o qual se conhece uma estratigrafia de ampla diacronia e baseada em datações radiométricas que

---

\* (1) Universidade Aberta. Centro de Estudos Arqueológicos do Concelho de Oeiras/Câmara Municipal de Oeiras. ICAREHB (Universidade do Algarve). (2) Laboratório HERCULES, Universidade de Évora. (3) CityUMacau Chair in Sustainable Heritage, Universidade de Évora. (4) Universidade Nova de Lisboa, CENIMAT. (5) Universidade Católica, Porto.



**Fig. 1** – Localização dos principais sítios calcolíticos da Estremadura com espólios metálicos já estudados. 1 – Outeiro de São Mamede; 2 – Pragança; 3 – Vila Nova de São Pedro; 4 – Zambujal; 5 – Moita da Ladra; 6 – Leceia; 7 – Outeiro Redondo.

permitem um claro enquadramento cronológico e cultural do processo que conduziu à introdução e desenvolvimento da metalurgia do cobre no povoado e na região da Estremadura.

Em Leceia, a prática da metalurgia aparece documentada já no Calcolítico Inicial (ca. 2800-2600/2500 a.C.), generalizando-se, contudo, numa fase bastante avançada da história do sítio, no Calcolítico Pleno/Final (ca. 2600/2500-2000 a.C.), altura em que a fortificação já se encontrava parcialmente abandonada.

De acordo com o registo arqueológico, conhecem-se diversos grupos de artefactos, à semelhança do que é documentado noutros povoados estremenhos, como machados planos, cinzeis, punções, serras/foices e anzóis, entre outros, com formas muito características respeitando modelos supra-regionais, cuja produção local, pelo menos nalguns casos, é comprovada pela presença de restos de fundição. É interessante observar, contudo, que tais restos não são via de regra acompanhados de cadinhos de fundição, dado que apenas se conhece um exemplar recolhido em contexto do Calcolítico Inicial faltando pois na época a que corresponde a quase totalidade do espólio metálico.

Apesar de os estudos sobre composições de peças arqueológicas de cobre utilizando métodos não destrutivos terem sido executados pela primeira vez em Portugal sobre espólios de Leceia, com uso de Fluorescência de raios-X (XRF) (GIL, FERREIRA & CARDOSO, 1979), o rico espólio metálico encontrado ao longo das campanhas de escavação conduzidas entre 1983 e 2000 por um de nós (J. L. C.) ainda não tinha sido estudado

na sua globalidade e de forma detalhada. Tal situação contrastava com o verificado para outros conjuntos de materiais, i.e. pedra polida (CARDOSO, 1999/2000; CARDOSO, 2004), cerâmicas (CARDOSO, 2007), objetos ideotécnicos (CARDOSO, 2009) e objetos de pedra lascada (CARDOSO & MARTINS, 2013).

No entanto, um grupo selecionado de metais tinha já sido alvo de contributos muito importantes, com recurso a técnicas analíticas à data inovadoras para o panorama arqueometalúrgico do território português. É o caso do estudo metalográfico de um lingote de cobre (CARDOSO & FERNANDES, 1995), de análises químicas recorrendo a técnicas de XRF, Fast Neutron Activation Analysis (FNAA) e Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (LA-ICP-MS) (CARDOSO & GUERRA, 1997/98). Mais tarde, com o objetivo de procurar identificar as fontes de matéria-prima, realizou-se um estudo que contemplou, primeiro, análises por Energy Dispersive X-ray fluorescence analysis (ED-XRF) e, depois, por Multi Collector - Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (MC-ICP-MS) (MÜLLER & CARDOSO, 2008). Os resultados obtidos indicavam uma origem provável do cobre na Zona de Ossa Morena, onde o cobre se associava a corpos filoneanos de quartzo tardi-hercínicos, em mineralizações disseminadas.

Dado o rico espólio metálico encontrado em Leceia e tendo ainda em conta que, até à data, ainda não se tinha procedido a um trabalho de conjunto sobre a totalidade da coleção, tendo também presente a diversidade dos instrumentos nela representados, pretende-se, com o presente contributo, dar a conhecer a composição, através de um espectrómetro portátil de fluorescência de raios-X (pXRF), das peças encontradas no decorrer das duas décadas de escavações, a par da correlação com as características morfológicas e funcionais dos exemplares analisados.

## **2 – A METALURGIA EM LECEIA. CONTEXTUALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS ACHADOS**

### **2.1 – Os contextos**

As três fases culturais e as cinco fases construtivas identificadas em Leceia entre o Neolítico Final e o final do Calcolítico distribuem-se ao longo de quase 1500 anos para um intervalo de confiança de cerca de 95%, desde a segunda metade do 4.º milénio a.C. e o final do 3.º milénio a.C.

O espólio metálico, que perfaz um peso de ca. 1,4 kg, ocorre a partir da camada correspondente ao Calcolítico Inicial (Camada 3) (2800-2600/2500 a.C., de acordo com SOARES & CARDOSO, 1995), embora a metalurgia esteja nela presente de forma marginal, representada por apenas nove artefactos e um fragmento de cadinho de fundição. É na Camada 2, enquadrável na segunda metade do 3.º milénio a.C., com espólios do Calcolítico Pleno/Final da Estremadura que ocorre a quase totalidade das evidências vinculadas à metalurgia (Fig. 2).

Tendo presente a distribuição de espólios metálicos na área escavada respeitante à Camada 2, verifica-se que as ocorrências no exterior da linha defensiva mais avançada são residuais, ao mesmo tempo que os espólios se concentram no espaço intramuros mais elevado do povoado, que foi o último a deixar de ser ocupado, no decurso do Calcolítico Pleno/Final. Deste modo, pode concluir-se que foi a dinâmica populacional aqui observada no decurso do 3.º milénio a.C., e que levou a que determinadas áreas do espaço anteriormente habitado fossem progressivamente abandonadas, que explica a distribuição dos espólios metálicos exumados, os quais não foi possível associar a estruturas específicas de produção. É exceção a ocorrência de um anzol de cobre (Fig. 6, n.º 9), o qual provém do interior de uma lareira onde teria sido confeccionado o peixe que o continha.



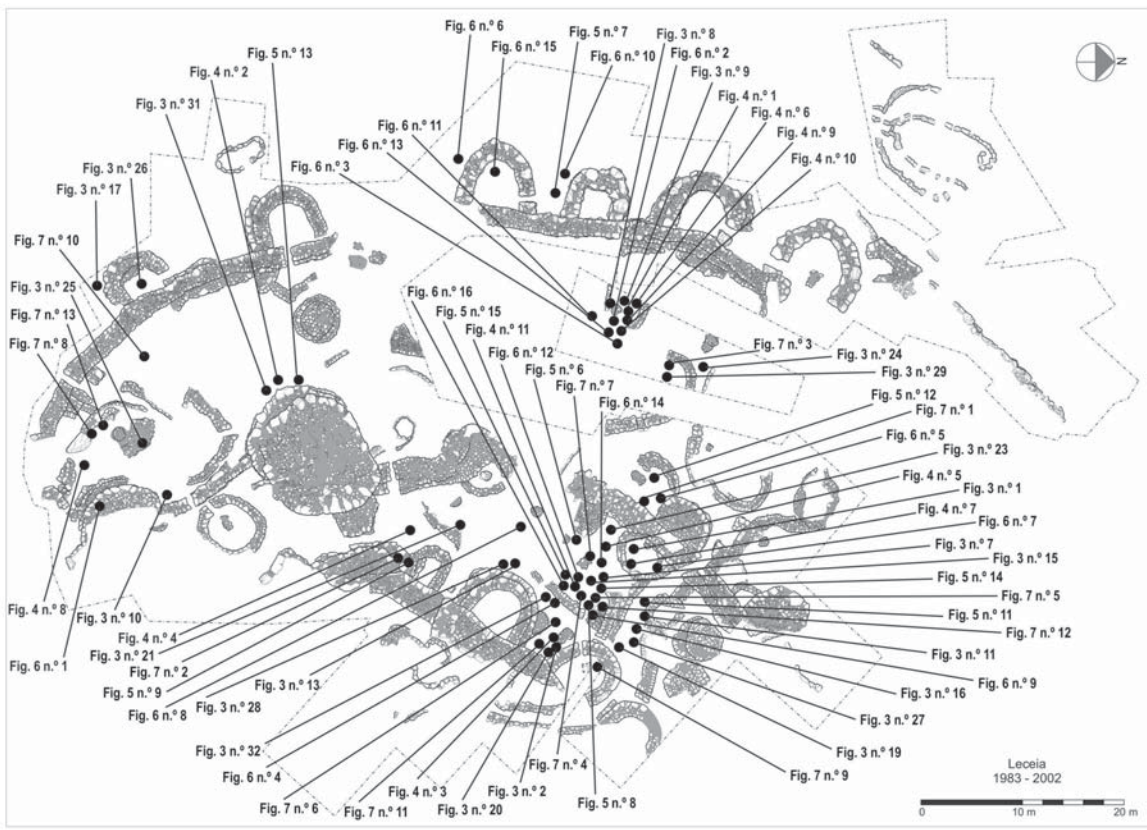


Fig. 2 – Leceia. Distribuição dos artefactos pelos diversos contextos na camada 2, Calcolítico Pleno/Final (em cima) e pela camada 3, Calcolítico Inicial (em baixo).

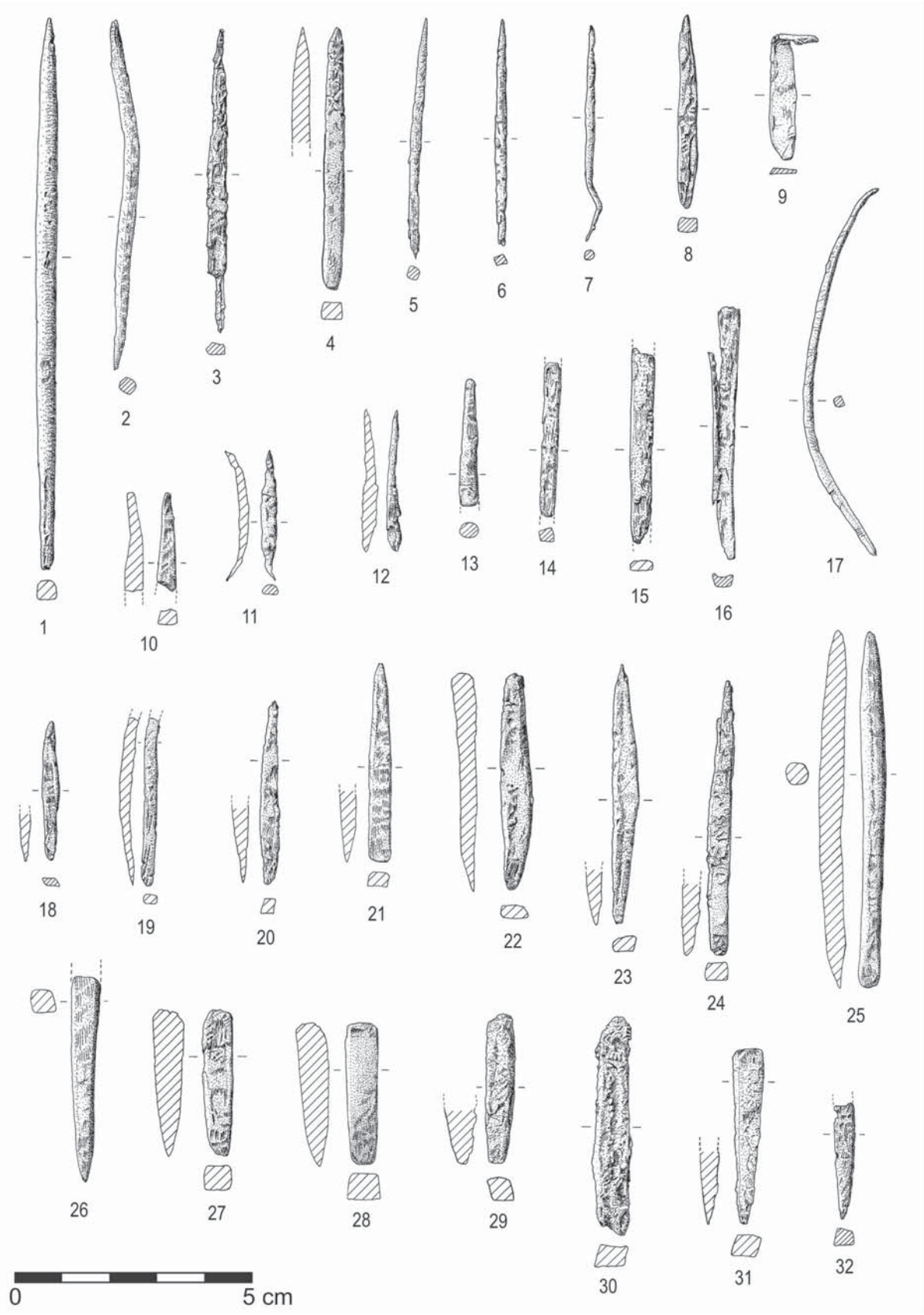


Fig. 3 – Leceia. Punções e escopros. Desenhos de B. L. Ferreira.



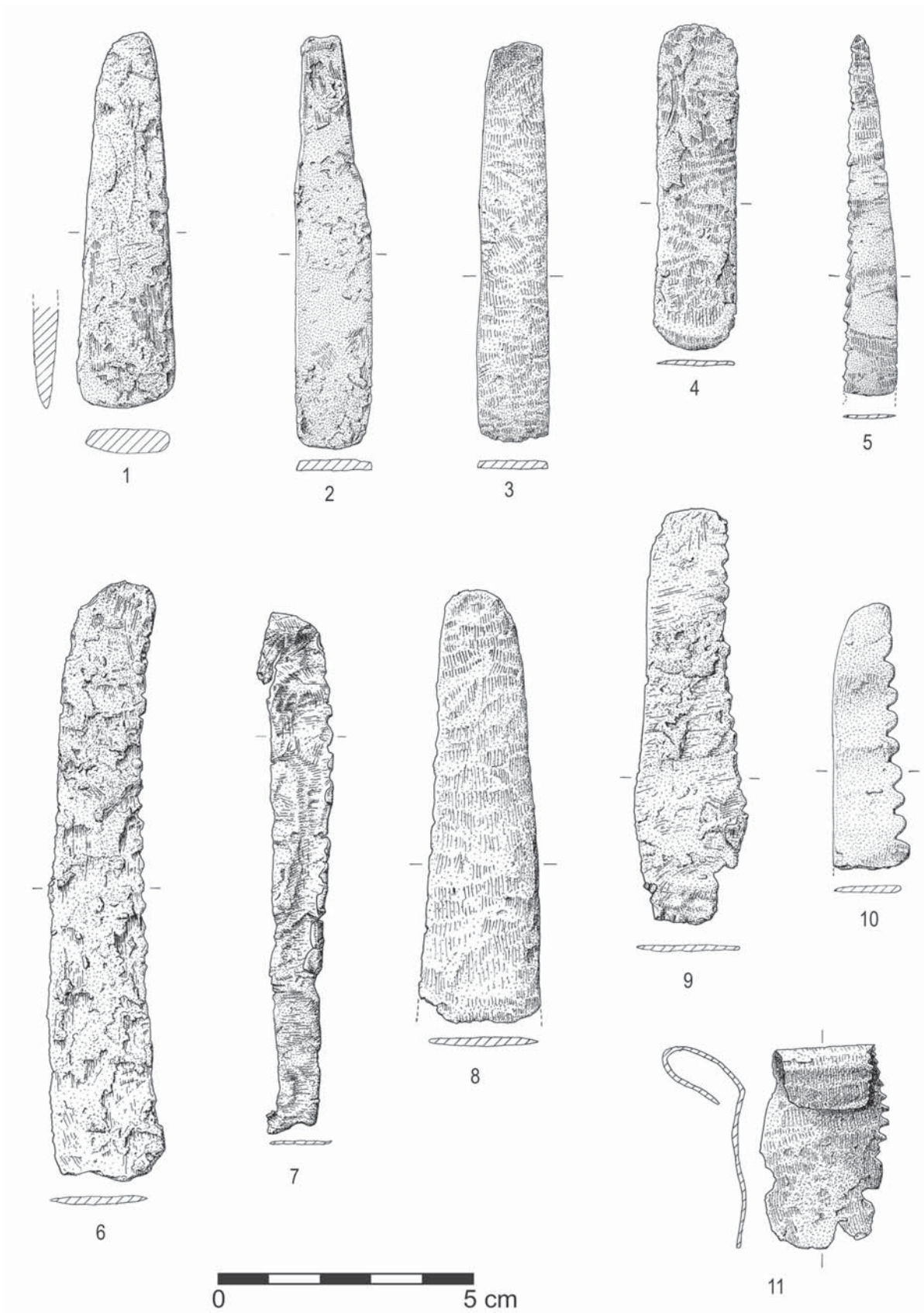
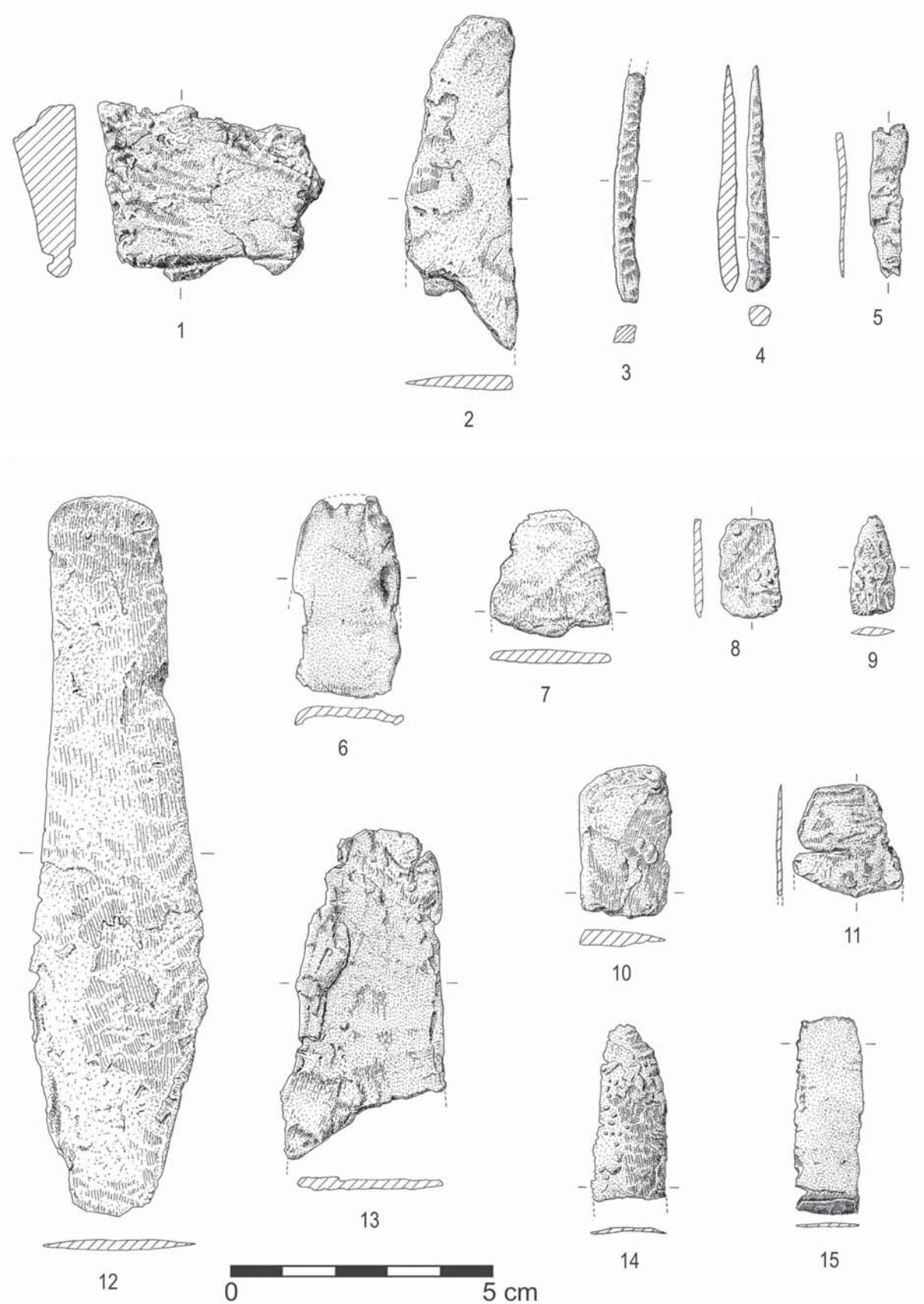


Fig. 4 - Leceia. Facas espatuladas, formões/raspadeiras e serras. Desenhos de B. L. Ferreira.





**Fig. 5** – Leceia. Facas, peças indeterminadas, punções e lingote. Desenhos de B. L. Ferreira.

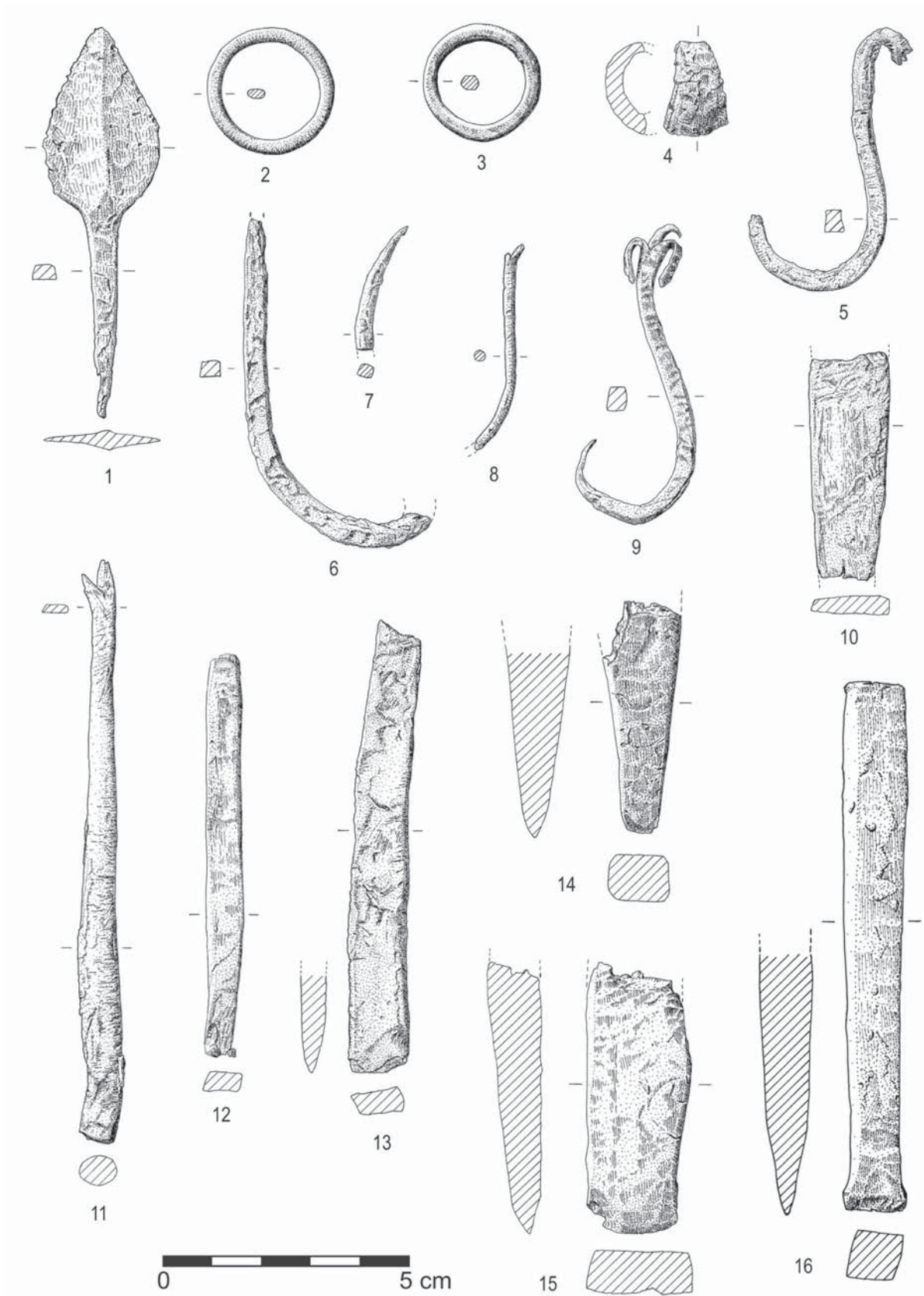


Fig. 6 – Leceia. Ponta de seta, argolas (Idade do Bronze), punção/artefacto de fazer rede, peças indeterminadas, anzóis e escopros.  
Desenhos de B. L. Ferreira.



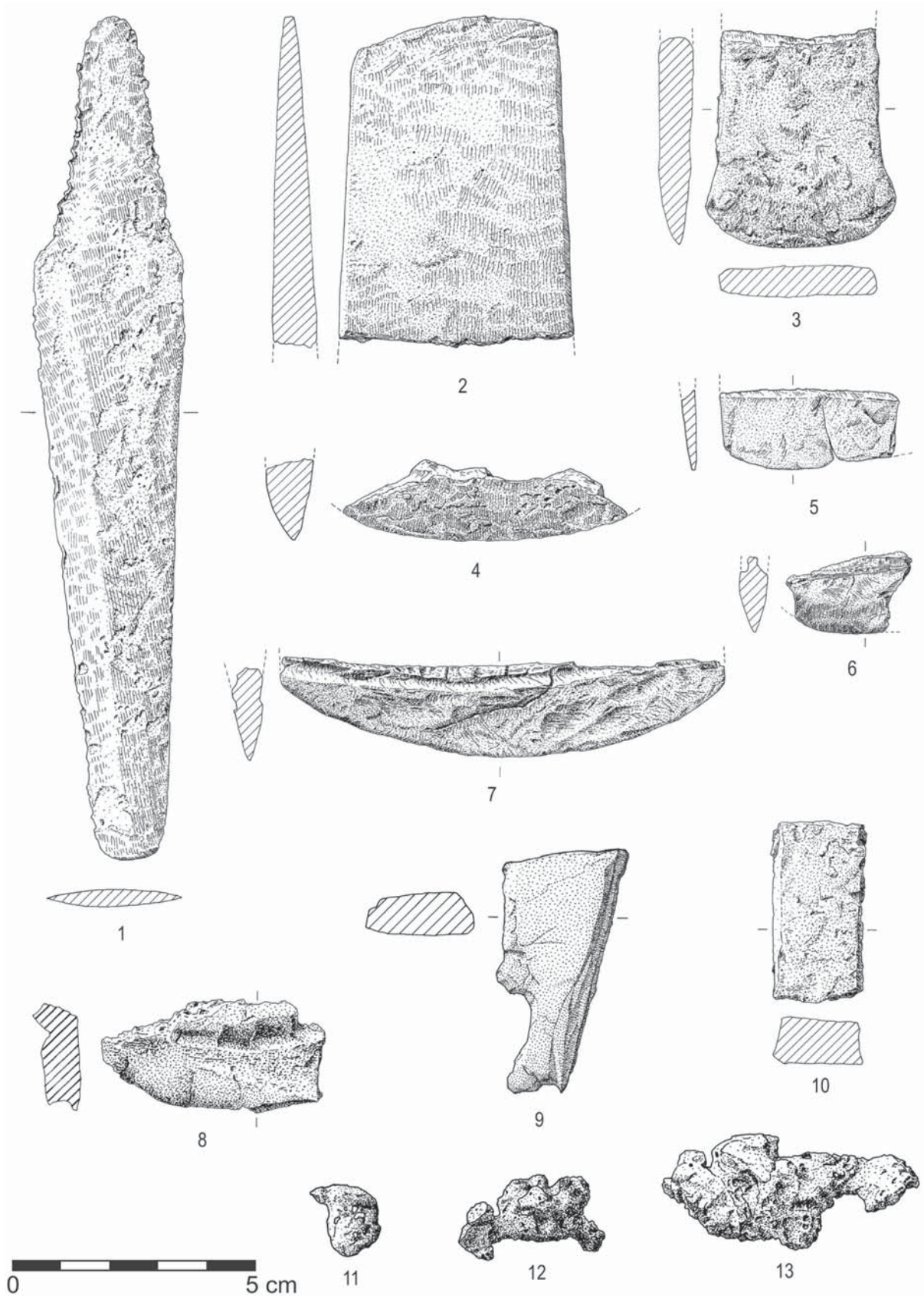


Fig. 7 - Leceia. Resíduos de fundição, lingotes, machados planos, peças indeterminadas e faca/punhal. Desenhos de B. L. Ferreira.

## 2.2 – Os materiais

A distribuição tipológica conduziu aos resultados apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1** – Resultados analíticos obtidos nos 147 artefactos estudados de Leceia, incluindo 3 argolas da Idade do Bronze.

Ref. Lab	ID peças	Tipo	Cu	As	Ni	Ag	Sb	Bi	Pb	Fe	Sn	Zn	Camada	Fig.
LEC01	LC/86 P	restos metálicos	99,17	0,745	0	0,02	0,01	0	0,025	0,03	0	0	2	6.11, 6.12, 6.13
LEC02	LC casa EV C2	faca espatulada	98,27	1,71	0	0,007	0	0	0,013	0	0	0	2	4.12
LEC03	LC/93 sobre FB C2	lingote	99,18	0,216	0	0,18	0,223	0,044	0,117	0,04	0	0	2	5.8
LEC04	LC/93 XX1 C2	ponta de seta	99,41	0,501	0	0,03	0,023	0	0,035	0,001	0	0	2	5.1
LEC05	LC/88 N CC C2	machado plano	96,26	3,68	0	0,025	0	0	0,025	0,01	0	0	2	6.2
LEC06	LC 3,4 C2	indeterminado	99,14	0,845	0	0,007	0	0	0,008	0	0	0	2	6.9
LEC07	LC/90 lag. EL C2	indeterminado	99,84	0,034	0	0,033	0,018	0	0,031	0,044	0	0	2	6.10
LEC08	LC/90 EP C2	machado plano	97,93	1,9	0	0,06	0	0	0,041	0,069	0	0	2	5.15
LEC09	LC/87 QI C2	machado plano	99,07	0,864	0	0,02	0	0	0,026	0,02	0	0	2	6.4
LEC10	LC EV C2	faca/punhal	98,44	1,47	0	0,033	0,015	0	0,032	0,01	0	0	2	6.1
LEC11	LC/84 A2	anzol	98,87	1,02	0	0,04	0	0	0,06	0,01	0	0	2	5.9
LEC12	LC/86 casa P C2	formão / raspadeira	99,28	0,66	0	0,025	0,013	0	0,022	0	0	0	2	3.3
LEC13	LC/93 EH/XXI C2	faca espatulada	98,43	1,5	0	0,022	0,008	0	0,04	0	0	0	2	3.8
LEC14	LC/87 QI C2	escopro	98,16	1,72	0	0,03	0,005	0	0,013	0,072	0	0	2	5.16
LEC15	LC/84 V2 Q5 C2	escopro	99,8	0,095	0	0,04	0,005	0	0,02	0,04	0	0	2	5.14
LEC16	LC/8 int C.E. C2	punção	98,55	1,36	0	0,013	0,03	0	0,032	0,015	0	0	2	2.1
LEC17	LC/84 uu QI C2	serra	97,14	2,83	0	0	0	0	0,027	0,003	0	0	2	3.11
LEC18	LC/88 C2	indeterminado, chapa	96,17	2,3	1,21	0,074	0,145	0,026	0,075	0	0	0	2	4.9
LEC19	LC/88 M.SS C2	punção	99,54	0,386	0	0,028	0,02	0	0,025	0,001	0	0	2	2.21
LEC20	LC/00 GA C2	formão / raspadeira	98,66	1,16	0	0,066	0,045	0,009	0,06	0	0	0	2	3.1
LEC21	LC/87 QI C2	indeterminado, chapa	96,92	3,01	0	0	0,012	0	0,023	0,035	0	0	2	4.14
LEC22	LC/84 35 A V4 Q1	indeterminado, chapa	98,45	1,32	0	0,065	0,071	0,008	0,065	0,021	0	0	2	6.5
LEC23	LC/88 C3	indeterminado	97,7	2,02	0	0,09	0,07	0,031	0,074	0,015	0	0	3	4.5
LEC24	LC/91 ENTRE EP/ ER C2	escopro	98,77	1,15	0	0,02	0,01	0	0,039	0,011	0	0	2	5.10
LEC25	LC/87 E C2	serra	96,15	3,26	0	0,167	0,149	0,113	0,142	0,019	0	0	2	3.7
LEC26	LC/84 V2 Q5 C2	serra	98,87	1,06	0	0,025	0,015	0	0,03	0	0	0	2	4.15
LEC27	LC/94 N. M.M. C2	formão / raspadeira	97,3	2,42	0	0,076	0,045	0,062	0,066	0,031	0	0	2	3.2
LEC28	LC/93 Ext. EP C2	anzol	97,59	2,23	0	0,05	0,052	0	0,067	0,011	0	0	2	5.6
LEC29	LC/00 GA C2	escopro	98,64	1,26	0	0,034	0,03	0	0,036	0	0	0	2	5.13
LEC30	LC/86 Q II C3	punção	97,99	1,72	0	0,08	0,082	0,023	0,105	0	0	0	3	4.3
LEC31	LC	escopro	97,74	2,02	0	0,073	0,055	0,02	0,058	0,034	0	0	2	2.30
LEC32	LC/92 C2	punção	97,92	1,94	0	0,043	0,038	0	0,05	0,009	0	0	2	2.14
LEC33	LC/85 8 C2	punção	98,11	1,63	0	0,074	0,063	0,02	0,079	0,024	0	0	2	2.22
LEC34	LC94/ W MM. C2	Indeterminado, chapa	97,74	2,04	0	0,035	0,035	0,006	0,12	0,024	0	0	2	4.13, 4.6



Ref. Lab	ID peças	Tipo	Cu	As	Ni	Ag	Sb	Bi	Pb	Fe	Sn	Zn	Camada	Fig.
LEC35	LC/86 QIV 5,6; 1,2 C2	punção	98,71	1,14	0	0,04	0,035	0	0,055	0,02	0	0	2	2.2
LEC36	LC/85 QI 8; 2,3 C2	punção	99,07	0,81	0	0,04	0,021	0	0,038	0,021	0	0	2	2.15
LEC37	LC/86 cas. P C2	punção	99,75	0,127	0	0,05	0,025	0	0,048	0	0	0	2	2.20
LEC38	LC/86 SII C2	punção	98,13	1,67	0	0,047	0,056	0,024	0,063	0,01	0	0	2	2.11
LEC39	LC/87 QI C2	punção	98,28	1,54	0	0,033	0,021	0,07	0,036	0,02	0	0	2	2.23
LEC40	LC/86 P	indeterminado	98,79	1,13	0	0,01	0,005	0	0,017	0,048	0	0	2	6.11
LEC41	LC/38 V6 Q2 C2	punção	98,44	1,5	0	0,01	0,01	0	0,04	0	0	0	2	2.16
LEC42		punção	99,84	0,03	0	0,055	0,02	0	0,04	0,015	0	0	2	2.4
LEC43	LC/17,21 e 20/8/84 V4 Q2 C2	punção	98,53	1,32	0	0,045	0,038	0	0,055	0,012	0	0	2	2.32
LEC44	LC/87 Ext. bast. G C2	escopro	97,77	2,16	0	0,008	0,012	0	0,039	0,011	0	0	2	2.28
LEC45	LC/88 bb C2	anzol	96,99	2,71	0	0,055	0,032	0,016	0,194	0,003	0	0	2	5.8
LEC46	LC/90 EO C2	punção	98,99	0,925	0	0,02	0,005	0	0,02	0,04	0	0	2	2.26
LEC47	LC QI 6,7; 9,10 C2	punção	98,55	1,18	0	0,07	0,08	0,03	0,071	0,019	0	0	2	2.7
LEC48	LC/84 V6 QI Q2 Q3 C1	punção	98,05	1,79	0	0,044	0,062	0	0,045	0,009	0	0	2	2.19
LEC49	LC/89 MUR XX C2	punção	98,98	0,21	0,095	0,106	0,14	0,002	0,467	0	0	0	2	2.10
LEC50	LC/93 FC C2	punção	98,48	1,41	0	0,025	0,02	0	0,033	0,032	0	0	2	2.25
LEC51	LC/93 C. FC C3	punção	98,69	1,09	0	0,08	0,072	0,005	0,063	0	0	0	3	4.4
LEC52	LC/99 FT C2	punção	97,33	2,61	0	0,018	0,005	0	0,03	0,007	0	0	2	2.29
LEC53		punção	99,25	0,613	0	0,05	0,03	0	0,055	0,002	0	0	2	2.3
LEC54	LC/00 GA C2	Indeterminado, chapa	99,45	0,23	0	0,084	0,085	0,023	0,088	0,04	0	0	2	2.9
LEC55	LC/84 X2 Q8 C2 37	punção	98,42	1,52	0	0,021	0,01	0	0,029	0	0	0	2	2.27
LEC56	LC/90 C2 EO	punção	97,86	1,94	0	0,07	0,061	0,012	0,057	0	0	0	2	2.6
LEC57	LC/90 ext. EH C2	punção	96,07	3,57	0	0,12	0,117	0,03	0,081	0,012	0	0	2	2.17
LEC58	LC/87 int. B C2	anzol	96,68	2,81	0	0,087	0,092	0,06	0,27	0,001	0	0	2	5.7
LEC59	LC/99 FR/FT C2	punção	96,45	3,4	0	0,045	0,033	0	0,042	0,03	0	0	2	2.24
LEC60	LC/87 C2	punção	96,89	2,99	0	0,045	0,024	0	0,051	0	0	0	2	2.12
LEC61	CA 60 LC	Indeterminado, chapa	95,15	4,78	0	0,02	0,01	0	0,04	0	0	0	2	4.8
LEC62	LC QN 3,4; 4,2 C2	indeterminado	96,89	3,07	0	0,01	0,001	0	0,029	0	0	0	2	5.4
LEC63		punção	98,53	1,24	0	0,077	0,049	0	0,099	0,005	0	0	2	2.5
LEC64	LC/88 G C2	punção	87,32	0,189	0,03	0,08	0,239	0,149	2,93	0,119	8,95	0	superfície	2.13
LEC65	LC/88 P C2	lingote	99,11	0,803	0	0,03	0,02	0	0,035	0,002	0	0	2	6.6
LEC66	LC/89 TT C2	formão / raspadeira	96,88	3,07	0	0,02	0,009	0	0,019	0,002	0	0	2	3.4
LEC67		Indeterminado, chapa	99,79	0,06	0	0,036	0,03	0	0,049	0,035	0	0	2	4.10
LEC68	LC/00 GA C2	punção	98,72	1,13	0	0,054	0,04	0	0,05	0,006	0	0	2	2.8
LEC69	LC/00 GA C2	punção	98,87	1,03	0	0,048	0,01	0	0,042	0	0	0	2	2.18
LEC70	LC/85 SII C2	indeterminado, chapa	98,03	1,9	0	0,025	0,016	0	0,029	0	0	0	2	4.11
LEC71	LC/87 Mur BB C3	faca	97,13	2,73	0	0,027	0,027	0	0,036	0,05	0	0	3	4.2
LEC72	LC/00 GA C2	argola	72,14	0,72	0,02	0,55	0,23		8,2	0,51	10,04	7,59	superfície	5.2
LEC73	LC/91 EP/EQ C2	indeterminado, chapa	94,78	5,07	0	0,046	0,039	0	0,055	0,01	0	0	2	4.7

Ref. Lab	ID peças	Tipo	Cu	As	Ni	Ag	Sb	Bi	Pb	Fe	Sn	Zn	Camada	Fig.
LEC74	LC/94 Aw MM C2	punção	98,04	1,86	0	0,024	0,014	0	0,05	0,012	0	0	2	2.31
LEC75	LC/00 GA C2	serra	95,77	4,04	0	0,055	0,046	0	0,036	0,053	0	0	2	3.6
LEC76	LC/84 A2	restos metálicos	99,47	0,287	0	0,057	0,05	0,003	0,088	0,045	0	0	2	
LEC77	LC/01 S. GA C2	escopro	96,55	2,66	0	0,244	0,312	0,096	0,136	0,002	0	0	2	5.11
LEC78	LC/99 EV C2	anzol	98,9	0,917	0	0,05	0,02	0	0,093	0,02	0	0	2	5.5
LEC80	LC/84 V2 Q5 C2	serra	99,12	0,743	0	0,05	0,02	0,012	0,055	0	0	0	2	3.5
LEC81	LC/98 FO C3	lingote	96,87	2,86	0	0,06	0,072	0,028	0,06	0,05	0	0	3	4.1
LEC82	LC/00 FT C2	machado plano	96,45	3,24	0	0,09	0,095	0,014	0,061	0,05	0	0	2	6.3
LEC83	LC/00 GA C2	serra	98,77	0,801	0	0,076	0,162	0,095	0,06	0,036	0	0	2	3.10
LEC84	LC/00 GA C2	argola	75,88	0,38	0,06	0,19	0,40	0,17	4,07	1,94	8,92	7,99	superfície	5.3
LEC85	LC/00 GA C2	serra	97,08	2,8	0	0,055	0,032	0	0,024	0,009	0	0	2	3.9
LEC86	LC/87 Lar. SS QI C2	lingote	99,03	0,814	0	0,045	0,055	0	0,036	0,02	0	0	2	6.7
LEC87	LC/84 23 V6 Sup	escopro	99,32	0,633	0	0,01	0	0	0,037	0	0	0	2	5.12
LEC88		indeterminado	98,77	1,06	0	0,066	0,044	0	0,05	0,01	0	0	2	
LEC89	LC/87 casa Z MU.SUP.	indeterminado, chapa	99,32	0,518	0	0,057	0,051	0	0,051	0,003	0	0	2	
LEC90		indeterminado	99,21	0,727	0	0,025	0,015	0	0,022	0,001	0	0	2	
LEC91	LC/87 2ª CASA EXT. BAST. G C2	indeterminado	96,49	3,31	0	0,06	0,063	0,01	0,065	0,002	0	0	2	
LEC92		indeterminado	99,07	0,868	0	0,016	0	0	0,02	0,026	0	0	2	
LEC93	V2 Q5 Leceia superfície 2	argola	77,96	0,984	0,223	0,172	1,33		8,86	0,000	2,45	8,01	superfície	
LEC94		indeterminado	98,31	1,66	0	0,01	0	0	0,02	0	0	0	2	
LEC95		indeterminado	95,87	3,86	0	0,08	0,05	0,055	0,075	0,01	0	0	2	
LEC96	LC/01 S. GA C2	indeterminado	97,14	2,73	0	0,05	0,03	0	0,041	0,009	0	0	2	
LEC97	LC/87 NN C2	indeterminado	97,75	1,85	0	0,129	0,11	0,047	0,1	0,014	0	0	2	
LEC98		indeterminado	96,9	2,77	0	0,101	0,091	0,044	0,09	0,004	0	0	2	
LEC99		machado plano	98,74	0,798	0,28	0,055	0,071	0,005	0,045	0,006	0	0	2	
LEC100	LC/21 e 17/8/84 V4 Q3 C2	indeterminado, chapa	97,19	2,6	0	0,057	0,066	0,02	0,067	0	0	0	2	
LEC101	Leceia 15/8/85 QI 8,9; 5,6,7,8,9 C2	indeterminado	98,26	1,34	0	0,103	0,102	0,045	0,1	0,05	0	0	2	
LEC102	Leceia 5/8/85 - QI 8,5,6 C2 2	indeterminado	98,43	0,202	0	0,154	0,161	0,9	0,153	0	0	0	2	
LEC103	LC/22/8/84 V4 Q3 C2	indeterminado	99,1	0,773	0	0,05	0,03	0	0,045	0,002	0	0	2	
LEC104	Leceia 9/8/83 ~35cm V2 Q2	restos metálicos	99,78	0,062	0	0,044	0,029	0	0,034	0,051	0	0	2	
LEC105	Leceia 9/8/83 V2 Q3 ~35 cm	indeterminado	98,68	0,561	0	0,202	0,225	0,126	0,185	0,021	0	0	2	
LEC106	LC/22/8/84 V2 Q5 C2	indeterminado, chapa	97,62	2,27	0	0,03	0,037	0	0,042	0,001	0	0	2	

Ref. Lab	ID peças	Tipo	Cu	As	Ni	Ag	Sb	Bi	Pb	Fe	Sn	Zn	Camada	Fig.
LEC107	Leceia 9/8/85 QI S; 3,4 C2	indeterminado	98,65	1,24	0	0,047	0,011	0	0,05	0,002	0	0	2	
LEC108	senza ID	indeterminado	98,72	1,22	0	0,03	0	0	0,03	0	0	0	2	
LEC109	senza ID	indeterminado	98,29	1,6	0	0,038	0,031	0	0,039	0,002	0	0	2	
LEC110	senza ID	indeterminado	99,59	0,306	0	0,035	0,031	0	0,033	0,005	0	0	2	
LEC111	senza ID	indeterminado	98,79	1,13	0	0,03	0,016	0	0,034	0	0	0	2	
LEC112	senza ID	indeterminado	97,87	1,17	0	0,234	0,266	0,183	0,24	0,037	0	0	2	
LEC113	senza ID	indeterminado	97,19	2,76	0	0,01	0,005	0	0,035	0	0	0	2	
LEC114	senza ID	indeterminado	99,64	0,335	0	0,011	0	0	0,013	0,001	0	0	2	
LEC115	senza ID	indeterminado	98,44	1,22	0	0,107	0,089	0,045	0,099	0	0	0	2	
LEC116	senza ID	indeterminado	99,39	0,573	0	0,019	0	0	0,018	0	0	0	2	
LEC117	C2, LC3	punção	94,62	4,49	0	0,24	0,264	0,197	0,177	0,012	0	0	2	
LEC118	Leceia 5/8/85 QI 8; 5,6 C2	indeterminado, chapa	98,28	1,6	0	0,034	0,03	0	0,05	0,006	0	0	2	
LEC119	Leceia 5/8/85-QI 6,7;9,10	indeterminado, chapa	97,12	2,7	0	0,06	0,04	0,012	0,068	0	0	0	2	
LEC120	LC/91 Extf BAST.G	indeterminado	97,9	1,91	0	0,07	0,047	0,008	0,056	0,009	0	0	2	
LEC121		indeterminado	98,12	1,35	0	0,114	0,147	0,091	0,134	0,044	0	0	2	
LEC122	LC/90 C2	indeterminado	98,27	1	0	0,175	0,16	0,11	0,255	0,03	0	0	2	
LEC123	LC/87 QI C2	indeterminado, chapa	96,3	3,6	0	0,044	0,045	0,011	0	0	0	0	2	
LEC124	LC/87 ???, SS C2	punção	99,03	0,834	0	0,043	0,015	0	0,039	0,039	0	0	2	
LEC125	LC VI Q4 35 C2	punção	98,9	0,913	0	0,066	0,044	0,01	0,067	0	0	0	2	
LEC126	LC/87 a N da casa séc XVIII C2	indeterminado, chapa	97,87	1,75	0	0,05	0,036	0,196	0,098	0	0	0	2	
LEC127	V2 Q5 Leceia superficie 1	indeterminado, chapa	97,91	1,54	0	0,13	0,16	0,087	0,159	0,014	0	0	superficie	
LEC128	LC/1986 C2	punção	97,05	2,64	0	0,084	0,085	0,042	0,089	0,01	0	0	2	
LEC129		punção	97,31	2,17	0	0,113	0,107	0,125	0,125	0,05	0	0	2	
LEC130		indeterminado, chapa	96,88	2,84	0	0,083	0,06	0,037	0,09	0,01	0	0	2	
LEC131	C2	indeterminado	97,55	2,24	0	0,063	0,052	0,025	0,07	0	0	0	2	
LEC132	LC/8 C2	escopro	95,82	3,93	0	0,05	0,046	0,034	0,09	0,03	0	0	2	
LEC133	não legível	indeterminado, chapa	97,62	2,11	0	0,09	0,06	0,035	0,08	0,005	0	0	2	
LEC134	LC/86 P C2 FM - L7	escopro	99,13	0,61	0	0,093	0,049	0,025	0,078	0,015	0	0	2	
LEC135	LC/87 C2 FM - L11	indeterminado	98,39	1,42	0	0,079	0,05	0	0,06	0,001	0	0	3	
LEC136	LC/87 Mura. BB Q IV C3 FM - L12	indeterminado	97,2	2,69	0	0,03	0,03	0	0,04	0,01	0	0	2	
LEC137	LC/99 entre FR/FT C2 FM - L8	indeterminado	97,08	2,41	0	0,056	0,043	0,02	0,05	0,341	0	0	2	
LEC138	LC/84 C2 FM - L5	indeterminado	98,14	1,67	0	0,047	0,057	0,023	0,063	0	0	0	2	
LEC139	LC S II C3 FM - L10	indeterminado	98,46	1,5	0	0,015	0	0	0,025	0	0	0	3	
LEC140	LC FM - L14	indeterminado	98,76	1,07	0	0,06	0,05	0	0,033	0,027	0	0	2	

Ref. Lab	ID peças	Tipo	Cu	As	Ni	Ag	Sb	Bi	Pb	Fe	Sn	Zn	Camada	Fig.
LEC141	LC V 2 Q B C2 FM - L4	indeterminado	98,6	1,19	0	0,074	0,053	0,015	0,068	0	0	0	2	
LEC142	LC/85 Q I 5; 3,4 C2 FM - L1	indeterminado	98,06	1,84	0	0,015	0,006	0	0,029	0,05	0	0	2	
LEC143	LC/85 Q I 5; 1,2 C2 FM - L13	indeterminado	98,81	1,12	0	0,01	0	0	0,02	0,04	0	0	2	
LEC144	LC/85 Q I 8,9; 5,6,7,8,9 C3 FM - L6	indeterminado	99,21	0,693	0	0,032	0,025	0	0,04	0	0	0	3	
LEC145	LC/84 V 6 Q 2 C2 FM - L2	indeterminado	99,16	0,723	0	0,02	0,016	0	0,031	0,05	0	0	2	
LEC146	LC V 2 Q 2 C2 FM - L3	indeterminado	99,42	0,512	0	0,035	0	0	0,028	0,005	0	0	2	
LEC147	LC/92 C2 FM - L9	indeterminado	98,18	1,64	0	0,057	0,045	0	0,061	0,017	0	0	2	

Na Camada 3 identificaram-se as seguintes tipologias de peças metálicas:

2 punções (Fig. 5, n.º 3 e 4);

1 lâmina de faca curva (Fig. 5, n.º 2);

4 peças indeterminadas (Fig. 5, n.º 5, mais 3 não desenhadas);

1 lingote incompleto, com marcas de corte por serragem (Fig. 5, n.º 1).

1 fragmento de cadinho de fundição com resos de metal aderente (Fig. 8).

Na Camada 2 foram identificadas as seguintes tipologias de objetos metálicos:

5 restos de fundição (Fig. 7, n.ºs 11, 12, 13, mas dois não desenhados);



**Fig. 8** – Leceia. Fotos do único fragmento de cadinho recolhido, proveniente da camada 3 (Calcolítico Inicial). À esquerda, a face interna, com resos de metal aderentes; à direita, a face externa, com um pé cilíndrico dos quatro que originalmente deveria possuir. Foto de J. L. Cardoso.



2 facas espatuladas (Fig. 4, n.º 8; Fig. 5, n.º 12);  
 4 lingotes (Fig. 7, n.ºs 6, 7, 8, 9);  
 1 ponta de seta (Fig. 6, n.º 1); note-se que não se trata de um exemplar enquadrável na tipologia das pontas Palmela, por possuir uma nervura central longitudinal que acompanha toda a folha, correspondendo a exemplar de características invulgares para os contextos calcolíticos do território português.  
 5 machados planos (Fig. 6, n.º 15; Fig. 7, n.ºs 2, 3, 4, 7);  
 59 peças indeterminadas (Fig. 3, n.º 9; Fig. 5, n.ºs 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14; Fig. 6, n.º 4; Fig. 7, n.ºs 5, 10, para além de outros fragmentos não desenhados);  
 1 punhal (Fig. 7, n.º 1);  
 5 anzóis (Fig. 6, n.ºs 5-9);  
 4 formões / raspadeiras (Fig. 4, n.ºs 1-4);  
 10 escopros (Fig. 3, n.ºs 28, 30; Fig. 6, n.ºs 10-14, 16, mais 2 exemplares não desenhados);  
 33 punções (Fig. 3, n.ºs 1-8, 10-12, 14-27, 29, 31, 32, mais 5 não desenhados);  
 7 serras (Fig. 4, n.ºs 5-7, 9-11; Fig. 4, n.º 15).

Finalmente, para além do fragmento do único de cadinho de fundição, recolhido na Camada 3 e já antes referido (Fig. 8) assinalam-se alguns outros achados superficiais ou da parte superior da camada 2, nomeadamente:

3 argolas (Fig. 6, n.ºs 2, 3, mais uma não desenhada), cuja composição remete para bronzes, compatíveis com o achado de um machado do Bronze Final de alvado e uma argola, há muito publicado (ROZEIRA, 1926);  
 1 peça indeterminada (não desenhada);  
 1 punção (Fig. 3, n.º 13).

Do ponto de vista morfológico e funcional, as peças apresentam uma grande variabilidade, distribuindo-se entre 12 categorias a que há que acrescentar um grupo composto por peças indeterminadas (Fig. 9). Como é habitual em contextos calcolíticos, regista-se a ausência de objetos de adornos em cobre, estando exclusivamente presentes artefactos de cunho utilitário e vinculados a atividades do quotidiano, i.e. agricultura (serras, punções, machados, etc.), caça (facas, punhais e ponta de seta), domésticas e artesanais (facas, punções, formões, escopros) e pesca (anzóis), para além da produção metalúrgica (pingos de fundição, lingotes).

Como já foi anteriormente mencionado, o conjunto de metais procedente de Leceia reúne tipos metálicos característicos do 3.º milénio a.C. do Ocidente Ibérico. No Castro de Vila Nova de São Pedro (PEREIRA *et al.*, 2012; PEREIRA *et al.*, 2013) e no Zambujal (MÜLLER *et al.*, 2007), por exemplo, com uma ou outra exceção, produziam-se e utilizavam-se machados, serras, punções, escopros, facas, pontas de seta, etc., com características morfológicas idênticas, o que também é um traço comum, de resto, a outros contextos calcolíticos do Ocidente Ibérico (vejam-se, entre outros, VALÉRIO *et al.*, 2014; ORESTES VIDIGAL *et al.*, 2015; BOTTAINI *et al.*, 2018; BOTTAINI *et al.*, 2019). Já no caso dos anzóis, devido à especificidade funcional deste tipo de objetos, os paralelos ocorrem mais pontualmente em sítios vinculados à exploração dos recursos aquáticos (ANTUNES & CARDOSO, 2005), como no Castro da Columbeira (FERREIRA, 1968; SCHUBART *et al.*, 1969), do Agroal (Ourém) (LILLIOS, 1993) e da Rotura (GONÇALVES, 1971). Muito recentemente, a importância da pesca foi salientada no povoado do Outeiro Redondo, dominando a baía de Sesimbra, onde se recolheu um conjunto inédito de exemplares de tamanhos muito díspares, naturalmente adequados à captura de diferentes espécies piscícolas (CARDOSO, Fig. 57, n.ºs 2 e 3; Fig. 152, n.º 17 a 27).

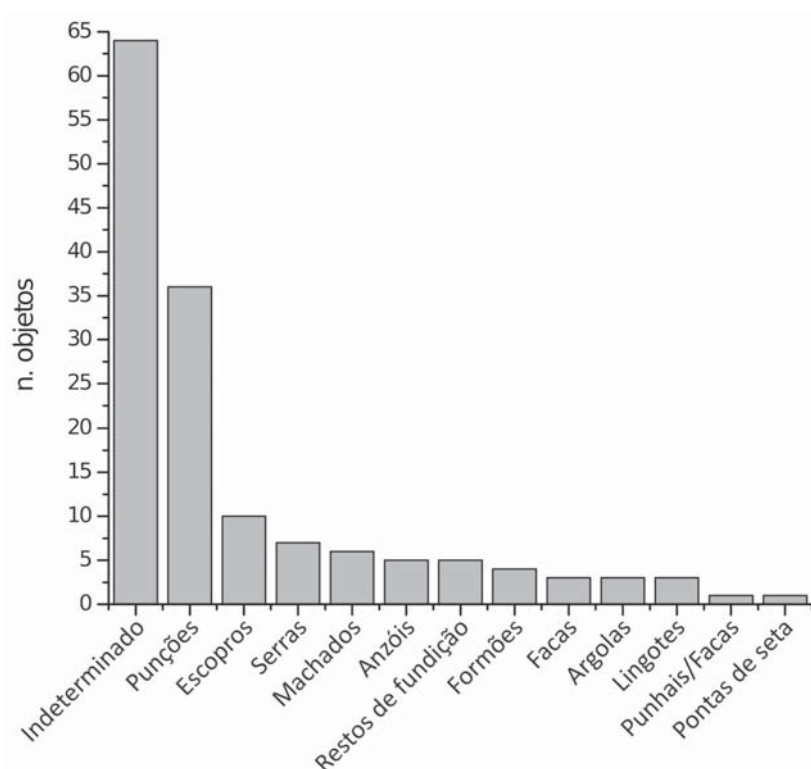


Fig. 9 – Leceia. Histograma com a distribuição dos vários grupos metálicos por tipologias artefatuais.

Atendendo às características morfológicas e funcionais dos objetos analisados, é de realçar a presença de diversas evidências que remetem para cadeia operatória da prática metalúrgica. Cabem nesta categoria os fragmentos e restos indeterminados, quiçá utilizados como matéria-prima nos processos de reciclagem do metal, o cadinho e os lingotes. Relativamente a esta última categoria, trata-se de um conjunto de gumes de machados com sulcos provocados por golpes e/ou por ações de corte por serragem. A presença destes enigmáticos objectos foi de há muito assinalada em Leceia, povoado em que a mesma foi pela primeira vez valorizada (CARDOSO, 1989, Fig. 108, n.º 13, p. 113), tendo ulteriormente o seu significado sido discutidos a propósito de outros exemplares entretanto ali recolhidos (CARDOSO, 1997, p. 93). Tais exemplares possuem paralelos em outros povoados regionais como, entre outros, Castro de Vila Nova de São Pedro (SOARES, 2005; PEREIRA *et al.*, 2013), Zambujal (SANGMEISTER, 1995, Taf. 6), Outeiro de São Mamede (CARDOSO, 2003, Fig. 37), Monte da Tumba (SILVA & SOARES, 1987, Fig. 4). Mais recentemente, recolheram-se três exemplares no Outeiro Redondo (CARDOSO, 2019, Fig. 152, n.ºs 12, 13 e 14, p. 313), com evidentes marcas de corte por serragem, cujo significado se voltou então a abordar.

Em trabalhos anteriores tem-se admitido a possibilidade de o metal, do Calcolítico do Sul e na Estremadura, poder ter sido trocado mediante lingotes com forma de machados planos (SOARES *et al.*, 1994; CARDOSO & GUERRA, 1995; SOARES, 2005). Nesta perspetiva, os gumes materializariam um momento específico da cadeia operatória de produção do metal, que consistia na preparação de porções com formas minimamente estandarizadas que, numa fase sucessiva, seriam submetidos a um processo de refundição e/ou a um trabalho de forja para, deste modo, moldar ou transformar o metal em objetos com uma nova utilidade.

### 3 – METODOLOGIA ANALÍTICA

Os artefactos foram analisados com vista à determinação da sua composição química por fluorescência de raios-X, usando-se um espectrómetro portátil, modelo Bruker Tracer III-SD equipado com um tubo de raios-X de Ródio (Rh) e com um detetor SDD X-Flash, com uma resolução de 145 eV na linha K do Mn. As análises foram realizadas com as seguintes condições de trabalho: tempo de aquisição 60 segundos; 40Kv, 12.5 µA; filtros de Al/Ti (304.8 µm alumínio/25.4 µm titânio). Os espectros foram adquiridos com o software Bruker S1PXRF v.3.8.30 e tratados com o software Bruker ARTAX v.5.3.0.0. A quantificação dos elementos químicos foi realizada com padrões de referência com uma composição semelhante aos materiais analisados, tendo sido utilizados os padrões BCR-691.

Apesar de a fluorescência de raios-X ser, num plano teórico, uma técnica não invasiva, na prática, para se obterem dados fidedignos e representativos da composição de uma liga arqueológica torna-se necessária uma preparação prévia da superfície a analisar, o que implica a remoção das camadas mais superficiais, que incluem terra incrustada e produtos da corrosão, cuja composição química difere da do metal subjacente. Com o intuito de se reduzir ao máximo o carácter invasivo das análises, por um lado, e com a necessidade de se obterem dados consistentes e representativos das ligas, por outro, procedeu-se ao polimento mecânico de pequenas áreas superficiais (~3 mm<sup>2</sup>). Esta abordagem permitiu analisar o metal subjacente à camada de corrosão reduzindo, deste modo, o risco de possíveis contaminações procedentes, principalmente, das camadas de corrosão.

Contrariamente à metodologia aplicada para as análises dos objetos, o fragmento de cadinho (Fig. 9) foi analisado de forma não-destrutiva e, portanto, sem qualquer tipo de preparação prévia. Procedeu-se, neste caso, à análise da zona com metal aderente, de coloração cinzento-esbranquiçada, de modo a se identificarem os elementos químicos nele presentes.

Uma vez que foi possível utilizar o mesmo equipamento e a mesma metodologia analítica para a coleção toda, considerou-se oportuno proceder-se à análise do conjunto inteiro, incluindo as peças já anteriormente estudadas (CARDOSO & FERNANDES, 1995; CARDOSO & GUERRA, 1997/98, MÜLLER & CARDOSO, 2008). Deste modo, foi ainda possível validar (ou não) algumas conclusões destes trabalhos no que diz respeito, nomeadamente, à variabilidade do arsénio (CARDOSO & GUERRA, 1998, p. 72) e à sua maior ou menor concentração em determinados tipos metálicos como, por exemplo, lâminas, fragmentos de chapa metálica, furadores e anzóis (MÜLLER & CARDOSO, 2008, pp. 86-87).

Em termos de resultados, as possíveis diferenças, entre os resultados aqui apresentados e os já publicados, poderão ser explicadas pela adoção de técnicas e/ou metodologias analíticas diferentes ou pelo facto de as análises terem incidido em áreas distintas das peças.

### 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

No conjunto, foram analisadas 147 peças, sendo que 142 provêm das camadas 3 e 2, enquanto 5 foram encontrados em superfície. Embora os dados destas últimas peças sejam incluídos na tabela 1, estes não serão tidos em conta na discussão final dos resultados. Trata-se, neste último caso, de ligas em que o Pb ocorre de forma variável, constando, neste grupo de peças descontextualizadas, objetos com composição de um latão (Cu+Zn) (LEC64), de ligas ternárias (Cu+Sn+Zn) (LEC72, LEC84, LEC93) e um artefato em cobre (LEC127).

Os metais procedentes da camada 3 (Calcolítico Inicial) e da camada 2 (Calcolítico Pleno/Final) foram produzidos em cobre bastante puro com percentagens variáveis de As, apresentando impurezas de Ni, Ag, Sb,

Bi, Pb e Fe. Se considerarmos a totalidade de elementos químicos diferentes do Cu, 88 artefactos em 142 (62% do total) apresentam percentagens ponderais inferiores a 2%, com um valor médio global de ca. 1,88% (Fig. 9).

O próprio arsénio, cuja adição ao cobre melhora as propriedades da liga ao nível de dureza e de tenacidade, ocorre, na maior parte das vezes, como elemento vestigial, não ultrapassando a fasquia meramente convencional de 2% em 97 artefactos (ca. 67,6% do total), com uma média que, no total, alcança  $1,66 \pm 1,06\%$  (Fig. 10). As análises realizadas sobre o cadinho também confirmam a presença de As nas incrustações (Fig. 11).

É notório, contudo, o longo e polémico debate sobre a presença intencional, ou não, do arsénio, em ligas de cobre, nas primeiras produções de época calcolítica, inclusive para a Península Ibérica (ROVIRA & MONTERO-RUIZ, 2013; PEREIRA, *et al.*, 2013). Por um lado, admite-se que o arsénio ocorre como consequência da sua presença nos minérios usados no processo produtivo (entre outros CRADDOCK, 1995, p. 289; HUNT ORTIZ, 2003; ROVIRA, 2004). Por outro, alguns autores admitem que, já nesta época, o arsénio, acima de certas percentagens, resulte de uma adição intencional por parte dos antigos metalurgistas (entre outros, HARRISON & CRADDOCK, 1981, p. 156). Verifica-se, assim, que, ao longo da discussão sobre esta temática, a própria definição de cobre arsenical carece de unanimidade quanto à sua verdadeira origem e significado. Se, por um lado, se admite que a presença do arsénio traz benefícios ao nível das propriedades mecânicas do metal a partir de 3-4% (ROVIRA, 2004, p. 16; ROVIRA & MONTERO-RUIZ, 2013, p. 234), por outro, diversos investigadores consideram já como um cobre arsenical, um cobre com 1% (MONTERO RUIZ & TENEISHVILI, 1996, p. 79; SOARES, 2005, p. 185; MÜLLER *et al.*, 2007, 17) ou 2% de As (CARDOSO *et al.* 2002; PEREIRA *et al.*, 2013).

Não se trata, aqui, de uma mera discussão teórica e/ou tecnológica. Admitir a possibilidade de uma liga ter sido produzida a partir da mistura, consciente e voluntária, de dois (ou mais) minérios implica admitirmos que esses primeiros metalurgistas já possuíam um conhecimento bastante avançado das práticas e das técnicas metalúrgicas, conseguindo ainda controlar de forma suficientemente rigorosa os vários processos envolvidos na produção de ligas. É óbvio que, neste cenário, não estariam envolvidos apenas conhecimentos sobre as propriedades mecânicas dos artefactos. Seria de facto necessário recorrer a novas formas de organização do trabalho e a uma gestão dos recursos naturais e humanos bastante mais complexa, quer ao nível das atividades de mineração, quer no que diz respeito à própria produção dos metais, o que teria impacto direto sobre a estruturação social e económica das comunidades calcolíticas.

Os cobres presentes em Leceia mostram teores de As apresentam uma distribuição normal, com um máximo entre 1 e 2 %, e a partir desse valor diminuindo drasticamente, até o valor máximo residual de 5% (Fig. 11). As características desta distribuição evidenciam que a presença de As não resulta de opções tecnológicas voluntárias tomadas por parte dos metalurgistas que produziram as peças, conforme de há muito se tinha concluído (CARDOSO & GUERRA, 1995), com base na amostragem, numericamente muito inferior, que foi então analisada. Deste modo, considera-se que a realidade observada foi a consequência de situações aleatórias, designadamente o uso de minérios de cobre com impurezas de arsénio. As análises realizadas sobre carbonatos de cobre e cobres nativos confirmaram a presença de arsénio nos minérios de cobre do território português (FERREIRA, 1961, p. 3). Mais recentemente, esta situação foi igualmente documentada através de análises de carbonatos de cobre provenientes da Sierra Morena (Espanha) (DOMERGUE, 1990, cit. em HUNT ORTIZ, 2003, p. 323), ou seja, da extremidade oriental da Zona de Ossa-Morena, que, como se referiu anteriormente, foi apontada como a área provável de abastecimento das matérias-primas utilizadas em Leceia para a produção de objetos à base de cobre (MÜLLER & CARDOSO, 2008).

Uma outra explicação – que deve ser conjugada com a primeira, pois ambas são compatíveis – para a concentração variável de As nas peças de Leceia poderá ter a ver com o aproveitamento de sucata como fonte de matéria-prima. De facto, durante o processo de refundição de metais reciclados verifica-se uma perda prefe-



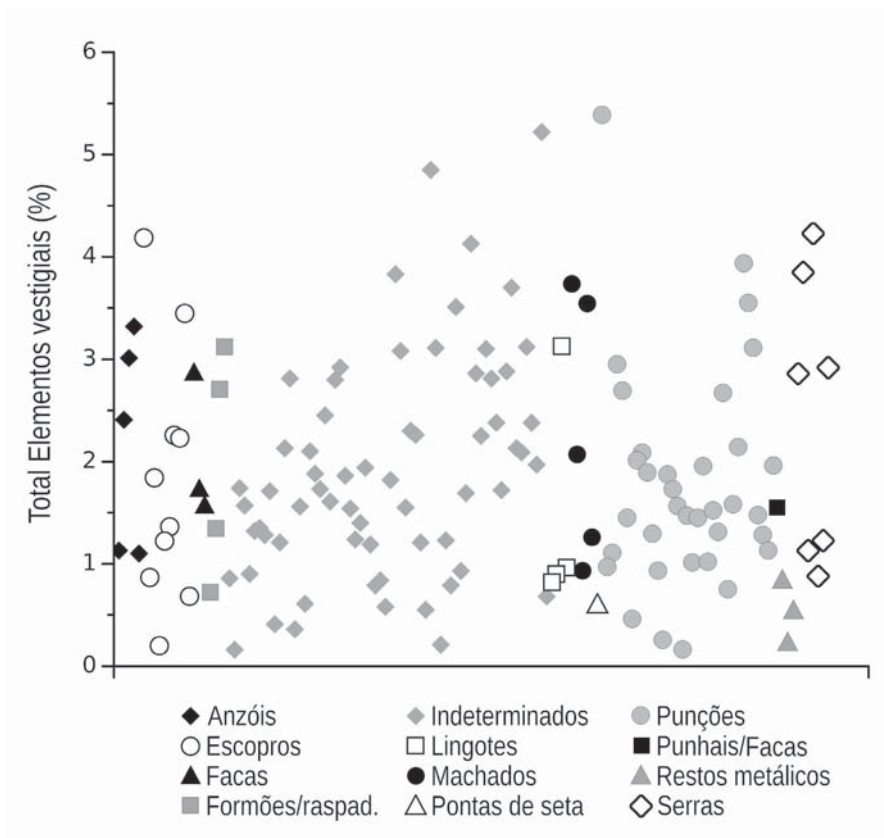


Fig. 10 – Leceia. Concentração total dos elementos vestigiais pelas categorias artefactuais consideradas.

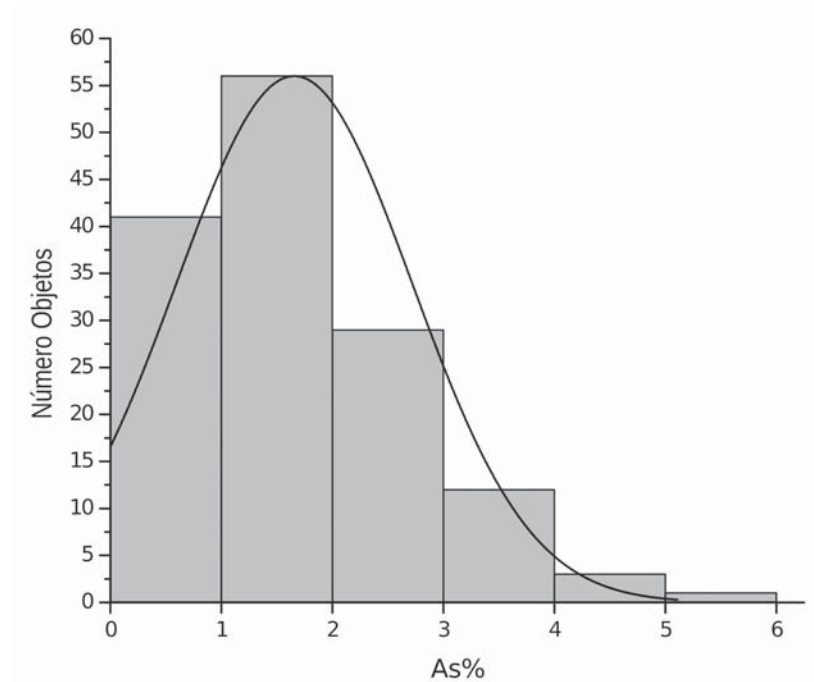


Fig. 11 – Leceia. Histograma de distribuição do As na totalidade do conjunto analisado.

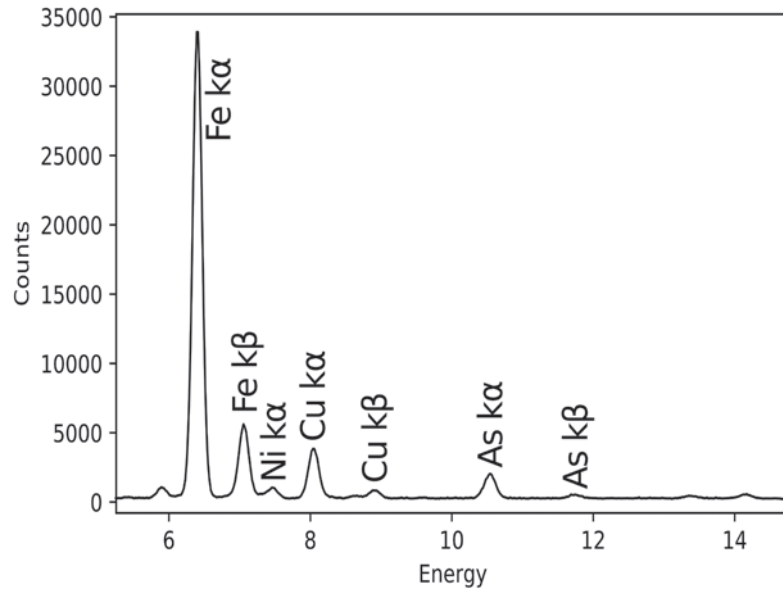
rencial do arsénio, devido ao seu carácter volátil (MCKERRELL & TYLECOTE, 1972). Quer isto dizer que, nas peças produzidas a partir de sucata, o As tende a diminuir progressivamente em relação à composição inicial dos metais utilizados para a refundição e, neste quadro, já não haveria a possibilidade de controlar o teor desse elemento químico nas peças produzidas, o que ajudaria a explicar a sua variabilidade ao nível da composição final de cada objeto. Esta segunda explicação afigura-se consentânea com os resultados obtidos, tendo presente que uma percentagem relevante de peças corresponde a fragmentos indeterminados, de formas mais ou menos definidas, que corresponderiam a sucata de cobre aguardando refundição.

Numa escala de análise mais alargada, as afinidades com os dados sobre produção de artefactos de cobre do 3.º milénio a.C. encontrados em outros sítios do Ocidente Ibérico são evidentes, quanto à concentração de As. De facto, peças calcolíticas com teores de arsénio tendencialmente baixos e com uma distribuição aparentemente aleatória foram identificadas em diversos sítios do Noroeste Ibérico (ROVIRA *et al.*, 1997; COMENDADOR REY, 1998). No Norte de Portugal assinalam-se os resultados obtidos em Cunho (Mogadouro) (SANCHES *et al.*, 1985), Vinha da Soutilha (Chaves) (ARAÚJO *et al.*, 1986a), São Lourenço (Chaves) (ARAÚJO *et al.*, 1986b), Pastoria (Chaves) (ARAÚJO *et al.*, 1986c), Castanheiro do Vento (Vila Nova de Foz Côa) (VALÉRIO *et al.*, 2014), Castelo Velho de Freixo de Numão (Vila Nova de Foz Côa) (BOTTAIINI *et al.*, 2019), ou ainda no contexto funerário de Chã de Carvalhal (Baião) (CRUZ, 1992; BRIARD *et al.*, 1998).

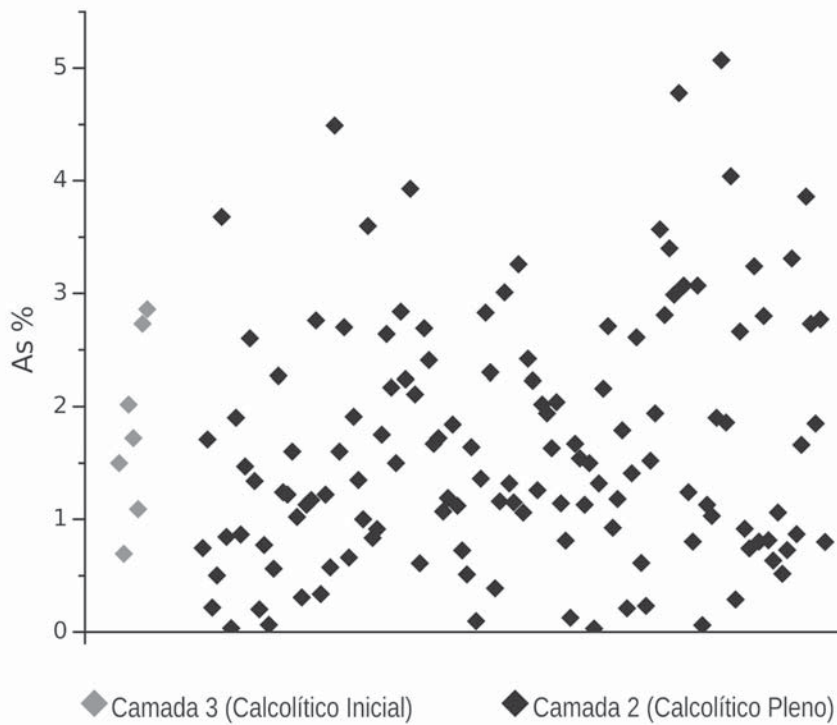
A mesma situação repete-se noutros sítios mais a sul, quer na própria Estremadura portuguesa, quer no Sudoeste Ibérico. Quanto à primeira região, recordem-se os trabalhos realizados sobre os metais procedentes dos povoados calcolíticos estremenhos como, por exemplo, Castro de Pragança (JUNGHANS, SANGMEISTER & SCHRÖDER, 1968) FIGUEIREDO *et al.*, 2007), Penedo de Lexim (Mafra) (SOUSA *et al.*, 2004), Vila Nova de São Pedro (MÜLLER *et al.*, 2008; PEREIRA *et al.*, 2013), Zambujal (MÜLLER *et al.*, 2007), Outeiro Redondo (PEREIRA *et al.*, 2013; CARDOSO, 2019) e Moita da Ladra (CARDOSO, 2014; PEREIRA *et al.*, 2015). Em relação à segunda, para além de trabalhos com cariz mais regional (GÓMEZ RAMOS 1999; HUNT ORTIZ 2003; BAYONA 2008; ROVIRA *et al.*, 2016, entre outros), vale a pena recordar as análises realizadas sobre materiais procedentes do Outeiro de São Bernardo (Moura) (CARDOSO *et al.*, 2002), Porto das Carretas (VALÉRIO *et al.*, 2007), Bela Vista 5 (Beja) (BOTTAIINI *et al.*, 2014), Atalaia do Peixoto (Serpa), São Pedro (Redondo), Três Moínhos (Beja), Tholos de Caladinho (Redondo) (ORESTES VIDIGAL *et al.*, 2015), Vila Nova de Mil Fontes (BOTTAIINI *et al.*, 2018a), São Brás (Serpa) (VALÉRIO *et al.*, 2019) e Perdigões (Reguengos de Monsaraz) (BOTTAIINI *et al.*, 2018b).

Relativamente à presença do As, os dados de Leceia permitem avançar com mais uma observação sustentada pelo enquadramento estratigráfico dos materiais analisados. De facto, considerando as concentrações de As nos artefactos das Camadas 3 e 2, respetivamente atribuídas ao Calcolítico Inicial e ao Calcolítico Pleno/ Final, verifica-se que os objetos procedentes da Camada 3 apresentam teores de As perfeitamente comparáveis com os valores detetados nos metais da Camada 2 (Fig. 12). Recorde-se ainda que o próprio cadinho, tal como anteriormente mencionado, também procedente da Camada 3, apresenta ele próprio vestígios de As. Apesar de o número de elementos relacionados com a metalurgia encontrados na Camada 3 ser bastante mais reduzido do que os da Camada 2, os dados disponíveis sugerem que o As fez parte da metalurgia de Leceia desde a sua introdução e que, aparentemente, não houve qualquer alteração significativa, quanto à sua concentração e variabilidade ao longo do Calcolítico Pleno/Final, isto é, até ao final do 3.º milénio a.C.

Uma outra questão que importa analisar é a variabilidade do arsénio em função da tipologia dos objetos, com o intuito de perceber se será perceptível alguma correlação entre a concentração e distribuição do arsénio e o tipo de peça produzido. Em trabalhos anteriores tem sido avançada a hipótese de determinados tipos metá-



**Fig. 12** – Leceia. Espectros de XRF das análises realizadas sobre as incrustações de metal aderentes na superfície interna do cadinho (ver Fig. 8).



**Fig. 13** – Leceia. Teores de As identificados nos objectos recolhidos nas duas camadas de ocupação identificadas, evidenciando-se clara continuidade composicional entre ambas.

licos apresentam teores de arsénio mais elevados do que outros. Advogaram-se, para explicar esta possível oscilação, razões de cariz socio-cultural, vinculadas nomeadamente com a cor prateada das ligas mais ricas em arsénio que refletiriam o estatuto social mais elevado dos indivíduos a elas associados (VALÉRIO *et al.*, 2016; VALÉRIO *et al.* 2019).

No caso de Leceia não parece possível associar padrões composicionais característicos a tipos metálicos, assistindo-se, contrariamente ao afirmado em MÜLLER & CARDOSO (2008) com base num número mais reduzido de análises, a uma distribuição aleatória do arsénio entre as diversas tipologias de artefactos (Fig. 13): os machados, por exemplo, apresentam valores de As que variam entre 0,216 % e 3,68%, com uma média de 1,76%; o As nos punções oscila entre 0,03 % e 4,49%, com uma média de 1,52%; nos escopros varia entre 0,095 % e 3,93%, com uma média de 1,68%; no grupo dos elementos indeterminados, a dispersão do As mantém-se pronunciada, com teores entre 0,034 % e 5,07 %, com uma média de 1,62 %; para os 2 punhais e as 2 lâminas, considerados aqui num mesmo grupo, o As varia entre 1,47 e 4,78%, atingindo uma média de 2,74%; e, finalmente, o grupo das serras, com o As entre 0,743 e 4,04% e média de 2,2%. A variabilidade dos valores de As obtidos para cada grupo tipológico considerado, vem demonstrar, por um lado, a presença aleatória de As em cada um deles e, consequentemente, a impossibilidade de estabelecer qualquer relação entre tais teores e a respectiva tipologia.

## 5 – CONCLUSÕES

O conjunto dos artefactos metálicos ou vinculados à metalurgia (cadinho) agora estudados resultaram das escavações arqueológicas realizadas no povoado de Leceia (Oeiras) sob a direcção de um de nós (J.L.C.), procedendo de contextos atribuíveis ao Calcolítico Inicial (2800-2600/2500 a.C.) e, maioritariamente, ao Calcolítico Pleno/Final (ca. 2600/2500-2000 a.C.), perfazendo 144 artefactos a que se somam três argolas de bronze. Estas são compatíveis com a ténue ocupação da Idade do Bronze já identificada anteriormente no local através do achado de um machado de alvado e uma argola.

As peças agrupam-se em diversas categorias tipológicas ligadas a atividades de subsistência e do dia-a-dia, que se enquadram claramente nas produções calcolíticas do Ocidente Ibérico, com abundantes paralelos em sítios contemporâneos. É excepção uma ponta de seta, de tipologia distinta das pontas Palmela, por possuir uma ténue crista longitudinal na folha, bem patente em ambos os lados, ausente naquelas.

Do ponto de vista analítico, trata-se de produções de cobre com teores variáveis – mas tendencialmente baixos – de arsénio e outros elementos secundários. Dados os baixos teores destes elementos minoritários, os mesmos não afetam as propriedades mecânicas de um cobre puro. A natureza química das peças enquadra-se igualmente no que já é conhecido sobre a primeira metalurgia do Ocidente Ibérico.

Os níveis de As em geral baixos, centrados entre 1 % e 2 % e a sua distribuição unimodal, que não ultrapassa 5 %, levou à conclusão que a sua presença possa ser imputada, não a uma adição voluntária, mas sim ao uso de matérias-primas (sejam elas sucatas ou minérios de cobre) com As. Deste modo, conclui-se que os metalurgistas de Leceia não valorizaram as vantagens que a presença de arsénio poderia conferir às propriedades mecânicas dos objetos produzidos, tal como deve ter sucedido na generalidade das produções calcolíticas já estudadas no Ocidente Ibérico. Com efeito, a análise da correspondência entre os teores de As e a tipologia das peças evidenciou completa ausência de correlação, observando-se, em qualquer grupo tipológico considerado, idêntica variação dos teores de As.

A falta, no registo arqueológico, de minérios procedentes de contextos arqueológicos, por um lado, e a presença de vários elementos ligados à cadeia operatória do metal, desde os lingotes aos resíduos de fundição,



passando pela ocorrência de um único fragmento de cadinho, sugere que o metal chegaria a Leceia, provavelmente da Zona de Ossa Morena, sob forma de lingotes propriamente ditos, de que se conhecem diversos exemplares, ou de lingotes/machados planos e era ali transformado, através de refundição ou de trabalho de forja, para a produção de novos objetos. Com efeito, é notória a escassez de resíduos de fundição e sobretudo de cadinhos, comparativamente ao observado em povoados de muito menores dimensões, como é o caso de Moita da Ladra ou do Outeiro Redondo, sugerindo que o trabalho do metal em Leceia seria feito essencialmente a partir de lingotes de cobre importados do Alentejo, localmente retrabalhados a quente ou a frio, de que existem diversos exemplares, incluindo alguns com evidências de seccionamento (Fig. 7, n.º 8), para além dos machados de cobre com serragem dos gumes, eles próprios assim transformados em lingotes.

É de realçar que em Leceia a produção de metais se iniciou logo no Calcolítico Inicial, fase a que pertence, entre outros, o único fragmento de cadinho, intensificando-se na transição do segundo para o terceiro quartel do 3.º milénio a.C.. Quer isto dizer que os objetos procedentes de Leceia pertencem a um arco temporal de aproximadamente 800 anos, tendo presentes os resultados das análises de radiocarbono para cerca de 95% de probabilidade. Considerando esta diacronia e apesar de Leceia se destacar, ao nível de Ocidente Ibérico, como um dos centros calcolíticos com maior quantidade de materiais vinculados à prática da metalurgia, o quadro geral confirma a existência de uma produção de metais em pequena escala, provavelmente alicerçada em práticas de reciclagem e destinada à produção de objetos morfológicamente pouco elaborados, com funcionalidades específicas, que os seus equivalentes de madeira, osso ou pedra teriam mais dificuldade em assegurar, e sempre a uma escala doméstica.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia através do Projecto UID/Multi/04449/2013 (Laboratório HERCULES/Universidade de Évora) e pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER), através do Programa COMPETE2020, POCI-01-0145-FEDER-007649.

## REFERÊNCIAS

- ANTUNES, M. T. & CARDOSO, J. L. (1995) – Ictiofauna do povoado pré-histórico de Leceia (Oeiras). *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. Oeiras. 5, p. 187-192.
- ARAÚJO, M. F. & CABRAL, J. M. P. (1986 a) – Análise química não-destrutiva de alguns artefactos do espólio encontrado na estação de Vinha da Soutilhã (Mairos). In JORGE, S.O. (1986), *Povoados da Pré-história Recente (III.o - inícios do II.o Milénios AC) da Região de Chaves-Vila Pouca de Aguiar (Trás-os-Montes Ocidental)*. Porto: Instituto de Arqueologia da Faculdade de Letras, p. 1013-1015.
- ARAÚJO, M. F. & CABRAL, J. M. P. (1986 b) – Análise química de alguns objectos metálicos da estação de S. Lourenço. In JORGE, S.O. (1986), *Povoados da Pré-história Recente (III.o - inícios do II.o Milénios AC) da Região de Chaves-Vila Pouca de Aguiar (Trás-os-Montes Ocidental)*. Porto: Instituto de Arqueologia da Faculdade de Letras, p. 1017-1020.
- ARAÚJO, M. F. & CABRAL, J. M. P. (1986c) – Análise química de alguns artefactos da estação da Pastoria. In JORGE, S. O. (1986), *Povoados da Pré-história Recente (III.o - inícios do II.o Milénios AC) da Região de Chaves-Vila Pouca de Aguiar (Trás-os-Montes Ocidental)*. Porto: Instituto de Arqueologia da Faculdade de Letras, p. 1021-1023.
- BAYONA, M. R. (2008) – *La Investigación de la Actividad Metalúrgica Durante el III Milenio A.N.E. en el Suroeste de la Península Ibérica*. Archaeopress, Oxford.

- 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.; BRUNETTI, A.; BORDALO, R.; VALERA, A. & SCHIAVON, N. (2018 b) – Non-destructive characterization of archeological Cu-based artifacts from the early metallurgy of southern Portugal. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 10 (8), p. 1903-1912.
- 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 SUSANA, L. (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.
- BRIARD, J.; BOURHIS, J.-R. & VAN SCHOOR, M. (1998) – La paléoméallurgie campaniforme du Portugal. Nouvelles données sur ses compositions métalliques et ses relations atlantiques. *Bulletin de la Société préhistorique française*. 95 (3), p. 393-402.
- CARDOSO, J. L. (1989) – *Leceia - resultados das escavações realizadas 1983-1988*. Oeiras: Câmara Municipal de Oeiras.
- CARDOSO, J. L. (1997) – *Leceia sentinela do Tejo no terceiro milénio antes de Cristo*. Lisboa/Oeiras: Museu Nacional de Arqueologia/Câmara Municipal de Oeiras.
- CARDOSO, J. L. (1999/2000) – Os artefactos de pedra polida do povoado pré-histórico de Leceia (Oeiras). *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. Oeiras. 8, p. 241-323.
- CARDOSO, J. L. (2003) – O povoado calcólico 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. (2004) – A Baixa Estremadura dos finais do IV milénio A.C. até à chegada dos Romanos: Um ensaio de história regional. Oeiras. *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. 12.
- CARDOSO, J. L. (2007) – As cerâmicas decoradas pré-campaniformes do povoado pré-histórico de Leceia: suas características e distribuição estratigráfica. *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. Oeiras. 14, p. 9-276.
- CARDOSO, J. L. (2009) – Estatuetas do Neolítico Final e do Calcólico do povoado pré-histórico de Leceia (Oeiras) e o simbolismo a elas associado. *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. Oeiras. 17, p. 73-96.
- CARDOSO, J. L. (2014) – O povoado calcólico 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. *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. Oeiras. 25, p. 87-338.
- CARDOSO, J. L. & FERNANDES, F.B. (1995) – Estudo arqueometalúrgico de um lingote de cobre de Leceia (Oeiras). *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. Oeiras. 5, p. 153-164.
- CARDOSO, J. L. & MARTINS, F. (2013) – O povoado Pré-Histórico de Leceia (Oeiras): estudo dos utensílios de pedra lascada. *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. Oeiras. 20, p. 357-524.
- 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 Calcólica da Estremadura portuguesa. *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. Oeiras. 7, p. 61-87.
- CARDOSO, J. L.; SOARES, A. M. M. & ARAÚJO, M. F. (2002) – O espólio metálico do Outeiro de S. Bernardo (Moura): uma reapreciação à luz de velhos documentos e de outros achados. *O Arqueólogo Português*. Lisboa. Série IV, 20, p. 77-114.

- COMENDADOR REY, B. (1998) – Los inicios de la metalurgia en el Noroeste de la Península Ibérica, *Brigantium*, 11.
- CRADDOCK, P. T. (1995) – *Early Metal Mining and Production*. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- CRUZ, D. (1992) – *A Mamoa 1 de Chã de Carvalhal (Serra da Aboboreira)*, Coimbra: FLUC, Instituto de Arqueologia.
- DOMERGUE, C. (1990) – *Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'Antiquité romaine*. Roma: École Française de Rome.
- FERREIRA, O. da V. (1961) – Acerca da presença de arsénio e instrumentos encontrados em Portugal. *Boletim de Minas*. Lisboa. 12, p. 1-5.
- FERREIRA, O. da V. (1968) – Algumas notas acerca da pesca na antiguidade. *O Arqueólogo Português*. Lisboa. Série III, 2, p. 113-133.
- GÓMEZ RAMOS, P. (1999) – *Obtencion de Metales en la Prehistoria de la Peninsula Iberica*, Oxford: British Archaeological Reports 2010.
- GONÇALVES, V. S. (1971) – *O Castro da Rotura e o Vaso Campaniforme*. Setúbal: Assembleia Distrital de Setúbal.
- HARRISON, R. J. & CRADDOCK, P.T. (1981) – A study of the Bronze Age metalwork from the Iberian Peninsula in the British Museum, *Ampurias*. 43, p. 113-179.
- HUNT-ORTIZ, M. A. (2003) – *Prehistoric mining and metallurgy in south west Iberian Peninsula*, BAR International Series 1188. Oxford: Archaeopress.
- JUNGHANS, S.; SANGMEISTER, E. & SCHRÖDER, M. (1968) – *Kupfer und Bronze in Der frühen Metallzeit Europas, Studien zu den Anfängen der Metallurgie 2 (1-3)*. Berlin: Gebrüder Mann Verlag
- LILLIOS, K. T. (1993) – Agroal and the Early Bronze Age of the portuguese lowlands. *I Congresso de Arqueologia Peninsular (Porto, 1993)*. Actas. 2, p. 261-281.
- MCKERRELL, H. & TYLECOTE, R. F. (1972) - The working of copper-arsenic alloys in the Early Bronze Age and the effect on the determination of provenance. *Proceedings of the Prehistoric Society*. 38, p. 209-218.
- FIGUEIREDO, E.; MELO, A. A. de & ARAÚJO, M. F. (2007) - Artefactos metálicos do Castro de Pragança: um estudo preliminar de algumas ligas de cobre por Espectrometria de Fluorescência de Raios X. *O Arqueólogo Português*. Lisboa. Série IV, 25, p. 195-215.
- 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). *Madrider Mitteilungen*. Wiesbaden. 49, p. 64-93.
- MÜLLER, R.; GOLDENBER, G.; BARTELHEIM, M.; KUNST, M. & PERNICKA, E. (2007) – Zambujal and the beginnings 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.
- ORESTES VIDIGAL, R.; VALÉRIO, P.; ARAÚJO, M. F.; SOARES, A. M. M. & MATALOTO, R. (2015) – Micro-EDXRF study of Chalcolithic copper-based artefacts from Southern Portugal. *X-Ray Spectrometry*. 45 (1), p. 63-68.
- 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.; ARAÚJO, M. F. & 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.
- PEREIRA, F.; SILVA, R. J.; SOARES, A. M. M.; ARAÚJO, M. F. & CARDOSO, J. L. (2015) – Metallurgical production evidences in the Chalcolithic settlement of Moita da Ladra (Vila Franca de Xira, Portugal). *IV International Congress Archaeometallurgy in Europe*. Madrid, 1-3 Junho 2015. Poster.

- ROVIRA, S. & MONTERO RUIZ, I. (2013) – Natural Tin-Bronze Alloy in Iberian Peninsula Metallurgy: Potentiality and Reality. In GIUMLIA-MAIR, A; LO SCHIAVO, F. (eds.) – *Le problème de l'étain à l'origine de la métallurgie / The problem of Early tin*. BAR International Series 1199, p. 15-22.
- ROVIRA LLORENS, S.; MONTERO RUIZ, I. & CONSUEGRA RODRÍGUEZ, S. (1997) – *Las primeras etapas metalúrgicas en la Península Ibérica – I. Análisis de materiales*. Madrid: Instituto Universitario Ortega y Gasset.
- ROVIRA, S. (2004) – Tecnología metalúrgica y cambio cultural en la prehistoria de la Península Ibérica. *Norba*. 17, p. 9-40.
- ROVIRA, S. (2016) – La metalurgia calcólica en el suroeste de la Península Ibérica. *Menga*. 7, p. 53-67.
- ROZEIRA, A. (1926) – O bronze em Liceia. *Cultura. Revista de Letras*. Lisboa. 1.ª série, n.º 2, p. 36-38.
- SANCHES, M. de J. & MARCOS, D. S. (1985) – O povoado pré-histórico do Cunho-Mogadouro. Resultados preliminares da escavação de 1983. *Arqueologia*. 12, p. 143-153.
- SANGMEISTER, E. (1995) – *Zambujal. Kupferfunde aus den Grabungen 1964 bis 1973*. Madrider Beitrage, Band 5, Teil 3, p. 1-154.
- SILVA, C. T. & SOARES, J. (1987) – O povoado fortificado calcólico do Monte da Tumba. Escavações arqueológicas de 1982-86 (resultados preliminares). *Setúbal Arqueológica*. Setúbal. 8, p. 29-79.
- SOARES, A. M. M. (2005) – A metalurgia de Vila Nova de São Pedro. Algumas reflexões. In ARNAUD, J. M. & FERNANDES, C. V. (coord.), *Construindo a Memória. As coleções do Museu Arqueológico do Carmo*. Lisboa: Associação dos Arqueólogos Portugueses, p. 179-188.
- VALÉRIO, P.; SOARES, A. M. M.; ARAÚJO, M. F. & SILVA, R. J. C. (2019) – Os metais: Caracterização elementar e microestrutural. In CARVALHO, A.F. (ed.) *Hipogeu campaniforme do Convento do Carmo (Torres Novas), Município de Torres Novas*, p. 149-159.
- SOARES, A. M. M.; ARAÚJO, M. F. & CABRAL, J. M. P. (1994) – Vestígios da prática de metalurgia em povoados calcólicos da Bacia do Guadiana, entre o Ardila e o Chança. In CAMPOS, J. M.; PÉREZ, J. A. & GÓMEZ, F. (eds.), *Arqueologia en el Entorno del Bajo Guadiana: Actas del Encuentro Internacional de Arqueologia del Suroeste*, p. 165-200.
- SOUSA, A. C.; VALÉRIO, P. & ARAÚJO, M. da F. (2004) – Metalurgia antiga do Penedo do Lexim (Mafra): Calcólico e Idade do Bronze. *Revista Portuguesa de Arqueologia*. Lisboa. 7 (2), p. 97-117.
- VALÉRIO, P.; SOARES, A. M. M.; ARAÚJO, M. F.; SILVA, C. T. & SOARES, J. (2007) – Vestígios arqueometalúrgicos do povoado calcólico fortificado do Porto das Carretas (Mourão). *O Arqueólogo Português*. Lisboa. Série IV. 25, p. 177-194.
- VALÉRIO, P.; ARAÚJO, M. da F. & SILVA, R. J. C. (2014) – Complementary use of X-ray methods to study ancient production remains and metals from Northern Portugal. *X-Ray Spectrometry*. 43 (4), p. 209-215.
- 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.
- VALÉRIO, P.; SOARES, A. M. M.; ARAÚJO, M. da F.; ALVES, L. C. & SILVA, C. T. (2018) – The composition of the São Brás copper hoard in relation to the Bell Beaker metallurgy in the South-western Iberian Peninsula. *Archaeometry*. 61 (2), p. 392-405.
- VALÉRIO, P.; SOARES, J.; ARAÚJO, M. da F.; ALVES, L. C. & SILVA, C. T. (2019) – The Composition of the São Brás Copper Hoard in Relation to the Bell Beaker Metallurgy in the South-western Iberian Peninsula: The São Brás copper hoard and the Bell Beaker metallurgy in SW Iberia. *Archaeometry*. 61 (2), p. 392-405.