

Estudos sobre a Arqueometalurgia do Grupo Baiões/Santa Luzia: (1) Uma Ponta de Lança do Castro da Senhora das Necessidades (Sernancelhe)

J. C. SENNA-MARTINEZ*, MARIA DE FÁTIMA ARAÚJO**, PEDRO VALÉRIO**
HORÁCIO PEIXOTO***

RESUMO

O Castro da Senhora das Necessidades localiza-se no cabeço que hoje suporta o santuário mariano com esta invocação sito no Concelho de Sernancelhe, Distrito de Viseu. A partir do seu estudo tipológico e análise química não destrutiva, discute-se a integração cultural e caracterização arqueometalúrgica de uma ponta de lança de alvado de bronze aí encontrada em 2000.

Palavras-Chave: Bronze Final – Grupo Baiões/ Santa Luzia – Metalurgia – Espectrometria de Fluorescência de Raios X, Dispersiva de Energias

ABSTRACT

The site of Senhora das Necessidades is located in the hill which today is occupied by the Sanctuary of Our Lady of Need, county of Sernancelhe, district of Viseu. We discuss here the cultural affiliation and archaeometalurgical characterization of a socketed spearhead found there in 2000.

Key-Words: Late Bronze Age – Baiões/ Santa Luzia Cultural Group – Metallurgy – Energy Dispersive X-Ray Fluorescence Spectrometry

* Professor Associado do Departamento de História da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa. Instituto «Alexandre Herculano» de Estudos Regionais e do Municipalismo e Instituto de Arqueologia da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa. Cidade Universitária, Campo Grande, 1600-214 LISBOA.

E-mail: smartinez@iol.pt.

** Departamento de Química, Instituto Tecnológico e Nuclear, Estrada Nacional 10, 2686-953 SACAVÉM.

E-mail: faraujo@itn.mcies.pt; pvalerio@itn.mces.pt

*** Associação para o Estudo Arqueológico da Bacia do Mondego – EAM, Apartado 50112, 1713 LISBOA CODEX.



1. LOCALIZAÇÃO, AMBIENTE E CONTEXTO

O Castro da Senhora das Necessidades localiza-se no cabeço que hoje suporta o santuário mariano com esta invocação sito no Concelho de Sernancelhe, Distrito de Viseu. As suas coordenadas são: Latitude 40° 54' 08" norte e Longitude 1° 54' 37" oeste, na folha 159 da CMP 1/25000.

O sítio fica entre os vales do rio Távora, que corre a norte e a nascente, e da ribeira de Arados, afluente daquele e que corre a poente. Domina visualmente uma larga área em que se incluem a própria Sernancelhe a sudeste e as povoações de Vila da Ponte a nordeste e do Penso a noroeste (Figura 1).

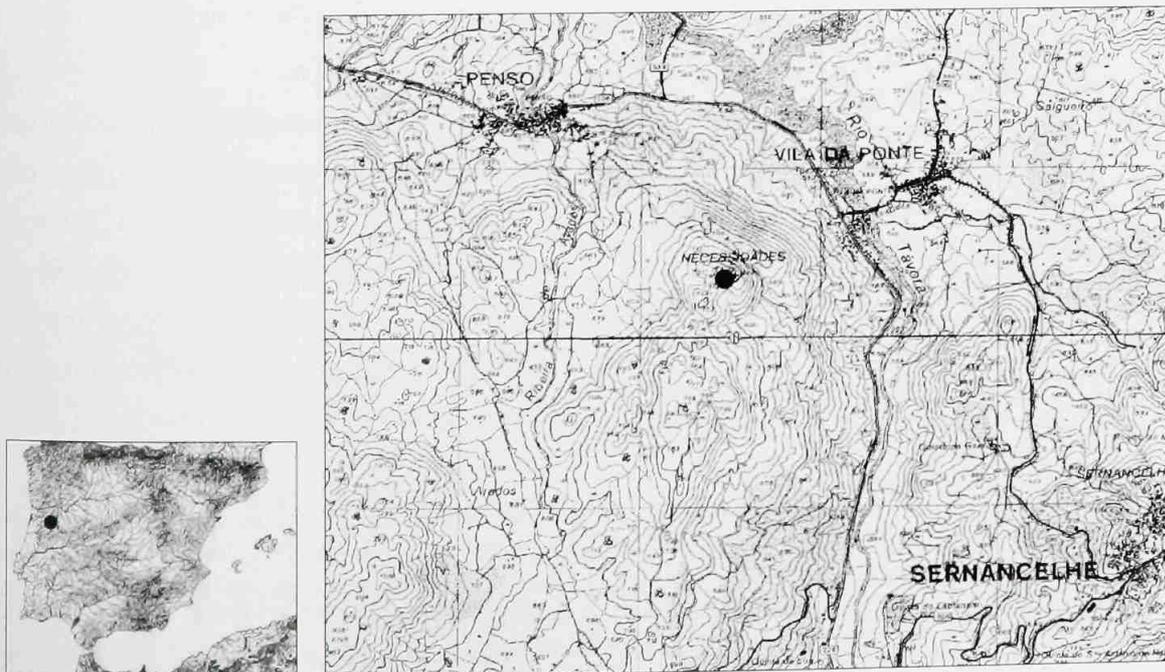


Fig. 1 – Localização do Castro da Senhora das Necessidades na Península Ibérica e na Folha 159 da CMP 1/25000.

As diversas campanhas de obras efectuadas no santuário e a abertura/alargamento do estradão de acesso ao mesmo em 2000/2001 devem ter destruído grande parte do sítio arqueológico de que, à vista, sobram apenas retalhos no início das vertentes norte e nascente.

A peça objecto de análise neste texto foi recolhida por Horácio Peixoto em fins de 2000 e dela tomámos conhecimento (a equipa do PEABMAM¹) em Janeiro de 2001. Durante os trabalhos integrados no 16º Campo Arqueológico de Canas de Senhorim, no mês de Julho de 2001, efectuámos um reconhecimento do local² que possibilitou recolher diversas amostras de olaria quebrada, nomeadamente um conjunto atribuível ao “mundo Baiões/Santa Luzia” do Bronze Final da Beira Alta, encontrado na envolvência directa do local de achado da ponta de lança. Esta, embora sendo um achado de superfície, poderá assim ser contextualizada como integrando o que se configura como mais um lugar central de altura (habitat) daquele mundo cultural.

2. ANÁLISE TIPOLOGICO-CULTURAL

A ponta de lança de alvado em bronze recolhida no Castro da Senhora das Necessidades apresenta-se com uma conservação excelente, apenas com alguma corrosão mais acentuada nos gumes (Figura 2), e com uma patina verde escura.



Fig. 2 – A ponta de lança de alvado, em bronze, do Castro da Senhora das Necessidades.

As suas dimensões são:

- comprimento total: 15,1 cm;
- comprimento da folha: 12,1 cm;
- largura da folha: 2,8 cm;
- profundidade do alvado: 6,8 cm;
- largura exterior do alvado: 1,8 cm

O alvado de perfil cónico corresponde aproximadamente a metade do comprimento total da peça e prolonga-se por uma nervura maciça de secção losânguica. A folha é esguia (relação largura/comprimento de 1/18) desenvolvendo-se, em secção transversal, numa curva suave da nervura para os gumes. A secção losânguica da peça provocaria no alvo (humano ou animal) um ferimento difícil de sarar.

¹ O PEABMAM (*Programa de Estudo Arqueológico da Bacia do Médio e Alto Mondego*), por nós dirigido desde 1984/1985, começou por integrar o Centro de História da Universidade de Lisboa (UNIARCH) enquadrando-se hoje no âmbito das actividades do *Instituto de História Regional e do Municipalismo Alexandre Herculano* e do *Instituto de Arqueologia* da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa.

² Integravam a equipa de prospecção, dirigida por J. C. Senna-Martinez, além de Horácio Peixoto, Ana Isabel Brasão Valente, Ana Catarina Lopes, Ana Sofia Senna Martinez, Ana Sofia Vitorino, Luciana Almeida, Pedro Pina Nóbrega, Sofia Cruz Alves Guix e Teresa Faria Araújo.

Junto à base do alvado, dois orifícios circulares simétricos alinhados com os gumes da folha permitiriam a fixação a um cabo através de rebites.

O paralelo regional mais próximo é-nos dado pelo fragmento de molde cerâmico para fundição por “cera perdida” recolhido no sector A do Cabeço do Crasto de S. Romão (Gil *et al.*, 1989: 236-7; Senna-Martinez, 1989: 619-20), de onde terá saído uma peça semelhante mas com dimensões ligeiramente diferentes.

Também a ponta de lança do Casal dos Fieis de Deus (Fig. 3 – MNA 10792, cf. Melo, 2000) é bastante similar embora com alvado mais comprido e folha em pior estado de conservação. Características idênticas são de referir para o exemplar do Alto das Bocas, Rio Maior (Carreira, 1994: 87 e Est. XL).

Mais próxima nas proporções em relação ao caso aqui em estudo é a peça encontrada na Portela (Lagos, Fig. 4 – MNA 10205)³ em que o alvado é curto.

Pontas de lança de alvado, com nervura losânguica, estão presentes no conjunto (depósito?) de Port-Saint-Foy (Gironde, França), provenientes de uma dragagem (Coffyn, 1985: 67, Est. Figs. 30 e 32). Este “depósito” é atribuído por Coffyn à primeira etapa do Bronze Final do Sudoeste francês, plenamente concordante com a cronometria obtida para os contextos de S. Romão (Senna-Martinez, 2000a; Senna-Martinez e Pedro, 2000).

Na Península Ibérica Coffyn refere igualmente outros exemplares semelhantes de que destacaríamos a ponta do “depósito” do Rio Ulla (La Coruña – Coffyn, 1985: Est. VII, 5).

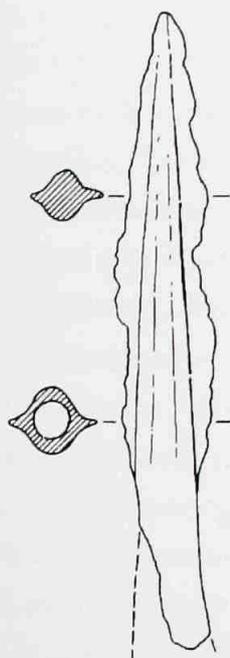


Fig. 3 – Ponta de Lança em bronze do “depósito” do Casal de Fieis de Deus (sg. Melo, 2000).

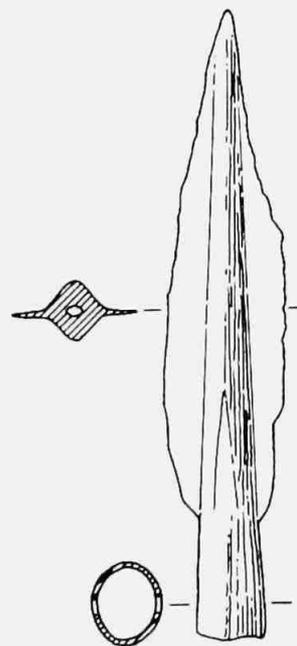


Fig. 4 – Ponta de Lança em bronze da Portela de Lagos (sg. Melo, 2000).

³ Agradecemos a Ana Ávila de Melo esta informação.

O que ressalta de imediato da análise dos exemplares referidos é a sua diversidade dentro de um modelo tipológico comum, o que segue o constatado para outras categorias artefactuais metálicas do Bronze Final da Orla Atlântica da Europa e, mais especificamente, da Península Ibérica (veja-se por exemplo os machados de talão). Tal diversidade de modelos, aliada ao constatado para a generalização de áreas/práticas metalúrgicas em praticamente todos os sítios escavados recentemente (Senna-Martinez, 2000b e no prelo; Senna-Martinez e Pedro, 2000), constitui mais um argumento a favor de uma “...*produção artesanal (nomeadamente olaria e metalurgia) local, e provavelmente de cariz doméstico, fundamentalmente num esquema de auto-consumo e com fraca circulação...*” no mundo Baiões/ Santa Luzia (Senna-Martinez, 2000b e no prelo). Em suma, estaríamos em presença de sociedades sem qualquer tipo de estrutura mercantil organizada o que contraria fortemente “...*a visão tradicional para a produção metalúrgica no Bronze Final de cariz atlântico (que) tende a ver esta como um processo centralizado em oficinas que produzem para uma área regional envolvente. Tal modelo está claramente posto em causa pelas descobertas recentes nas Beiras portuguesas...*” (Senna-Martinez, no prelo).

Dentro desta lógica, embora proveniente de uma situação contextualmente pouco definida, a ponta de lança da Senhora das Necessidades constitui um bom exemplo de uma situação rica de sugestões para a compreensão das sociedades do Bronze Final do Centro de Portugal.

3. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA NÃO-INVASIVA

O Homem pré-histórico aprendeu inicialmente a trabalhar e utilizar os metais nativos, como por exemplo o cobre, prata e ouro (Craddock, 1995), evoluindo em seguida para a obtenção dos metais a partir dos seus respectivos minérios e para a utilização destes na formulação de diferentes ligas com propriedades físicas e mecânicas características. Assim, as diferentes ligas metálicas poderiam por vezes ser seleccionadas consoante o tipo de artefacto a produzir e a utilização planeada. Deste modo, a composição química dos materiais metálicos arqueológicos pode fornecer informações importantes sobre a sua origem, cronologia e utilização pelos nossos antepassados.

Neste estudo utilizou-se a Espectrometria de Fluorescência de Raios X, Dispersiva de Energias (EDXRF), uma técnica de análise não-invasiva, multielementar e rápida. Dadas as suas características a EDXRF tem sido utilizada desde há várias décadas em estudos de Património Cultural, nomeadamente na análise de artefactos metálicos arqueológicos, museológicos ou de interesse numismático (Al-Kofahi e Al-Tarawneh, 2000; Bewer e Scott, 1995; Carter,

1964a; 1964b; Glinsman e Hayek, 1993; Janssens *et al.*, 2000; Mantler e Schreiner, 2000; Martínez, 1998; Milazzo e Cicardi, 1997; Photos *et al.*, 1994; Rovira e Ramos, 2003).

Em território nacional esta técnica foi implementada a partir do final dos anos setenta e tem vindo a ser utilizada em vários estudos de arqueometalurgia e de numismática, como por exemplo: Araújo *et al.*, 2004; Araújo *et al.*, 2000; Araújo *et al.*, 1984; Cabral e Araújo, 1983; Cabral *et al.*, 1984; Gil *et al.*, 1989; Marques *et al.*, 1985; Seruya e Carreira, 1994; Soares *et al.*, 1996; Soares *et al.*, 1994; Soares *et al.*, 1985; Valério *et al.*, 2003; Vilaça, 1997.

A análise não invasiva por EDXRF de artefactos metálicos apresenta algumas limitações devido a fenómenos de corrosão superficial (Tate, 1986; Walker, 1980) e à distribuição irregular de alguns elementos químicos na liga, na medida em que os raios X característicos emitidos pelos elementos constituintes do artefacto resultam da interacção de um feixe electromagnético de baixa energia com a camada superficial com uma espessura na ordem das dezenas de micra. No caso particular das ligas de bronze, ocorrem em geral fenómenos que provocam um enriquecimento superficial de estanho, devido ao seu carácter mais reactivo e ao facto dos produtos de corrosão por ele formados apresentarem uma maior estabilidade. Além disso, em bronzes com teores significativos de Pb, a baixa solubilidade deste elemento na liga resulta numa distribuição heterogénea sob a forma de inclusões. A distribuição destas inclusões na liga depende da sua velocidade de arrefecimento, isto é, quanto mais lento for o arrefecimento mais irregular será a distribuição das inclusões de chumbo (Ingo *et al.*, 2000).

No entanto, para além de serem bem conhecidos, estes fenómenos podem ser quantificados e não alteram o reconhecimento do tipo de liga metálica em estudo, sendo possível a identificação da liga metálica da ponta de lança da Senhora das Necessidades – um bronze, com cerca de 5% de Pb, bem como a presença de alguns elementos menores.

3.1. Espectrometria de Fluorescência de Raios-X, Dispersiva de Energias

A análise da ponta de lança da Senhora das Necessidades foi realizada num espectrómetro KeveX – modelo 771. Este equipamento de EDXRF possui, como fonte de excitação primária, uma âmpola de ródio de 200W, podendo ainda utilizar-se a radiação monocromática emitida pelos diversos alvos secundários disponíveis (Gd, Ag, Zr, Ge, Fe e Ti). O modo de excitação secundária reduz drasticamente o ruído de fundo, diminuindo os limites de detecção dos elementos químicos constituintes da amostra. A área máxima de amostra analisada apresenta

um diâmetro de aproximadamente 3cm. Os raios-X característicos emitidos pelos elementos químicos constituintes da amostra são colimados a 90° e medidos num detector de Si(Li) com uma área activa de 30mm² e uma resolução de 175eV para uma energia de 6,4keV.

Na análise da ponta de lança da Senhora das Necessidades foram utilizados os feixes produzidos através dos alvos secundários de prata e de gadolínio. O ferro, o cobre, o arsénio e o chumbo presentes na ponta de lança foram determinados com o alvo secundário de prata, com uma diferença de potencial de 35kV e uma intensidade de corrente de 0,5mA. O alvo secundário de gadolínio foi utilizado para medir o estanho e o antimónio, com uma diferença de potencial de 57kV e uma intensidade de corrente de 1,0mA (Fig. 5). Cada análise foi realizada com um tempo real de medição de 300s.

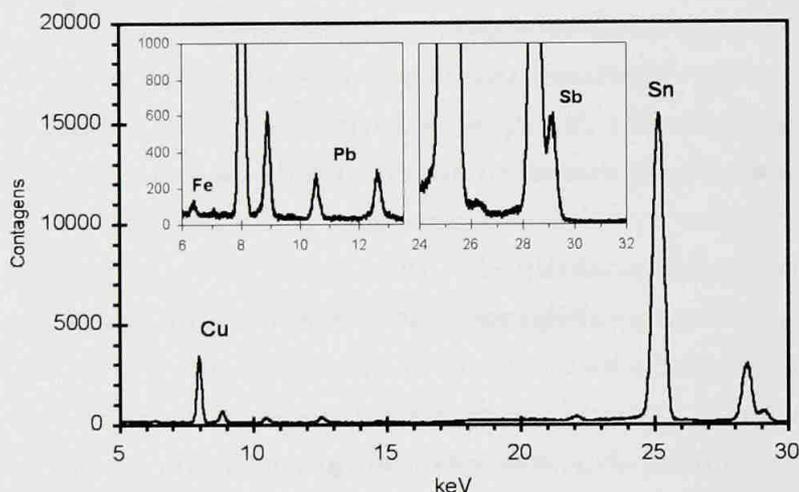


Fig. 5 – Espectro de EDXRF da área 2 da ponta de lança da Senhora das Necessidades.

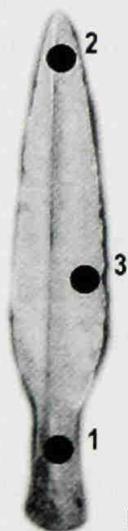


Fig. 6 – Áreas analisadas por EDXRF na ponta de lança da Senhora das Necessidades.

Tendo em conta as eventuais heterogeneidades na composição superficial, devidas quer a diferentes espessuras da camada de corrosão, quer a uma distribuição irregular do Pb na liga, a ponta de lança da Senhora das Necessidades foi analisada em três áreas distintas (Fig. 6).

A composição química elementar da ponta de lança foi obtida através do programa EXACT (Kevex, 1990). Este programa baseia-se no método dos parâmetros fundamentais para correcção de efeitos de matriz (He e Espen, 1991) e utiliza coeficientes de

calibração calculados através da medição de um material de referência de matriz semelhante ao material em análise. Neste estudo utilizou-se o material de referência *BNF Metals Technology Centre Leaded Bronze 50.01* (Quadro 1).

Quadro 1 – Composição do padrão metálico BNF 50.01

	Cu (%)	Sn (%)	Pb (%)	As (%)	Sb (%)	Fe (%)
Certificado	76,1	9,4	11,3	0,17	0,57	0,27

O processo de quantificação corrige os efeitos de absorção e fluorescência secundária que ocorrem na interação do feixe electromagnético incidente e dos raios-X característicos com os elementos constituintes da amostra. A exactidão do método de análise foi calculada através da análise de um material de referência, *BNF Metals Technology Centre Leaded Bronze 50.03* (Quadro 2).

Quadro 2 – Quantificação do padrão metálico BNF 50.03

	Cu (%)	Sn (%)	Pb (%)	As (%)	Sb (%)	Fe (%)
Certificado	78,8	8,5	8,4	0,20	0,20	0,03
Obtido	77,1	8,6	9,3	<0,20	0,18	0,04

Os limites de detecção (IUPAC, 1978) calculados para este trabalho foram os seguintes: 0,03% de ferro; 0,04% de cobre; 0,20% de arsénio; 0,04% de chumbo; 0,02% de estanho e 0,02% de antimónio. O limite de quantificação, ou seja, a quantidade mínima que é possível determinar com um erro não superior a 10%, é em geral cerca de 10/3 do limite de detecção (Currie, 1968).

3.2. Resultados e Discussão

A análise química da ponta de lança da Senhora das Necessidades mostrou que o artefacto é constituído por uma liga de bronze com cerca de 5% de Pb. Neste estudo detectaram-se ainda ferro, antimónio e vestígios de arsénio (Quadro 3).

Quadro 3 – Resultados das análises por EDXRF da ponta de lança da Senhora das Necessidades (Sernancelhe)

	Cu (%)	Sn (%)	Pb (%)	As (%)	Sb (%)	Fe (%)
área 1	54,3	39,6	5,4	<0,20	0,16	0,38
área 2	54,5	38,4	5,1	<0,20	0,16	1,6
área 3	62,8	30,4	5,0	<0,20	0,14	1,5

Segundo Craddock (1995), artefactos em bronze com teores de chumbo superiores a 3% implicam uma adição intencional de chumbo à liga metálica.

A adição de chumbo ao bronze provoca uma diminuição da temperatura de fusão da liga e aumenta a sua fluidez, tornando deste modo mais fácil o processo de fundição da peça metálica.

O teor de Pb medido na ponta da Senhora das Necessidades, contrasta com a maioria das produções conhecidas do “mundo Baiões/Santa Luzia” onde predominam ligas binárias (Cu e Sn). Aliás, tal parece ser igualmente o caso para os restantes grupos regionais deste período da Pré-História recente peninsular (Bettencourt, 1998), incluindo as restantes pontas de lança com tipologia semelhante à ponta de lança da Senhora das Necessidades, encontradas em território nacional e para as quais se conhece a sua composição química (Quadro 4).

Quadro 4 – Composição química de pontas de lança de tipologia semelhante à ponta de lança da Senhora das Necessidades

	Cu (%)	Sn (%)	Pb (%)	As (%)	Sb (%)	Fe (%)
Alto das Bocas (Seruya e Carreira, 1994)	79,9	20,1	-	-	-	Vest.
Casal dos Fiéis de Deus (Melo, 2000)	54,6	49,3	0,9	0,1	0,11	0,3

As ligas de bronze com teores elevados de chumbo são características dos bronzes atlânticos do Final da Idade do Bronze, sendo comuns na França, Ilhas Britânicas e Irlanda (Tylecote, 1990). No Grupo Baiões/Santa Luzia e no da Beira Interior apenas conhecemos outros quatro casos: a foice do Castelejo (Sabugal) com 5,2% de Pb (Vilaça, 1997) e uma argola dos Alegrios (Idanha-a-Nova) com ~2% de Pb (Vilaça, 1997) na Beira Interior; a fíbula de enrolamento no arco e um punção do Cabeço do Castro de São Romão (Seia) com 2,4% e 3,3% de Pb, respectivamente (Gil *et al.*, 1989), no mundo Baiões. Estes bronzes com teores mais elevados de chumbo podem enquadrar-se, tal como a diversidade encontrada nos modelos tipológicos de pontas de lança, num esquema de produções metalúrgicas locais e com fraca circulação entre as diversas regiões.

Os processos de corrosão (enriquecimento superficial) anteriormente discutidos são responsáveis pelos teores elevados de estanho (30,4% a 39,6%), determinados nas áreas analisadas da ponta de lança.

Nas áreas 2 e 3 foram encontrados teores significativos de ferro, que deverão estar relacionadas com a formação de compostos ricos em ferro à superfície do artefacto, tais como CuFeS_2 , Cu_5FeS_4 e $(\text{CuFe})_{12}\text{SbS}_{13}$ (Walker, 1980), durante o período em que este esteve em contacto com o solo de origem granítica mista alcalina/calco-alcalina da região (Silva e Neiva, 1990).

BIBLIOGRAFIA

- AL-KOFAHI, M. M.; AL-TARAWNEH, K. F. (2000) – Analysis of Ayyubid and Mamluk Dirhams Using X-Ray Fluorescence Spectrometry. *X-Ray Spectrometry*. 29, p. 39-47.
- ARAÚJO, M. F. [et al.] (2004) – EDXRF Study of Prehistoric Artefacts from Quinta do Almaraz (Cacilhas, Portugal). *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*. 213, p. 741-746.
- ARAÚJO, M. F., CABRAL, J. M. P. e MARQUES, M. G. (1984) – The Silver Contents of the Reais Brancos of Dom João I of Portugal. In *Problems of Medieval Coinage in the Iberian Area*. Santarém: Mário Gomes Marques. p. 231-238.
- ARAÚJO, M. F. [et al.] (2000) – Bronze Romano de Canas de Senhorim: Estudo Arqueometalúrgico por Métodos de Análise Não-Destrutiva. *Trabalhos de Arqueologia da EAM*. Lisboa. 6, p. 89-97.
- BETTENCOURT, A. M. S. (1998) – O Conceito do Bronze Atlântico na Península Ibérica. In *Existe uma Idade do Bronze Atlântico?*. Lisboa: IPA. p. 18-39.
- BEWER, F. G.; SCOTT, D. A. (1995) – A Bronze Sculpture Attributed to Louis-Simon Boizot and Platinum Coating Methods. *Archaeometry*. 32, p. 351-361.
- CABRAL, J. M. P.; ARAÚJO, M.F. (1983) Análise duma Espiral Metálica por Espectrometria de Raios X. Relação da sua Composição com a Matéria-Prima usada na sua Manufatura. *Arqueologia*. Porto. 7, p. 39-43.
- CABRAL, J. M. P., ARAÚJO, M. F.; ALARCÃO, A. M. (1984) – Análise Química Não-Destrutiva de Dois Cadinhos Achados em Conimbriga. *Conimbriga*. Coimbra. XXII, p. 159-168.
- CARREIRA, J. R. (1994) – A Pré-história Recente do Abrigo Grande das Bocas (Rio Maior). *Trabalhos de Arqueologia da EAM*. Lisboa. 2, p. 47-144.
- CARTER, G. F. (1964a) – Preparation of Ancient Coins for Accurate X-Ray Fluorescence Analysis. *Archaeometry*. 7, p. 106-113.
- CARTER, G. F. (1964b) – X-Ray Fluorescence Analysis of Roman Coins. *Analytical Chemistry*. 36, p. 1264-1268.
- COFFYN, A. (1985) – *Le Bronze Final Atlantique dans la Péninsule Ibérique*. Bordeaux: Centre Pierre Paris, 441p.
- CRADDOCK, P. T. (1995) – *Early Metal Mining and Production*. Cambridge: The University Press. 363 p.
- CURRIE, L. A. (1968) – Limits of Qualitative Detection and Quantitative Determination. *Analytical Chemistry*. 40, p. 586-593.
- GIL, F. B. [et al.] (1989) – Produções Metalúrgicas do Bronze Final do Cabeço do Castro de São Romão, Seia: Uma Primeira Análise. In *Colóquio Arqueológico de Viseu*. Viseu: Ser e Estar. 2, p. 235-248.
- GLINSMAN, L. A.; HAYEK, L. C. (1993) – A Multivariate Analysis of Renaissance Portrait Medals: An Expanded Nomenclature for Defining Alloy Composition. *Archaeometry*. 35, p. 49-67.
- HE, F.; ESPEN, P. J. V. (1991) – General Approach for Quantitative Energy Dispersive X-Ray Fluorescence Analysis Based on Fundamental Parameters. *Analytical Chemistry*. 63, p. 2237-2244.
- INGO, G. M. [et al.] (2000) – Microchemical Study of the Corrosion Products on Ancient

- Bronzes by means of glow discharge optical emission spectrometry. *Surface and Interface Analysis*. 30, p. 264-268.
- IUPAC (1978) – Nomenclature, Symbols, Units and Their Usage in Spectrochemical Analysis - Data Interpretation. *Spectrochimica Acta B*. 33, p. 242-245.
- JANSSENS, K. [et al.] (2000) – Use of Microscopic XRF for Non-destructive Analysis in Art and Archaeometry. *X-Ray Spectrometry*. 29, p. 73-91.
- KEVEX XRF ToolBox II Reference Manual* (1990). USA: Kevex. p. 50-61.
- MANTLER, M.; SCHREINER, M. (2000) – X-Ray Fluorescence Spectrometry in Art and Archaeology. *X-Ray Spectrometry*. 29, p. 3-17.
- MARQUES, M. G.; ARAÚJO, M. F.; CABRAL, J. M. P. (1985) – Metrologia das Moedas Emitidas por Dom Afonso V de Portugal na Qualidade de Rei de Castela e Leão. In *III Congresso Nacional de Numismática*. Lisboa: Clube Numismático de Portugal, p. 39-51.
- MARTÍNEZ, J. I. H. (1998) – Estudio Arqueometalúrgico de la Edad del Bronce en Castilla y León. In *Arqueometalurgia del Bronce. Introducción a la Metodología de Trabajo*. Valladolid: Universidad. p. 109-128.
- MELO, A. A. (2000) – Armas, Utensílios e Esconderijos. Alguns Aspectos da Metalurgia do Bronze Final: o Depósito do Casal dos Fiéis de Deus. *Revista Portuguesa de Arqueologia*. Lisboa. 3:1, p. 15-120.
- MILAZZO, M.; CICARDI, C. (1997) – Simple Methods for Quantitative X-Ray Fluorescence Analysis of Ancient Metal Objects of Archaeological Interest. *X-Ray Spectrometry*. 26, p. 211-216.
- PHOTOS, E.; JONES, R. E.; PAPADOPOULOS, T. H. (1994) The Black Inlay Decoration on a Mycenaean Bronze Dagger. *Archaeometry*. 36, p. 267-275.
- ROVIRA, S.; RAMOS, P.G. (2003) – *Las Primeras Etapas Metalúrgicas en la Península Ibérica. Estudios metalográficos*. Madrid: Salvador Rovira Llorens y Pablo Gómez Ramos. 208 p.
- SENNA-MARTINEZ, J. C. (1989) – *Pré-História Recente da Bacia do Médio e Alto Mondego: Algumas Contribuições para um Modelo Sociocultural*. 3 Vols. Tese de Doutoramento em Pré-História e Arqueologia, Faculdade de Letras de Lisboa.
- SENNA-MARTINEZ, J. C. (1994) – Entre Atlântico e Mediterrâneo: algumas reflexões sobre o Grupo Baiões/ Santa Luzia e o desenvolvimento do Bronze Final Peninsular. *Trabalhos de Arqueologia da EAM*. Lisboa. 2, p. 215-232.
- SENNA-MARTINEZ, J.C. (1995a) – The Late Prehistory of Central Portugal: a first diachronic view. In K.T. LILLIOS, ed. – *The Origins of Complex Societies in Late Prehistoric Iberia*. Ann Arbor, Michigan: International Monographs in Prehistory. p. 64-94. (Archaeological Series; 8).
- SENNA-MARTINEZ, J. C. (1995b) – O povoado do Cabeço do Crasto de S. Romão. In *A Idade do Bronze em Portugal. Discursos de Poder*. Lisboa: Museu Nacional de Arqueologia. p. 61-65.
- SENNA-MARTINEZ, J. C. (1995c) – No Alvorecer da Vida Urbana: Bronze Final e presenças orientalizantes no Centro de Portugal. In *Portugal e o Mundo, do Passado ao Presente*. Cascais: Câmara Municipal. p. 63-84. Actas do 1º Curso de Verão de Cascais.
- SENNA-MARTINEZ, J. C. (1996) – The symbolism of power in Central Portugal Late Bronze Age communities. *Máthesis*. Viseu. 5, p. 9-21.
- SENNA-MARTINEZ, J. C. (1999) – The central Portugal Late Bronze Age: Contribution

to a study on regional ethnogenesis. *Estudos do Quaternário*. Lisboa, 2, p. 41-50.

SENNA-MARTINEZ, J. C. (2000a) – O «Grupo de Baiões/Santa Luzia» no Quadro do Bronze Final do Centro de Portugal. In *Por Terras de Viriato. Arqueologia da Região de Viseu*. Viseu: Governo Civil do Distrito de Viseu; Lisboa: Museu Nacional de Arqueologia. p. 119-131.

SENNA-MARTINEZ, J. C. (2000b) – O problema dos primeiros ferros peninsulares em contextos do Bronze Final da Orla Atlântica: os dados do «Outeiro dos Castelos de Beijós» (Carregal do Sal). *Trabalhos de Arqueologia da EAM*. Lisboa, 6, p.43-60.

SENNA-MARTINEZ, J. C. (no prelo) – O Outro Lado do Comércio Orientalizante: Aspectos da Produção Metalúrgica no Pólo Indígena, o Caso das Beiras Portuguesas. In *Actas del Congreso de Protohistoria del Mediterráneo Occidental, el Período Orientalizante*.

SENNA-MARTINEZ, J. C.; PEDRO, I. (2000) – Between Myth and Reality: the Foundry Area of Senhora da Guia de Baiões and Baiões/Santa Luzia Metallurgy. *Trabalhos de Arqueologia da EAM*. Lisboa, 6, p. 61-77.

SERUYA, A. I.; CARREIRA, J. R. (1994) – Análise Não Destrutiva por Fluorescência de Raios-X do Espólio Metálico do Abrigo de Bocas (Rio Maior). *Trabalhos de Arqueologia da EAM*. Lisboa, 2, p. 135-143.

SILVA, M. M. V. G.; NEIVA, A. M. R. (1990) – Geochemistry of the Granites and Their Minerals from Paredes Da Beira Penedono, Northern Portugal. *Chemical Geology*. 85, p. 147-170.

SOARES, A. M. [et al.] (1996) – Vestígios Metalúrgicos em Contextos Calcolíticos e da Idade do Bronze no Sul de Portugal. In *Miscellanea em Homenagem ao Professor Bairrão Oleiro*. Lisboa: Edições Colibri. p. 553-579.

SOARES, A. M., ARAÚJO, M.F.; CABRAL, J. M. P. (1994) – Vestígios da Prática de Metalurgia em Povoados Calcolíticos da Bacia do Guadiana, entre o Ardila e o Chança. In *Arqueologia en el entorno del Bajo Guadiana*. Huelva: Universidad de Huelva. p. 165-200.

SOARES, A. M.; ARAÚJO, M. F.; CABRAL, J. M. P. (1985) – O Castelo Velho de Safara: Vestígios da Prática da Metalurgia. *Arqueologia*. Porto, 11, p. 87-94.

TATE, J. (1986) – Some Problems in Analysing Museum Material by Nondestructive Surface Sensitive Techniques. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*. B14, p. 20-23.

TYLECOTE, R. F. (1990) – *The Prehistory of Metallurgy in the British Isles*. London: The Institute of Metals. 256 p.

VALÉRIO, P. [et al.] (2003) – Archaeometallurgical Studies of Pre-historical Artefacts from Quinta do Almaraz (Cacilhas, Portugal). In *Archaeometallurgy in Europe*. Milan: Associazione Italiana di Metallurgia. 1, p. 327-336.

VILAÇA, R. (1997) – Metalurgia do Bronze Final da Beira Interior: Revisão dos Dados à Luz de Novos Resultados. *Estudos Pré-Históricos*. Viseu, 5, p. 123-154.

WALKER, R. (1980) – Corrosion and Preservation of Bronze Artifacts. *Journal of Chemical Education*. 4, p. 277-280.