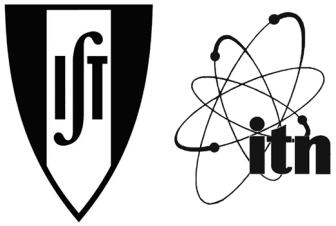
ESTUDOS ARQUEOLÓGICOS DE OEIRAS

Volume 19 • 2012

Actas do IX Congresso Ibérico de Arqueometria

(Lisboa, 2011)



SAPaC

Editores Científicos: M. Isabel Dias e João Luís Cardoso

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO / INSTITUTO TECNOLÓGICO E NUCLEAR
SOCIEDAD DE ARQUEOMETRÍA APLICADA AL PATRIMONIO CULTURAL
CÂMARA MUNICIPAL DE OEIRAS
2012

ESTUDOS ARQUEOLÓGICOS DE OEIRAS
Volume 19 • 2012 ISSN: 0872-6086

EDITORES CIENTÍFICOS – M. Isabel Dias e João Luís Cardoso
DESENHO E FOTOGRAFIA – Autores ou fontes assinaladas
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.

Aceita-se permuta
On prie l'échange
Exchange wanted
Tauschverkhr erwunscht

ORIENTAÇÃO GRÁFICA E
REVISÃO DE PROVAS – M. Isabel Dias e João Luís Cardoso
PAGINAÇÃO – M. Fernandes
IMPRESSÃO E ACABAMENTO – Graficamares, Lda. - Amares - Tel. 253 992 735
DEPÓSITO LEGAL: 97312/96

APRESENTAÇÃO

A Nona Edição do Congresso Ibérico de Arqueometria (CIA IX) decorreu em Lisboa de 26 a 28 de Outubro de 2011 nas instalações da Fundação Calouste Gulbenkian. A proposta e compromisso da organização deste evento foi feita pelo Grupo de Geoquímica Aplicada & Luminescência no Património Cultural (GeoLuC) (IST/ITN), dois anos antes na Assembleia Geral da Sociedad de Arqueometría Aplicada al Patrimonio Cultural (SAPaC), e foi aceite por unanimidade.

Com esta decisão, a SAPaC consolida uma linha de actuação, cujo objectivo é difundir e fomentar a colaboração entre os grupos de investigação arqueométrica que trabalham na Península Ibérica. Este objectivo viu-se reforçado e reflectido na composição dos novos órgãos sociais dirigentes da SAPaC, eleita durante a celebração do IX Congresso em Lisboa, que incorpora deste então investigadores portugueses e espanhóis, sendo presidida pela Doutora M. Isabel Dias (IST/ITN, Portugal).

As Actas que aqui se apresentam são uma prova tangível da via integradora desta IX edição do Congresso, verificando-se existir equilíbrio numérico entre os trabalhos apresentados por grupos de investigação portugueses e espanhóis, evidenciando-se mesmo um incremento de projectos em que participam conjuntamente investigadores dos dois países, mostrando o grande interesse que desperta a Arqueometria, em si mesma de natureza interdisciplinar, e os objectivos comuns partilhados pela comunidade científica ibérica.

Definitivamente, este Congresso constituiu um ponto de encontro dos investigadores da disciplina, tendo contribuído para a troca de experiências e o aprofundar de conhecimentos nas diversas metodologias e técnicas aplicadas à caracterização do nosso património histórico e cultural.

A publicação dos trabalhos do CIA IX nos *Estudos Arqueológicos de Oeiras* (EAO), órgão científico do Centro de Estudos Arqueológicos do Concelho de Oeiras/Câmara Municipal de Oeiras, constituiu uma oportunidade única e vantajosa para ambas as partes, já que esta inédita parceria entre uma entidade vocacionada para a investigação e uma Câmara Municipal permitiu uma sinergia de interesses quanto aos custos da publicação deste número e a sua adequada distribuição nacional e internacional. A escolha de uma revista periódica constituiu sem dúvida, a melhor opção, para a garantia de uma divulgação adequada. E a revista sobre a qual recaiu a escolha, prontamente homologada pelo Senhor Presidente da Câmara Municipal de Oeiras, Dr. Isaltino Morais, responde sem dúvida àquele requisito: além de constituir uma referência no panorama editorial nacional em matéria de publicações arqueológicas, com 18 números publicados desde 1991, mantém permuta com cerca de 200 revistas periódicas especializadas, todas de

Arqueologia e Património Arqueológico, especialmente de Espanha, França, Itália, Alemanha, Polónia, Reino Unido, Mónaco e Marrocos, para além de Portugal, incluindo as publicações mais importantes produzidas naqueles países.

Esperamos, deste modo, com a publicação deste volume, ir ao encontro dos interesses de todos os participantes do CIA IX, de todos os que contribuíram com os seus trabalhos para a excelente qualidade deste volume, dos interesses dos associados da SAPaC, dos munícipes de Oeiras, e da comunidade científica nacional e internacional no domínio da arqueometria e da arqueologia.

Pela Comissão organizadora do CIA IX, Presidência da SAPaC
e comissão editorial deste volume dos Estudos Arqueológicos de Oeiras,

M. Isabel Dias
(Instituto Superior Técnico/Instituto Tecnológico e Nuclear, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal)

Clodoaldo Roldán
(Instituto de Ciencia de Materiales, Universidade de Valência, Espanha)

João Luís Cardoso
(Universidade Aberta e Centro de Estudos Arqueológicos do Concelho de Oeiras/Câmara Municipal de Oeiras, Portugal)

Oeiras, 31 de Outubro de 2012

Estudos Arqueológicos de Oeiras,
19, Oeiras, Câmara Municipal, 2012, p. 203-208

ESTUDO ARQUEOMETALÚRGICO DAS DÁDIVAS FUNERÁRIAS DOS HIPOGEUS DO BRONZE PLENO DO SUDOESTE DA HORTA DO FOLGÃO (SERPA, PORTUGAL)

Pedro Valério[1], Rui J. Cordeiro Silva[2], Teresa R. Nunes da Ponte[3], Maria de Fátima Araújo[1] & António M. Monge Soares[1]

Resumo

A intervenção arqueológica na Horta do Folgão (Serpa) resultou de trabalhos de minimização de impactos sobre o património cultural, tendo sido escavados, entre outras estruturas, três hipogeus funerários do Bronze Pleno do Sudoeste. As dádivas funerárias incluíam um punção (hipogeu 2) e uma espada com seis rebites (hipogeu 3). Esta constitui um artefacto raro em contextos com a cronologia atribuída pelo radiocarbono para estas estruturas (1800-1600 a.C.). Os artefactos foram analisados para determinar a sua composição elementar (macro e micro-EDXRF) e a cadeia operatória utilizada (OM e SEM-EDS). Os resultados indicam que são constituídos por cobre com teores variáveis de arsénio (1,6% para o punção e 4,3% para a espada) integrando-se perfeitamente na metalurgia daquela época. A manufactura envolveu operações de martelagem e recozimento, sendo o tratamento térmico algo rudimentar no punção, mas bastante eficiente na espada. Para além disto, a deformação da lâmina foi mais intensa no gume e na área distal, para aumentar a sua dureza. Este estudo constitui um bom exemplo da aplicação de uma metodologia com afectação desprezável em artefactos de elevado valor arqueológico e museológico, de modo a compreender a evolução da metalurgia pré-histórica no território nacional.

Palavras-chave: Bronze Pleno, cobre arsenical, cadeia operatória

Abstract

Three Southwestern Middle Bronze Age funerary hypogea were excavated at the archaeological site of Horta do Folgão (Serpa, Portugal). Funerary offerings included a small awl and a sword with six rivets, the last being very rare among archaeological artefacts recorded from contexts of this epoch (1800-1600 BC). These metallic artefacts were characterized by EDXRF, micro-EDXRF, OM and SEM-EDS to establish their elemental composition and manufacture. They are composed of copper with variable arsenic contents (1.6% – awl; 4.3% – sword), which is typical among the South-western Middle Bronze Age metallurgy. The manufacture involved hammering and annealing with different characteristics, *i.e.* somewhat crude for the awl, but efficient for the sword. Besides, the blade was more deformed at the tip and especially at the cutting-edge, certainly to obtain a higher hardness. This study constitutes a good example of the use of an analytical methodology with negligible effects in important archaeological and museological artefacts, in order to get a better knowledge of the prehistoric evolution in the Portuguese territory.

Keywords: Middle Bronze Age, arsenical copper, post-casting work

[1]IST/ITN, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Estrada Nacional 10, 2686-953 Sacavém, Portugal. pvalerio@itn.pt; faraujo@itn.pt; amsoares@itn.pt

[2]CENIMAT/I3N, Departamento de Ciência dos Materiais, Faculdade de Ciências e Tecnologia, FCT, Universidade Nova de Lisboa, 2829-516 Monte de Caparica, Portugal. rjcs@fct.unl.pt).

[3]Universidade do Porto, Rua António Patrício, n.º 28-3.ºA, 4150-098 Porto, Portugal. teresaricou_2@hotmail.com).

1 – INTRODUÇÃO

Os artefactos do Bronze Pleno no Sudoeste da Península Ibérica são principalmente utensílios e "utensílios/armas" de tipologia simples – furadores, agulhas, serras, machados, lâminas, punhais e pontas de seta – sendo as espadas (sem sombra de dúvida uma arma) a principal inovação deste período. Estes artefactos são constituídos por cobre "puro" ou cobre com teores variáveis de arsénio, sendo os bronzes ainda escassos entre o registo arqueológico.

A liga cobre-arsénio (As > 2%) foi inicialmente considerada uma inovação tecnológica, pois a presença de arsénio aumenta a dureza do metal. Se a adição deste elemento era deliberada ou se resultava da sua presença nos minérios de cobre tem sido matéria de debate. Para além disso, os minérios poderiam ser seleccionados de modo a produzir certas tipologias com teores superiores de arsénio. Por exemplo, no povoado Calcolítico de Vila Nova de São Pedro (VNSP), Azambuja, os "utensílios/armas" possuem, em geral, teores superiores de arsénio quando comparados com os das restantes tipologias (PEREIRA *et al.*, este volume).

Relativamente à cadeia operatória, o estudo preliminar de alguns artefactos argáricos parece evidenciar uma certa influência calcolítica, contando sobretudo com trabalho mecânico (ROVIRA, 2004). Pelo contrário, a utilização de recozimento após martelagem parece ser comum nos artefactos de VNSP (Pereira *et al.*, neste volume). Estamos, portanto, na presença de diversas realidades, o que torna especialmente importante estudos adicionais que permitam caracterizar e compreender melhor a metalurgia de cada região.

Este trabalho que agora se publica consistiu na caracterização das oferendas metálicas dos monumentos funerários do Bronze Pleno do Sudoeste da Horta do Folgão (HF), Serpa. Através de técnicas de microanálise foram determinadas as composições elementares, assim como os processos de manufactura dos artefactos. A comparação com artefactos coevos permitiu integrar os resultados na metalurgia do sul da Península Ibérica, possibilitando de igual modo intensificar o conhecimento sobre a metalurgia neste seu extremo sudoeste.

2 – O SÍTIO ARQUEOLÓGICO DA HORTA DO FOLGÃO

Os trabalhos arqueológicos realizados na HF revelaram estruturas negativas com diferentes tipologias e funcionalidades, mas que se podem agrupar em hipogeus e fossas tipo "silo" (NUNES DA PONTE *et al.*, no prelo). Os três monumentos funerários de tipo hipogeu escavados caracterizam, conjuntamente com os paralelos em território nacional – Alto de Brinches 3 (ALVES *et al.*, no prelo), Outeiro Alto 2 (VALERA & FILIPE, 2010), Torre Velha 3 (ALVES *et al.*, 2010) e Belmeque (SOARES, 1994) – um tipo de prática funerária integrável no Bronze Pleno do Sudoeste.

Do hipogeu 2 provêm um pequeno punção metálico (~ 2,7 cm) que, em associação a uma taça carenada de tipo Atalaia e a um recipiente cerâmico de carena baixa e fundo côncavo, constituíam as oferendas de inumação de um indivíduo adulto de sexo feminino. O hipogeu 3 continha a inumação de um indivíduo adulto do sexo masculino, bem como uma tacinha carenada e uma espada. A datação por radiocarbono deste esqueleto (Sac-2557 3400 ± 50 BP) enquadra a inumação entre 1800-1600 a.C. A espada apresenta uma folha triangular, mede ~ 47 cm de comprimento e possui um encabamento com rebites, tendo sido encontrados dois ainda cravados na espada e quatro separados da mesma. Um exemplar muito semelhante foi encontrado numa das sepulturas de La Mesa de Setefilla, Sevilha (AUBET SEMMLER, 1981). A datação por radiocarbono desta sepultura aponta para o mesmo período cronológico, revelando porventura ligações estreitas entre estas duas regiões do sudoeste da Península Ibérica.

3 – METODOLOGIA

A composição elementar foi determinada por micro espectrometria de fluorescência de raios X, dispersiva de energias (micro-EDXRF) em áreas preparadas para análise. Esta preparação consistiu na remoção da camada de corrosão em pequenas áreas na superfície dos artefactos (Ø < 5 mm). A metodologia de análise, precisão e exactidão deste método encontram-se descritas em Valério *et al.* (2007). Nos rebites considerou-se admissível preparar para análise apenas um deles, sendo os restantes analisados sem preparação prévia por espectrometria de fluorescência de raios X, dispersiva de energias (EDXRF). Esta metodologia permite avaliar, de uma forma expedita, os principais elementos constituintes (ARAÚJO *et al.*, 1993). Os artefactos foram ainda observados por microscopia óptica (OM) para estabelecer as características microestruturais e processos de manufactura. Esta caracterização foi complementada por análises de microscopia electrónica de varrimento com microanálise por raios X (SEM-EDS), cuja metodologia se encontra descrita em Valério *et al.* (2010).

4 – RESULTADOS

As análises por micro-EDXRF estabeleceram que o punção é constituído por cobre com 1,6% de arsénio e um teor reduzido de ferro (Tabela 1). A OM identificou uma microestrutura fortemente zonada (Fig. 1), na qual as regiões mais ricas em arsénio (áreas mais claras) foram as últimas a solidificar, representando as regiões periféricas da estrutura dendrítica primitiva. As análises de SEM-EDS identificaram a fase γ (γ ~ 28,2% As; o teor inferior obtido para esta fase, 18,6% As, resultou da existência da fase α na área analisada), bem como inclusões de óxidos de cobre e arsénio. A segregação de arsénio na fase α foi igualmente quantificada: < 0,10% a 5,7% As. A existência da fase γ e o elevado índice de zonamento deste punção com um teor de arsénio (1,6%) bastante inferior ao limite de solubilidade no cobre (em equilíbrio, ~ 7-8%), sugere um arrefecimento suficientemente rápido após vazamento. A elevada velocidade de arrefecimento resulta das reduzidas dimensões do punção, sugerindo que não houve qualquer tentativa para controlar o arrefecimento do mesmo (por exemplo, por pré-aquecimento do molde). O punção sofreu um trabalho de martelagem e recozimento, evidenciado pelos grãos de tendência equiaxial com maclas e bandas de deformação. O tratamento térmico não foi suficiente para homogeneizar a liga, devido provavelmente à utilização de uma temperatura reduzida. O recozimento destes artefactos seria conduzido a baixa temperatura (300-400 ºC), bastante para a recristalização mas insuficiente para a homogeneização num tempo razoável (NORTHOVER, 1989). Para além disto, dado que o índice de segregação representa o factor mais importante na homogeneização (BUDD, 1991), esta microestrutura fortemente zonada necessitaria de uma temperatura de recozimento elevada.

Tabela 1 – Composição dos artefactos metálicos da Horta do Folgão (média ± desvio padrão).

Artefacto	Cu (%)			As (%)			Fe (%)
Punção	98,4	±	0,2	1,6	±	0,1	<0,05
Espada	95,7	±	0,5	4,3	±	0,5	<0,05
Rebite	97,0	±	0,1	3,0	±	0,1	<0,05

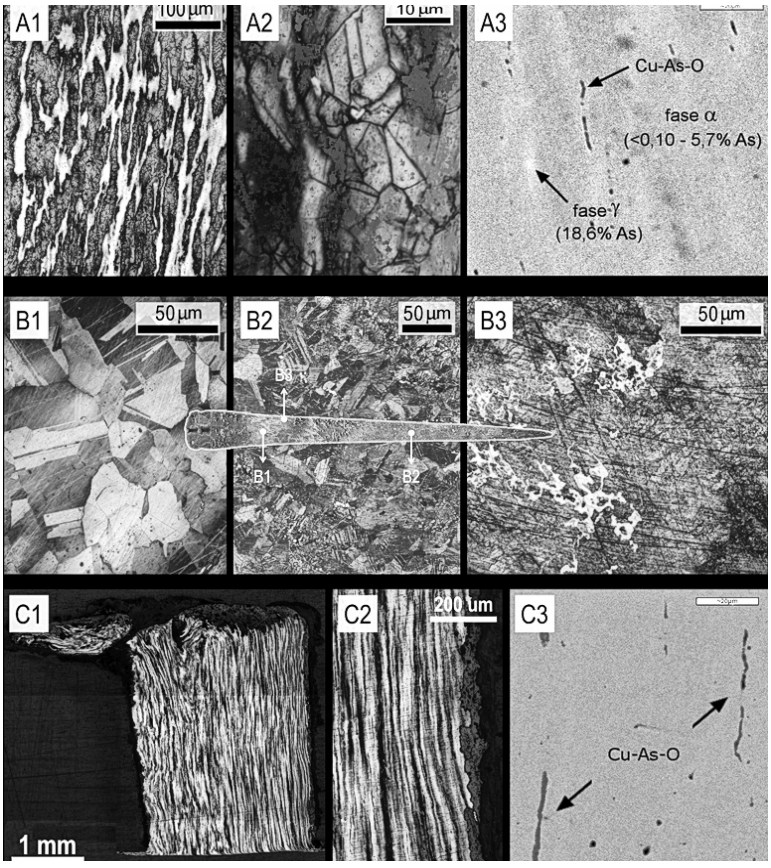


Fig. 1 – Microestruturas do (A) punção: (B) espada; (C) rebite da Horta do Folgão (A1, A2, B1, B2, B3, C1 e C2: OM; A3 e C3: SEM-EDS).

A espada é constituída por uma liga de cobre arsenical com 4,3% As (Tabela 1). Foram observados por OM três pontos localizados em diferentes zonas da lâmina de modo a caracterizar a sua manufactura. As características microestruturais consistem em grãos de tendência equiaxial com maclas e bandas de deformação (Fig. 1), sugerindo ciclos de martelagem e recozimento, bem como uma martelagem final para endurecer o material. No entanto, os diversos pontos apresentam também diferenças que permitem caracterizar melhor o fabrico da espada. A densidade superior de bandas de deformação na zona mais distal da lâmina (B2 *versus* B1, Fig. 1) sugere o aumento de intensidade de martelagem final na direcção distal da mesma. Para além disto, a maior deformação provocada no gume encontra-se bem patente na menor dimensão dos grãos desta zona face ao eixo central da lâmina (B3 *versus* B1, Fig. 1). O efeito cumulativo do menor grão e de uma maior densidade de bandas de deformação resulta no aumento significativo da dureza do gume desta espada.

Os rebites encontrados soltos não pertencem a qualquer dos orifícios na zona de encabamento da espada, dado que as extremidades achatadas destes rebites têm um diâmetro superior ao diâmetro dos orifícios. Deste modo, estes rebites estariam provavelmente colocados nas quatro reentrâncias existentes na periferia da zona de encabamento. O exemplar analisado por micro-EDXRF é constituído por um cobre arsenical com 3,0% As. A semelhança dos espectros de EDXRF dos vários rebites sugere que os restantes são igualmente constituídos por cobre com teores comparáveis de arsénio. A microestrutura do rebite apresenta bandas de segregação e inclusões (Cu-As-O) com uma morfologia muito alongada indicando uma deformação elevada (Fig. 1C). Os grãos de tendência equiaxial resultam de um recozimento, muito provavelmente aplicado para amaciar o

metal e facilitar a rebitagem. A deformação provocada pela sua rebitagem no encabamento da espada encontra-se bem visível na zona superior do rebite.

5 – OS METAIS DA HORTA DO FOLGÃO NO BRONZE PLENO DO SUDOESTE

As oferendas metálicas dos monumentos funerários da HF enquadram-se na metalurgia do Bronze Pleno do Sudoeste, a qual é caracterizada pela preponderância de cobres com teores variáveis de arsénio. Apesar da aparente distribuição fortuita dos teores de arsénio, certas tipologias parecem encontrar-se associadas às ligas mais ricas neste elemento. Tal parece ser o caso das espadas, pois tanto o exemplar da HF como outras espadas desta região (Setefilla, Trebujena e Fuente Tójar) apresentam teores elevados: 2,0-4,5% As (HUNT ORTIZ, 2003). Para investigar a distribuição dos teores de arsénio num número significativo de artefactos coevos podemos recorrer à colecção de 105 exemplares do Bronze Pleno (Argárico) do Sudeste (ROVIRA, 2004) (Fig. 2).

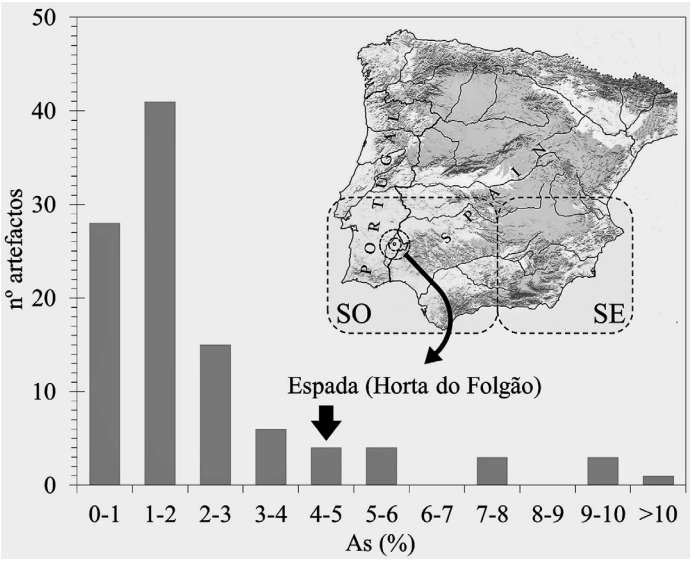


Fig. 2 – Distribuição dos teores de arsénio em artefactos da Cultura Argárica (ROVIRA, 2004) comparativamente com a espada da Horta do Folgão.

A maioria dos artefactos dessa colecção (~ 86%) apresenta teores de arsénio inferiores ao obtido na espada da HF (4,3% As). A utilização de um cobre arsenical pode estar relacionada com a possibilidade de obter uma dureza superior por martelagem. Por outro lado, os cobres arsenicais apresentam uma cor mais prateada, que seria apreciada para artefactos de prestígio. A eventual eleição de uma liga rica em arsénio para esta espada encontra uma correspondência no elevado cuidado colocado na sua manufactura. Contrariamente ao simples punção do hipogeu 2, que apresenta um tratamento térmico algo rudimentar, a espada sofreu um recozimento eficiente, bem como uma martelagem diferenciada ao longo da lâmina e, em especial no gume, numa clara tentativa de aumentar a sua dureza. Deste modo, esta espada parece ter sido produzida como um artefacto plenamente funcional, além da óbvia função de prestígio que determinou a sua utilização como oferenda funerária.

As oferendas metálicas da HF provam o domínio da tecnologia metalúrgica nesta região do sudoeste da Península Ibérica desde os primórdios do Bronze Pleno. No entanto, somente a construção de um *corpus* significativo de análises arqueometalúrgicas permitirá caracterizar melhor esta realidade e traçar a sua evolução.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho de investigação foi efectuado no âmbito do projecto EARLYMETAL financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (PTDC/HIS-ARQ/110442/2008). Os autores agradecem também o apoio financeiro concedido ao CENIMAT/I3N através do Projecto Estratégico LA25/2011-2012 (PEst-C/CTM/LA0025/2011).

REFERÊNCIAS

ALVES, C.; COSTEIRA, C.; ESTRELA, S.; PORFÍRIO, E.; SERRA, M.; SOARES, A. M. M. & MORENO-GARCIA, M. (2010) – Hipogeus funerários do Bronze Pleno da Torre Velha 3 (Serpa, Portugal). O Sudeste no Sudoeste?! *Zephyrus* 66, p. 133-153.

ALVES, C.; ESTRELA, S.; PORFÍRIO, E. & SERRA, M. (no prelo) – Intervenção arqueológica no sítio Alto de Brinches 3 (Reservatório Serpa – Norte): Resultados preliminares. *Actas do 4.º Colóquio de Arqueologia do Alqueva* – O Plano de Rega (2002-2010). Beja: EDIA.

ARAÚJO, M. F.; ALVES, L. C. & CABRAL, J. M. P. (1993) – Comparison of EDXRF and PIXE in the analysis of ancient gold coins. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*. 75 (1-4), p. 450-453.

AUBET SEMMLER, M. E. (1981) – Sepulturas de la Edad del Bronce en la Mesa de Setefilla (Sevilla). *Madrider Mitteilungen* 22, p. 127-149.

BUDD, P. (1991) – Eneolithic arsenical copper: heat treatment and the metallographic interpretation of manufacturing processes. In: PERNICKA, E. & WAGNER, G. A. (Eds.), *Archaeometry'90, Proceedings of the International Symposium on Archaeometry*. Basel: Birkhaüser Verlag, p. 35-44.

HUNT ORTIZ, M. A. (2003) – *Prehistoric Mining and metallurgy in South West Iberian Peninsula.* Oxford: Archaeopress (BAR International Series 1188).

NORTHOVER, J. P. (1989) – Properties and use of arsenic-copper alloys. In: HAUPTMANN, A. (Ed.), *Old World Archaeometallurgy*. Bochum: Deutsches Bergbau Museum, p. 111-118.

NUNES DA PONTE, T. R.; SOARES, A. M. M.; ARAÚJO, M. F. & FRADE, J. C.; RIBEIRO, I.; RODRIGUES, Z.; SILVA, R. J. C. & VALÉRIO, P. (no prelo) – O Bronze Pleno do Sudoeste da Horta do Folgão (Serpa, Portugal). Os Hipogeus Funerários. *O Arqueólogo Português*. Lisboa.

PEREIRA, F.; SILVA, R. J. C.; SOARES, A. M. M. & ARAÚJO, M. F. (2012) – Estudo arqueometalúrgico de artefactos provenientes do Castro de Vila Nova de São Pedro (Azambuja, Portugal). *Estudos Arqueológicos de Oeiras* 19, pp. 163-172.

ROVIRA, S. (2004) – Tecnología metalúrgica y cambio cultural en la Prehistoria de la Península Ibérica. *Norba. Revista de Historia* 17, p. 9-40.

SOARES, A. M. M. (1994) – O Bronze do Sudoeste na Margem Esquerda do Guadiana. As necrópoles do Concelho de Serpa. *Actas das V Jornadas de Arqueológicas (Lisboa, 1993)*. Lisboa: Associação dos Arqueólogos Portugueses, 2, p. 179-197.

VALERA, A. C. & FILIPE, V. (2010) – Outeiro Alto 2 (Brinches, Serpa): Nota preliminar sobre um espaço funerário e de socialização do Neolítico Final à Idade do Bronze. *Apontamentos de Arqueologia e Património* 5, p. 49-56.

VALÉRIO, P.; ARAÚJO, M. F. & CANHA, A. (2007) – EDXRF and micro-EDXRF studies of Late Bronze Age metallurgical productions from Canedotes (Portugal). *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*. 263 (2). Amsterdam, p. 477-482.

VALÉRIO, P.; SILVA, R. J. C.; SOARES, A. M. M.; ARAÚJO, M. F.; BRAZ FERNANDES, F. M.; SILVA, A. C. & BERROCAL-RANGEL, L. (2010) – Technological continuity in bronze metallurgy during the Early Iron Age – a sight from Castro dos Ratinhos (South-western Iberian Peninsula). *Journal of Archaeological Science* 37 (8), p. 1811-1819.