

# OS METAIS DAS NECRÓPOLES DE CISTAS DE CASAS VELHAS (MELIDES) E DA PROVENÇA (SINES). O ENCONTRO DE ANTIGAS E NOVAS TECNOLOGIAS NO BRONZE PLENO DO SUDOESTE.

*Recebido: 30 de Abril de 2018 | Aprovado: 13 de Dezembro de 2019*

**Pedro Valério<sup>1</sup> | Maria Fátima Araújo | António M. Monge Soares**

Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares (C2TN) | Departamento de Engenharia e Ciências Nucleares, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa.

**Joaquina Soares | Carlos Tavares da Silva**

MAEDS – Museu de Arqueologia e Etnografia do Distrito de Setúbal | UNIARQ – Centro de Arqueologia da Universidade de Lisboa.

## **Resumo**

O estudo consiste na caracterização do espólio metálico das necrópoles de cistas de Casa Velhas e da Provença. Os artefactos de base cobre são compostos por cobre arsenical (2,03-5,64% As), exceptuando-se um “anzol” em bronze, liga que constitui uma das inovações do Bronze Pleno do Sudoeste, tal como a prata, aqui utilizada em ornamentos: anel (99,7% Ag) e bracelete (94,5% Ag; 5,41% Cu). Uma conta em ouro (12,6% Ag; <0,04% Cu) terá sido manufacturada em ouro de aluvião, tal como a maioria dos ouros pré-históricos. Por último, integram-se os resultados na metalurgia no sul de Portugal durante o II milénio a.C.

**Palavras-chave:** Necrópole de cistas das Casas Velhas e Provença; Idade do Bronze do Sudoeste; artefactos de cobre arsenical; “anzol” de bronze.

## **Abstract**

The characterisation of Middle Bronze Age metals of cists at Casa Velhas and Provença is presented. Copper-based artefacts are made of arsenical copper (2.03-5.64% As), excluding a bronze “fishhook” highlighting a metallurgical innovation in the Southwestern Iberian Peninsula, similarly to the silver used in ornaments, namely a ring (99.7% Ag) and a bracelet (94.5% Ag; 5.41% Cu). There is also a gold bead (12.6% Ag; <0.04% Cu) probably from alluvial nuggets, as the majority of prehistoric gold. Finally, the results are compared with the known metallurgy from the 2nd millennium BC in southern Portugal.

**Key-words:** Necropolis of Casas Velhas and Provença; Middle Bronze Age; arsenical copper artifacts; bronze “fishhook”.

[https://doi.org/10.14195/2182-844X\\_6\\_9](https://doi.org/10.14195/2182-844X_6_9)

---

<sup>1</sup> pvalerio@ctn.tecnico.ulisboa.pt

## Introdução

Na última década, os trabalhos arqueológicos levados a cabo no sul do território nacional, resultantes da construção da Barragem do Alqueva e do respectivo Sistema de Rega, trouxeram à luz do dia inúmeros contextos pré-históricos, que revolucionaram o conhecimento arqueológico existente sobre a Pré-História Recente do Sudoeste Peninsular. No que à metalurgia diz respeito, têm vindo a ser estudados os espólios de diversos sítios arqueológicos, com especial ênfase para vestígios de produção e artefactos provenientes, quer de contextos funerários, quer domésticos, do Bronze Pleno. Para dar apenas alguns exemplos envolvendo os espólios mais numerosos, refram-se os provenientes dos sítios da Malhada do Vale da Água, Ferreira do Alentejo (Valério *et al.*, 2013), Torre Velha 3, Serpa (Valério *et al.*, 2014) e Montinhos 6, Serpa (Valério *et al.*, 2016b).

A área litoral desta região sul do território nacional tem ficado um pouco à parte destes estudos, os quais têm vindo a melhorar o nosso conhecimento sobre a produção e utilização dos metais durante o II milénio a.C. No entanto, julgou-se ser imprescindível alargar a área de estudo para esta região litoral fazendo uso das mesmas técnicas analíticas, de forma a identificar eventuais diferenças e semelhanças nos metais e ligas metálicas utilizados nas duas regiões.

Deste modo, o presente trabalho envolve a caracterização elementar do espólio metálico recuperado nas necrópoles de Casa Velhas (Melides) e da Provença (Sines). As escavações arqueológicas efectuadas nestes sítios revelaram um conjunto de enterramentos em cista (Santos *et al.*, 1974; Tavares da Silva e Soares, 1981, 2009; Soares e Tavares da Silva, 2016). A datação pelo

radiocarbono de ossos humanos provenientes de duas cistas de Casas Velhas aponta para uma cronologia do II quartel do II milénio a.C. Sepultura 14: OxA-5531, 3255±55 BP, 1660 - 1420 cal BC (2σ); Sepultura 35: Beta-127904, 3260±60 BP, 1680 - 1420 cal BC (2σ) (Tavares da Silva e Soares, 2009; Soares e Tavares da Silva, 1998). Embora não existam datas de radiocarbono para a necrópole da Provença, as dádivas funerárias aí registadas (Soares e Tavares da Silva, 1998), tal como as recuperadas em Casas Velhas, permitem atribuir estas necrópoles à Fase II do Bronze Pleno do Sudoeste, aceitando a partição de base tipológica elaborada por Schubart (1975).

A composição elementar do espólio metálico é determinada por micro espectrometria de fluorescência de raios X, dispersiva de energias. Este conjunto envolve diversos artefactos em “cobre”, designadamente punhais e outros utensílios, assim como alguns ornamentos em ouro e prata, testemunhos da metalurgia do Bronze Pleno nesta região litoral do sul de Portugal.

## Metodologia

### Artefactos

Os exemplares metálicos da Provença restringem-se a um punhal de rebites (PV-003) e uma pequena conta de ouro (PV-010) recuperados na sepultura 12 (Tabela 1), constituindo dádivas funerárias de um segundo enterramento efectuado nesta cista. A conta é constituída por um fio de ouro de secção circular enrolado em espiral e o punhal deveria possuir, pelo menos, três rebites, sendo que um deles se encontra ainda *in situ*, apesar de muito corroído (Fig. 1).

Provença	Artefacto	Referência
Sepultura 12	Punhal de rebites	PV-003
	Conta	PV-010
Casas Velhas	Artefacto	Referência
Sepultura 3	Lâmina	CV-209
Sepultura 6	Bracelete (?)	CV-210
Sepultura 8	Punção	CV-208
Sepultura 9	Punção	CV-206
Sepultura 17	Agulha	CV-108
Sepultura 29	Anel	CV-207
Sepultura 32	Anzol	CV-205
Quadrado H11	Punhal de rebites	CV-204

Tabela 1 - Artefactos metálicos das necrópoles de cistas da Provença e Casas Velhas.



Fig. 1 - Artefactos da necrópole da Provença (punhal de rebites PV-003 e conta em ouro PV-010) e necrópole de Casas Velhas (punhal de rebites CV-204, lâmina CV-209, anel CV-207 e bracelete (?) CV-210).

A necrópole de Casas Velhas apresenta igualmente um número reduzido de metais, sendo que as sepulturas onde estes foram registados não contêm mais de um exemplar (Tabela 1). Dos artefactos à base de cobre distinguem-se um pequeno punhal de rebites (CV-204) e uma lâmina (faca?) (CV-209) com dois orifícios para rebites (Fig. 1). Os ornamentos em prata são um pequeno anel (CV-207) formado por um fio de secção quadrangular enrolado em espiral e um fio de secção circular, possivelmente um bracelete (CV-210) (Fig. 1).

### Métodos Analíticos

A composição elementar dos artefactos foi determinada por micro espectrometria de fluorescência de raios X, dispersiva de energias (micro-EDXRF). Tendo em conta as particularidades deste tipo de análise elementar (i.e. análise não destrutiva de uma camada superficial com espessura reduzida) e a existência de uma camada de alteração superficial significativa na generalidade dos artefactos arqueológicos à base de cobre ou prata, foi necessário proceder à preparação prévia dos artefactos para análise do metal. O procedimento consistiu na remoção da camada alterada em pequenas áreas (diâmetro <5 mm) dos artefactos através do polimento com pastas de diamante de granulometria progressivamente mais fina (15  $\mu\text{m}$  a 1  $\mu\text{m}$ ). Os artefactos à base de ouro apresentam uma camada de alteração superficial muito menos importante devido à natureza deste metal nobre (ver, por exemplo, Valério *et al.*, 2017), podendo ser caracterizados correctamente por esta técnica sem o procedimento prévio de preparação.

As análises elementares foram realizadas num espectrómetro ArtTAX Pro equipado com uma

ampola de raios X (30 W; ânodo de Mo) e um detector de silício (com uma resolução de 160 eV para 5,9 keV). O equipamento possui um sistema de policapilares para focagem do feixe de raios X permitindo, por isso, a análise de áreas diminutas (diâmetro  $<100\mu\text{m}$ ) e sendo, por conseguinte, ideal para o estudo deste tipo de materiais culturais (Bronk *et al.*, 2001). Cada artefacto foi analisado em três áreas distintas utilizando 40 kV de diferença de potencial, 600  $\mu\text{A}$  de intensidade de corrente e 100 s de tempo real de medição. O tratamento dos espectros, calibração e determinação da composição elementar foram realizados com o software WinAxil e mediante a análise de padrões de calibração de matriz semelhante às ligas metálicas em estudo. Deste modo, foram utilizados os padrões “British Chemical Standard Phosphor Bronze 551” e “Industries de la Fonderie 5” para os exemplares à base de cobre; um padrão prata-cobre (Ag90Cu10, Araújo *et al.*, 1993) para os artefactos à base de prata; e um padrão ouro-prata-cobre (IAEA3) para o ornamento em ouro. A exactidão do método é superior a 95% para os elementos de liga e

superior a 85% para os elementos menores (Valério *et al.*, 2014, 2017).

## Resultados e Discussão

### Armas e Utensílios

A maioria dos artefactos de base cobre das necrópoles de cistas da Provença e Casas Velhas apresenta teores relativamente elevados de arsénio e impurezas de ferro (Tabela 2).

O teor reduzido de ferro ( $<0,05\%$ ) presente nestes artefactos é característico de uma metalurgia primitiva, na qual as condições de redução dos minérios de cobre em recipientes cerâmicos abertos – os cadinhos – seriam insuficientes para reduzir e incorporar aquele elemento em quantidades significativas no cobre metálico produzido (Craddock e Meeks, 1987).

Os cobs arsenicais analisados apresentam teores relativamente variáveis de arsénio (2,03-5,64%), sendo que o punhal de rebites proveniente da sepultura 12 da Provença apresenta o teor de arsénio (5,64% As) mais

díspar do conjunto. A cor mais prateada das ligas de cobre com teor elevado de arsénio tem vindo a ser considerada como o motivo para a utilização desta liga em artefactos de prestígio elevado. Alguns exemplos da utilização de cobs ricos em arsénio no Bronze Pleno podem ser encontrados no hipogeu [2231] de Torre Velha 3 (anel, *c.* 13% As) ou na cista 8 do Monte da Cabida 3, Évora (rebite de punhal, *c.* 26% As) (Valério *et al.*, 2014).

Necrópole	Artefacto	Referência	Cu (%)	As (%)	Fe (%)
Provença	Punhal de rebites	PV-003	94,3	5,64	$<0,05$
Casas Velhas	Punhal de rebites	CV-204	97,2	2,77	$<0,05$
Casas Velhas	Lâmina	CV-209	97,6	2,37	$<0,05$
Casas Velhas	Agulha	CV-108	97,7	2,20	$<0,05$
Casas Velhas	Punção	CV-206	96,3	3,66	$<0,05$
Casas Velhas	Punção	CV-208	97,9	2,03	$<0,05$

Tabela 2 – Composição elementar de armas e utensílios das necrópoles de cistas da Provença e Casas Velhas.

Neste último exemplo, o punhal em cobre arsenical (4,59% As) com rebites de cor prateada foi considerado um artefacto de prestígio, provavelmente uma “imitação” local de um punhal em bronze com rebites de prata, como é o caso do exemplar presente no hipogeu [1792] de Torre Velha 3 ou nos punhais, um de cobre e outro de bronze, do hipogeu de Belmeque (Soares, 1994). Contrariamente a estes, o rebite ainda existente no punhal da Provença apresenta uma liga semelhante à lâmina (cobre com arsénio) não sendo, no entanto, possível determinar a composição elementar devido ao seu avançado estado de corrosão. De qualquer modo, é muito interessante verificar que este punhal se encontra associado a uma conta de ouro e duas outras de rocha verde, bem como a um vaso cerâmico decorado (Santos *et al.*, 1974; Soares e Tavares da Silva, 1998), conjunto que aponta para um elevado estatuto social (Odriozola *et al.*, 2016) do segundo indivíduo inumado na sepultura 12 da Provença.

O conjunto de cobres arsenicais de Casas Velhas apresenta um valor médio de arsénio um pouco inferior ( $2,6 \pm 0,7\%$ ), não existindo, no entanto, diferenças significativas entre a composição dos diversos tipos de artefactos, nomeadamente o punhal, a agulha e os punções. Apesar de neste caso o número reduzido de exemplares não permitir retirar grandes conclusões, é de destacar que a ausência de uma correlação entre o teor de arsénio e o tipo de artefacto encontra-se identificada em outros contextos do Bronze Pleno, tais como em Torre Velha 3 ou Montinhos 6 (Valério *et al.*, 2014, 2016b).

Os metais do Bronze Pleno anteriormente estudados provêm de contextos funerários e domésticos situados no interior do território Horta do Folgão (Serpa) (Nunes da Ponte *et al.*, 2012), Tholos Centirã 2 (Serpa) (Henriques *et al.*,

2013), Torre Velha 3 e Monte da Cabida 3 (Valério *et al.*, 2014), Abelheira 1 (Aljustrel), Carapetal (Serpa), Horta da Morgadinha (Serpa), Montinhos 6, Pexem (Baleizão), Torre Velha 12 (Serpa), Vale Frio 2 (Ferreira do Alentejo) e Vinha das Calças 5 (Beja) (Valério *et al.*, 2016b) e Evoramonte (Estremoz) (inédito). Estes estudos indicam uma composição semelhante para os metais recuperados em contextos domésticos e contextos funerários (hipogeus, cistas ou fossas). Deste modo, o conjunto de 91 artefactos estudados apresenta um teor relativamente elevado de arsénio ( $3,9 \pm 1,4\%$ , excluindo os 3 *outliers* com teores acima dos 10%), sendo que cerca de 90% são ligas de cobre arsenical (As > 2%).

Os metais das necrópoles de cistas da Provença e Casas Velhas agora estudados enquadram-se perfeitamente nesta metalurgia de cobres arsenicais do Bronze Pleno do sul do território nacional (Fig. 2). Esta semelhança sugere que o litoral e o interior desta região do actual território nacional partilham as fontes de metal e a mesma tecnologia metalúrgica durante o Bronze Pleno. Por outro lado, apesar de subsistirem dúvidas acerca da produção e verdadeira natureza dos cobres arsenicais - liga intencional ou liga natural resultante da presença de arsénio nos minérios de cobre (ver, por exemplo, Rovira e Montero Ruiz, 2013; Valério *et al.*, 2016a) - parece ser incontornável que o Bronze Pleno nesta região apresenta alterações ao nível da produção metalúrgica, as quais conduzem à utilização generalizada de cobres mais ricos em arsénio durante o II milénio a.C. (Fig. 2).

No conjunto agora estudado, a única excepção à utilização de uma metalurgia de cobre arsenical em armas e utensílios prende-se com um artefacto bastante fragmentado (CV-205), possivelmente um anzol, recuperado na

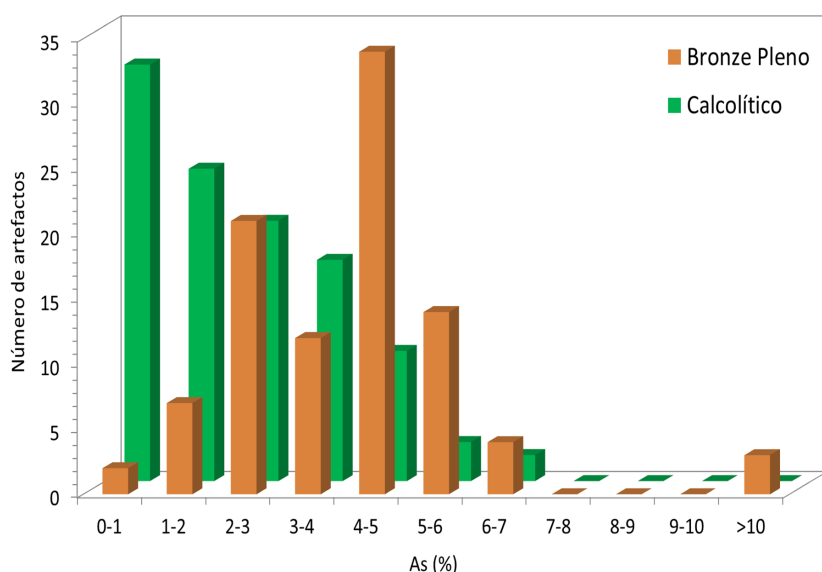


Fig. 2 – Histogramas dos teores de arsénio em cobres de contextos do Calcolítico e Bronze Pleno do Sul de Portugal. Contextos do Calcolítico: Alcalar, Aljezur, Belle France, Lousal, Monte do Outeiro, Quinta do Anjo, Odemira, Junghans *et al.*, 1960, 1968, 1974; Bela Vista 5, Botainni *et al.*, 2014; Escoural, Figueiredo *et al.*, 2010; Outeiro Redondo, Pereira *et al.*, 2013; Porto das Carretas, Valério *et al.*, 2007; São Pedro, Vidigal *et al.*, 2016; Anta do Malhão, Atalaia do Peixoto, Castro dos Ratinhos/Outeiro dos Bravos, Corte do Alho, Monte das Aldeias, Monte das Cabeceiras 2 e 4, Porto Mourão, Porto Torrão, São Brás 3 e Três Moinhos, Valério *et al.*, 2016a. Contextos do Bronze Pleno: Abelheira 1, Carapetal, Evoramonte, Horta da Morgadinha, Horta do Folgão, Monte da Cabida 3, Montinhos 6, Pexem, Tholos Centirã 2, Torre Velha 3, Torre Velha 12, Vale Frio 2 e Vinha das Calças 5 (ver referências no texto).

sepultura 32 de Casas Velhas. O exemplar CV-205 encontra-se totalmente corroído, não tendo sido possível determinar a sua composição elementar, mas análises por micro-EDXRF indicam que se trata de um bronze. Esta liga de cobre e estanho é uma das inovações tecnológicas do Bronze Pleno, tendo sido identificados apenas alguns exemplares no sul do território nacional, nomeadamente um punhal e uma faca no hipogeu de Belmeque (Serpa) (Soares, 1996) e quatro punções e um punhal em hipogeus e numa fossa de Torre Velha 3 (Valério *et al.*, 2014). A composição elementar dos exemplares de Torre Velha 3 – cobres com teores excessivamente aferidos de estanho ( $9,7 \pm 1,1\%$ ) – sugere que estes artefactos constituam importações de uma região com uma metalurgia de bronze mais desenvolvida. As datações de radiocarbono efectuadas nos contextos funerários com bronzes: ICEN-142:  $3230 \pm 60$  BP,  $1670 \pm 1390$  cal BC (Soares, 1994); Sac-2825:  $3280 \pm 50$  BP,

$1680 \pm 1450$  cal BC; Sac-2827:  $3340 \pm 80$  BP,  $1780 \pm 1440$  cal BC; Sac-2826:  $3170 \pm 90$  BP,  $1670 \pm 1250$  cal BC (Valério *et al.*, 2014) indicam que os primeiros exemplares desta liga terão surgido no sul alentejano durante o II quartel do II milénio a.C. Tal como foi referido na introdução, as datações disponíveis para a necrópole de Casas Velhas apontam para o mesmo período cronológico. Apesar das duas sepulturas datadas (sepultura 14 e sepultura 35) não apresentarem metais, se considerarmos um período não muito longo de utilização da necrópole de Casas Velhas, podemos afirmar que o

exemplar em bronze da sepultura 32 pertencerá à mesma época dos primeiros contextos já identificados com artefactos de bronze em Belmeque e Torre Velha 3. Este sincronismo no advento dos primeiros artefactos em bronze nesta região litoral reforça igualmente a existência de contactos com o interior do território durante o Bronze Pleno.

### Ornamentos

O reduzido número de ornamentos metálicos presente nestas duas necrópoles de cistas é de diferente tipo, ouro na Provença e prata nas Casas Velhas (Tabela 3).

A conta (PV-010) da sepultura 12 da Provença é constituída por ouro com um teor relativamente elevado de prata (12,6%) e teores muito reduzidos de cobre ( $<0,04\%$ ). A composição elementar desta conta de ouro é semelhante à de

um conjunto de contas tubulares (11 exemplares) e contas em espiral (dois exemplares) provenientes de um hipogeu calcolítico do Convento do Carmo (Torres Novas), as quais apresentam teores de prata entre 13,6 e 16,3% e teores igualmente reduzidos de cobre (Valério *et al.*, 2017).

De igual forma, o conjunto de ouros calcolíticos da Quinta do Anjo (Palmela) – uma espiral, três contas tubulares e duas lâminas – apresenta uma composição de liga semelhante com *c.* 7-13% Ag e 0,03-0,6% Cu (Hartmann, 1982). Actualmente, é consensual que a generalidade do ouro pré-histórico provém de depósitos aluvionares (Montero e Rovira, 1991), sendo que o ouro destes depósitos secundários apresenta teores variáveis e, por vezes, elevados de prata (até 20-30%), bem como concentrações de cobre raramente excedendo 1% (Pérez García, Sánchez Palencia e Torres Ruiz, 2000; Chapman *et al.*, 2006; Constantinescu *et al.*, 2009). Deste modo, será seguro afirmar que a conta em ouro da sepultura 12 da Provença teve origem em ouro de aluvião.

Os dois ornamentos em prata da necrópole de Casas Velhas apresentam composições muito distintas, sendo o anel CV-207 composto por prata muito pura (99,7% Ag) e a bracelete CV-210 composta por uma liga de prata com 5,41% de cobre. A utilização de artefactos em prata é uma das inovações do Bronze Pleno no Sudoeste da Península Ibérica, sendo a grande maioria dos exemplares proveniente de contextos funerários (Hunt Ortiz, 2003). No entanto, sabemos agora que já no início do Milénio existiam artefactos compósitos deste metal na região sul do território nacional (contexto ainda

Necrópole	Artefacto	Referência	Au (%)	Ag (%)	Cu (%)
Provença	Conta	PV-010	87,3	12,6	<0,04
Casas Velhas	Anel	CV-207	–	99,7	0,23
Casas Velhas	Bracelete (?)	CV-210	–	94,5	5,41

Tabela 3 – Composição elementar de ornamentos das necrópoles de cistas da Provença e Casas Velhas.

inédito). Apesar de pouco comum, a existência no Bronze Pleno de artefactos em prata com teores elevados de cobre não é de todo inédita. Por exemplo, no hipogeu [2551] da necrópole de Torre Velha 3 foi caracterizada uma conta com 95,2% Ag e 4,78% Cu (Valério *et al.*, 2014). Também na Cultura de El Argar são conhecidos ornamentos com esta liga (Bartelheim *et al.*, 2012). Neste último caso, os exemplares em prata "pura" apresentam razões isotópicas de Pb idênticas às dos artefactos em liga de prata-cobre sugerindo, por conseguinte, a mesma proveniência geológica, ou seja, será provavelmente uma liga natural resultante da redução de minérios mistos de prata e cobre.

## Conclusões

O estudo dos metais das necrópoles de cistas da Provença e Casas Velhas constitui uma primeira aproximação à caracterização dos metais utilizados nesta área litoral da região sul do território nacional, permitindo uma comparação com o actual conhecimento sobre a metalurgia do Bronze Pleno do interior sul de Portugal.

As armas e utensílios presentes nessas necrópoles confirmam o domínio da metalurgia dos cobres arsenicais durante o Bronze Pleno. O teor superior de arsénio no punhal da sepultura

12 da Provença poderá estar relacionado com a cor mais prateada desta liga, a qual seria com certeza apreciada em peças de maior prestígio, tais como a conta em ouro também presente neste enterramento. Para além disto, a existência de um exemplar em bronze na necrópole de Casas Velhas atesta a presença duma nova metalurgia nesta região litoral no II quartel do II milénio a.C., em consonância com o observado no interior deste território.

Os ornamentos de maior prestígio da necrópole de Casas Velhas expõem outra inovação deste período – a prata – sendo que um deles é constituído por uma liga de prata-cobre pouco comum, mas com um paralelo na necrópole de Torre Velha 3, situada no interior desta região sul. Pelo contrário, a conta em ouro na necrópole da Provença terá sido produzida com ouro de aluvião com teor elevado de prata, liga natural bastante comum e utilizada desde o Calcolítico para produzir ornamentos de prestígio.

Por último, parece interessante enfatizar que o paralelismo encontrado entre esta área litoral e o interior sul do actual território nacional sugere contactos importantes entre os povos que habitavam nestas regiões, incluindo provavelmente a troca de conhecimentos e/ou matérias-primas e produtos acabados.

## Agradecimentos

O presente estudo foi financiado pela Associação de Municípios da Região de Setúbal e pelo FEDER através do Programa COMPETE 2020 e fundos nacionais da Fundação para a Ciência e a Tecnologia Projecto UID/Multi/04349/2013. Os autores agradecem a utilização do espectrómetro de micro-EDXRF do Departamento de Conservação e Restauro da Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT/UNL), assim como ao arqueólogo Rui Mataloto por providenciar o artefacto de Evoramonte.

## BIBLIOGRAFIA

- ARAÚJO, Maria Fátima; ALVES, Luis Cerqueira; CABRAL, João Manuel Peixoto (1993). Comparison of XRF and PIXE in the analysis of ancient gold coins. *Nuclear Instrument and Methods in Physics Research B*, 75, pp. 450-453.
- BARTELHEIM, Martin; CONTRERAS CORTÉS, Francisco; MORENO ONORATO, Auxilio; MURILLO-BARROSO, Mercedes; PERNICKA, Ernst (2012). The silver of the South Iberian El Argar culture: a first look at production and distribution. *Trabajos de Prehistoria*, 69(2), pp. 293-309.
- BOTAINNI, Carlos; MANHITA, Ana; DIAS, Cristina; MIGUEL, Catarina; BELTRAME, Massimo; MIRÃO, José; CANDEIAS, António; OLIVEIRA, Maria José; CARVALHO, Gabriela (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). In A. C. VALERA (coord.) *Bela Vista 5. Um Recinto do Final do 3º milénio a.n.e. (Mombeja, Beja)*. Lisboa: NIA, pp. 47-58.
- BRONK, Heike; ROHRS, Stefan; BJELOUMIKHOV, Aniouar; LANGHOFF, Norbert; SCHMALZ, Jürgen; WEDELL, Reiner; GORNY, Hans-Eberhard; HEROLD, Andreas; WALDSCHLAGER, Ulrich (2001). ArtTAX - A new mobile spectrometer for Energy-Dispersive Micro X-Ray Fluorescence spectrometry on art and archaeological objects. *Fresenius Journal of Analytical Chemistry*, 371, pp. 307-316.
- CHAPMAN, Rob J.; LEAKE, R. C.; WARNER, Richard A.; CAHILL, Mary C.; MOLES, Norman R.; SHELL, Colin A.; TAYLOR, J. J. (2006). Microchemical characterisation of natural gold and artefact gold as a tool for provenancing prehistoric gold artefacts: A case study in Ireland. *Applied Geochemistry*, 21(6), pp. 904-918.
- CONSTANTINESCU, Bogdan; BUGOI, Roxana; COJOCARU, Viorel; SIMON, Rolf; GRAMBOLE, D.; MUNNIK, Frans; OBERLÄNDER-TÄRNOVEANU, Ernest (2009). Elemental analysis through X-ray techniques applied in archeological gold authentication. The case of Transylvanian gold and of the Dacian bracelets. *Spectrochimica Acta B*, 64(11-12), pp. 1198-1203.
- CRADDOCK, Paul T.; MEEKS, Nigel D. (1987). Iron in ancient copper. *Archaeometry*, 29, pp. 187-204.
- FIGUEIREDO, Elin; VALÉRIO, Pedro; ARAÚJO, Maria Fátima; SILVA, Rui J. C.; VARELA GOMES, Mário (2010). Estudo analítico de vestígios metalúrgicos do povoado calcolítico do Escoural (Évora, Portugal). In J. A. Pérez Macías; E. Romero Bomba (eds.) *IV Encuentro de Arqueología del Suroeste Peninsular*. Huelva, pp. 290-311.
- HARTMANN, Axel (1982). *Prähistorische Goldfunde aus Europa. Studien zu den Anfängen der Metallurgie*, 5. Berlin: Gebrüder Mann Verlag.
- HENRIQUES, Fernando J. Robles; SOARES, António M. Monge; ANTÓNIO, Telmo F. Alves; CURATE, Francisco; VALÉRIO, Pedro; ROSA, Sérgio Peleja (2013). O Tholos Centirã 2 (Brinches, Serpa) - construtores e utilizadores; práticas funerárias e cronologias. In J. J. Ávila; M. B. Alvarez; M. G. Cabezas (eds.) *VI Encuentro de Arqueología del Suroeste Peninsular*. Villafranca de los Barros: Ayuntamiento de Villafranca de los Barros, pp. 319-335.
- HUNT ORTIZ, Mark A. (2003). *Prehistoric Mining and Metallurgy in Southwest Iberian Peninsula*. BAR International Series, 1188. Oxford: Archaeopress.
- JUNGHANS, Siegfried; SANGMEISTER, Edward; SCHRÖDER, Manfred (1960). Metallanalysen Kupferzeitlicher und frühbronzezeitlicher Bodenfunden aus Europa. *Studien zu den Anfängen der Metallurgie*, 1. Berlin: Gebrüder Mann Verlag.
- JUNGHANS, Siegfried; SANGMEISTER, Edward; SCHRÖDER, Manfred (1968). Kupfer und Bronze in der frühen Metallzeit Europas. *Studien zu den Anfängen der Metallurgie*, 2(1-3). Berlin: Gebrüder Mann Verlag.
- JUNGHANS, S.; SANGMEISTER, E.; SCHRÖDER, M. (1974). Kupfer und Bronze in der frühen Metallzeit Europas. *Studien zu den Anfängen der Metallurgie*, 2(4). Berlin: Gebrüder Mann Verlag.
- MONTERO, Ignacio; ROVIRA, Salvador (1991). El oro y sus aleaciones en la orfebrería prerromana. *Archivo Español de Arqueología*, 64, pp. 7-21.

NUNES DA PONTE, Teresa Ricou; SOARES, António M. Monge; ARAÚJO, Maria Fátima; FRADE, José C.; RIBEIRO, Isabel; RODRIGUES, Zélia; SILVA, Rui J. C.; VALÉRIO, Pedro (2012). O Bronze Pleno do sudoeste da Horta do Folgão (Serpa, Portugal): os hipogeus funerários. *O Arqueólogo Português*, 2, pp. 265-295.

ODRIOZOLA, Carlos; SOARES, Joaquina; TAVARES DA SILVA, Carlos; FONSECA, Paulo (2016). Iberian Southwest Middle Bronze Age. Reading social complexity in greenstone beads from the cist necropolis of Sines. In J. SOARES (ed.) *Social Complexity in a Long Term Perspective* (Setúbal Arqueológica, 16), pp. 131-151.

PEREIRA, F.; FURTADO, Maria João; SOARES, António M. Monge; ARAÚJO, Maria Fátima; SILVA, Rui J. C.; CARDOSO, João Luís (2013). Estudo das evidências de produção metalúrgica no Outeiro Redondo (Sesimbra). In *Arqueologia em Portugal. 150 anos*. Lisboa: Associação dos Arqueólogos Portugueses, pp. 463-468.

PÉREZ GARCÍA, Luis Carlos; SÁNCHEZ PALENCIA, Francisco Javier; TORRES RUIZ, José (2000). Tertiary and Quaternary alluvial gold deposits of Northwest Spain and Roman mining (NW of Duero and Bierzo Basins). *Journal of Geochemical Exploration*, 71(2), pp. 225-240.

ROVIRA, Salvador; MONTERO RUIZ, Ignacio (2013). Iberia: technological development of prehistoric metallurgy. In S. Burmeister; S. Hansen; M. Kunst; N. Müller-Scheessel (eds.) *Metal Matters. Innovative Technologies and Social Change in Prehistory and Antiquity*. Leidorf: Rahden/Westf., pp. 231-239.

SANTOS, Manuel Farinha dos; SOARES, Joaquina; TAVARES DA SILVA, Carlos (1974). Necrópole da Provença (Sines): campanha de escavações de 1972. *Arqueologia e História*, 5 (S.9), pp. 69-99.

SCHUBART, Hermanfrid (1975). *Die Kultur de Bronzezeit im Sudwestern der Iberischen Halbinsel*. Berlin: Walter de Gruyter & Co.

SOARES, António M. Monge (1994). O Bronze do Sudoeste na margem esquerda do Guadiana. As necrópoles do concelho de Serpa. In *Actas das V Jornadas Arqueológicas Associação dos Arqueólogos*

*Portugueses*. Lisboa: Associação dos Arqueólogos Portugueses, pp. 179-197.

SOARES, António M. Monge (1996). Vestígios Metalúrgicos em Contextos do Calcolítico e da Idade do Bronze no Sul de Portugal. In M. J. Maciel (coord.) *Miscellanea em Homenagem ao Professor Bairrão Oleiro*. Lisboa: Edições Colibri, pp. 553-579.

SOARES, Joaquina; TAVARES DA SILVA, Carlos (1998). From the collapse of the chalcolithic mode of production to the development of the Bronze Age societies in the south-west of Iberian peninsula. In S. O. Jorge (ed.) *Existe uma Idade do Bronze Atlântico?* Lisboa: Instituto Português de Arqueologia, pp. 231-245.

SOARES, Joaquina; TAVARES DA SILVA, Carlos (2016). Bronze Médio do Sudoeste. Indicadores de complexidade social. In A. C. Sousa; A. Carvalho; C. Viegas (eds.) *Estudos em Homenagem a Victor S. Gonçalves*. Lisboa: Centro de Arqueologia da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, pp. 359-384.

TAVARES DA SILVA, Carlos; SOARES, Joaquina (1981). *Pré-história da área de Sines*. Lisboa: Gabinete da Área de Sines.

TAVARES DA SILVA, Carlos; SOARES, Joaquina (2009). Práticas funerárias no Bronze Pleno do litoral alentejano: o Monumento II do Pessegueiro. *Estudos Arqueológicos de Oeiras*, 17 (Oeiras), pp. 389-420.

VALÉRIO, Pedro; ARAÚJO, Maria Fátima; SILVA, Rui J. C. (2014). Complementary use of X-ray methods to study ancient production remains and metals from Northern Portugal. *X-Ray Spectrometry*, 43, pp. 209-215

VALÉRIO, Pedro; BAPTISTA, Lídia; GOMES, Sérgio; PINHEIRO, Rui; FERNANDES, Sandrine; SOARES, António M. Monge; ARAÚJO, Maria Fátima (2013). Malhada do Vale da Água - novos dados sobre a metalurgia do Bronze Pleno no Sudoeste. *Actas do VII Encontro de Arqueologia do Sudoeste Peninsular*. Aroche / Serpa, pp. 575-586.

VALÉRIO, Pedro; SOARES, António M. Monge; ARAÚJO, Maria Fátima; (2016b). An overview of chalcolithic copper metallurgy from Southern Portugal. *Menga. Journal of Andalusian Prehistory*, 7, pp. 31-50.

VALÉRIO, Pedro; SOARES, António M. Monge; ARAÚJO, Maria Fátima; CARVALHO, António Faustino (2017). Micro-EDXRF investigation of Chalcolithic gold ornaments from Portuguese Estremadura. *X-Ray Spectrometry*, 46, pp. 252-258.

VALÉRIO, Pedro; SOARES, António M. Monge; ARAÚJO, Maria Fátima; TAVARES DA SILVA, Carlos; SOARES, Joaquina (2007). Vestígios arqueometalúrgicos do povoado calcolítico fortificado do Porto das Carretas (Mourão). *O Arqueólogo Português*, 25, pp. 177-194.

VALÉRIO, Pedro; SOARES, António M. Monge; ARAÚJO, Maria Fátima (2016a). An overview of chalcolithic copper metallurgy from Southern Portugal. *Menga. Journal of Andalusian Prehistory*, 7, pp. 31-50.

VALÉRIO, Pedro; SOARES, António M. Monge; ARAÚJO, Maria Fátima; SILVA, Rui J. C.; BAPTISTA, Lúcia (2016b). Middle Bronze Age arsenical copper alloys in Southern Portugal. *Archaeometry*, 58 (6), pp. 1003-1023.

VALÉRIO, Pedro; SOARES, António M. Monge; ARAÚJO, Maria Fátima; SILVA, Rui J. C.; PORFÍRIO, Eduardo; SERRA, Miguel (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, pp. 68-80.

VIDIGAL, R. Orestes; VALÉRIO, Pedro; ARAÚJO, Maria Fátima; SOARES, António M. Monge; MATALOTO, Rui (2016). Micro-EDXRF study of Chalcolithic copper-based artefacts from Southern Portugal. *X-Ray Spectrometry*, 45, pp. 63-68.