
Testemunhos de metalurgia no povoado de Canedotes (Bronze Final)

ALEXANDRE CANHA¹
PEDRO VALÉRIO²
MARIA DE FÁTIMA ARAÚJO²

R E S U M O

O presente trabalho resulta da caracterização química de artefactos metálicos e vestígios de actividades metalúrgicas do povoado de Canedotes (Vila Nova de Paiva, Viseu). Este sítio pertencente ao Bronze Final encontra-se implantado numa área elevada, de onde controlava visualmente uma importante passagem natural pela região do Alto Paiva, características típicas das estações do Bronze Final do Noroeste peninsular. As datações por radiocarbono apontam para uma ocupação durante o primeiro quartel do primeiro milénio a.C., sendo a maioria dos materiais estudados perfeitamente enquadrável neste período. Os artefactos são compostos por ligas de cobre e estanho, com a presença de chumbo apenas como impureza, integrando-se completamente estes resultados na metalurgia recorrente da região. De destacar um exemplar, sem paralelos conhecidos na Península Ibérica, cujo reduzido teor em estanho parece indiciar a utilização de minérios de cobre com teores significativos de estanho. A presença de pingos de fundição em bronze denuncia uma produção local, sendo que os teores mais elevados de arsénio em algumas das peças, a não serem exclusivamente resultantes dos fenómenos de corrosão superficial, indicam uma refinação insuficiente das matérias-primas, provavelmente decorrente de um domínio algo incipiente da tecnologia de produção metalúrgica.

A B S T R A C T

This work concerns the chemical characterization of metallic artefacts and metallurgical remains from the site of Canedotes (Vila Nova de Paiva, Viseu). This Bronze Age settlement was located in an elevated area that allowed the visual control over an important natural passage through the Alto Paiva region, common characteristics in Bronze Age sites from the Northwest Iberian Peninsula. Radiocarbon dating points out to an occupation in the first quarter of the first millennium BC, being the majority of the studied materials typologically associated with this period. Artefacts are composed by copper-tin alloys with lead as an impurity – binary bronzes which are very common in Bronze Age sites from this region. One artefact presents an unusual low tin content which may result from a tin-rich copper ore. Bronze metallic prills indicate local metallurgical production and the somewhat high arsenic

contents of certain artefacts, if not entirely due to surface enrichments from corrosion processes, might point out to the low refining of the ores used, possibly as a result from the low metallurgical expertise of those early metalworkers.

1. Introdução

Entre os anos de 1997 e 2000, decorreram no povoado da Idade do Bronze Final de Canedotes quatro campanhas de trabalhos arqueológicos (Canha, 2002). Estas inseriram-se no âmbito do Projecto “O Alto Paiva: sociedade e estratégias de povoamento da Pré-história Recente à Idade Média”, integrado no Plano Nacional de Trabalhos Arqueológicos (PNTA).

O trabalho agora apresentado resulta do projecto “Caracterização das Ligas Metálicas do Povoado da Idade do Bronze Final de Canedotes”, aprovado no âmbito do protocolo celebrado entre o Instituto Tecnológico e Nuclear e o Instituto Português de Arqueologia – Programa B “Caracterização Química de Metais e Ligas Metálicas Pré-Históricas”.

2. Localização e descrição da estação

Administrativamente, o povoado de Canedotes pertence ao concelho de Vila Nova de Paiva, distrito de Viseu (Fig. 1). O sítio encontra-se implantado no topo de um monte, cuja silhueta cónica aplanada se destaca na paisagem envolvente e atinge uma altitude máxima de 846 m (Fig. 2).

Na parte mais elevada desta formação geológica, junto ao topo, existem duas plataformas alongadas e aplanadas: sector I e sector II (Fig. 3), que foram alvo dos trabalhos arqueológicos descritos na secção seguinte.

O sector I corresponde a uma longa plataforma na área mais elevada do povoado, sensivelmente orientada no sentido nor-nordeste/su-sudoeste. Este sector tem cerca de 1400 m² e um declive que varia entre os 12% e os 14%. O seu comprimento aproximado é de 70 m e a sua largura oscila entre os 10 e os 25 m. A plataforma é delimitada a poente por outro terraço a uma cota ligeiramente superior (sector II) e que lhe confere alguma protecção dos ventos de norte e noroeste.

O sector II corresponde à plataforma mais elevada de Canedotes, com dimensões aproximadas de 50 m, no sentido sudoeste/nordeste, por 30 m no sentido sudeste/noroeste. A área total desta segunda plataforma é de aproximadamente 1095 m², apresentando um declive mínimo no sentido sudoeste/nordeste. A nordeste, a plataforma encontra-se com aquela que define o sector I,

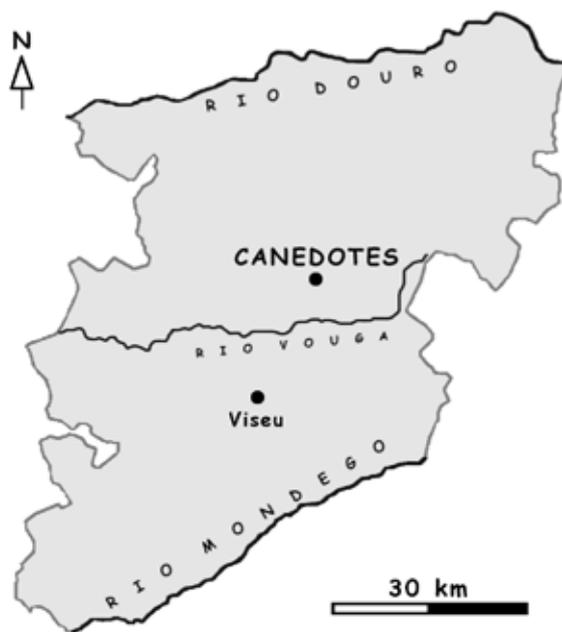


Fig. 1 Localização do povoado de Canedotes no distrito de Viseu (incluído na fl. 157: Castro Daire, da Carta Militar de Portugal, escala 1/25 000, 2.ª edição, 1987).



Fig. 2 Formação geológica onde se encontra implantado o povoado de Canedotes.

formando uma suave vertente. A oeste é delimitada por uma área em declive, composta essencialmente por grandes monólitos graníticos, entre os quais se encontram pequenos abrigos. A sul ergue-se uma grande mole de afloramentos que correspondem ao topo do monte. A leste, um pouco abaixo desta, desenvolve-se a plataforma na qual se encontra o sector I.

Toda a área imediata ao povoado é controlada visualmente em quase todas as direcções. Esta área visível é no essencial constituída por pequenos vales, nos quais se encontram algumas linhas de água.

Canedotes corresponde a uma implantação típica de estações do Bronze Final, não só da Beira Alta, mas de todo o Noroeste peninsular: em pontos altos, com um domínio visual sobre vias naturais e/ou pontos de passagem. No presente caso, o sítio controla uma das mais importantes passagens naturais no Alto Paiva, que se desenha sensivelmente no eixo sul/norte, passando próximo desta estação. O povoado encontra-se também relativamente próximo do vale do Paiva, outra via de passagem (Senna-Martinez, 1995, p. 64) do Alto Paiva, sendo que estes dois eixos entroncam sensivelmente numa área de controlo visual de Canedotes.

3. Trabalhos arqueológicos

Os trabalhos arqueológicos foram efectuados nas duas plataformas superiores do povoado, designadas por sector I e II (Fig. 3). No sector I foram intervencionadas duas áreas distintas, uma designada por sector Ia e a outra Ib, com áreas de 148 m² e 8 m², respectivamente. Neste último subsector não foram identificados quaisquer vestígios de elementos metálicos, pelo que, ao longo do texto não se efectuarão mais referências a esta área. Deste modo, para simplificação de leitura sempre que se referir o sector I deve-se entender como sendo o subsector Ia, visto que foi neste que surgiu a totalidade do espólio metálico desta plataforma.



Fig. 3 Localização das áreas escavadas (SI – sector I e SII – sector II) no povoado de Canedotes.

Das cinco camadas estratigráficas detectadas neste sector, apenas uma correspondia a uma camada de ocupação (camada 2b), cuja soma das probabilidades das cinco datações por radiocarbono disponíveis, apontam para uma cronologia entre 1386-672 cal BC (Quadro 1).

Quadro 1. Datações por radiocarbono da camada de ocupação (camada 2b) do sector I de Canedotes					
Ref. do laboratório	Data convencional de ^{14}C (anos BP)	Data calibrada* (Intcal.04 ^{14}C , Reimer et al., 2004)			
		1 σ (cal BC)	Área relativa	2 σ (cal BC)	Área relativa
GrN-24051	2720±60	914-813	1	1000-798	1
GrN-24052	2870±170	1265-892	0,936502	1503-752	0,991458
		878-845	0,063498	686-668	0,004169
				632-625	0,001280
				612-596	0,003092
GrN-24843	2860±140	1257-1234	0,055465	1406-799	1
		1217-895	0,937988		
		866-864	0,006547		
GrN-24844	2660±60	895-868	0,232799	976-952	0,016747
		856-793	0,767201	947-754	0,964692
				685-668	0,013547
				609-598	0,005014
GrN-24845	2750±100	1008-808	1	1255-1237	0,006335
				1214-763	0,991253
				680-673	0,002412
Soma das probabilidades (Reimer et al., 2004)		1039-1031	0,012979	1386-762	0,997065
		1029-789	0,987021	680-672	0,002935

* Calibração obtida através do programa Calib Rev. 5.0.

Ao nível de espólio recolheram-se abundantes fragmentos cerâmicos (cerca de 17000), bem como um interessante conjunto de elementos líticos, de que se destacam “pesos”, uma ponta de seta, um fragmento de machado ou enxó e duas valvas pertencentes a moldes de varetas distintos (Fig. 4). Estes dois últimos artefactos podem, pelo contrário, constituir “arrow-straighteners”, tal como o exemplar da Serra de Ficalho (Soares, 1994, p. 49, fig. 7). Foram igualmente recolhidos alguns elementos metálicos de onde sobressaem 8 argolas ou fragmentos, 1 conto de lança (?), 3 botões e um remate de cabo (talvez de faca).

Ao nível das estruturas destaca-se uma estrutura compósita constituída por quatro compartimentos, que parece articular-se com outras estruturas simples, nomeadamente buracos de poste. Esta é aberta a poente e acompanha longitudinalmente o eixo maior da plataforma, seguindo a linha de afloramentos que a delimitam a nascente. Esta construção complexa compreenderia quatro “compartimentos” em conexão, ainda que possam tratar-se de áreas formalmente individualizáveis, talvez com funções diversificadas (Fig. 5).

Sob esta estrutura surgem também fragmentos cerâmicos que, não só pela sua disposição, mas também pelas suas dimensões, não resultam de infiltrações, sendo seguramente anteriores à sua edificação. A presença de cerâmica por baixo da estrutura, bem como a presença de elementos de moinho na mesma, são indicadores estruturais e estratigráficos de que a construção ou reformulação desta aconteceu já durante uma fase de ocupação e/ou utilização, se não do sector I, pelo menos do povoado de Canedotes.

O sector II corresponde à plataforma mais elevada e exposta do povoado, revelando também mais vestígios de antropização recente, sobretudo devido à abertura de um estradão. Ironicamente, foi a realização deste acesso que alertou para a importância da estação, uma vez que num dos seus cortes foi encontrada cerâmica, sílex e o punho de um espeto articulado (Vilaça e Cruz, 1995).

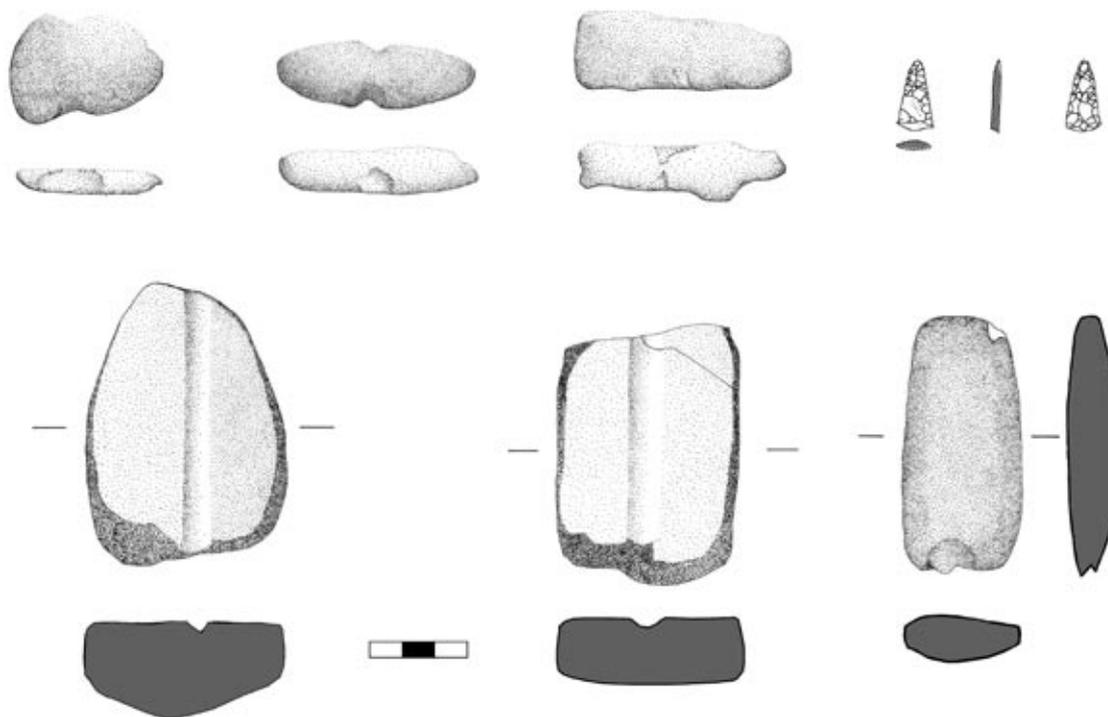


Fig. 4 Elementos líticos do povoado de Canedotes: “pesos”, ponta de seta, valvas de moldes de varetas ou “arrow-straighteners” e fragmento de machado ou enxó.

Neste sector II escavaram-se um total de 40 m², relativos a dez quadrados com 2 m de lado. À semelhança do outro sector intervencionado, definiu-se apenas uma camada de ocupação (camada 2), num total de 4 camadas estratigráficas. Também para este sector existe uma cronologia absoluta que coloca a ocupação do mesmo entre 996-812 cal BC (Quadro 2). Esta datação confirma a contemporaneidade e aparente simultaneidade dos dois sectores intervencionados.

Quadro 2. Datação por radiocarbono da camada de ocupação (camada 2) do sector II de Canedotes					
Ref. do laboratório	Data convencional de ¹⁴ C (anos BP)	Data calibrada* (Intcal.04 ¹⁴ C, Reimer et al., 2004)		2σ (cal BC)	Área relativa
		1σ (cal BC)	Área relativa		
GrN-25827	2745±45	925-831	1	996-984	0,024627
				980-812	0,975373

* Calibração obtida através do programa Calib Rev. 5.0.

Neste sector, exumaram-se cerca de 4500 fragmentos cerâmicos na camada arqueológica e alguns elementos líticos em sílex. A nível metálico foram encontrados diversos fragmentos de argolas e braceletes, bem como uma virola, entre outros.

Ao nível construtivo foi identificada uma “estrutura” de difícil interpretação, dada a exiguidade da área escavada, esta é composta por pedras e lajes sobrepostas, mas soltas; em nenhum local se definiu um verdadeiro imbricamento que indicasse uma clara intenção construtiva. Não podemos por isso afirmar inequivocamente que se trata de uma “estrutura” enquanto construção intencional. Contudo, a presença de uma pequena estela gravada com um motivo “reticulado”, inclusa no conjunto pétreo, parece conferir algum significado a esta estrutura.

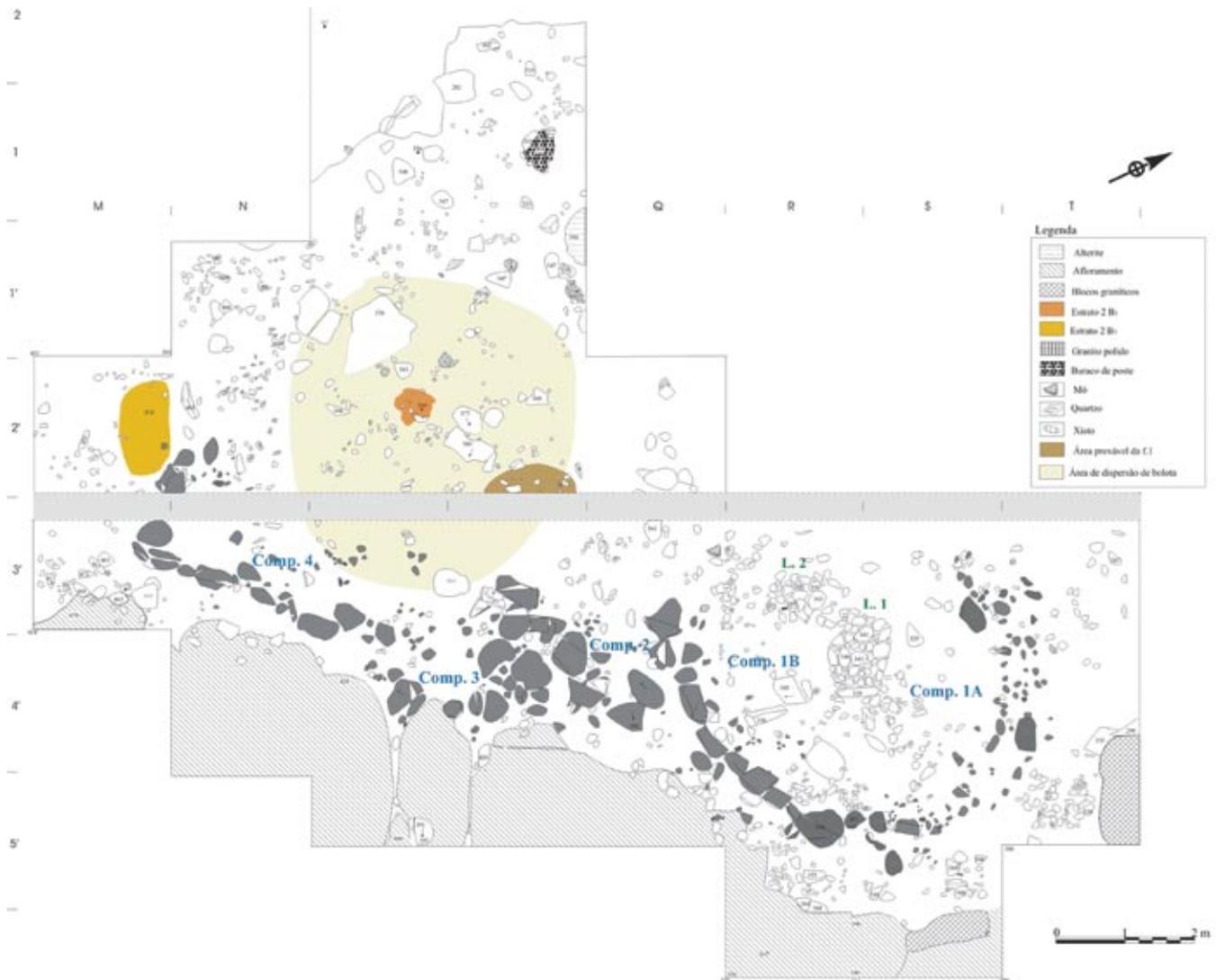


Fig. 5 Estruturas arqueológicas (compartimento 1 - 4) do povoado de Canedotes.

4. Coleção metálica — análise tipológica

Do conjunto total de 69 objectos metálicos recolhidos em Canedotes destaca-se a grande percentagem de peças disformes (Fig. 6), que parece resultar, pelo menos em parte, das más condições de conservação proporcionadas por um tipo de solo muito ácido, característico da região granítica onde se localiza esta estação arqueológica. Quanto aos artefactos para os quais foi possível definir a função, destaca-se a fraca expressividade das armas e objectos cortantes, correspondendo a apenas 7% do conjunto total. Esta “pobreza” integra-se perfeitamente no quadro da Beira Alta, região parca neste tipo de objectos. Diferentes autores referem que as armas são raras no Bronze Final (Alarcão, 1992, p. 47), quer ao nível dos povoados, quer em geral (Vilaça, 1992, p. 76). Este facto parece afastar um carácter de guerra permanente no seio da comunidade que habitou Canedotes³.

Deste grupo destacam-se um conto de lança, um remate de cabo e uma virola. O conto de lança (Fig. 7, n.º inv. 1839) serviria para equilibrar o peso da lança e reforçar a extremidade da mesma. Os exemplares conhecidos na Beira Alta foram encontrados em Baiões (Coffyn, 1983, p. 178) e em Santa Luzia⁴, embora tipologicamente estes se afigurem bastante distintos do espécime de Canedotes. Noutros locais, como no depósito de Alqueva (Cardoso et al., 1992), surgiram exemplares que igualmente se afastam do

nosso modelo. Contudo, encontramos em França exemplares troncocónicos que lembram vagamente o de Canedotes (embora este seja cónico). Estes exibem decoração com filetes horizontais circulares (Briard e Mohen, 1983, p. 147), muito semelhante à da nossa peça, ainda que, contrariamente a esta, possuam botão.

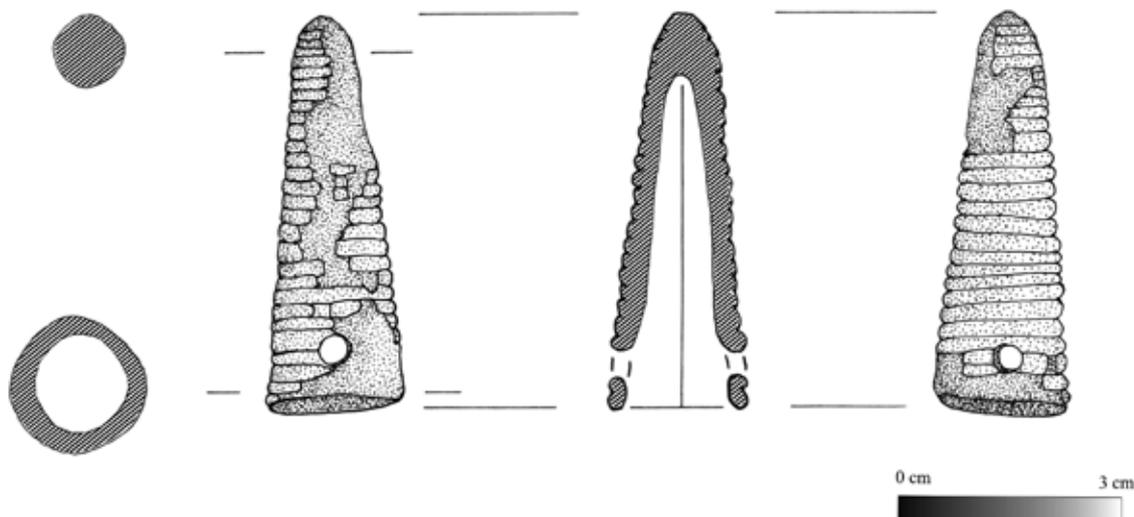


Fig. 7 Conto de lança do povoado de Canedotes.

O conto de lança de Canedotes revela assim uma mescla de características distintas: a sua forma cónica aproxima-o dos exemplares encontrados em Portugal, no entanto o facto de ser mais curto e não ter botão aproxima-o de um exemplar espanhol de Valdevimbre; o facto de possuir decoração aproxima-o de exemplares franceses, o que confere a esta peça um grande interesse, que, de certa forma, parece reflectir a essência do Bronze Final na área atlântica.

Também integramos neste grupo um remate de cabo (n.º inv. 938), muito provavelmente de um punhal (Fig. 8). A. Coffyn refere dois tipos genéricos de punhais peninsulares, os tipos “Porto de Mós”, o único tipo registado em Portugal, e “El Oficio” (Coffyn, 1985, p. 218). Os punhais são artefactos bastante comuns em contextos da Beira Alta: Senhora da Guia, Vila Cova do Perrinho e

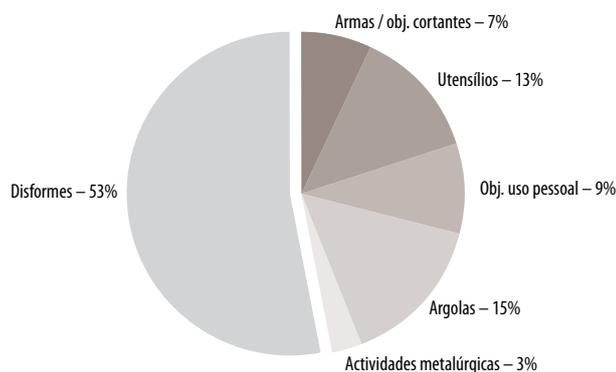


Fig. 6 Distribuição funcional dos artefactos metálicos de Canedotes.

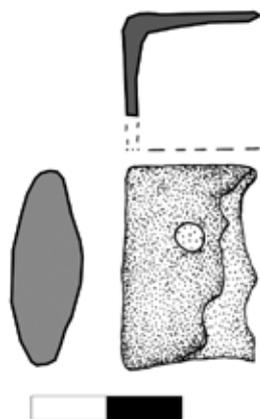


Fig. 8 Remate de cabo do povoado de Canedotes.

Figueiredo das Donas (Silva, 1986, p. 176). Fora de contexto, encontrou-se uma peça no dólmen da Cunha Baixa (Mangualde), que pode corresponder à ponteira de uma bainha ou adorno do punho de um punhal, provavelmente do Bronze Final (Nunes et al., 1989, p. 62).

Referência ainda para uma virola que se encontra completa, apesar de bastante alterada por efeito de calor (Fig. 9). Esta tem uma largura interna de 27 mm, o que corresponderá à largura da lâmina, podendo assim pertencer a um punhal. Não se encontram paralelos para esta peça na Beira Alta, estando os mais próximos na Estremadura, nomeadamente no Castro de Pragança (Figueiredo, 2004) e na Beira Interior, nos povoados de Alegrios e da Moreirinha (Vilaça, 1997).

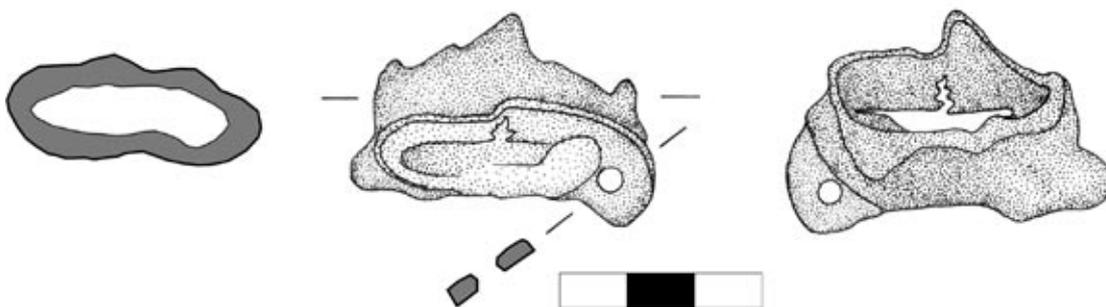


Fig. 9 Virola do povoado de Canedotes.

No que se refere aos utensílios, estes atingem uma quota de 13%, o que se pode considerar interessante, pois elevam-se ao segundo lugar, precedidos apenas pelas argolas (15%). Estas são muito comuns, quer pela sua forma, que permite uma multiplicidade de usos, quer pela facilidade da sua técnica de fabrico (Vilaça, 1995, p. 340).

No conjunto dos utensílios existem alguns objectos cuja classificação precisa resulta difícil. Caracterizam-se por possuírem corpo alongado e foram genericamente definidos como punções e/ou furadores. Integramos igualmente neste grupo um grampo e o espeto articulado, este último ainda que possa ser considerado cultural e item sociotécnico, não deixa de ser um utensílio relacionado com actividades culinárias.

Os punções/furadores correspondem a seis fragmentos ou peças completas e, pela sua forma, podem ter desempenhado funções diversas. A sua dispersão é variada encontrando-se na Beira Alta, na Beira Interior, no norte de Portugal e na Estremadura. Do povoado da Senhora da Guia de Baiões é proveniente um fragmento de molde de punções (Pedro, 2000, p. 134). Muito interessante é o achado de um conjunto de peças, algumas das quais integráveis neste grupo, no Pinhal do Urso (Leiria), interpretado como pertencente a um ourives (Kalb, 1998, p. 161-162).

Exumou-se em Canedotes um pequeno arame dobrado com as extremidades unidas interpretado como grampo (Fig. 10, n.º inv. 1816) e que não apresenta semelhanças com nenhuma outra

peça conhecida na Beira Alta. Aliás, o único paralelo que definimos é o de uma peça encontrada no depósito de Vénat (França), que não é classificada (Coffyn, 1985, p. 101, fig. 24).

Neste grupo integra-se também uma peça fragmentada, composta por uma haste rematada na extremidade por uma argola e que eventualmente poderá corresponder a um arreio de cavalo (Fig. 11, n.º inv. 1840). No entanto, como a peça se encontra incompleta e por ser rara em contextos peninsulares, a classificação faz-se com naturais reservas.



Fig. 10 “Grampo” do povoado de Canedotes.

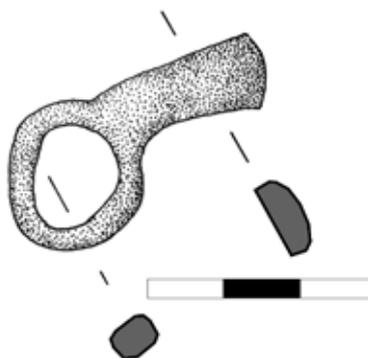


Fig. 11 “Arreio” do povoado de Canedotes.

Conhece-se um arreio de cavalo proveniente do Castro de Sansueña (Zamora) (Coffyn, 1985, Pl. LXVI-9; Fernández Manzano, 1986, p. 128) e outro do Castro do Torroso (Peña Santos, 1992, p. 62, 89-474-1). Encontram-se também exemplares na ria de Huelva (Ruiz-Gálvez Priego, 1995) e em Portugal conhece-se um proveniente do Castro de Penices (Dinis, 1993, p. 174), de cronologia, provavelmente, mais recente.

Por fim, integrámos neste grupo um punho de espeto articulado (Fig. 12). Os espetos articulados, apesar de raros, apresentam uma distribuição geográfica bastante alargada não se limitando ao território português. Foram encontrados no sul de Inglaterra e no centro-oeste francês. Contudo, são peninsulares os casos em que estes se encontravam em contextos habitacionais (Vilaça e Cruz, 1995, p. 259), nomeadamente no povoado da Senhora da Guia (Silva et al., 1984) e na Cachouça (Vilaça, 1990).

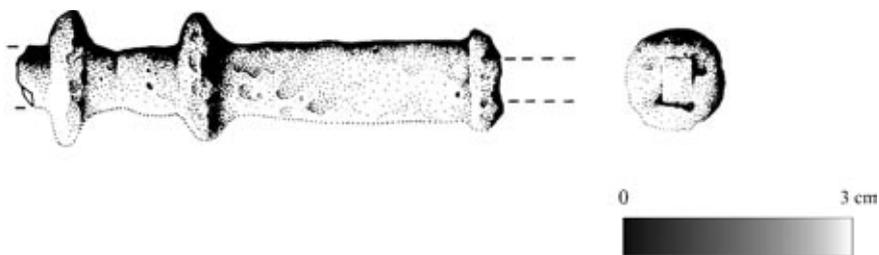


Fig. 12 Fragmento de espeto articulado do povoado de Canedotes.

Estas peças relacionam-se, provavelmente, com cerimónias de afirmação de poder, durante o qual decorreriam banquetes rituais em que se consumiria carne de animais. A presença do espeto em Canedotes parece demonstrar que a comunidade deste povoado não terá passado ao lado de um processo de hierarquização ou de afirmação de uma elite, característico das comunidades do Bronze Final da região.

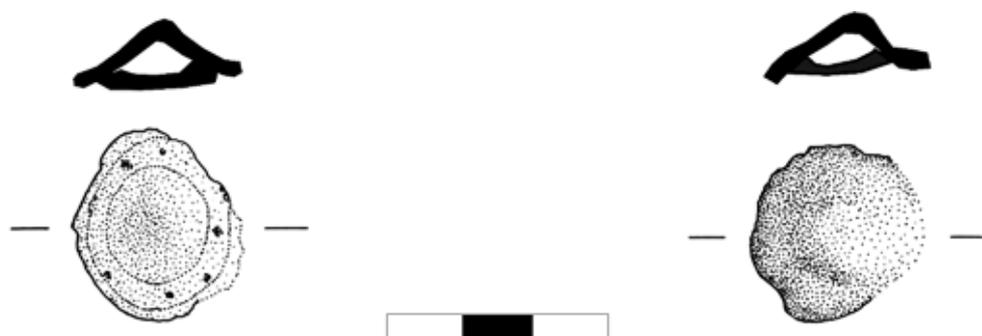


Fig. 13 Botões do povoado de Canedotes.

Nos objectos de uso pessoal foram integrados botões, braceletes e um alfinete, correspondentes a 9% do total do espólio metálico. Os botões recolhidos são todos do mesmo tipo, de forma cónica com uma presilha de fixação na sua base, sendo que um dos exemplares apresenta uma decoração composta por três sulcos realizados por pontilhado (Fig. 13).

Em St.^a Luzia existe um botão deste tipo (Pedro, 1995, p. 141). Encontramos botões idênticos no Castro de Pragança (Coffyn, 1983, p. 177, fig. 2-11), Forno da Telha (Rio Maior) e Castro da Azougada (Moura) (Carreira, 1994, p. 87, est. XXXIX). O exemplar incompleto dos Alegrios (Vilaça, 1995, p. 179, est. CLXIII-11) apresenta-se decorado com um sulco circular e pode ter possuído, à semelhança do exemplar da nossa colecção, mais sulcos.

Recolheram-se igualmente em Canedotes dois fragmentos interpretados como braceletes (n.^{os} inv. 1817 e 1846). O seu estado fragmentário impede grandes comentários tipológicos, podemos no entanto dizer que seriam lisos e que pelo menos um dos exemplares seria aberto. Na Beira Alta este tipo, além de ser encontrado em contextos habitacionais como na Sr.^a da Guia (Silva et al., 1984), encontra-se igualmente presente em contextos funerários como na cista 2 do Paranho (Cruz, 1997). R. Vilaça sugere que para além da sua função ornamental estes objectos podem ter desempenhado um papel relacionado com a esfera sócio-religiosa (Vilaça, 1995, p. 343).

Neste grupo de objectos de uso pessoal, é necessário referir ainda uma possível cabeça de alfinete (n.^o inv. 942), cujo estado fragmentário impediu qualquer classificação tipológica.

O grupo das argolas apresenta 10 exemplares (15%), sendo o segundo grupo mais numeroso logo após os fragmentos disformes. Estes objectos podem ter desempenhado funções diversas. Na opinião de R. Vilaça, a facilidade técnica de fabrico pode explicar o seu grande número (Vilaça, 1995, p. 341), encontrando-se amplamente documentados em contextos habitacionais do Bronze Final. Um dos exemplares de Canedotes apresenta uma sobreposição das extremidades, adquirindo a forma de espiral.

Os únicos indícios de actividade metalúrgica documentada em Canedotes correspondem a dois pequenos fragmentos interpretados como pingos de fundição (n.^{os} inv. 911 e 1819) e eventualmente os dois moldes em pedra (Fig. 4). A fraca expressividade de indícios de fabrico local de elementos metálicos afigura-se de difícil interpretação, podendo resultar da escassa área intervencionada ou simplesmente reflectir a realidade da estação. Neste último caso pode-se equacionar que a produção metálica realizada em Canedotes seria realizada de forma esporádica, o que pode indiciar que esta produção poderia ser levada a cabo por uma classe especializada não residente no povoado (metalurgistas itinerantes) ou pelos seus próprios habitantes, neste caso, apenas quando para tal houvesse necessidade. Tratar-se-ia então, de uma metalurgia em reduzida escala, perfeitamente enquadrável no restante panorama do Bronze Final da região da Beira Alta (Senna-Martinez, 2005).

Estamos pois em crer que o metal seria um elemento de uso excepcional, pois a grande parte dos objectos exumados são de utilização não quotidiana ou de funcionalidade limitada. Assim, é provável que a metalurgia tenha desempenhado um papel pouco relevante, produzindo-se no povoado apenas as peças mais simples, sendo que as mais complexas podem resultar de contactos com zonas centrais, como a região de Viseu.

5. Metodologia

A caracterização química das ligas metálicas pertencentes ao espólio de Canedotes foi efectuada através do método de espectrometria de fluorescência de raios X dispersiva de energias (do inglês, Energy Dispersive X-Ray Fluorescence spectrometry). O método baseia-se no efeito fotoeléctrico, processo segundo o qual os elementos químicos constituintes das amostras em estudo emitem um conjunto de raios X característicos após interacção com um feixe electromagnético de energia apropriada (Grieken e Markowicz, 1993). Para tal é necessário que o feixe electromagnético de excitação possua uma energia superior às energias de ligação dos electrões existentes nas camadas mais internas dos átomos. Neste caso a remoção de um desses electrões resulta na criação da respectiva lacuna, cujo posterior preenchimento por electrões das camadas mais externas dá origem à emissão de radiação característica desse elemento químico. A quantificação do respectivo elemento químico resulta do facto da intensidade de emissão desta radiação poder ser relacionada com a sua concentração na amostra em análise.

Dada a natureza destes fenómenos físicos, o método de EDXRF é completamente não invasivo e multi-elementar. A ausência de preparação de amostra e a elevada sensibilidade do método para os elementos químicos constituintes das ligas metálicas em estudo resultam ainda numa técnica de análise bastante célere.

Contudo a radiação utilizada para excitar a amostra possui um fraco poder de penetração, pelo que este tipo de análises se refere apenas a uma camada superficial da amostra em estudo. No caso de matrizes constituídas por elementos químicos com números atómicos elevados, como as ligas metálicas de cobre, a absorção da radiação incidente é elevada, o que reduz a espessura da camada analisada, sendo esta da ordem das centenas de micra (Tate, 1986).

Deste modo a análise não invasiva por EDXRF de artefactos metálicos apresenta algumas limitações devido à distribuição irregular de alguns elementos químicos na liga provocada principalmente por fenómenos de corrosão superficial (Walker, 1980). Nas ligas de bronze tais processos originam um enriquecimento superficial de estanho (Ingo et al., 2000, 2002), devido ao carácter mais reactivo deste elemento e ao facto dos produtos de corrosão por ele formados apresentarem uma maior estabilidade.

No entanto, para além de serem bem conhecidos, estes fenómenos não impedem na grande maioria dos casos o correcto reconhecimento do tipo de liga metálica, permitindo aumentar o conhecimento sobre os processos arqueometalúrgicos sem provocar quaisquer tipos de danos aos artefactos metálicos analisados.

5.1. Espectrometria de fluorescência de raios X dispersiva de energias

As peças seleccionadas para estudo foram analisadas num espectrómetro de fluorescência de raios X dispersivo de energias — Kevex 771. O sistema de excitação deste equipamento consiste numa ampola de ródio de 200 W, diversos alvos secundários e filtros de radiação. O módulo de

deteção baseia-se num detector de Si(Li) arrefecido por azoto líquido e com uma área activa de 30 mm² e uma resolução de 165 eV (risca Mn-K α).

Os raios X característicos emitidos pelos elementos químicos presentes na amostra foram induzidos pela radiação proveniente de alvos secundários de prata e de gadolínio, sendo o tempo real de acumulação de cada espectro de 300 s. O alvo secundário de prata foi excitado com uma diferença de potencial de 35 kV e uma intensidade de corrente de 0,5 mA para medir os elementos químicos Fe, Cu, Zn, As e Pb. O alvo secundário de gadolínio foi excitado com uma diferença de potencial de 57 kV e uma intensidade de corrente de 1,0 mA para medir o Sn e o Sb.

A quantificação foi efectuada com o programa EXACT (Kevex, 1990), através do método dos parâmetros fundamentais e de uma calibração experimental obtida através da análise de materiais de referência de composição semelhante à amostra em estudo. A calibração experimental foi realizada através da medição do Phosphor Bronze 551, British Chemical Standards.

Os limites de quantificação (Currie, 1968) para as impurezas presentes nas ligas metálicas em estudo encontram-se no quadro seguinte (Quadro 3).

Quadro 3. Limites de quantificação para a análise elementar por EDXRF (valores em %)				
	<i>As</i>	<i>Pb</i>	<i>Sb</i>	<i>Fe</i>
<i>C_Q</i>	0,10	0,10	0,02	0,04

A exactidão do método foi estimada através da análise do material de referência Leaded Gun Metal 183/3, British Chemical Standards (Quadro 4). Todavia a geometria não plana e a superfície irregular da maioria dos artefactos analisados dão origem a erros de quantificação superiores aos estimados pela análise dos padrões de referência (Milazzo, 1997; Stankiewicz et al., 1983).

Quadro 4. Resultados de análise elementar por EDXRF de Leaded Gun Metal BCS 183/3 (valores em %)							
		<i>Cu</i>	<i>Sn</i>	<i>As</i>	<i>Pb</i>	<i>Sb</i>	<i>Fe</i>
<i>BCS 183/3</i>	<i>Certificado</i>	84,5	6,69	0,15	3,40	0,25	0,03
	<i>Obtido</i>	87,0	6,45	<0,10	3,11	0,24	0,04

6. Colecção metálica — caracterização química

Uma vez que se detectou apenas um único momento de ocupação com cronologia bem definida, a quase totalidade do conjunto do espólio metálico exumado apresenta uma uniformidade cronológica (Bronze Final), à qual deverá estar associada uma uniformidade tecnológica — a metalurgia do bronze. Contudo recolheram-se igualmente alguns artefactos em ferro em camadas correspondentes a momentos muito recentes, que naturalmente não foram alvo de análises, pois estas realizaram-se apenas em materiais recolhidos na camada arqueológica.

De referir ainda o interessante facto de alguns metais, essencialmente os recolhidos no sector II, se apresentarem bastante deformados, aparentemente por acção do fogo, não sendo possível avançar com uma explicação clara para este facto. A explicação mais plausível passa pela ocorrência de um incêndio. Este pode ter acontecido em contexto de ocupação do sítio ou ciclicamente em momentos posteriores. Apesar de neste último caso tais eventos ocorrerem apenas nas camadas superficiais, o calor pode ter atingido a camada arqueológica uma vez que entre esta e a camada actual, apenas medeia uma fina espessura, que não parece afigurar-se suficiente para o isolamento térmico dos materiais das altas temperaturas atingidas durante um incêndio.

A totalidade do espólio metálico corresponde a 68 fragmentos ou peças, das quais 36 se apresentam disformes. Foram analisadas 19 peças (2 artefactos pertencentes ao grupo das armas/objectos cortantes; 4 do grupo dos utensílios; 5 objectos de uso pessoal; 3 argolas; 2 vestígios de actividades metalúrgicas e 3 fragmentos disformes) o que equivale a 28% do total do espólio metálico. Apresentam-se em seguida os resultados obtidos por EDXRF, tendo sido efectuadas duas análises em cada peça, sempre que a dimensão da mesma assim o permitia (Quadros 5 a 7).

Quadro 5. Resultados de análise elementar por EDXRF de armas/objectos cortantes e utensílios de Canedotes (valores em %)							
N.º inventário	Descrição	Cu	Sn	As	Pb	Sb	Fe
1839	Conto de lança	24,5	73,6	0,35	0,11	0,11	1,12
		24,8	73,2	0,43	0,12	0,15	1,09
938	Remate de cabo	57,9	40,6	0,51	0,23	0,26	0,24
		59,9	38,6	0,52	0,32	0,27	0,14
947	Punção/furador	60,2	39,0	0,21	<0,10	0,11	0,12
		49,0	49,8	0,26	<0,10	0,11	0,16
1824	Punção/furador	78,3	20,4	0,66	<0,10	0,07	0,29
		71,5	26,7	1,03	0,15	0,10	0,30
1816	Grampo (?)	85,1	7,27	6,10	0,27	0,32	0,64
		89,8	5,03	3,81	0,16	0,22	0,58
1840	Arreio (?)	61,2	37,4	<0,10	<0,10	0,74	0,36
		61,3	37,2	<0,10	0,12	0,65	0,45

As análises efectuadas demonstraram que as armas/objectos cortantes e os utensílios recolhidos nos trabalhos arqueológicos de Canedotes são quase na sua totalidade constituídos por ligas binárias de cobre e estanho. Para além disto, os resultados obtidos apresentam teores muito elevados de estanho, indiciando a presença de uma significativa camada de alteração superficial. Contudo, o grampo (n.º inv. 1816), artefacto que aliás não apresenta paralelos tipológicos conhecidos na Península Ibérica, constitui a única excepção, sendo à primeira vista um bronze com um teor relativamente elevado de arsénio. No entanto, tendo em conta os valores de estanho obtidos para as restantes peças (20,4 – 82,0%), resultantes do conhecido fenómeno de enriquecimento deste elemento na camada superficial dos artefactos de bronze, verifica-se que o grampo apresenta um teor anormalmente reduzido deste elemento (5,0 – 7,3%). As mineralizações de cobre com teores significativos de estanho, apesar de não serem muito comuns, encontram-se identificadas em diversos locais na Europa, incluindo a Península Ibérica (Montero Ruiz, 1991). Certos autores (Marechal, 1985; Montero Ruiz, 1991; Hunt Ortiz e Pérez, 1999) referem que a redução destes minérios pode originar naturalmente bronzes com teores reduzidos de estanho, podendo a concentração deste elemento atingir os 5%. Deste modo, estamos provavelmente na presença de um objecto em cobre cujos teores elevados de estanho e arsénio obtidos deverão resultar da matéria-prima utilizada, estando, no entanto necessariamente incrementados pelos fenómenos de enriquecimento superficial. O fragmento identificado como um arreio (n.º inv. 1840) apresenta um teor relativamente mais elevado de antimónio, facto que, a não ser exclusivamente devido à camada de alteração superficial, pode indicar a utilização de diferentes minérios e/ou processos metalúrgicos.

De referir por último, que os elevados teores de ferro obtidos para a maioria das peças não são característicos das ligas metálicas em estudo, resultando de fenómenos de corrosão ocorridos durante o período de enterramento dos artefactos (Walker, 1980), facto igualmente observado em diversos estudos de caracterização de materiais arqueológicos (Senna-Martinez et al., 2004; Sousa et al., 2004; Valério, 2005).

Do conjunto dos objectos de uso pessoal e argolas destacam-se os dois botões (n.ºs inv. 943 e 944) pelo seu teor ligeiramente mais elevado em arsénio. Estes valores resultam provavelmente da redução de minérios de cobre mais ricos nesta impureza. A utilização de sucata constituída por cobre arsenical como fonte de cobre é outra hipótese a ter em conta, pois apesar de o arsénio ser um elemento bastante volátil, mediante certas condições redutoras, este apresenta uma reduzida afinidade com a escória e fica por isso em grande parte associado ao cobre metálico (Hunt Ortiz, 2003, p. 324). De referir ainda os teores extremamente reduzidos de impurezas nos dois braceletes (n.º inv. 1817 e 1846), o que pode indiciar um maior cuidado no fabrico deste tipo de objectos — os teores de ferro semelhantes aos dos outros artefactos estudados resultam dos fenómenos de alteração superficial acima referidos, não sendo portanto indicativos da presença de ferro nestas ligas metálicas.

Quadro 6. Resultados de análise elementar por EDXRF de objectos de uso pessoal e argolas de Canedotes (valores em %; n.d. – não detectado)

N.º inventário	Descrição	Cu	Sn	As	Pb	Sb	Fe
943	Botão	26,0	70,4	2,04	0,24	0,35	0,71
		30,6	65,6	2,21	0,16	0,27	0,99
944	Botão	37,9	59,4	1,44	0,10	0,17	0,65
		39,9	57,5	1,44	0,11	0,19	0,54
1817	Bracelete	63,2	35,8	n.d.	n.d.	0,06	0,7
		74,5	24,5	n.d.	n.d.	0,05	0,60
1846	Bracelete	38,6	59,8	<0,10	0,10	n.d.	1,36
		45,4	53,4	<0,10	0,14	n.d.	0,71
942	Alfinete (?)	20,9	77,7	0,95	0,14	0,28	n.d.
927	Argola	31,5	67,0	0,29	0,27	0,04	0,52
		41,9	56,6	0,26	0,25	0,09	0,58
928	Argola	49,0	49,8	<0,10	0,21	0,09	0,56
		38,2	60,3	0,17	0,29	0,11	0,64
933	Argola	19,3	78,1	0,67	0,68	0,35	0,53
		20,0	77,2	0,79	0,76	0,34	0,63

Quadro 7. Resultados de análise elementar por EDXRF de vestígios de actividades metalúrgicas e objectos disformes de Canedotes (valores em %)

N.º inventário	Descrição	Cu	Sn	As	Pb	Sb	Fe
911	Pingo fundição (?)	20,8	71,8	5,99	0,14	0,15	0,79
1819	Pingo fundição (?)	56,6	41,7	<0,10	0,12	1,08	0,48
908	Disforme	15,6	80,8	0,46	0,60	0,43	2,04
		15,1	82,0	0,47	0,58	0,39	1,23
909	Placa fragmentada	41,2	57,0	0,63	0,29	0,25	0,29
		29,8	67,3	0,64	0,44	0,33	0,74
1830	Disforme	22,3	74,5	0,63	0,66	0,40	1,31

Os vestígios de actividades metalúrgicas no povoado, nomeadamente os pingos de fundição (n.ºs inv. 911 e 1819), apresentam composições singulares, tendo em conta que a maioria dos artefactos são constituídos por ligas binárias de bronze — o primeiro possui um teor elevado de arsénio (ca. 6%) enquanto o segundo possui um teor relativamente elevado de antimónio (ca. 1%). No entanto, o arsénio e o antimónio são elementos relativamente voláteis, cujo teor tende a diminuir consideravelmente durante os processos metalúrgicos de refinação do metal (Montero Ruiz, 1991)

e posteriores tratamentos termo-mecânicos de acabamento dos artefactos. Deste modo é natural que exemplares não acabados ou vestígios de processos metalúrgicos, como por exemplo pingos de fundição, apresentem teores superiores deste tipo de impurezas quando comparados com a maioria dos restantes objectos da colecção de Canedotes. De qualquer modo, a composição do primeiro pingo de fundição aponta para a utilização de matéria-prima rica em arsénio, isto é, minérios de cobre ricos neste elemento ou sucata de cobre arsenical. No entanto, caso se trate de um pingo resultante da co-redução de minérios, o elevado teor em arsénio também pode indicar que este resultou de uma fase inicial do processo, onde a liga metálica não se encontrava ainda suficientemente refinada. O mesmo se pode dizer do segundo caso, dado que o teor de antimónio pode ser significativamente reduzido pela simples utilização de uma temperatura mais elevada durante o processo de redução do minério (Tylecote et al., 1977), ficando os objectos acabados com teores significativamente mais reduzidos desta impureza.

Considerando o conjunto total de peças analisadas, verificou-se que a presença de uma significativa camada de corrosão superficial, comprovada pelos elevados teores de estanho obtidos, impediu a eventual diferenciação das diversas tipologias em termos da sua composição química. Por outro lado, a presença quase integral de ligas binárias de bronze no espólio metálico do povoado de Canedotes enquadra-o perfeitamente nas metalurgias coevas do território português, nomeadamente na região da Beira Alta (Valério, 2005) e da Beira Interior (Gil et al., 1989; Merideth, 1997; Vilaça, 1997), áreas onde durante todo o Bronze Final predominam este tipo de ligas binárias de bronze face aos bronzes com teores elevados de chumbo.

7. Metalurgia na Beira Alta

As características dos artefactos metálicos, nomeadamente a sua resistência, permitem o seu transporte ao longo de grandes distâncias. Pelo que não se afigura estranho o facto de alguns elementos metálicos exumados em Canedotes apresentarem grandes similitudes tipológicas com outras peças de áreas muito distantes e distintas desta.

Os três botões encontram paralelos no Alentejo, Estremadura e Beira Interior, além da Beira Alta; os espetos articulados têm uma distribuição mais limitada, centrando-se fundamentalmente no centro de Portugal⁵. O facto de estas peças se encontrarem em locais tão distantes como Sa Idda (Sardenha) e Amathus (Chipre) ou Isleham e Saltwood (Inglaterra) indica contactos a longa distância.

Não sabemos se Canedotes se encontrava ou não plenamente integrado nas redes de comércio do bronze características da Idade do Bronze Final, mas dada a presença de algumas peças que, pelo seu grau de elaboração, talvez não fossem fabricadas localmente, o povoado teria pelo menos contacto com outras áreas mais abertas e/ou permeáveis à circulação de material metálico de elevado valor socio-económico. A aparente existência de uma produção metalúrgica em Canedotes, embora escassa, demonstra um certo grau de auto-suficiência da comunidade. Todavia, se existe estanho no Alto Paiva, as fontes de cobre parecem menos significativas, o que, à primeira vista, sugeria que Canedotes estaria algo dependente do contacto com os circuitos comerciais para obter esta matéria-prima indispensável à criação da liga de bronze. No entanto, a reduzida expressão da produção metalúrgica destes povoados do Bronze Final da Beira Alta, sugere que não seria necessária uma excepcional fonte de cobre, sendo suficientes os minérios de cobre que eventualmente poderiam existir na região sob a forma de pequenos afloramentos superficiais, os quais uma vez esgotados são praticamente impossíveis de identificar na actualidade.

Os contactos de Canedotes com as redes de intercâmbio poderia realizar-se indirectamente através de outros povoados da região de Viseu, o que parece aceitável se tivermos em consideração que os objectos comuns a Canedotes e a regiões longínquas, como o Alentejo e a Estremadura, se encontram igualmente no povoado da Senhora da Guia e de Santa Luzia. A região de Viseu situa-se numa zona da confluência, o que sugere que esta região seria uma plataforma de contacto e “redistribuição” com zonas próximas menos “cosmopolitas”, como poderia ser o Alto Paiva.

Temos assim, plasmada no espólio metálico, uma rede de contactos supra regionais e na qual se podem incluir regiões tão distantes como o Alentejo. Os povoados da região de Viseu, pela sua posição geográfica favorável, poderiam manter um fácil contacto com a plataforma litoral (desembocaduras do Mondego e Vouga) e estariam, pois, perfeitamente integrados nas redes de comércio de metais, sendo esta zona considerada um dos eixos do comércio atlântico ao lado de outras regiões. Exemplo disso é a grande variedade de peças encontradas nestes povoados, especialmente na Senhora da Guia, estação possuidora de uma riquíssima colecção de materiais (Silva et al., 1984; Senna-Martinez e Pedro, 2000; Valério et al., 2005), que parece atestar influências quer continentais, quer mediterrânicas (Ruiz-Gálvez Priego, 1998, p. 299; Silva et al., 1984, p. 95; Senna-Martinez, 1998, p. 219). Alguns autores preferem enfatizar as influências predominantemente atlânticas deste depósito (Coffyn e Sion, 1991, p. 290), enquanto outros preferem destacar a sua influências mediterrânicas (Almagro-Gorbea, 1993, p. 90).

Segundo alguns autores (Senna-Martinez e Pedro, 2000) o povoado de Senhora da Guia de Baiões seria o ponto de convergência dos diversos povoados da região, de onde os metais seguiriam depois para o litoral. Também M. Ruiz-Gálvez Priego considera que os povoados de Baiões e Santa Luzia se situam em zonas de passagem entre o litoral e o interior (Ruiz-Gálvez Priego, 1998, p. 336). Igualmente apontando para a situação geográfica de excepção no que se refere a contactos supra-regionais, J. Alarcão refere que a Beira Alta poderia estar envolvida na produção e circulação de bronze, encaminhando-o para o Sudoeste peninsular, onde florescia Tartessos (Alarcão, 1992, p. 51).

Em qualquer dos casos fica patente a importância geográfica desta região durante o Bronze Final, a qual poderia naturalmente influenciar e manifestar-se no Alto Paiva, pondo-o em contacto com os materiais de um circuito comercial mais alargado, atlântico e/ou continental.

8. Conclusões

Apesar da natural limitação de resultados, decorrente da aplicação de análises não invasivas por EDXRF, ainda assim é possível retirar algumas ilações interessantes. A primeira prende-se com o tipo de ligas metálicas utilizadas no fabrico dos artefactos de Canedotes. Com efeito, trata-se de ligas binárias de cobre e estanho com a presença de chumbo apenas como impureza, integrando-se estas perfeitamente na tecnologia de produção recorrente na Beira Alta e na Beira Interior. De destacar apenas um artefacto (n.º inv. 1816), aliás sem paralelos conhecidos na Península Ibérica, cuja reduzida percentagem de estanho pode indiciar uma liga natural de bronze.

Igualmente de destacar é a presença de arsénio em quantidades assinaláveis em pelo menos três fragmentos analisados, onde a percentagem deste metal ultrapassa 1%. Embora os teores de arsénio se encontrem necessariamente incrementados na camada de alteração superficial, estes poderão cumulativamente resultar do facto de uma das matérias-primas utilizadas (cobre) ser mais rica em arsénio, o que parece ser reforçado pela circunstância de um dos dois pingos de fundição exumados apresentar uma elevada concentração de arsénio. Infelizmente, não dispomos de dados sobre a origem do cobre (desconhecemos a existência e composição química de minérios de

cobre nesta região) para afirmar que se trata de peças de fabrico de âmbito local ou regional. Se o reduzido número de produções metalúrgicas do povoado sugere que, a existirem, as pouco significativas fontes de cobre da região seriam suficientes, não é igualmente de descartar a hipótese de esta matéria-prima ser originária de outras áreas, de onde chegaria provavelmente já com algum refinamento, sendo apenas realizados no povoado os processos finais de fundição e acabamento dos objectos. A presença de pingos de fundição indicia a produção local, ainda que com um domínio da técnica algo incipiente, o que parece transparecer na insuficiente refinação do metal em algumas peças.

Assim, poderíamos estar perante metalurgistas ocasionais, habitantes em Canedotes, que produziriam peças de grande simplicidade, sendo as mais complexas adquiridas ou efectuadas por uma classe de metalurgistas itinerantes. Em qualquer dos casos, a produção das peças encontradas em Canedotes parece apontar para um âmbito que não deverá ultrapassar o limite regional.

Agradecimentos

Os nossos agradecimentos ao Doutor António Monge Soares pela leitura atenta do texto e importantes sugestões.

NOTAS

- ¹ Centro de Estudos Pré-Históricos da Beira Alta, Viseu, Portugal.
- ² Departamento de Química, Instituto Tecnológico e Nuclear Estrada Nacional 10, 2686-953 Sacavém, Portugal.
- ³ Contudo esta aparente ausência de espólio bélico no registo arqueológico pode ser consequência da área escavada ser bastante reduzida.
- ⁴ Cfr. Pedro, 1995, p. 131.
- ⁵ O facto de não se encontrarem no Alentejo pode-se explicar por esta região ter uma variante particular deste objecto conhecida como espeto de tipo "alentejano".

BIBLIOGRAFIA

- ALARCÃO, J. (1992) - A evolução da cultura castreja. *Conimbriga*. Coimbra. 31, p. 39-71.
- ALMAGRO-GORBEA, M. (1993) - La introducción del hierro en la Península Ibérica. *Complutum*. Madrid. 4, p. 81-91.
- BRIARD, J.; MOHEN, J.-P. (1983) - *Typologie des objets de l'Âge du Bronze en France. Fascicule II: poignards, hallebards, pointes de lance, pointes de flèche, armement défensif*. Paris: Société Préhistorique Française.
- CANHA, A. (1998-1999) - Povoado de Canedotes (Vila Nova de Paiva, Viseu): notícia preliminar da 1.ª e 2.ª campanhas. *Portugalia*. Porto. 19-20, p. 103-114.
- CANHA, A. (1999) - Canedotes (Vila Nova de Paiva), povoado do Bronze Final. Notícia preliminar das escavações no sector II. *Estudos Pré-históricos*. Viseu. 7, p. 281-291.
- CANHA, A. (2002) - *Canedotes: um povoado do Bronze Final no Alto Paiva*. Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto.
- CARDOSO, J. L.; GUERRA, M. F.; BRAGANÇA, F. (1992) - O depósito de Bronze Final de Alqueva e a tipologia das lanças do Bronze Final português. *Mediterrâneo*. Lisboa. 1, p. 231-250.
- CARREIRA, J. (1994) - Pré-História recente do Abrigo Grande das Bocas. *Trabalhos de Arqueologia da EAM*. Lisboa. 2, p. 47-144.
- COFFYN, A. (1983) - La fin de l'Âge du Bronze dans le centre-Portugal. *O Arqueólogo Português*. Lisboa. 4.ª série. 1, p. 169-196.
- COFFYN, A. (1985) - *Le Bronze Final Atlantique dans le Péninsule Ibérique*. Bordeaux: Centre Pierre Paris.
- COFFYN, A.; SION, H. (1991) - Les relations atlanto-méditerranéennes. Eléments pour une révision chronologique du Bronze Final Atlantique. *Mediterrâneo*. Lisboa. 2, p. 285-293.
- CRUZ, D. (1997) - A necrópole do Bronze Final do «Paranho» (Molelos, Tondela, Viseu). *Estudos Pré-Históricos*. Viseu. 5, p. 85-109.

- CURRIE, L. A. (1968) - Limits of qualitative detection and quantitative determination. *Analytical Chemistry*. Washington. 40, p. 586-593.
- DINIS, A. (1993) - *Ordenamento do território do Baixo Ave no I milénio a.C.* Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto.
- FERNÁNDEZ MANZANO, J. F. (1986) - *El Bronce Final en la meseta norte española: el utillaje metálico*. Soria: Junta de Castilla y León.
- FIGUEIREDO, E. (2004) - *A espectrometria de fluorescência de raios X na caracterização de um conjunto de artefactos pré-históricos do Castro de Pragança*. Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.
- GIL, F. B.; SENNA-MARTINEZ, J. C.; GUERRA, M. F.; SERUYA, A. I.; FABIÃO, C. (1989) - Produções metalúrgicas do Bronze Final do Cabeço do Castro de São Romão, Seia: uma primeira análise. In *Actas do I Colóquio Arqueológico de Viseu*. Viseu: Governo Civil, p. 235-248.
- GRIEKEN, R. E. V.; MARKOWICZ, A. (1993) - *Handbook of X-ray Spectrometry*. New York: Marcel Dekker.
- HUNT ORTIZ, M. A. (2003) - *Prehistoric mining and metallurgy in South Iberian Peninsula*. Oxford: Archaeopress (BAR International Series; 1188).
- HUNT ORTIZ, M. A.; HURTADO PÉREZ, V. (1999) - Suroeste. In DELIBES DE CASTRO, G.; MONTERO RUIZ, I., eds. - *Las primeras etapas metalúrgicas en la Península Ibérica. II. Estudios regionales*. Madrid: Instituto Universitario Ortega y Gasset, p. 275-334.
- INGO, G. M.; ANGELINI, E.; BULTRINI, G.; CALLIARI, I.; DABALA, M.; CARO, T. (2002) - Study of long-term corrosion layers grown on high-tin leaded bronzes by means of the combined use of GDOES and SEM+EDS. *Surface and Interface Analysis*. Chichester. 34, p. 337-342.
- INGO, G. M.; CALLIARI, I.; DABALA, M.; BULTRINI, G.; CARO, T.; CHIOZZINI, G. (2000) - Microchemical study of the corrosion products on ancient bronzes by means of glow discharge optical emission spectrometry. *Surface and Interface Analysis*. Chichester. 30, p. 264-268.
- IUPAC (1978) - Nomenclature, symbols, units and their usage in spectrochemical analysis: data interpretation. *Spectrochimica Acta B*. Amsterdam. 33, p. 242-245.
- KALB, P. (1998) - Produção local e relações a longa distância na Idade do Bronze Atlântico do oeste da Península Ibérica. In JORGE, S. O., ed. - *Existe uma Idade do Bronze Atlântico?* Lisboa: Instituto Português de Arqueologia, p. 157-165.
- KEVEX (1990) - *KeveX XRF Toolbox II reference manual*. San Carlos: KeveX.
- MARECHAL, J. R. (1985) - Methods of ore roasting and furnaces used. In CRADDOCK, P. T.; HUGHES, M. J., eds. - *Furnaces and smelting technology in Antiquity*. London: British Museum, p. 29-41.
- MERIDETH, G. (1997) - Energy dispersive spectroscopy analysis from Late Bronze Age artefacts. *Estudos Pré-Históricos*. Viseu. 5, p. 145-154.
- MILAZZO, M.; CICARDI, C. (1997) - Simple methods for quantitative X-ray fluorescence analysis of ancient metal objects of archaeological interest. *X-Ray Spectrometry*. Chichester. 26, p. 211-216.
- MONTERO RUIZ, I. (1991) - *Estudio arqueometalúrgico en el Sudeste de la Península Ibérica*. Madrid: Universidad Complutense.
- NUNES, J. C.; GIL, F. B.; SENNA-MARTÍNEZ, J.; GUERRA, F. (1989) - Artefacto metálico recolhido na casa da Orca da Cunha Baixa, concelho de Mangualde. In *Actas do I Colóquio Arqueológico de Viseu*. Viseu: Governo Civil, p. 61-63.
- PEDRO, I. (1995) - *O povoamento proto-histórico na região de Viseu*. Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto.
- PEDRO, I. (2000) - O Castro da Senhora da Guia (Baiões, S. Pedro do Sul). In *Por terras de Viriato: arqueologia da região de Viseu*. Lisboa: Governo Civil do Distrito de Viseu e Museu Nacional de Arqueologia, p. 132-135.
- PEÑA SANTOS, A. (1992) - *Castro de Torroso (Mos, Pontevedra): síntesis de las memorias de las campañas de escavaciones 1984-1990*. Pontevedra: Xunta de Galicia.
- REIMER, P. J.; BAILLIE, M. G. L.; BARD, E.; BAYLISS, A.; BECK, J. W.; BERTRAND, C. J. H.; BLACKWELL, P. G.; BUCK, C. E.; BURR, G. S.; CUTLER, K. B.; DAMON, P. E.; EDWARDS, R. L.; FAIRBANKS, R. G.; FRIEDRICH, M.; GUILDERTON, T. P.; HOGG, A. G.; HUGHEN, K. A.; KROMER, B.; MCCORMAC, F. G.; MANNING, S. W.; RAMSEY, C. B.; REIMER, R. W.; REMMELE, S.; SOUTHON, J. R.; STUIVER, M.; TALAMO, S.; TAYLOR, F. W.; VAN DER PLICHT, J.; WEYHENMEYER, C. E. (2004) - IntCal04 Terrestrial Radiocarbon Age Calibration, 26 - 0 ka BP. *Radiocarbon*. London. 46, p. 1029-1058.
- RUIZ-GÁLVEZ PRIEGO, M. (1995) - *Ritos de paso y puntos de paso. La Ría de Huelva en el mundo del Bronce Final europeo*. Madrid: Universidad Complutense.
- RUIZ-GÁLVEZ PRIEGO, M. (1998) - *La Europa atlántica en la Edad del Bronce: un viaje a las raíces de la Europa occidental*. Barcelona: Crítica.
- SENNAMARTINEZ, J. C. (1995) - Entre o Atlântico e o Mediterrâneo: algumas reflexões sobre o grupo Baiões/Santa Luzia e o desenvolvimento do Bronze Final peninsular. *A Idade do Bronze em Portugal - discursos de poder*. Catálogo. Lisboa: SEC, IPM, MNA, p.118-122.
- SENNAMARTINEZ, J. C. (1996) - The symbolism of power in central Portugal Late Bronze Age communities. *Mathesis*. Viseu. 5, p. 163-175.
- SENNAMARTINEZ, J. C. (1998) - Produção, ostentação e redistribuição: estrutura social e economia política no Grupo Baiões/Santa Luzia. In JORGE, S. O., ed. - *Existe uma Idade do Bronze Atlântico?* Lisboa: Instituto Português de Arqueologia, p. 218-230.
- SENNAMARTINEZ, J. C. (2005) - O outro lado do comércio orientalizante: aspectos da produção metalúrgica no pólo indígena, o caso das Beiras Portuguesas. In *Actas del III Simposio Internacional de Arqueología de Mérida: Protoshistoria del Mediterráneo Occidental*. Mérida: CSIC, p. 901-910.
- SENNAMARTINEZ, J. C.; ARAÚJO, M. F.; VALÉRIO, P.; PEIXOTO, H. (2004) - Estudos sobre a arqueometalurgia do Grupo Baiões/Santa Luzia: (1) uma ponta de lança do Castro da Senhora das Necessidades (Sernancelhe). *O Arqueólogo Português*. Lisboa. 4.ª série. 22, p. 319-332.

- 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.
- SILVA, A. C. (1986) - *A cultura castreja no Noroeste de Portugal*. Paços de Ferreira: Câmara Municipal.
- SILVA, A. C.; SILVA, C. T. da; LOPES, A. B. (1984) - Depósito fundidor do final da Idade do Bronze do castro de Senhora da Guia (Baiões, S. Pedro do Sul). *Lucerna (Homenagem a D. Domingos de Pinho Brandão)*. Porto, p. 73-95.
- SOARES, A. M. M. (1994) - Descoberta de um povoado do Neolítico junto à igreja velha de S. Jorge (Vila Verde de Ficalho, Serpa). *Vipasca*. Aljustrel. 3, p. 41-49.
- SOUSA, A. C.; VALÉRIO, P.; ARAÚJO, M. F. (2004) - Metalurgia antiga do Penedo do Lexim (Maфра): Calcolítico e Idade do Bronze. *Revista Portuguesa de Arqueologia*. Lisboa. 7:2, p. 97-117.
- STANKIEWICZ, W.; FUDAL, A.; WOJTOWICZ, M. (1983) - The surface geometrical structure effect in X-ray-fluorescence analysis of metallic samples. *X-Ray Spectrometry*. Chichester. 12, p. 92-96.
- TATE, J. (1986) - Some problems in analysing museum material by nondestructive surface sensitive techniques. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*. Amsterdam. 14, p. 20-23.
- TYLECOTE, R. F.; GHAZNAVI, H. A.; BOYDELL, P. J. (1977) - Partitioning of trace elements between the ores, fluxes, slags and metal during the smelting of copper. *Journal of Archaeological Science*. Amsterdam. 4, p. 305-333.
- VALÉRIO, P. (2005) - *Caracterização química de produções metalúrgicas do Castro da Senhora da Guia de Baiões (Bronze Final)*. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- VALÉRIO, P.; ARAÚJO, M. F.; SENNA-MARTINEZ, J. C.; VAZ, J. L. I. (2005) - Non-invasive EDXRF analysis of artefacts from Baiões/Santa Luzia Late Bronze Age metallurgy. In *Proceedings of International Conference Metallurgy - a Touchstone for Cross-Cultural Interaction*. London: British Museum, p. 124.
- VILAÇA, R. (1990) - Broche a rôtir articulée de Cachouça (Idanha-a-Nova, Castelo Branco, Portugal). *Bulletin de la Société Préhistorique Française*. Paris. 87:6, p. 167-169.
- VILAÇA, R. (1992) - Comentário à evolução da cultura Castreja. *Conimbriga*. Coimbra. 31, p. 74-82.
- VILAÇA, R. (1995) - *Aspectos do Povoamento da Beira Interior (Centro e Sul) nos Finais da Idade do Bronze*. Lisboa: IPPAR.
- 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.
- VILAÇA, R.; CRUZ, D. (1995) - Canedotes (Vila Nova de Paiva, Viseu): povoado pré-histórico do Bronze Final. *Estudos Pré-Históricos*. Viseu. 3, p. 225-261.
- WALKER, R. (1980) - Corrosion and preservation of bronze artifacts. *Journal of Chemical Education*. Washington. 4, p. 277-280.