

Conteúdo paleontológico e identificação da proveniência de sílex de materiais arqueológicos calcolíticos do “Castro” do Zambujal (Torres Vedras, Portugal)

Palaeontological content and identification of flint provenance of archaeological materials from the Chalcolithic walled settlement of Zambujal (Torres Vedras, Portugal)

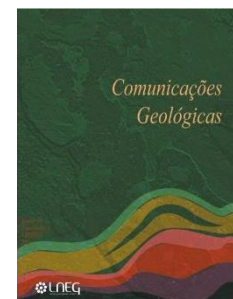
P. Jordão^{1,2*}, N. L. Pimentel^{1,2}

DOI: <https://doi.org/10.34637/84q9-vz83>

Recebido em 03/05/2021 / Aceite em 27/07/2021

Publicado online em maio de 2022

© 2021 LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia IP



Artigo original
Original article

Resumo: A paleontologia tem sido uma ferramenta poderosa nos estudos de proveniência de matérias-primas arqueológicas. A identificação do conteúdo paleontológico a três escalas (macro-, meso- e microscópica) contribui para a interpretação do ambiente deposicional. No estudo de proveniência dos materiais líticos do “Castro do Zambujal” (Torres Vedras, Portugal), foi recolhido sílex atribuído ao Cretácico (Cenomaniano) marinho e sílex atribuído ao Paleogénico continental. Nas amostras do Cenomaniano de Torres Vedras e de Sintra (30 km a sul) observaram-se texturas *mudstone* semelhantes, pobres em bioclastos, ao contrário das texturas *wackestone/packstone* de Lisboa (40 km a sul). No sílex do Paleogénico de Torres Vedras, texturas com rizoconcreções sugerem condições mais palustres, do que em Alenquer (20 km para Este) cujas texturas peloidais indiciam eventualmente um ambiente mais lacustre. Estudos petroarqueológicos apontaram para um abastecimento predominante em sílex do Cenomaniano (77%) e, em menor quantidade, do Paleogénico (23%). Esta abordagem contribuiu para detectar as rotas de mobilidade dessas comunidades há cerca de 5000 anos.

Palavras-chave: Petroarqueologia, Micropaleontologia, Sílex, Calcolítico, Proveniência

Abstract: Palaeontology has been a powerful tool in provenance studies of archaeological raw materials. The identification of the paleontological content at three scales (macro-, meso- and microscopic) may lead to a quick association to the depositional environment. For provenance analysis of the lithics from the Chalcolithic “Castro do Zambujal” (Torres Vedras, Portugal), Cretaceous (Cenomanian) marine and Tertiary (Paleogene) continental flints were collected. The Cenomanian samples from Torres Vedras and Sintra (30 km to the South) present similar *mudstone* textures with a few bioclasts, unlike the *wackestone/packstone* textures from Lisboa (40 km to the South). The Paleogene flints from Torres Vedras showed silicified rhizoconcretions, pointing to palustrine conditions, whereas in Alenquer (20 km to the East) the more peloidal textures eventually suggest a more lacustrine environment. Petroarchaeological studies indicated to a predominance of Cenomanian marine (77%) over Paleogene lacustrine (23%) provenance. This approach contributed to understand the mobility of those communities, around 5000 years ago.

Keywords: Petroarchaeology, Micropalaeontology, Flint, Chalcolithic, Provenance

² IDL - Instituto Dom Luiz, FCUL, Universidade de Lisboa, Campo Grande, 1749-016 Lisboa, Portugal.

* Autor correspondente/Corresponding author: pajordao@fc.ul.pt

1. Introdução

Nos estudos de proveniência de matérias-primas líticas utilizadas pelas comunidades humanas, em particular na caracterização de rochas siliciosas, são frequentemente utilizados métodos da geologia. A caracterização petrográfica, mineralógica e geoquímica integra o protocolo petroarqueológico de análise, que é aplicado tanto aos materiais arqueológicos como às rochas das potenciais áreas-fonte de aprovisionamento, com o objectivo de tentar estabelecer uma correlação entre ambos. No caso do sílex, a descrição petrográfica em três escalas (macro-, meso- e microscópica), constitui a base para a identificação dos diferentes tipos genéticos. O conhecimento dos elementos figurados fósseis (bioclastos) e das texturas deposicionais contribui em grande medida para a interpretação dos paleoambientes e também do tipo de génese correspondente (nomeadamente eventuais processos diagenéticos envolvidos).

A caracterização e identificação do conteúdo paleontológico é uma abordagem clássica para caracterizar os meios de formação e a cronologia das rochas sedimentares. Para distinguir a idade e fácies do sílex de uma mesma região, o método foi aplicado pela primeira vez por G. Deflandre (1936, 1935). Mais tarde seria utilizado em estudos de proveniência por L. Valensi (1955) na caracterização do sílex de Grand-Pressigny, em França. Recentemente, M. Mauger (1985, 1984) desenvolveu um estudo sistemático de proveniência dos materiais siliciosos utilizados pelas populações do Paleolítico superior da Bacia de Paris, no qual a análise do conteúdo micropaleontológico, em particular de dinoflagelados, foi determinante para distinguir entre sílex do Cretácico e do Terciário. A partir dos anos 80, o estudo do conteúdo paleontológico do sílex passa a fazer parte integrante da metodologia petroarqueológica nos estudos de proveniência, através da determinação de fácies e de microfácies comparadas

¹ Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Campo Grande, 1749-016 Lisboa, Portugal.

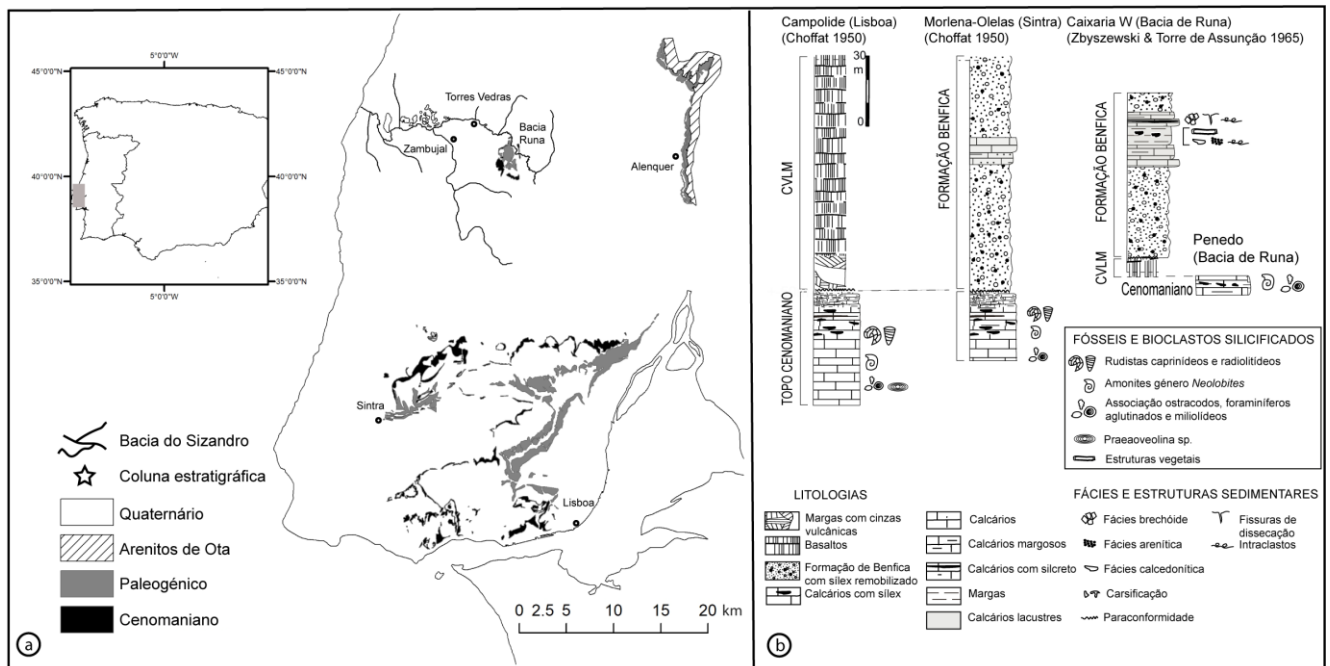


Figura 1. (a) Mapa de localização do Zambujal com as principais áreas-fonte locais (Torres Vedras) e regionais (Sintra e Lisboa) de sílex; (b) colunas estratigráficas simplificadas do topo do Cenomaniano-Paleogénico na região de Lisboa- Torres Vedras Sintra: afloramentos de Campolide (Lisboa), Morlena-Olelas (Sintra), Caixaria W e Penedo (bacia de Runa, Torres Vedras).

Figure 1. (a) Map of the Zambujal's location with the main local (Torres Vedras) and regional (Sintra and Lisboa) source-areas; (b) simplified stratigraphic columns of the top Cenomanian-Paleogene in Lisboa region: outcrop of Campolide (Lisboa), Morlena-Olelas (Sintra), Caixaria W and Penedo (Runa basin, Torres Vedras).

entre sílex geológico e arqueológico. Mais recentemente, em estudos de proveniência de matérias-primas líticas na Pré-história recente do Sul da Península Ibérica, a caracterização de marcas de icnofósseis permitiu correlacionar chertes com as respectivas áreas-fonte de aprovisionamento (Rodríguez-Tovar *et al.*, 2010). O presente trabalho salienta a importância da identificação do conteúdo paleontológico para distinguir tipos de sílex e facilitar a sua atribuição estratigráfica. A classificação das matérias-primas do registo arqueológico e a correlação com as respectivas áreas de abastecimento constituem ferramentas fundamentais para o estudo do território e da circulação de pessoas e bens, em particular no Calcolítico, com tem vindo a ser salientado por diversos autores (Bartelheim e Bueno Ramírez, 2017; Fábregas Valcarce e Rodríguez Rellán, 2008).

O termo "sílex", empregue ao longo do texto, é aqui entendido como a matéria-prima siliciosa utilizada em artefactos arqueológicos, independentemente do seu ambiente de sedimentação e modo de ocorrência (Carvalho, 2005). No estudo que temos vindo a desenvolver acerca da proveniência e mobilidade de sílex da indústria lítica do povoado calcolítico do Zambujal (Torres Vedras, Portugal), foi observado sílex de génese muito heterogénea, tanto de ambiente marinho como de ambiente continental (Jordão, 2017; Jordão e Pimentel, 2017). Este material ocorre em formações mesozoicas locais, na bacia do Sizandro, mas também regionais, na zona de Lisboa, Sintra e Alenquer (Jordão e Pimentel, 2019a, 2019b). Nesta análise mostra-se como a existência de bioclastos, visíveis em amostra de mão ou com o auxílio de lupa binocular, permite alargar a atribuição litoestratigráfica a praticamente todo o conjunto dos materiais arqueológicos, mediante um protocolo de análise não destrutivo.

2. Enquadramento arqueológico

O povoado calcolítico do Zambujal, localmente conhecido por "Castro do Zambujal", localiza-se a cerca de 3km para oeste de Torres Vedras (Estremadura portuguesa), no extremo de um esporão rochoso, elevando-se na margem direita da ribeira de Pedrulhos, pequeno afluente do rio Sizandro (Fig. 1a). Esta fortificação tem uma ocupação campaniforme das mais antigas da Europa (Müller e Willigen, 2001), com inícios no 3º milénio a.n.e. e abandono na primeira metade do 2º milénio a.n.e., por volta de 1700 BC (Kunst e Lütz, 2008). Insere-se numa complexa rede de trocas em articulação com o Sul do actual território português, através da importação de cobre para fundição local (Kunst, 1995; Müller *et al.*, 2007) e de anfibolito (Lillios, 1997), e integra circuitos mais alargados, como testemunha a ocorrência de marfim (Kunst, 1995; Schuhmacher, 2017) e de sílex oolítico (publicação em preparação pelos autores). A abundante indústria de pedra lascada em sílex (Uerpmann e Uerpmann, 2003; Uerpmann, 1995) teria uma componente importante de aquisição local e regional directa da matéria-prima, num território com uma extensão de cerca de 40km, para produção de lascas e lamelas para utensilagem doméstica (Jordão e Pimentel, 2021). As lâminas e algumas peças foliáceas (foliáceos ovoides, punhais), de debitage não local, parecem ter uma origem regional (publicação em preparação pelos autores).

3. Contexto geológico

O contexto geológico local é constituído por formações do Meso-Cenozoico com silicificações de diferentes origens, tanto marinhas

como continentais. Na bacia de Runa ocorrem nódulos e níveis de sílex em calcários do Cenomaniano, integrados na formação de Bica (Rey *et al.*, 2006), mas também silcretos de fácies brechóide e calcedonítica nos calcários do Paleogénico da Formação de Benfica (Zbyszewski, 1963). Ambos os tipos de sílex encontram-se disponíveis, em deposição secundária, nas formações detríticas dos terraços quaternários do Rio Sizandro, a cerca de 1km do Zambujal (Fig. 1b).

As referidas formações do Mesozoico afloram também mais a Sul, até ao estuário do Tejo, e para Norte, até à Nazaré, em faixas que correspondem às margens recifais do sector central da Bacia Lusitânica. Na região de Lisboa, Loures e Sintra sobrepõem-se-lhes os níveis areno-conglomeráticos da Formação de Benfica, por vezes contendo clastos de sílex do Cenomaniano (Fig. 1b). Na zona de Alenquer os "Calcários da Quinta da Marquesa" (Azerêdo e Carvalho, 1986) do Oligocénico, correlativos dos calcários de Runa, apresentam também silicificações que, nos Arenitos de Ota (Barbosa, 1995), do início do Miocénico, aparecem sob a forma de clastos.

4. Metodologia

As amostras seleccionadas neste estudo fazem parte do conjunto de 52 amostras geológicas recolhidas em áreas-fonte locais - até 10km do Zambujal - e regionais até 40km (Sintra, Alenquer e Lisboa). Os 25 materiais arqueológicos analisados foram seleccionados a partir de uma amostra aleatória de artefactos talhados no próprio sítio arqueológico ($n = 1200$): núcleos, lascas corticais, lascas não corticais (10%), lamelas (50%), material de preparação e resíduos de talhe (10%) (Tab. 1).

Tabela 1. Inventário do material arqueológico de pedra lascada recolhido no Zambujal entre 1964-1979 por categoria techno-tipológica, com indicação dos valores totais e da amostra seleccionada neste estudo (excluindo-se as lâminas, o material retocado e os esboços/pré-formas, indicado nas células a cinzento).

Table 1. Inventory of the flaked stone archaeological material from Zambujal recovered between 1964-1979 by techno-typological category, with both total and sampled values (except the blades, the retouched material and preforms, indicated in gray cells).

Categorias techno-tipológicas		Total	Amostra
Núcleos	para lascas	113	113
	para lamelas	102	102
	Geral/Fragmentos	89	89
Produtos	Lascas corticais	339	339
	lascas não corticais	2142	214
	Lamelas	610	305
	Lâminas	509	
Material de Preparação e reavivamento		195	20
Resíduos	Restos talhe, esquirolas	352	35
Material retocado	Utensilagem geral	808	
	Foliáceos	287	
	Pontas de seta	916	
	Modificados	8	
Esboços/Pré-formas	Utensilagem geral	498	
	Foliáceos	6	
	Pontas de seta	20	
TOTAL		6994	1217

A matéria-prima da amostra das diversas categorias tecnológicas foi observada macro- e mesoscopicamente e, posteriormente, definidas microfácies para caracterização petrográfica em lâmina delgada. Na observação meso- e microscópica não invasiva dos materiais arqueológicos e geológicos foi utilizada uma lupa binocular Motic SMZ-140, com aumentos até 40x. As lâminas delgadas foram observadas através de um microscópio petrográfico Leitz Laborlux 12 Pol, com um aumento ocular de 10x e objectivas de 4x e 10x. Foi seguida a classificação composicional de Folk (1959) e textural de Dunham (1962).

5. Microfácies e micropaleontologia das amostras geológicas

A bacia do rio Sizandro é uma área-fonte de abastecimento em sílex, proveniente dos afloramentos primários do Cenomaniano e do Paleogénico da bacia de Runa e, cerca de 7km a jusante, também dos terraços fluviais quaternários (Jordão e Pimentel, 2019).

As diferenças genéticas do material silicioso reconhecem-se, a nível macroscópico, entre sílex marinho e sílex continental de fácies brechóide e arenítica. Pelo contrário, as fácies calcedoníticas do Paleogénico podem ser difíceis de distinguir do sílex do Cenomaniano, quer ao nível da cor e aspecto das superfícies, quer pela estrutura micro- a criptocristalina que se observa em lâmina delgada. No entanto, a presença de elementos figurados característicos de determinado ambiente de deposição, em particular o conteúdo paleontológico, permite classificar os dois tipos de matéria-prima. Nas microfácies do sílex do Paleogénico de Torres Vedras, entre os elementos figurados (mineroclastos, litoclastos), observam-se fragmentos de estruturas vegetais silicificadas, provavelmente *microcodium*, característicos em calcretos e crostas carbonatadas (e.g. Alonso-Zarza *et al.*, 1998; Kosir, 2004). Algumas destas estruturas com cerca de 0.5mm, também visíveis à lupa binocular parecem corresponder a fragmentos de raízes (Fig. 2a-b). No sílex marinho do Cenomaniano de Torres Vedras observam-se texturas semelhantes às dos calcários micríticos formados em ambiente marinho, de plataforma aberta, que contêm amonites e foraminíferos planctónicos, em que predominam espécies e associações de natureza infra-litoral, como bivalves e gastrópodes (Callapez, 1998) que, no Cretácico superior da região de Runa e Lisboa-Sintra compreendem também fácies recifais e perirecifais (Rey *et al.*, 2006), com presença de espécies de *Praealveolina* características Cenomaniano superior (Calonge *et al.*, 2002).

Em Torres Vedras o sílex apresenta microfácies microcristalina (*mudstone*), com pelóides, e um conteúdo micropaleontológico por vezes difícil de identificar, com associações de ostracodos, gastrópodes, espículas de equinodermes, fragmentos de algas calcárias e foraminíferos (Jordão e Pimentel, 2019b) (Fig. 2f-i).

A nível regional, as amostras de sílex proveniente de Alenquer, com microfácies lacustres, *mudstone* com pelóides, próximas dos calcários de Quinta da Marquesa (Azerêdo e Carvalho, 1986) são correlativas das do Paleogénico de Runa, com fácies similares, brechóides, de ambiente provavelmente mais lacustre, com rizoconcreções, písólitos e oóides (Jordão e Pimentel, 2021). Nas silicificações do Cenomaniano que ocorrem em Sintra, as microfácies *mud-* a *wackestone* são semelhantes às de Torres Vedras, embora com uma textura mais fina, micro- a criptocristalina, na qual se distinguem melhor os elementos figurados (Fig. 2j-l). As amostras de sílex dos calcários da Formação de Bica, em Lisboa, com matriz micro- a criptocristalina, e texturas *wacke-* a *packstone*, apresentam um conteúdo micropaleontológico mais diversificado, com

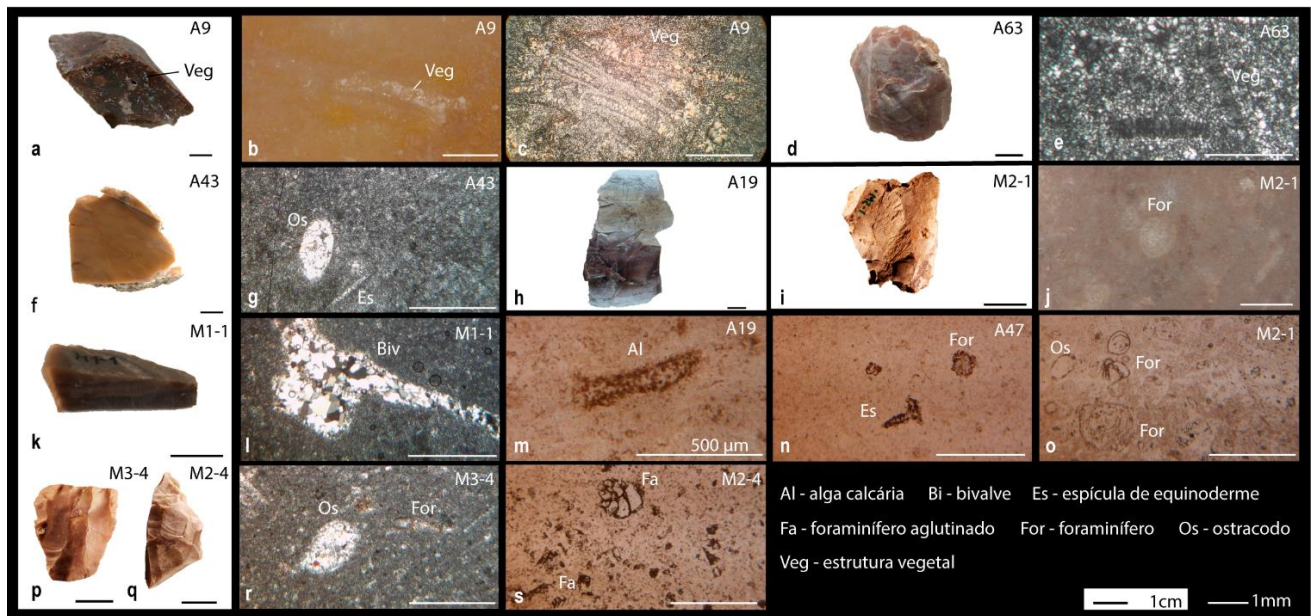


Figure 2. Microfácies e micropaleontologia de amostras de sílex do Paleogénico e do Cenomaniano. (a) clasto de sílex do Paleogénico de fácies calcedónica; (b) fragmento de estrutura vegetal silicificada; (c) estruturas vegetais preenchidas com quartzo macrocristalino (nc); (d) núcleo de sílex do Paleogénico; (e) fragmentos de estruturas vegetais preenchidas com quartzo fibroso; (f),(g) fragmento de clasto de sílex do Cenomaniano de Torres Vedras/textura mudstone; (h),(m) fragmento de sílex do Cenomaniano de Torres Vedras/textura mudstone (np); (i),(j),(o) lasca de sílex do Cenomaniano/associação de bioclastos vista à lupa binocular/ textura wacke- a packstone; (k),(l) fragmento de lasca/textura mudstone (nc); (n) textura mudstone no sílex de Negrais, Sintra; (p),(r) lasca de sílex do Cenomaniano/textura mud- a wackestone (nc); (q),(s) fragmento de lasca retocada/textura wackestone (np).

Figure 2. Microfácies and micropaleontology of both Palaeogene and Cenomanian flint samples. (a) clast of flint with chalcedonic facies from Palaeogene; (b) fragment of silicified vegetal structure; (c) vegetal structures filled with quartz macrocrystalline (cpl); (d) Palaeogene flint core; e- fragments of vegetal structures filled with fibrous quartz; (f),(g) fragment of clast from Torres Vedras Cenomanian flint / mudstone texture; (h),(m) fragment of Torres Vedras Cenomanian flint/textura mudstone (ppl); (i),(j),(o) flake from Cenomanian flint/ bioclastic assemblage (magnifying glass view)/ wacke- to packstone texture; (k),(l) fragment of flake/ mudstone texture (cpl); (n) mudstone texture of Negrais flint, Sintra; (p),(r) flake from Cenomanian flint/mud- to wackestone texture (ppl); (q),(s) fragment of retouched flake; wackestone texture (ppl).

associações de bivalves, gastrópodes, ostracodos e formaminíferos miliólídeos e do género *Praealveolina* (Leitão *et al.*, 2019).

6. Microfácies e micropaleontologia das amostras arqueológicas

As silicificações continentais do Paleogénico e o sílex marinho do Cenomaniano foram observadas nas amostras recolhidas em contexto arqueológico. No sílex do Paleogénico predominam as fácies calcedónicas nas quais é possível observar, por vezes, fragmentos de estruturas vegetais, provavelmente microcodium silicificados (Fig. 2e). Ocorrem também microfácies parcialmente carbonatadas, de textura mudstone estruturada em agregados pisolíticos e oolíticos, de natureza pedogenética, com alguma porosidade e presença de extraclastos.

O segundo e principal grupo de silicificações corresponde ao sílex marinho. Nas microfácies de textura mudstone, embora pobres em conteúdo micropaleontológico, reconhecem-se bioclastos de bivalves, ostracodos, foraminíferos e espículas de equinodermes (Fig. 2k, o). Também se observaram microfácies wacke- a packstone, com um conteúdo micropaleontológico mais diversificado, com associação de bivalves, gastrópodes, ostracodos, foraminíferos bentónicos aglutinados e porcelanosos (Fig. 2p, s).

7. Discussão

Após o estudo das microfácies das amostras de material arqueológico, nomeadamente do seu conteúdo

micropaleontológico, alguns destes elementos, também reconhecidos com auxílio de lupa binocular, foram determinantes para a classificação do sílex. No que respeita ao sílex do Paleogénico, a identificação de estruturas vegetais nas fácies calcedónicas contribuiu para a sua correlação com o sílex do Paleogénico da bacia do Sizandro. As fácies peloidais dos silcretos de Alenquer não foram observadas no sílex do Zambujal. As silicificações do Paleogénico de Torres Vedras, identificadas em 23% dos artefactos, teriam sido recolhidas directamente pelas comunidades do Zambujal, que recorreram às fácies calcedónicas de estrutura mais fina, micro- a cryptocristalina, com superfícies lisas, fractura conchoidal perfeita, para fabrico de suportes lamelares com nervuras bastante regulares. As fácies brechóides, com uma superfície e estrutura mais grosseira, foram direccionadas para o fabrico de lascas de debitage expedida (Jordão e Pimentel, 2021).

Relativamente às microfácies associadas ao Cenomaniano, com texturas mud- a wackestone, pobres em bioclastos, a sua correlação com as amostras das áreas-fonte locais (Torres Vedras) e regionais (Sintra e Lisboa) revelou-se inconclusiva, em cerca de 40% do material arqueológico estudado. Porém, nas amostras onde se observam microfácies wacke- a packstone, com um conteúdo micropaleontológico mais diversificado, a probabilidade de correlação com o referencial geológico é mais elevada. Destacam-se as associações de ostracodos e foraminíferos bentónicos aglutinados (Fig. 2o-p, r-s), sobretudo texturizados que, em termos gerais, indicam um ambiente mais confinado de laguna ou estuário, com maior proximidade continental (Culver, 1996). Estas associações ocorrem nas amostras de sílex da Formação de Bica,

em Lisboa, recolhidas em posição primária nos afloramentos calcários (Leitão *et al.*, 2019, 2017). Alguns materiais arqueológicos, cuja matéria-prima foi associada a esta Formação, conservam ainda um córtex rolado e ferruginizado, o que sugere a sua recolha em formações detríticas do Cenozóico, que ocorrem a cerca de 30-40 km a Sul do sítio arqueológico. Salienta-se que o sílex associado ao Cenomaniano de Lisboa se encontra presente em cerca de 34% dos materiais arqueológicos, sugerindo que poderá ter sido a população do Zambujal a recolher directamente esses pequenos clastos com cerca de 5x5 cm, para a produção de suportes (lascas e lamelas) de utensílios (Jordão e Pimentel, 2021).

8. Conclusões

Durante o Calcolítico, as comunidades que se localizam junto de áreas-fonte de sílex, utilizam normalmente apenas os recursos mais próximos para o fabrico de lascas e de lamelas – base da utensilagem doméstica (Rodríguez Rellán *et al.*, 2011) - excluindo-se aqui os artefactos cujas fases de produção se encontram ausentes do registo arqueológico (lâminas e peças foliáceas). Os jaspes e os quartzos parecem ter substituído o sílex no fabrico de artefactos em povoados com um contexto geológico regional onde esta matéria-prima é escassa, como é o caso de São Pedro (Redondo), na Zona de Ossa-Morena (Mataloto *et al.*, 2017), no sul de Portugal. Porém, no caso do Zambujal, o critério da proximidade parece não ter sido determinante no abastecimento em sílex, pois apesar da sua ocorrência a nível local, a recolha preferencial desta matéria-prima terá sido feita bastante mais longe.

Este estudo permitiu alargar as hipóteses acerca da área de exploração de recursos líticos dos povoados durante o Calcolítico, ao apontar para um “território visitado” (Furestier, 2005) com uma dimensão mais ampla e regional, na ordem dos 40km, incluindo os calcários a Norte de Lisboa (Loures – Caneças – Olelas) e de Lisboa ocidental (Monsanto e Vale de Alcântara).

Agradecimentos

Os autores agradecem à Prof. Ana Azerêdo pelas sugestões na revisão de alguns conteúdos, bem como aos revisores Rodrigo Villalobos García e Pedro Proença e Cunha, cujas observações contribuíram para melhorar o trabalho final.

References

- Alonso-Zarza, A. M., Sanz, M. E., Calvo, J. P., Estévez, P., 1998. Calcified root cells in Miocene pedogenic carbonates of the Madrid Basin: evidence for the origin of *Microcodium* b. *Sedimentary Geology*, **116**: 81-97. [https://doi.org/10.1016/S0037-0738\(97\)00077-8](https://doi.org/10.1016/S0037-0738(97)00077-8)
- Azerêdo, A. C., Carvalho, A. M. G. de, 1986. Novos elementos sobre o Paleogénico carbonatado dos arredores de Lisboa. *Com. Serv. Geol. Portugal*, **72(1/2)**: 111–118.
- Barbosa, B., 1995. *Alostratigrafia e Litostratigrafia das Unidades Continentais da Bacia Terciária do Tejo. Relações com o eustatismo e a tectónica*. Unpublished PhD Thesis, Universidade de Lisboa, 253 p.
- Bartelheim, M., Bueno Ramírez, P., 2017. Resource use and sociocultural dynamics in the Chalcolithic of the Iberian Peninsula. An introduction and synthesis. In: Bartelheim, M., Bueno Ramírez, P., Kunst, M. (Eds.), *Key Resources and Socio-Cultural Developments in the Iberian Chalcolithic*. RessourcenKulturen. Eberhard Karls Universität Tübingen, Tübingen Library Publishing, Tübingen, 7-15.
- Callapez, P., 1998. *Estratigrafia e Paleobiologia do Cenomaniano-Turoniano. O significado do eixo da Nazaré-Leiria-Pombal*. Unpublished PhD Thesis, Universidade de Coimbra, 491 p.
- Calonge, A., Caus, E., Bernaus, J. M., Aguilar, M., 2002. *Praealveolina* (Foraminifera) species: a tool to date Cenomanian platform sediments. *Micropaleontology*, **48**: 53-66. [https://doi.org/10.1661/0026-2803\(2002\)048\[0053:PFSATT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1661/0026-2803(2002)048[0053:PFSATT]2.0.CO;2)
- Carvalho, A. G. de, 2005. *Geologia sedimentar: volume 3: rochas sedimentares*. Âncora Editora, Lisboa, 332.
- Choffat, P., 1950. Géologie du Cenozoïque du Portugal. *Com. Serv. Geol. Portugal*, **30** (suppl.): 1-182.
- Culver, S. J., 1996. Interpreting Paleoenvironments with Microfossils. *The Paleontological Society Papers*, **2**: 283-293. <https://doi.org/10.1017/S10893326000334X>
- Deflandre, G., 1936. Isolement et coloration in vitro de certains des microfossiles des silex. *Bul. Soc. Franç. Microscopie*, **5**: 76-79.
- Deflandre, G., 1935. Technique micropaléontologique appliquée à l'étude des silex. *Bul. Soc. Franç. Microscopie*, **4**: 104-111.
- Fábregas Valcarce, R., Rodríguez Rellán, C., 2008. Gestión del cuarzo y la pizarra en el Calcolítico Peninsular: el “santuario” de El Pedroso (Trabajos de Aliste, Zamora). *Trabajos de Prehistoria*, **65**: 125-142.
- Furestier, R., 2005. *Les industries lithiques campaniformes du sud-est de la France*. Unpublished PhD Thesis, Université Provence - Aix-Marseille I, Aix-en-Provence, 349 p.
- Jordão, P., 2017. Armas de guerra ou de caça? Funcionalidade e proveniência das pontas de seta do Zambujal (Torres Vedras, Portugal). *Jour. Lithic Studies*, **4**: 103-125. <https://doi.org/10.2218/jls.v4i3.1760>
- Jordão, P., Pimentel, N., 2021. Flint sources and mobility at the Chalcolithic (3500-2200 BCE) settlement of Zambujal (Portugal). *Geoarchaeology*, 1-22. <https://doi.org/10.1002/gea.21885>
- Jordão, P., Pimentel, N., 2019a. Os terraços quaternários do rio Sizandro (Torres Vedras): caracterização de uma área-fonte de sílex. *Geonovas*, **32**: 93-106.
- Jordão, P., Pimentel, N., 2019b. O potencial dos terraços do rio Sizandro para o provisionamento em sílex na Pré-história da Estremadura. In: Senna-Martinez, J. C., Martins, A. C., Caessa, A., Marques, A., Cameira, I. (Eds.), *Extraír e Produzir...Dos Primeiros Artefactos à Industrialização*, Fragmentos de Arqueologia de Lisboa, Lisboa, 45-55.
- Jordão, P., Pimentel, N., 2017. The Zambujal arrowheads: a petroarchaeological approach to the provenance determination of flint. In: Pereira, T., Terradas, X., Bicho, N.F. (Eds.), *The Exploitation of Raw Materials in Prehistory: Sourcing, Processing and Distribution*, Cambridge Scholars Publishing, 174-190.
- Kosir, A., 2004. *Microcodium Revisited: Root Calcification Products of Terrestrial Plants on Carbonate-Rich Substrates*. *Journal of Sedimentary Research*, **74**, 845–857. <https://doi.org/10.1306/040404740845>
- Kunst, M., 1995. Cerâmica do Zambujal – novos resultados para a cronologia da cerâmica calcolítica. In: Kunst, M. (Ed.), *Origens, Estruturas e Relações Das Culturas Calcolíticas Da Península Ibérica*, Trabalhos de Arqueologia 7, Torres Vedras, 21-29.
- Kunst, M., Lütz, N., 2008. Zambujal (Torres Vedras, Portugal). Zur Präzision der absoluten chronologie durch die untersuchungen an der vierten befestigungslinie. *Madrider Mitteilungen*, **49**: 29-62.
- Leitão, E., Didelet, C., Cardoso, G., 2017. As galerias de mineração de sílex de campolide e o seu contexto europeu. Comparações e análise. In: *A Arqueologia Em Portugal 2017 - Estado Da Questão*. Associação dos arqueólogos Portugueses, 575–579.
- Leitão, E., Pimentel, N., Didelet, C., Mourão, C., Luz, N., Cardoso, G., 2019. Identificação e análise preliminar dos sílex da área oeste do município de lisboa. In: Senna-Martinez, J. C., Martins, A. C., Caessa, A., Marques, A., Cameira, I. (Eds.), *Extraír e Produzir...Dos Primeiros Artefactos à Industrialização*, Fragmentos de Arqueologia de Lisboa, Lisboa, 35-44.
- Lillios, K. T., 1997. Amphibolite tools of the Portuguese Copper Age (3000–2000 B.C.): A geoarchaeological approach to prehistoric economics and symbolism. *Geoarchaeology*, **12**: 137-163. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1520-6548\(199703\)12:2<137::AID-GEA3>3.0.CO;2-5](https://doi.org/10.1002/(SICI)1520-6548(199703)12:2<137::AID-GEA3>3.0.CO;2-5)
- Mataloto, R., Costeira, C., Nukushina, D., 2017. Local Shop for Local People Resource Management During the 3rd Millennium BCE at São Pedro (Redondo, Portugal). In: Bartelheim, M., Bueno Ramírez, P.,

- Kunst, M. (Eds.), *Key Resources and Socio-Cultural Developments in the Iberian Chalcolithic*, RessourcenKulturen. Eberhard Karls Universität Tübingen, Tübingen Library Publishing, Tübingen, 143-166.
- Mauger, M., 1984. L'apport des microfossiles dans l'identification des silex. Exemple du Magdalénien de l'Ile-de-France. *Bul. Soc. préhist. française*, **81**: 216–220. <https://doi.org/10.3406/bspf.1984.8636>
- Mauger, M., 1985. *Les matériaux siliceux utilisés au Paléolithique supérieur en Ile-de-France*. Unpublished PhD Thesis, Université de Paris 1, 294 p.
- Müller, J., Willigen, S. van, 2001. New radiocarbon evidence for european Bell Beakers and the consequences for the diffusion of the Bell Beaker Phenomenon. In: Nicolis, F. (Ed.), *Bell Beakers Today. Pottery People, Culture, Symbols in Prehistoric Europe*. Proceedings of the International Colloquium Riva Del Garda, Trento, Italy, 59-80.
- Müller, R., Goldenberg, G., Bartelheim, M., Kunst, M., Pernicka, E., 2007. Zambujal and the beginnings of metallurgy in southern Portugal. In: La Niece, S., Hook, D.R., Craddock, P., British Museum (Eds.), *Metals and Mines: Studies in Archaeometallurgy; Selected Papers from the Conference Metallurgy: A Touchstone of Cross-Cultural Interaction*, Archetype, London, 15-26.
- Rey, J., Dinis, J. L., Callapez, P., Cunha, P. P., 2006. *Da rotura continental à margem passiva. Composição e evolução do Cretácico de Portugal. Cadernos de Geologia de Portugal*, INETI, Lisboa, 75.
- Rodríguez Rellán, C., Lombera Hermida, A., Fábregas Valcarce, R., 2011. El Sílex durante la Prehistoria Reciente del NO de la Península Ibérica. In: Gibaja Bao, J. F., Terradas, X., Clop, X. (Eds.), *Les Grans Fulles de Sílex. Europa al Final de La Prehistòria*. Monografies del M.A.C., Barcelona, 69-74.
- Rodríguez-Tovar, F. J., Morgado, A., Lozano, J. A., 2010. Using ichnofossils to characterize chert tools: A preliminary study from Southern Iberia. *Geoarchaeology*, **25** (4): 514-526. <https://doi.org/10.1002/geo.20317>
- Schuhmacher, T., 2017. Ivory exchange networks in the Chalcolithic of the Western Mediterranean. In: Bartelheim, M., Bueno Ramírez, P., Kunst, M. (Eds.), *Key Resources and Socio-Cultural Developments in the Iberian Chalcolithic* Key Resources and Sociocultural Developments in the Iberian Chalcolithic, RessourcenKulturen Band 6, Tübingen, 291-312.
- Uerpman, H. -P., Uerpman, M., 2003. *Zambujal. Die Stein-und Beinartefakte aus den Grabungen 1964 bis 1973*. Madrider Beiträge, 5, Zambujal 4, Philipp von Zabern, Mainz, 322.
- Uerpman, M., 1995. A indústria da pedra lascada do Zambujal – alguns resultados. In: Kunst, M. (Ed.), *Origens, Estruturas e Relações Das Culturas Calcolíticas da Península Ibérica*. Trabalhos de Arqueologia 7, Torres Vedras, 37-43.
- Valensi, L., 1955. Etude micropaléontologique des silex du magdalénien de Saint-Amand (Cher). *Bul. Soc. préhist. française*, **52**: 584-596. <https://doi.org/10.3406/bspf.1955.3263>
- Zbyszewski, G., 1963. *Carta geológica dos arredores de Lisboa na escala 1/50 000. Notícia explicativa da folha 4*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 93.