

al.mada

ARQUEOLOGIA • PATRIMÓNIO • HISTÓRIA LOCAL

ESPECIAL Pág. 57

A ARQUEOLOGIA E AS OUTRAS CIÊNCIAS

O SÍTIO ROMANO DA COMENDA Pág. 7

O NEOLÍTICO E AS ORIGENS DO MEGALITISMO Pág. 29

OLARIAS DE LOUÇA E AZULEJO DE SANTOS-O-VELHO Pág. 155

Pág. 169

REGIMENTO PARA
A ADMINISTRAÇÃO DO CONCELHO DE ALMADA (1771)

ABSTRACT

Principles and methods of Geoaerchaeology and its practice in Portugal as a geological methodology applicable to archaeological places and materials. It provides information on paleoenvironmental evolution facilitating the integration of results in a vaster regional economical context.

Emphasizing the importance of Geoaerchaeology as a multidisciplinary domain *per se*, the author supports the idea that an open discussion of results would provide insights into a social and cultural dimension of the research.

RÉSUMÉ

Les bases et les méthodes de la Géoaerchéologie et sa pratique au Portugal en tant que méthode géologique applicable à des sites ou des matériaux archéologiques, donnant des informations sur l'évolution paléoenvironnementale et facilitant son insertion dans des contextes économiques régionaux.

Considérant ce domaine comme étant naturellement pluridisciplinaire, l'auteur insiste sur les avantages d'une analyse plus ouverte des résultats, de manière à rétablir sa dimension sociale et culturelle.

A GEOARQUEOLOGIA FUNDAMENTOS E MÉTODOS

sua aplicação em Portugal

por João Luís Cardoso (*)

"... A arqueologia pré-histórica moderna necessita e é utilizadora corrente da perícia de diversas disciplinas geológicas [...]. O exercício desta colaboração tem vantagens mútuas para os dois ramos do conhecimento, vantagens essas ainda não adequadamente exploradas".

(ABRUNHOSA *et al.*, 1995: 167)

1. Definição

Interessam à Geoarqueologia todos os métodos, susceptíveis de aplicação a artefactos ou a sítios arqueológicos, por forma a recuperar toda a informação de ordem geológica, petrográfica ou mineralógica que potencialmente possam fornecer. Desta forma, os métodos geofísicos poderão também integrar-se neste grupo, bem como os que recorrem à geoquímica (identificação de compostos, como corantes, vidros, revestimentos, etc.). Uns e outros não serão aqui descritos, bem como os métodos paleometalúrgicos, que interessam, sobretudo, ao estudo das ligas metálicas usadas em artefactos arqueológicos.

Desta forma, entender-se-ão como de âmbito estritamente geoarqueológico apenas os estudos concernentes, entre outras, às seguintes três áreas principais de investigação:

1. Condições de ordem geológica correspondentes à implantação de estruturas arqueológicas, bem

como evolução geo-ambiental que tais locais sofreram ulteriormente; assumem particular importância, neste domínio, os estudos sedimentológicos (MISKOVSKY, 1987), devendo estes ser complementados por outros, do âmbito da Geoquímica e da Pedologia;

2. Rochas e minerais utilizados na confecção de artefactos, na perspectiva de determinação de fontes de abastecimento e circulação de matérias-primas; avultam a análise petrográfica, recorrendo à observação microscópica de lâminas delgadas, e os métodos de análise química, nomeadamente o recurso à difracção de Raios X;

3. Relações entre a natureza geológica (incluindo a identificação dos recursos naturais disponíveis) e geomorfológica (sendo esta consequência directa daquela) de determinada área de território e as estratégias ou modelos de implantação humana nele verificados (Arqueologia do espaço e da paisagem), numa perspectiva diacrónica.

Do exposto, avulta a natureza eminentemente pluridisciplinar da Geoarqueologia, a qual faz uso de métodos diversificados, em estreita ligação com outras disciplinas científicas, por forma a viabilizar a obtenção de informação una, coerente e global, susceptível de exprimir a estreita dependência entre a realidade económica e social e a pré-existência de condicionantes de ordem geológica que, em última análise, a determinam. Apesar de serem já numerosos estudos desta índole que conferem estatuto próprio a tal área científica, a Geoarqueologia ainda não figurava no *Dictionnaire de la Préhistoire* (LEROI-GOURHAN, 1989).

(*) Centro de Estudos Geológicos. Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNL. Centro de Estudos Arqueológicos do Concelho de Oeiras-Câmara Municipal de Oeiras. Sócio efectivo do Centro de Arqueologia de Almada, da Associação dos Arqueólogos Portugueses e da Associação Profissional de Arqueólogos.

2. Áreas de aplicação

A Geoarqueologia é domínio científico de larga aplicabilidade; as áreas de interesse, sumariamente apresentadas em 1, podem, sem pretender esgotar o assunto, ser desenvolvidas de acordo com os tópicos seguintes:

2.1. Caracterização geológica de arqueossítios e área envolvente

2.1.1. Reconhecimento das antigas linhas de costa

É sabido que a localização de certos arqueossítios revela estreita dependência com antigas linhas de costa, hoje muito obliteradas. De facto, em alguns povoados calcolíticos da Estremadura, tem-se valorizado a proximidade de estuários ou reentrâncias da costa, hoje totalmente assoreadas, como factores importantes na sua escolha pelas comunidades pré-históricas: é o caso, entre outros, do povoado do Zambujal, no concelho de Torres Vedras, onde uma campanha de sondagens no leito de inundação do rio Sizandro, que passa na base da elevação onde se implantou aquela estação, revelou a existência, no decurso do Calcolítico, de pronunciada enseada de origem estuarina, até cerca de 1 km da fortificação calcolítica (HOFFMANN, 1991: 21-33), hoje totalmente desaparecida. Tal acidente litoral, na opinião dos arqueólogos que têm estudado o Zambujal, seria relevante na economia e comércio da comunidade pré-histórica ali instalada (KUNST, 1995: 139).

Outro exemplo é fornecido, na zona do estreito de Gibraltar, bem como na região de Cádiz, pela evolução das linhas de costa do Mediterrâneo e do Atlântico ulteriormente à presença fenícia (ARTEAGA *et al.*, 1988). A reconstituição paleogeográfica dos antigos litorais mostra uma nítida preferência dos Fenícios por locais sobre a costa, por vezes pequenas penínsulas ou mesmo restingas ou ilhotas, em estreita relação com os estuários de cursos de água que ali desaguavam; actualmente, a geomorfologia de tais zonas encontra-se muito alterada, devido ao assoreamento dos estuários e à deposição de sedimentos ao longo de extensas faixas litorais.

A caracterização dos sítios interessados por ocupações humanas pretéritas recorre ainda a outros métodos de índole geológica; no sentido de identificar as principais etapas da evolução ambiental de determinado local, tem-se aplicado a Sedimentologia, disciplina da Geologia que estuda as características (dimensões, forma, textura, natureza) das partículas detríticas ou dos sedimentos por elas constituídos. Em Portugal, com base em tais métodos, tem-se procura-

do caracterizar a sucessão de ambientes em estações de ar livre ou em grutas, antes, durante ou após a presença humana naqueles locais. Assim, foi possível conhecer a evolução paleogeográfica do local onde, no decurso do século I d.C., se implantou uma fábrica de salga de peixe, actualmente correspondente à baixa de Setúbal, recorrendo à granulometria, à forma e à morfoscopia (aspecto superficial) dos grãos de quartzo recolhidos ao longo da sequência estratigráfica (CARDOSO, 1980/81), estudo que, ulteriormente, se estendeu a outros cortes estratigráficos realizados em escavações arqueológicas naquela cidade, com evidente interesse para o conhecimento dos primórdios daquele espaço urbano e das condicionantes naturais que presidiram à sua ocupação (CARDOSO, 1986).

Também estações do Paleolítico superior de ar livre têm sido objecto de estudos semelhantes (ZILHÃO *et al.*, 1987). As sequências sedimentares acumuladas no interior da gruta do Caldeirão foram, do mesmo modo, caracterizadas, tendo em vista a identificação dos ambientes e condições climáticas correspondentes, no decurso da última glaciação, à sua deposição (REAL, 1985); tal metodologia foi, ainda, aplicada à caracterização da série detrítica neolítica acumulada na gruta da Feteira, Lourinhã (REAL, 1984) e, mais recentemente, a duas grutas do Algarve Central com interesse arqueológico (CRISPIM *et al.*, 1993).

2.1.2. Análise geomorfológica

Certos "padrões" de ocupação humana observados em dada área geográfica revelam, por parte das respectivas comunidades, a preferência por determinadas condições geomorfológicas, bem identificadas na paisagem.

Deste modo, a prospecção arqueológica, ao tomar em consideração tais "evidências", poderá valorizar, à partida, certas zonas ou locais, em detrimento de outros, como potencialmente mais promissores quanto à existência de estações arqueológicas de determinada época. É o caso, bem conhecido, dos *habitats* abertos do Neolítico antigo do litoral sul-alentejano, os quais se situam, preferencialmente, em encostas suaves, ou sobre a linha de costa, em solos arenosos, permitindo uma fácil infiltração das chuvas (SILVA & SOARES, 1979).

Outro exemplo consiste nos *habitats* da região meridional da Beira Interior: as plataformas residuais culminantes, correspondendo a acumulações detríticas grosseiras de idade fini-pleiocénica ou dos inícios do Quaternário, da região da Vila Velha de Ródão, foram preferencialmente ocupadas por pequenos povoados abertos do final do Neolítico, ou fortificados, já do Calcolítico, face aos relevos subjacentes. No primeiro caso, conta-se o povoado do Cabeço da Velha: apesar

"[De] natureza eminentemente pluridisciplinar, [...] Geoarqueologia [...] faz uso de métodos diversificados, por forma a [...] obter informação una, coerente e global, susceptível de exprimir a estreita dependência entre a realidade económica e social e a pré-existência de condicionantes de ordem geológica."

das evidências observadas à superfície serem quase nulas (ausência de cerâmicas e raros achados, dispersos e ocasionais, de épocas diferentes), uma sondagem executada em 1988 evidenciou, a escassa profundidade, importantes estruturas habitacionais (CARDOSO *et al.*, 1995a). Trata-se de caso paradigmático da importância da análise geomorfológica, a qual, enquanto disciplina do foro geológico, se integra, naturalmente, no âmbito da Geoarqueologia.

Muitos outros exemplos se poderiam apresentar, como a distribuição não aleatória de achados do Paleolítico inferior e médio ao longo dos terraços fluviais dos principais rios do nosso território, ou ainda a presença de grutas devido a fenómenos cársicos, subordinados aos principais relevos calcários do país.

2.2. Recursos naturais: matérias primas

2.2.1. Cerâmicas e agregados

São já numerosos os estudos de índole regional ou mesmo transregional acerca das fontes de matérias-primas utilizadas na confecção de artefactos arqueológicos. Nalguns casos chegou-se mesmo a propor uma origem além-fronteiras, como uma Lamax proveniente de Mértola, a qual teria sido produzida na região levantina peninsular (REAL, 1986), depois de ter sido vista, ao microscópio, lâmina delgada dela obtida. Porém, é no campo da caracterização de agregados e de rochas duras que os estudos das matérias-primas, recorrendo à observação de lâminas delgadas ao microscópio petrográfico, se têm revelado mais fecundos.

Quanto às cerâmicas, nos últimos anos têm-se multiplicado publicações relativamente a materiais neolíticos (BARNETT, 1987), calcolíticos (COELHO & CARDOSO, 1992), da Idade do Bronze (COELHO & CARDOSO, 1994), ou já do Período Romano (COELHO & CARDOSO, 1992; NORTON *et al.*, 1994), dando seguimento ao estudo pioneiro e inovador de SEIXAS (1974). Com base na mineralogia dos elementos não plásticos presentes na pasta, além de outras características texturais por esta evidenciadas, procurou-se a constituição de grupos composicionais homogêneos, tendo por objectivo a determinação de proveniências dos elementos, evidenciando deste modo os respectivos circuitos comerciais responsáveis pela sua difusão. Trata-se de via plenamente actual e cujos resultados são fiáveis, tendo ainda a vantagem, sobre outros métodos, de ser facilmente acessível e pouco dispendiosa (ÉCHALLIER, 1987).

A caracterização de argamassas e materiais de construção é outro domínio que importa desenvolver em Portugal. O estudo das argamassas romanas pode conduzir a conclusões de ordem cronológica; por

exemplo, sabe-se que os constituintes do *opus signinum* variaram ao longo do tempo. Outro estudo em curso, conduzido pelo autor em ermida medieval da região de Reguengos de Monsaraz, permitiu verificar naturezas diferentes para as argamassas utilizadas no local desde a Idade Média até à Idade Moderna, contribuindo, desta forma, para a identificação dos diversos restauros, ou alterações, conhecidas pelo edifício. Neste grupo de estudos, é de destacar o realizado para material terroso, utilizado para a construção de paredes de taipa na Ilha do Pessegueiro (CARDOSO & SERRA, 1993). Demonstrou-se, por um lado, a origem regional (mas não local) da matéria-prima e, ainda, a adição de cal, cujas propriedades hidrófilas melhoravam as características da mistura, prática seguida até época recente.

2.2.2. Rochas

Ainda no respeitante a materiais de construção, mas no âmbito da caracterização de rochas, são já clássicos os estudos petrográficos que permitiram a determinação da proveniência dos grandes megalitos utilizados na construção dos recintos sagrados de Stonehenge. Em Portugal, é exemplo, entre outros (DENH *et al.*, 1991), o projecto interdisciplinar desenvolvido nos monumentos dolmênicos de Vale de Rodrigo, Évora (KALB, 1996). Tendo-se verificado ser diferente a natureza petrográfica dos ortóstatos daqueles sepulcros, procurou-se integrar tais resultados na geologia regional. Os autores verificaram que quaisquer dos monumentos investigados integravam rochas oriundas de diferentes afloramentos, concluindo, desta forma, que, além de estes não poderem servir de demarcação de territórios específicos dos respectivos construtores, o granodiorito porfiróide, presente em alguns de tais sepulcros, “além de fornecer lages apropriadas [...] deve ter tido, para as antigas populações que o procuravam, um significado para além do aspecto meramente técnico” (KALB & HÖCK, 1995: 473). Só assim se explicaria, segundo os autores, o facto de as pedreiras a menor distância daquele conjunto megalítico (de tonalito biotítico) não terem sido totalmente exploradas antes de iniciada a procura de outras, de granodinito porfiróide, a maiores distâncias. Em consequência de tais resultados, os autores declaram que “a investigação geológica, não pode ser omitida na investigação sobre megalitismo, quando se trata de testar e desenvolver modelos teóricos que necessariamente temos de formular para interpretar contextos arqueológicos” (*op. cit.*: 474).

O mesmo tipo de estudos poderá aplicar-se às rochas usadas em tesselas romanas aplicadas em mosaicos, cujas exigências colorimétricas manifestamente ultrapassavam as possibilidades locais, na

maior parte dos casos. Também neste âmbito se integram os estudos petrográficos sobre rochas usadas em muros de alvenaria, edificados em locais onde não ocorrem; um dos exemplos mais interessantes foi identificado numa das fábricas de salga romanas da Ilha do Pessegueiro (CANILHO & CARDOSO, 1993). Com efeito, sendo tal ilha constituída por uma duna consolidada, os Romanos foram obrigados a utilizar na construção da referida fábrica materiais rochosos, tanto obtidos no litoral adjacente, como oriundos de mais longe (Sines), podendo constituir, neste caso, o reaproveitamento dos lastros das embarcações que demandavam o local, a menos que tenham ali chegado por causas naturais, compatíveis com o grau de rolamento que ostentavam

Outra área, estreitamente relacionada e metodologicamente idêntica à anterior, diz respeito à caracterização petrográfica de rochas duras utilizadas na confecção de artefactos de uso corrente, tendo em vista a determinação de proveniências das matérias-primas respectivas. São já clássicos os estudos sobre a circulação e comércio de artefactos de obsidiana no Mediterrâneo central e oriental bem como na América do Sul, ou de eclogitos, destinados ao fabrico de machados de pedra polida no território francês. Nas Ilhas Britânicas identificaram-se mesmo verdadeiras oficinas de produção de machados, cujos produtos se encontravam, nalguns casos, a muitas centenas de quilómetros de distância: é o caso dos machados produzidos em Tievebulliagh, no norte da Irlanda, que ocorrem no sul da Grã-Bretanha (COLE, 1970).

Na Península Ibérica, merecem destaque os estudos de índole regional que T. Orozco-Köhler tem conduzido neste domínio na região mediterrânica peninsular, entre o Neolítico e a Idade do Bronze, afirmando-se tais estudos, conjuntamente com outros (BATLLE, 1995), como um dos domínios da investigação geoarqueológica espanhola de maior relevo.

Um dos campos de aplicabilidade no nosso País corresponde ao aprovisionamento de rochas anfíbolíticas, por parte dos habitantes neolíticos e calcólíticos da Estremadura, oriundas do interior alentejano, realidade de há muito conhecida, pela sua própria evidência. Calcula-se que tais rochas constituiriam cerca de 70 % dos artefactos de pedra polida; a sua importação a distâncias superiores a 100 km justificava-se plenamente por se tratar de matéria-prima verdadeiramente indispensável ao quotidiano de tais populações. Deste modo, os resultados obtidos no povoado pré-histórico de Leceia, Oeiras (CARDOSO & CARVALHOSA, 1995) consubstanciam um dos exemplos mais interessantes do género identificados na pré-história europeia.

Contudo, a análise petrográfica efectuada, recorrendo à observação em lâmina delgada de tais rochas,

não foi capaz de diferenciar proveniências, de entre as diversas alternativas possíveis, ao nível do afloramento; assim, assumiu interesse acrescido a caracterização das rochas não anfíbolíticas, também utilizadas na confecção de artefactos idênticos (machados, enxós, escopros, etc.) na referida estação arqueológica. As outras espécies petrográficas presentes — doleritos, andesitos, traquitos, microssienitos, chertes e xistos argilosos — consubstanciam uma procura e exploração diversificada de rochas duras, a nível regional, num raio que não poderia ultrapassar os 30 km. Outra conclusão a reter é a de parecer evidenciar-se em Leceia uma certa especialização, centrando-se o fabrico, progressivamente, em torno das rochas anfíbolíticas, do Calcólítico inicial para o pleno.

Em suma, os estudos petrográficos sobre rochas duras recolhidas em Leceia, conduziram a resultados muito sugestivos, de evidente alcance para a caracterização da economia e relações comerciais mantidas pela comunidade ali sediada, no decurso do terceiro milénio a.C., dando continuidade a trabalhos anteriores, como o relativo à necrópole em gruta natural da Lapa do Bugio, Sesimbra, onde a aplicação de tal metodologia levou a conclusões igualmente interessantes acerca do aprovisionamento regional em rochas duras por parte das populações ali tumuladas (CARDOSO, 1992).

Do exposto, torna-se claro que é indispensável o concurso do geólogo de campo na identificação dos potenciais sítios de ocorrência das rochas identificadas, única maneira de integrar os resultados dos estudos petrográficos na realidade geológica regional ou mesmo transregional, conferindo-lhes o significado que, afinal, é o objectivo que se procura atingir com a realização destas análises destrutivas. A este propósito, considera-se lesivo para o património arqueológico do Museu Nacional de Arqueologia a realização de cerca de 50 lâminas delgadas em machados de rochas anfíbolíticas de diversos povoados calcólíticos da Estremadura, mutilando-os escusada e irreversivelmente, sem que tal iniciativa se possa justificar pelos benefícios científicos respectivos, designadamente ao nível da determinação pormenorizada das respectivas proveniências, como se pretendia; claro que sempre poderia concluir-se não constituírem materiais locais, mas para isso não era necessária tamanha destruição.

Este é, infelizmente, além de denotar menoridade científica, um triste exemplo de como a desadequada fundamentação de determinada problemática — decorrente, neste caso do deficiente conhecimento petrográfico e geológico a ela subjacente — pode conduzir a danos irreparáveis, agravados pelo elevado número de peças gratuitamente sacrificadas... como se a incapacidade para a avaliação *a priori* da situação fosse

“[...] torna-se claro que é indispensável o concurso do geólogo de campo na identificação dos potenciais sítios de ocorrência das rochas [...], única maneira de integrar os resultados dos estudos petrográficos na realidade geológica regional ou mesmo transregional.”

proporcional ao número de lâminas delgadas observadas. A pessoa em causa preparava-se, também, para submeter ao mesmo "tratamento" cabotino machados de outros sítios das colecções do Museu do Instituto Geológico e Mineiro. Felizmente, aqui, a resposta foi outra, depois de devidamente fundamentada por critérios geológicos.

Outro exemplo, ainda de Leceia, é fornecido pela petrografia das rochas siliciosas: não obstante o sílex ser ali abundante, ocorrendo em módulos acinzentados no seio dos calcários cretácicos, importou-se sílex avermelhado da região de Rio Maior, a cerca de 100 km de distância. Ainda mais difícil de entender é a ocorrência na estação, embora esporádica, de xistos jaspóides avermelhados, sobretudo aproveitados para o fabrico de pontas de seta, oriundos do Alentejo, visto serem de menor qualidade que os materiais localmente disponíveis. Tais factos levam a considerar com prudência as interpretações com base em critérios de rentabilidade actuais: por certo houve razões que nos escapam, talvez relacionadas com a beleza de tais rochas (critérios estéticos), que justificaram a sua importação.

2.2.3. *Minerais*

É muito antiga a preocupação de determinar as proveniências de minerais de cor verde, utilizados na confecção de contas de colar, de tamanho e morfologia muito variáveis. Em Portugal, após uma primeira inventariação (FERREIRA, 1951), seguiu-se, já na década de 1970, uma primeira tentativa de identificação mineralógica, recorrendo à difracção pelos Raios X (CANELHAS, 1973). O mesmo método foi, ulteriormente, utilizado por GONÇALVES (1979) e por GONÇALVES & REIS (1982), que sumarizam os resultados de um já apreciável número de análises, entretanto completadas por outras (ver, por ex. REAL, 1992).

Também este método, enquanto caracterizador de materiais geológicos, requer a correspondente informação de campo, ao nível da localização e características dos afloramentos, indispensável à determinação de proveniências, afinal a principal razão da realização dos referidos estudos. A questão é complexa, porquanto os referidos "minerais verdes" constituem um grupo heterogéneo, integrando espécies muito diversas. Parece predominar a variscite, fosfato de alumínio hidratado ($Al PO_4 \cdot 2H_2O$), cuja primeira ocorrência foi dada a conhecer em afloramentos metassedimentares silúricos do norte do País (MEIRELES *et al.*, 1987). Foi, deste modo, contrariada a hipótese, até então prevalecente, de tais artefactos minerais corresponderem a importações de além-fronteiras, embora não fique demonstrada a possibilidade daqueles afloramentos fornecerem massas minerais de volu-

me suficiente, susceptíveis de serem aproveitadas para a confecção de tais adornos.

Com a continuação das investigações, é provável que venham a ser descobertas outras ocorrências.

2.3. Outros exemplos

A abundância de matérias-primas estratégicas em determinada região pode explicar uma maior densidade de sítios arqueológicos ali verificados. É o caso, às portas de Lisboa, da serra de Monsanto, onde a importância e continuidade temporal dos núcleos pré-históricos identificados — Montes Claros, Vila Pouca, Sete Moinhos — pode em parte explicar-se pela notável profusão de sílex de boa qualidade, sob a forma de nódulos, idênticos aos de Leceia, no seio dos calcários cretácicos explorados a céu aberto na importante oficina de Santana (BREUIL, 1918) ou em galerias subterrâneas, como as identificadas aquando da abertura do túnel do Rossio, em Campolide (CHOFFAT, 1889).

À Geoarqueologia importa também a caracterização geológica de minerais metálicos, enquanto recursos naturais não transformados pelo homem. Exemplo de estudo desta índole foi o que interessou a determinação dos teores de cobre de amostras da mina da Cumiada, Silves, explorada pelo menos desde a Idade do Bronze (CARDOSO, 1994).

A caracterização da alteração e alterabilidade de rochas de monumentos arqueológicos, tendo em vista a sua adequada protecção, é, também, exemplo de estudo de geoarqueologia aplicada, decorrente da própria exposição dos elementos construtivos daqueles monumentos aos agentes meteóricos. Em Portugal, tais estudos, já com tradição em imóveis de épocas históricas, conduzidos em diversas instituições (Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico) são ainda muito escassos (ex: Anta Grande do Zambujeiro, Évora).

Enfim, também neste âmbito de estudos se poderá considerar, entre muitos outros, a caracterização das rochas vitrificadas pelo calor no dólmen do "Picoto do Vasco", Viseu (ABRUNHOSA *et al.*, 1995), embora neste caso se trate de estudo essencialmente geoquímico, aplicado a materiais geológicos transformados (granitos artificialmente aquecidos). São trabalhos inovadores como este que abrem insuspeitadas quanto interessantes vias de investigação, lançando alguma luz sobre estranhas práticas rituais pré-históricas que, de outra forma, passariam desapercibidas.

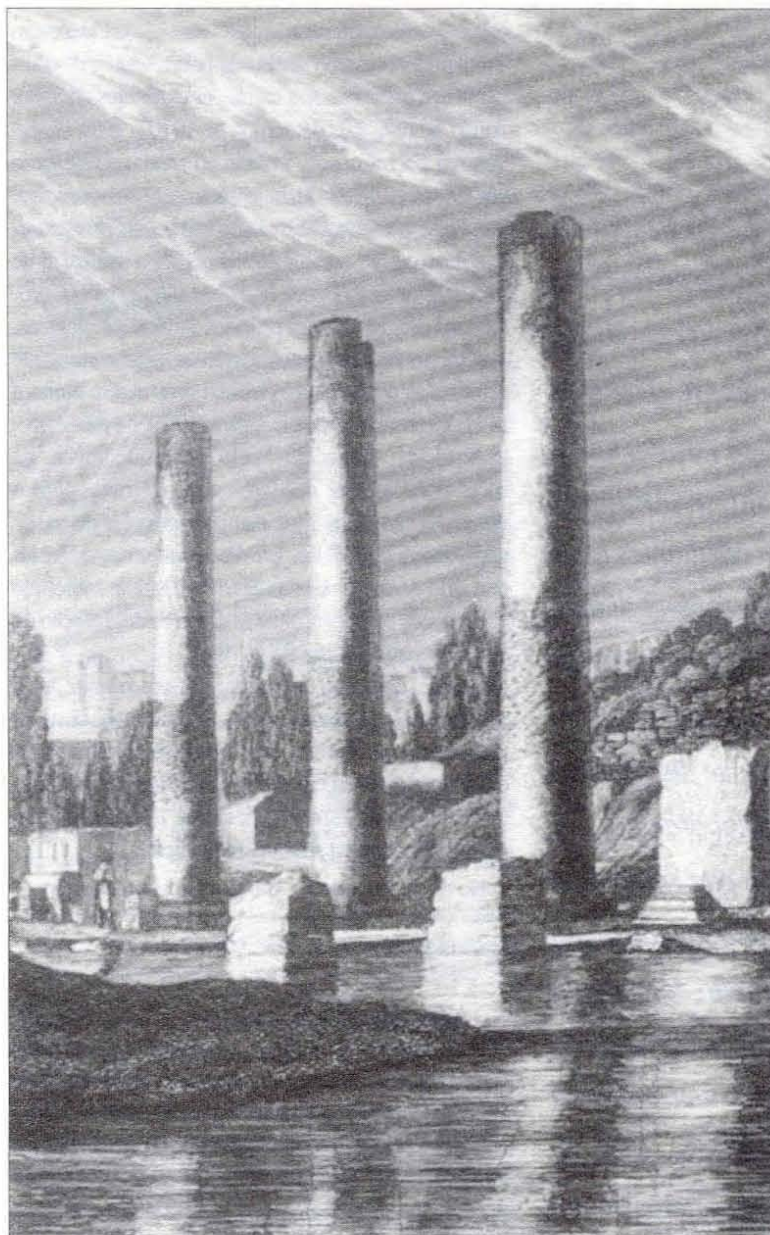
Certas transformações globais ao nível das condições geoambientais prevaletentes podem, nalguns casos, ser caracterizadas por evidências geoarqueológicas. É o caso da subida relativa do nível do mar, atestada por estruturas greco-romanas do litoral

perto do Cabo Couronne (Martigues, França): trata-se de pedreiras parcialmente submersas, exploradas entre os séculos IV a.C. e I d.C. para a construção da antiga *Massalia* (Marselha), indiciando subida relativa do nível do mar de $0,5 \pm 0,2$ m (GUÉRY *et al.*, 1981).

Outro exemplo, é o da submersão de tanques romanos, do final do século I a.C. ou inícios do seguinte, do litoral de Astura (Itália), indicando uma subida do mar de, pelo menos, 0,5 m (PIRAZZOLI, 1976). Porém, talvez o exemplo mais espectacular de tal tipo de fenómeno corresponda ao templo de Jupiter Serapis em Puzzuoli, também em Itália (ver Fig.). As colunas de tal templo conservam “à un niveau déterminé, des perforations dues à des Mollusques lithophages, ce qui indique évidemment qu’il a subi une immersion momentanée postérieure à sa construction” (BREUIL & ZBYSZEWSKI, 1942: 335). Em Portugal, apesar de desde há muito invocadas (CHOFFAT, 1905), as evidências aduzidas em relação com estruturas arqueológicas explicam-se preferencialmente pela erosão fluvial, como será adiante referido. Por vezes, são as próprias características das estruturas que evidenciam a alteração ambiental. Talvez o exemplo mais expressivo seja consubstanciado pela armadilha de pesca de época romana descoberta na praia de Silvalde (Espinho). Inicialmente construída para capturas em ambiente lagunar, esta veio a evoluir para meio pantanal, rapidamente desaparecido, como indica a presença de espécies arbóreas datadas dos séculos X-XI d.C. Recoberto o local por areias eólicas no decurso dos séculos seguintes, foi o recuo da linha de costa, observado desde época recente, devido à intensa erosão, que veio pôr a descoberto, na baixa-mar, a referida estrutura, estudada por ALVES *et al.* (1988/89); bastaria atender à sua tipologia para se concluir que, à data da sua utilização, as características geo-ambientais e paleogeográficas eram diferentes das actuais.

Catástrofes naturais, como tremores de terra, têm sido avaliadas ou detectadas pelos dados arqueológicos possíveis de identificar pelas destruições provocadas em edifícios ou estruturas arqueológicas; trata-se de via naturalmente complexa, ainda totalmente por explorar no território português.

A este propósito, é de mencionar a existência de dois dólmenes — Cabeçuda e Figueira Branca (Marvão) — evidenciando fracturas ao nível da base dos esteios, todos eles tombados para o interior das câmaras respectivas, fenómeno que foi interpretado pelo escavador como consequência de abalos sísmicos (Jorge OLIVEIRA, comunicação ao Iº Colóquio Internacional sobre Megalitismo, Monsaráz, Outubro 1996). De salientar que ambos os monumentos, distanciados de cerca de 200 m, se situam junto ao contacto entre xistos e granitos.



Além das referidas, há causas naturais de ordem geológica cujos efeitos ficaram registados em sítios arqueológicos. São de mencionar, entre outros, os fenómenos erosivos, comprovados tanto pela formação de sedimentos a montante de barragens romanas do sul de Portugal (QUINTELA *et al.*, 1986), como pela remoção de depósitos arqueológicos e destruição de estruturas correlativas, de que é exemplo a estação romana de Tróia de Setúbal, já referida, ou as estações da mesma época situadas do lado oposto do estuário do Sado. Tais fenómenos poderão, nalguns casos, relacionar-se com actividades humanas: os importantes assoreamentos observados na maior parte das albufeiras das antigas barragens romanas resultarão sobretudo do aumento da erosão provocado pela desflorestação das respectivas bacias hidrográfi-

† “Estado actual do templo de Jupiter Serapis em Puzzuoli” (seg. LYELL, 1843).

Notar o estado de erosão das colunas, ocupando zona idêntica em todas elas, correspondente à acção de moluscos litófagos e indicando parcial submersão do templo no passado.

“[...] os trabalhos neste domínio [geoarqueologia] têm-se efectuado [...] por iniciativa dos arqueólogos, resultantes mais da disponibilidade ou curiosidade pessoal de quem se dispõe a tal colaboração [...], do que como área científica de pleno direito, legitimada até pelos notáveis antecedentes históricos que [...], caracterizaram o nascimento conjunto da Arqueologia pré-histórica e da Geologia em Portugal.”

cas, enquanto que o aumento da erosão verificado em Tróia poderá ter sido acelerado pela retenção de sedimentos, a montante, nas barragens existentes no Sado. Ainda no princípio da década de 1970 o autor observou um poço romano, isolado no areal, representado por COSTA (1989: 347), hoje totalmente desaparecido.

Pode, pois, concluir-se que certos critérios geoarqueológicos são igualmente úteis para a avaliação de impactos de actividades humanas anteriormente produzidos e registados nos próprios sítios arqueológicos. Porém, provas dos efeitos negativos sobre o ambiente produzidos pelas actividades humanas não se limitam às épocas recentes: há exemplos na Grécia pré- e proto-histórica, fornecidos pela geoarqueologia, de sucessivas fases de desflorestação realizadas com o objectivo de obtenção de campos agrícolas ou pastagens (RUNNELS, 1995). Em Portugal, tais evidências têm sido demonstradas na Serra da Estrela, sobretudo por registos polínicos, onde se detectou degradação do coberto vegetal desde finais do 4º, inícios do 3º milénio a.C., com nova intensificação em meados do 2º milénio a.C. (JANSSEN, 1985; VAN DER KNAAP, in CARDOSO *et al.*, 1995b). Tais factos só reforçam uma evidência: a vantagem de os estudos geoarqueológicos serem acompanhados por outros, de diversas áreas científicas, completando-se mutuamente.

3. Conclusão

A Geoarqueologia integra os métodos específicos, de carácter geológico, susceptíveis de se aplicarem a locais ou materiais arqueológicos fornecendo elementos acerca da evolução paleoambiental conhecida pelos primeiros ou susceptíveis de promoverem a integração dos segundos num contexto económico regional ou supra-regional. A análise geomorfológica da paisagem aplicada à Arqueologia poderá ainda ser entendida como domínio geoarqueológico, contribuindo poderosamente para a identificação de sítios, uma vez conhecidas as características predominantes de assentamento das estações, consoante a época a que pertencem.

Domínio por natureza pluridisciplinar, visto integrar diversas áreas das ciências geológicas — sedimentologia e sedimentação; petrografia de rochas ígneas, sedimentares e metamórficas; e geomorfologia, entre outras — os resultados obtidos só serão devidamente aproveitados desde que se recupere a própria dimensão social e cultural que lhes está subjacente; caso contrário, não passarão de mero amontoado de observações, de terreno ou de laboratório, desprovidas de significado.

Para que tal limitação seja ultrapassada, é indispensável que os resultados dos estudos geoarqueológicos sejam exaustivamente discutidos sob várias perspectivas, com vantagens para todos, sem preconceitos ou ideias feitas fora de moda. Se é certo que “*a Arqueologia pré-histórica é incapaz, pelos seus próprios meios de atingir uma solução global*” (ROCHE, 1981: 2), necessitando, cada vez mais, do recurso a outras áreas científicas, abrindo possibilidades insuspeitadas, não é menos certo que os especialistas de tais áreas nem sempre estão disponíveis a colaborar, num plano institucional, com os arqueólogos que os procuram.

Assim, os trabalhos neste domínio têm-se efectuado em Portugal, frequentemente, em consequência de “achegas” pontuais, sempre por iniciativa dos arqueólogos, resultantes mais da disponibilidade ou curiosidade pessoal de quem se dispõe a tal colaboração, feita nos intervalos de tarefas consideradas prioritárias, do que como área científica de pleno direito, legitimada até pelos notáveis antecedentes históricos que, nesse domínio, caracterizaram o nascimento conjunto da Arqueologia pré-histórica e da Geologia em Portugal. A vida efémera que teve o Laboratório de Paleocologia e Estratigrafia do Museu Nacional de Arqueologia poderá ser entendido como indício das dificuldades em alterar tal estado de coisas.

Não obstante, afiguram-se cada vez mais actuais, quinze anos volvidos, as declarações de V.O. JORGE (1981: 5), na abertura da primeira (e única) Mesa-Redonda sobre *Contribuição das Ciências Naturais e Exactas à Pré-história e à Arqueologia* que decorreu, simbolicamente, nas Faculdades de Ciências e de Letras da Universidade do Porto, em Novembro de 1979: “*O nosso tempo condenou, por obsoleta, qual-quer compartimentação estática dos saberes, mostrando a necessidade de uma permanente maleabilidade e reordenação dos conhecimentos [...]*”.

Bibliografia

- ABRUNHOSA, M.J.; GONÇALVES, A.A.H.B. & CRUZ, D.J. da (1995) — “Ocorrência de rochas vitrificadas no dólmen do ‘Picoto do Vasco’ (Vila Nova de Paiva, Viseu)”, *Est. Pré-históricas*, 3, pp. 167-185.
- ALVES, F.J.S.; DIAS, J.M.A.; ALMEIDA, M.J.R.; FERREIRA, O. & TABORDA, R. (1988/89) — “A armadilha de pesca de época romana descoberta na praia de Silvade (Espinho)”, *O Arqueólogo Português*, S. IV, 6/7, pp. 187-226.
- ARTEAGA, O.; HOFFMANN, G.; SCHUBART, H. & SCHULTZ, H.D. (1988) — “Geologische-archeologische Forschungen zum Verlauf der andalusischen Mittelmeerküst”, *Madridrer Beiträge*, band 14, pp. 107-126.
- BARNETT, W.K. (1987) — “The early Neolithic impressed pottery from the Gruta do Caldeirão”, *O Arqueólogo Português*, S. IV, 5, pp. 67-87.
- BATLLE, X. Terradas (1995) — “Las estrategias de gestión de los recursos líticos del Prepirineo catalán en el IX milenio BP: el asentamiento prehistórico de la Font del Ros (Berga, Barcelona)”, *Traballs d’Arqueologia*, 3, Universitat Autònoma de Barcelona.

- BREUIL, H. (1918) — "Impressões de voyage paléolithique à Lisbonne", *Terra Portuguesa*, 27-28, pp. 34-39.
- BREUIL, H. & ZBYSEWSKI, G. (1942) — "Contribution à l'étude des industries paléolithiques du Portugal et de leurs rapports avec la Géologie du Quaternaire", vol. I, *Com. Serv. Geol. Port.*, 23, pp. 1-369.
- CANELHAS, M.G.S. (1973) — "Estudo radiográfico de 'calaites' portuguesas", *Revista de Guimarães*, 83, pp. 125-145.
- CANILHO, M.H. & CARDOSO, J.L. (1993) — "Nota sobre a constituição dos muros de uma das fábricas de salga da Ilha do Pessegueiro", in *Ilha do Pessegueiro. Porto romano da costa alentejana* (C. Tavares da Silva & Joaquina Soares, coord.), Lisboa, Instituto da Conservação da Natureza, pp. 217-221.
- CARDOSO, J.L. (1980/81) — "Escavações arqueológicas na Praça do Bocage (Setúbal). Estudos sedimentológicos", *Setúbal Arqueológica*, 6/7, pp. 285-294.
- CARDOSO, J.L. (1986) — "Sedimentologia das camadas da base de alguns cortes estratigráficos da cidade de Setúbal: esboço da reconstituição paleogeográfica neles baseada", *Trabalhos de Arqueologia*, 3, pp. 161-168.
- CARDOSO, J.L. (1992) — "A Lapa do Bugio", *Setúbal Arqueológica*, 9/10, pp. 89-225.
- CARDOSO, J.L. (1994) — "Cerâmicas da necrópole da Idade do Bronze de Alfarrobeira (Silves). Análises macro e microscópicas", *Xelb*, 2, pp. 141-145.
- CARDOSO, J.L. & CARVALHOSA, A.B. (1995a) — "Estudos petrográficos de artefactos de pedra polida do povoado pré-histórico de Leceia (Oeiras). Análises de proveniências", *Estudos Arqueológicos de Oeiras*, 5, pp. 123-151.
- CARDOSO, J.L.; SENNA-MARTINEZ, J.C. & VALERA, A.C. (1995b) — "Um indicador económico para o Bronze Pleno da Beira Alta: a fauna de grandes mamíferos da Unidade Estratigráfica 4 da 'Sala 20' do Buraco da Moura de S. Romão (Concelho de Seia)", *Actas da 3ª Reunião do Quaternário Ibérico* (Coimbra, 1993), pp. 457-460.
- CARDOSO, J.L.; SILVA, C. Tavares da; CANINHA, J.C. & HENRIQUES, F. (1995) — "A ocupação neolítica do Cabeço da Velha (Vila Velha de Ródão). Trabalhos realizados em 1988", *Trabalhos de Arqueologia da EAM*, 3 (no prelo).
- CHOFFAT, P. (1889) — *Étude géologique du tunnel du Rocio*, Lisboa, Comiss. Trab. Geol. Portugal.
- CHOFFAT, P. (1905) — "Mudança do nível do oceano", *O Arqueólogo Português*, 10, pp. 193-194.
- COELHO, A.V. Pinto & CARDOSO, J.L. (1990) — "Estudos sobre pastas de ânforas de fornos do vale do Tejo e do vale do Sado: análises macro e microscópicas", *Actas das Jornadas 'Ânforas Lusitanas: tipologia, produção, comércio'* (Conímbriga, 1988), Conímbriga e Paris, Museu Monográfico de Conímbriga e Diffusion de Boccard, pp. 261-271.
- COELHO, A.V. Pinto & CARDOSO, J.L. (1992) — "Materiais cerâmicos do povoado calcolítico do Monte da Tumba (Torrão). Análises macro e microscópicas", *Setúbal Arqueológica*, 9/10, pp. 277-289.
- COELHO, A.V. Pinto & CARDOSO, J.L. (1994) — "Cerâmicas da necrópole da Idade do Bronze de Alfarrobeira (Silves). Análises macro e microscópicas", *Xelb*, 2, pp. 141-145.
- COLE, S. (1970) — *The Neolithic Revolution*, Londres, British Museum (Natural History).
- COSTA, A.I. Marques da (1898) — "Estudos sobre Tróia de Setúbal", *O Arqueólogo Português*, 4, pp. 344-352.
- DEHN, W.; KAL, P. & VORTISCH, W. (1991) — "Geologisch-Petrographische Untersuchungen an Megalithgräbern Portugal", *Madrider Mitteilungen*, 32, pp. 1-28.
- FERREIRA, O. da Veiga (1951) — "Os artefactos pré-históricos de calaites e sua distribuição em Portugal", *Arqueologia e História*, S. VIII, 5, pp. 83-93.
- GONÇALVES, A.H.B. (1979) — "Elementos de adorno de cor verde provenientes de estações arqueológicas portuguesas. Importância do seu estudo mineralógico", *Actas da 1ª Mesa Redonda sobre o Neolítico e o Calcolítico em Portugal* (Porto, 1979), pp. 209-225.
- GONÇALVES, A.H.B. & REIS, M.L. (1982) — "Estudo mineralógico de elementos de cor verde provenientes de estações arqueológicas portuguesas", *Trabalhos do Instituto de Antropologia Dr. Mendes Correia*, 40, Porto.
- GUÉRY, R.; PIRAZZOLI, P.A. & TROUSSET, P. (1981) — "Les variations du niveau de la mer depuis l'Antiquité à Marseille et à la Couronne", *Hist. Archéol. Dossiers*, 50, pp. 8-27.
- HOFFMANN, G. (1990) — "Zur holozänen Landschaftsentwicklung im Tal des Rio Sizandro (Portugal)", *Madrider Mitteilungen*, 30, pp. 31-54.
- JANSSEN, C.R. (1985) — "História da vegetação", in *Livro-Guia da Pré-Reunião. Glaciação da Serra da Estrela. Aspectos do Quaternário da orla atlântica* (ed. S. Daveau), Primeira Reunião do Quaternário Ibérico (Lisboa, 1985), pp. 66-72.
- JORGE, V. Oliveira (1981) — "O que pedem os arqueólogos aos outros cientistas?", *Arqueologia*, 4, pp. 5-7.
- KALB, P. & HÖCK, M. (1995) — "Investigação geológica na zona megalítica de Vale de Rodrigo, Évora", *Actas da 3ª reunião do Quaternário Ibérico* (Coimbra, 1993), pp. 469-474.
- KUNST, M. (1995) — "Zylindrische Gefässe, kerbblattverzierung und Glockenbecher in Zambujal (Portugal). Ein Beitrag zur Kupferzeitlichen Keramikchronologie", *Madrider Mitteilungen*, 36, pp. 136-149.
- MEIRELES, C.; FERREIRA, N. & REIS, M.L. (1987) — "Variscite occurrence in silurian formations from northern Portugal", *Comuniv. Serv. Geol. Port.*, 75 (1/2), pp. 21-27.
- NORTON, J.; CARDOSO, J.L.; SILVA, C. Tavares da & CANILHO, M.H. (1994) — "Ânforas da villa romana de Vilares de Alfândão (Ferreira do Alentejo)", *Conímbriga*, 32/33, pp. 181-190.
- PIRAZZOLI, P.A. (1976) — "Sea level variations in the northwest mediterranean during Roman times", *Science*, 194, pp. 519-521.
- QUINTELA, A. Carvalho; CARDOSO, J.L.; MASCARENHAS, J.M. (1986) — *Aproveitamentos hidráulicos romanos a sul do Tejo. Contribuição para a sua inventariação e caracterização*, Lisboa, Direcção-Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos.
- REAL, F. (1984) — "Estudo sedimentológico do preenchimento da gruta da Feteira", *Trabalhos de Arqueologia*, 1, pp. 95-106.
- REAL, F. (1985) — "Sedimentologia e paleoclimatologia dos níveis pliocénicos da gruta do Caldeirão. Primeiros resultados", *Actas da 1ª Reunião do Quaternário Ibérico* (Lisboa, 1985), 1, pp. 127-139.
- REAL, F. (1986) — "Estudo e descrição petrográfica de uma Lamax de Mértola (Beja)", *Arquivo de Beja*, S. II, 3, pp. 71-72.
- REAL, F. (1992) — "Estudo mineralógico de adornos de cor verde do Neolítico Antigo da gruta do Caldeirão", *Trabalhos de Arqueologia*, 6, pp. 315-319.
- ROCHE, J. (1981) — "Apresentação", *Arqueologia*, 4, pp. 1-4.
- RUNNELS, C.N. (1995) — "Environmental degradation in Ancient Greece", *Scientific American* (March 1995), pp. 72-75.
- SEIXAS, M.T. (1994) — "Relatório sobre a análise científica das pastas", in Alarcão, J. de, "Cerâmica comum local e regional de Conímbriga", *Biblos*, 8 (Suplemento), Coimbra.
- SILVA, C. Tavares da & SOARES, J. (1979) — *Pré-história da área de Sines*, Lisboa, Gabinete da Área de Sines.
- ZILHÃO, J.; REAL, F. & CARVALHO, E. (1987) — "Estratigrafia e cronologia da estação solutrense de Vale Almoimha (Cambelas, Torres Vedras)", *O Arqueólogo Português*, S. IV, 5, pp. 21-35.