

Um projecto interdisciplinar para a arqueologia portuguesa

Embora, em Portugal, a arqueologia tenha recorrido à análise química já no séc. XIX¹ — porém, na literatura científica europeia encontram-se testemunhos de relações entre a química e a arqueologia a partir de 1798² —, ainda hoje quem à arqueologia se dedica — excluindo aqueles que a nível local, isoladamente e sem apoios, muitas vezes sem qualquer preparação formal, se dedicam à prospecção arqueológica — ou passou por uma faculdade de Letras, a maioria, ou passou por um curso de geologia. Esse facto dá origem a uma situação contra a qual se clama, não só hoje³, mas sobretudo hoje, quando os métodos químicos e físicos, de datação e de análise, são indispensáveis à arqueologia. Há alguns trabalhos realizados, é verdade⁴, mas em alguns não há a perspectiva interdisciplinar. E, além disso, o seu número é demasiado reduzido. Problema em Portugal, mas não só⁵.

No entanto, a análise química permite abordar um grande número de problemas, da datação à determinação da composição, do estudo das tecnologias à determinação das origens dos materiais, dos hábitos alimentares às condições paleoclimáticas⁶.

Além do estudo dos materiais arqueológicos, há ainda a possibilidade do estudo dos preenchimentos sedimentares. Porém, embora já se tenham feito em Portugal análises químicas a preenchimentos sedimentares⁷, estas não foram encaminhadas para a reconstituição paleoclimática, direcção onde o seu valor verdadeiramente se mostra.

Crê-se, portanto, que o estudo geoquímico de preenchimentos sedimentares plistocénicos com vestígios de ocupação humana pré-histórica, que se pretende realizar, com a colaboração do Centro de Química-Física e Radioquímica da Universidade de Lisboa e do Museu Nacional de Arqueologia e Etnologia, será o primeiro estudo feito em Portugal, baseado na análise química dos sedimentos de estações arqueológicas, que tem como objectivo a reconstituição paleoclimática.

O estudo do clima na pré-história, ainda que no seu desenvolvimento deva ser estranho à história humana⁸, é indispensável a essa mesma histó-

ria humana — a dependência que ainda hoje o homem mostra relativamente ao clima, que se patenteia nos diferentes modos de vida e nas diferentes formas de civilização que se encontram no globo, como poderia não existir num tempo em que os homens se encontravam ainda mais desprotegidos perante a natureza?

Por outro lado, os preenchimentos sedimentares têm-se mostrado como um bom registo das condições climáticas — com elementos como o cálcio, o magnésio, o potássio, o ferro, o alumínio e o fósforo, entre outros, a apresentarem, de camada para camada, concentrações diferentes, conforme as condições climáticas sob as quais se formaram⁹.

Como antecedente deste projecto existe o trabalho empreendido sobre a determinação do teor em fluor nos ossos provenientes da estação arqueológica da gruta do Caldeirão (Tomar), realizado no centro de Química-Física e Radioquímica da Universidade de Lisboa, com a colaboração do Museu Nacional de Arqueologia e Etnologia¹⁰.

Embora o teor em flúor nos ossos provenientes de escavações arqueológicas tenha sido utilizado para datações relativas — esse método teve particular importância e utilidade no esclarecimento de problemas arqueológicos como o de Galley Hill e o de Piltown¹¹ —, pode igualmente ser utilizado numa reconstituição paleoclimática, desde que se disponha de dados estratigráficos. Quer uma possibilidade quer a outra assentam no facto de o teor em flúor nos ossos aumentar com o tempo de deposição no solo, devida à substituição, na estrutura cristalina de apatite, de iões OH⁻ por iões F⁻, presentes nas águas naturais.

Os resultados obtidos com um conjunto de 12 ossos analisados, atribuídos ao Neolítico Antigo e ao Magdalenense (Paleolítico Superior), foram confrontados com os dados paleoclimáticos disponíveis e notou-se que há uma concordância notável. No entanto, deve observar-se que o número reduzido de ossos analisados não permite conclusões definitivas. Porém, o principal objectivo dessas análises eram o estabelecimento de um método rápido e acessível que permita proceder, no futuro, em qualquer laboratório analítico minimamente

equipado, a análises sistemáticas — objectivo plenamente alcançado —, por um lado, e, por outro, a verificação da possibilidade de extensão do método do flúor a períodos cronológicos próximos do nosso e, simultaneamente, de curta duração — verificação que foi possível fazer (cf. tabela 1) —, condições bastante diferentes daquelas em que o método tem sido utilizado¹².

O trabalho que se quer empreender — o estudo geoquímico de preenchimentos sedimentares pliocénicos com vestígios de ocupação humana pré-histórica — partirá dos resultados químicos obtidos por análise dos preenchimentos sedimentares de algumas grutas e abrigos da região de Tomar (gruta do Caldeirão, abrigo do Agroal, gruta do Velho, gruta da Azenha Velha, abrigo do Vale dos Furos) e, recorrendo numa perspectiva interdisciplinar à arqueologia e à geologia, entre outros domínios, terá como objectivo a reconstituição paleoclimática — que será de importância fundamental para uma clara compreensão e um correcto enquadramento das comunidades humanas que habitaram a região no pliocénico e da sua posterior evolução. De facto, este tipo de estudos tem sido referido como indispensável em qualquer estudo exaustivo de uma estação arqueológica, por um lado, e, por outro, como um dos poucos modos possíveis de estudar, de um modo útil para a arqueologia, zonas arqueologicamente estéreis¹³. Em Portugal, onde tudo o que se refere à reconstituição da paisagem e do clima pré-históricos está quase por fazer¹⁴ — há alguns resultados dispersos, mas não há outros, obtidos por processos diferentes, com que se possam comparar —, projectos interdisciplinares como o agora apresentado são ainda mais indispensáveis.

TABELA 1

O teor em flúor nos ossos da gruta do Caldeirão, segundo a camada estratigráfica

Camada	Período arqueológico	Teor em flúor/%
E _a	Neolítico Antigo Evoluído	0,016-0,029
E _b	Neolítico Antigo Pleno	0,027-0,067
F _a	Magdalenense	0,082-0,304

O estudo que se quer fazer desenvolver-se-á pelas seguintes fases:

1. ^a) estabelecimento dos métodos analíticos;
2. ^a) optimização dos métodos;
3. ^a) obtenção dos resultados analíticos;

4. ^a) interpretação dos resultados em termos horizontais (espaço) e verticais (tempo);
5. ^a) comparação e integração dos resultados nos dados paleoclimáticos disponíveis.

Prevê-se que as duas primeiras fases sejam realizadas num 1.º ano, a terceira fase num 2.º ano e a quarta e quinta fases num 3.º ano.

A este programa há que fazer alguns comentários.

Os problemas específicos que surgem numa situação como esta, em que a arqueologia recorre à química ou a outra ciência exacta, são, ao contrário do que se poderia supor, de tal modo importantes que é impossível utilizar sem qualquer precaução métodos e procedimentos analíticos propostos para outras situações¹⁵. Dessa mesma impossibilidade é que advém a necessidade do trabalho interdisciplinar — diferente daquele em que há apenas um contacto entre duas ou mais disciplinas. Como exemplo, pode referir-se o sucedido durante o doseamento do flúor nos ossos. Embora se dispusesse de um procedimento analítico, testado noutras situações, para a determinação do teor em flúor nos ossos recorrendo a um eléctrodo selectivo de fluoreto¹⁶, foi necessário estabelecer um novo procedimento¹⁷, uma vez que aquele se mostrou inaplicável aos ossos provenientes de escavações arqueológicas.

Por outro lado, o procedimento que foi utilizado para a análise dos 12 ossos veio a revelar-se como inadequado aos objectivos propostos. Embora desse modo os resultados analíticos apresentassem uma média de 4% para a incerteza, a optimização da técnica experimental levou a propor, para futuros trabalhos sistemáticos, um procedimento que deu origem a uma média da incerteza de 11%. Neste caso, o que se perde em precisão é irrelevante perante a variação do teor em flúor nos ossos de cada camada e é largamente compensado pela economia de tempo. Esta fase de optimização dos métodos analíticos é especialmente importante nos casos em que não é possível aplicar a teoria da propagação dos erros, o que sucedia naquele caso. Nessas circunstâncias, pode recorrer-se igualmente à simulação computacional pelo método de Monte Carlo¹⁸.

A comparação e a integração dos resultados obtidos nos dados paleoclimáticos disponíveis terá de prestar particular atenção ao estudo de granulometrias e de outras características sedimentares, já empreendido na gruta do Caldeirão¹⁹, ao estudo

das faunas²⁰ e às reconstituições paleoclimáticas traçadas para a Península²¹ e para outras regiões²².

No final haverá que atender-se ao princípio de que «um trabalho científico em arqueologia só está terminado quando pode ser apresentado a um público que não seja apenas composto pelo círculo fechado de especialistas»²³.

António João de Carvalho da Cruz

¹ Alfredo Bensaúde, «Notice sur quelques objects pré-historiques du Portugal fabriqués en cuivre», in *Communicações da Comissão dos Trabalhos Geológicos de Portugal*, 2, 1888-1892, pp. 119-124.

² A. E. A. Werner, «Analytical methods in archaeology», *Analytical Chemistry*, 40 (2), 1968, p. 28A.

³ Cf., por exemplo, José Pecegueiro, «Ciência e filosofia», in *Problemas da Ciência e da Filosofia Contemporânea*, Coimbra, Atlântida, 1966, p. 125.

⁴ Afonso do Paço, «Análises espectrográficas de objectos metálicos da colecção arqueológica Dr. Aurélio Ricardo Belo e outros existentes no Museu de Torres Vedras», in *Junta Distrital de Lisboa. Boletim Cultural*, 61-62, 1964, pp. 307-313; idem, «Castro de Vila Nova de S. Pedro. Vida económica. O problema campaniforme. Metalurgia e análises espectrográficas», in *Academia Portuguesa da História. Anais*, 14, 1964, pp. 133-165; Mário Cardozo, «Breves observações a propósito das análises espectrográficas de alguns instrumentos metálicos da idade do bronze pertencentes ao Museu de Martins Sarmiento», in *Revista de Guimarães*, 70 (1-2), 1960, pp. 169-184; Maria da Graça Pinheiro Salvado, «Aplicação dos raios X a diferentes ramos da história natural», in *Revista da Faculdade de Ciências de Lisboa*, 2.ª série, C, 15(1), 1967, pp. 5-34; M. G. Salvado Canêlhas, «Estudo radiográfico de 'calaites' portuguesas», in *Revista de Guimarães*, 83, 1973, pp. 125-144; J. M. Peixoto Cabral, «Aplicação do método de análise por activação com neutrões na determinação da proveniência de objectos com interesse arqueológico», in *Arqueologia e História*, 9.ª série, 5, 1974, pp. 361-395; idem, «Caracterização de cerâmicas arqueológicas mediante análise por activação com neutrões térmicos. Classificação das cerâmicas por métodos de taxonomia numérica», in *Conimbriga*, 16, 1977, pp. 103-137; F. Bragança Gil e Gaspar P. Ferreira, «Análise por fluorescência de raios X de dois fragmentos de cadinhos da Cerradeirinha», in *Setúbal Arqueológica*, 4, 1978, pp. 98-100; J. M. P. Cabral e M. A. Gouveia, «The application of neutron activation analysis and numerical taxonomic methods to the study of ancient fine grey pottery», in *Portugaliae Physica*, 10 (1-2), 1979, pp. 101-116; F. Bragança Gil e Gaspar P. Ferreira, «Análise por fluorescência de raios X de um fragmento de cadinho de fun-

dição do Cemitério dos Mouros (Pessegueiro, Sines)», in *Setúbal Arqueológica*, 5, 1979, pp. 154-157; F. Bragança Gil, Gaspar Ferreira e João Cardoso, «Análise por fluorescência de raios X de peças de cobre do castro de Liceia», in *Setúbal Arqueológica*, 5, 1979, pp. 103-109; A. Huet de B. Gonçalves, «Elementos de adorno de cor verde provenientes de estações arqueológicas portuguesas. Importância do seu estudo mineralógico», in *Actas da 1.ª Mesa-Redonda Sobre o Neolítico e o Calcolítico em Portugal*, Porto GEAP, 1979, pp. 209-225; F. Bragança Gil e Gaspar Ferreira, «Análise por fluorescência de raios X de 3 peças metálicas», in *Clio*, 2, 1980, pp. 64-65; J. M. Peixoto Cabral, «Determinação da proveniência de cerâmicas», in *Arqueologia*, 4, 1981, pp. 74-82; F. Bragança Gil e Gaspar P. Ferreira, «A fluorescência de raios X e o método PIXE como técnicas analíticas não destrutivas em arqueologia», in *Arqueologia*, 4, 1981, pp. 12-27; F. Bragança Gil e M. Filomena Guerra, «Análise por fluorescência de raios X de dois fragmentos metálicos provenientes do Cabeço do Pé da Erra (Coruche)», in *Clio*, 4, 1982, pp. 13-14; António A. Huet de B. Gonçalves, «Análise mineralógica de uma conta proveniente do concelho de S. Pedro do Sul», in *Beira Alta*, 41 (2), 1986, pp. 477-485.

⁵ Cf., por exemplo, Patricia Phillips, «Archaeology. Towards a scientific approach», in *Nature*, 322, 1986, pp. 112-113.

⁶ Cf. António João de Carvalho da Cruz, *Determinação do Teor em Flúor nos Ossos Provenientes de Escavações Arqueológicas (Gruta do Caldeirão, Tomar)*, Lisboa, Faculdade de Ciências, 1986, pp. 6-68, 259-262; idem, «A química ao serviço da arqueologia», in *Jornal de Letras, Artes e Ideias*, 261, 6-7-1987, p. 15.

⁷ R. Pinto Ricardo, «Caracterização do perfil pedológico observado na mamoa n.º3 do Outeiro de Ante», in *Actas do I Seminário de Arqueologia do Noroeste Peninsular*, Comp. Ed. do Minho, 1.º vol.; 1980, pp. 22-24; M. A. Valeriano Madeira e J. M. Bettencourt Medina, «Caracterização do perfil pedológico observado na fossa de Outeiro de Gregos (serra da Aboboreira)», in *Arqueologia*, 1, 1980, pp. 22-24; M. A. Valeriano Madeira e J. M. Bettencourt Medina, «Ensaio de aplicação da pedologia à arqueologia. O caso das mamoas da serra da Aboboreira. Resultados e perspectivas», in *Arqueologia* 4, 1981, pp. 65-73.

⁸ Emmanuel Le Roy Ladurie, «O clima. A história da chuva e do bom tempo», in Jacques Le Goff e Pierre Nora (eds.), *Fazer História*, Venda Nova, Bertrand, 3.º vol., 1987, p. 13.

⁹ J.-M. Le Tensorer, «Analyse des remplissages quaternaires. Méthodes et premiers résultats. Interprétation paléoclimatique», in *Bulletin de l'Association Française pour l'Étude du Quaternaire*, 3, 1972, pp. 155-169; idem, «Le gisement du Martinet a Sauveterre-la-Lemance (Lot-et-Garonne). Étude géologique et géochimique», in *ibidem*, 4, 1973, pp. 215-237; idem, «L'analyse chimique des remplissages des grottes et abris. Principes et limites»,

in Henri Laville e Josette Renault-Miskovsky (eds.), *Approche Ecologique de l'Homme Fossile*, suplemento do *Bulletin de l'Association Française pour l'Étude du Quaternaire*, Paris, 1977, pp. 23-27.

¹⁰ António João de Carvalho da Cruz, *Determinação do Teor em Flúor nos Ossos Provenientes de Escavações Arqueológicas (Gruta do Caldeirão, Tomar)*, Lisboa, Faculdade de Ciências, 1986, XIII + 304 pp.

¹¹ Cf., por exemplo, Kenneth P. Oakley, «Relative dating of the Piltdown skull», in *The Advancement of Science*, 6 (24), 1950, pp. 343-344; Kenneth P. Oakley e C. Randall Hoskins, «New evidence on the antiquity of the Piltdown man», in *Nature*, 165, 1950, pp. 379-382; Kenneth P. Oakley, «Analytical methods of dating bones», in D. Brothwell e E. Higgs (eds.), *Science in Archaeology*, Londres, Thames and Hudson, 1969, pp. 24-34.

¹² Cf. Kenneth P. Oakley, «Relative dating of fossil hominids of Europe», in *Bulletin of the British Museum. Natural History (Geology)*, 34 (1), 1980, pp. 1-63.

¹³ J.-M. le Tensorer, «L'analyse chimique des remplissages...», cit., p. 26.

¹⁴ Cf. Suzanne Daveau, «Espaço e tempo. Evolução do ambiente geográfico de Portugal ao longo dos tempos pré-históricos», in *Clio*, 2, 1980, pp. 13-37; Vítor Oliveira Jorge, «Laboratórios para datações absolutas e para análises de pólenes fósseis: necessidades inadiáveis da pré-história portuguesa», in *Arqueologia*, 1, 1980, pp. 1-2; idem, «O que pedem os arqueólogos aos outros cientistas?», in *Arqueologia*, 4, 1981, pp. 5-7.

¹⁵ Werner, «Analytical methods in archaeology», cit., pp. 28A-41A.

¹⁶ Leon Singer e W. D. Armstrong, «Determination of fluorine in bone with the fluoride electrode», in *Analytical Chemistry*, 40 (3), 1968, pp. 613-614.

¹⁷ António João de Carvalho da Cruz, *op. cit.*, pp. 137-165.

¹⁸ C. E. Efstathiou e T. P. Hadjiioannou, «Monte Carlo simulation for the study of error propagation in the double known addition method with ion-selective electrodes», in *Analytical Chemistry*, 54 (9), 1982, pp. 1525-1528.

¹⁹ Fernando C. de S. Real, «Sedimentologia e paleoclimatologia dos níveis plistocénicos da gruta do Caldeirão — Primeiros resultados», in *Actas. I Reunião do Quaternário Ibérico*, Lisboa, 1.º vol., 1985, pp. 127-139.

²⁰ J. Zilhão, «Néolithique ancien et paléolithique supérieur de la gruta do Caldeirão (Tomar, Portugal) — Fouilles 1979-1984», in *Actas. I Reunião do Quaternário Ibérico*, Lisboa, 2.º vol., 1985, pp. 135-146; idem, «The portuguese Estremadura at 18000 BP», a publicar.

²¹ Suzanne Daveau, «Espaço e tempo», cit.; C. R. Janssen e R. E. Woldring, «A preliminary radiocarbon dated pollen sequence from the serra da Estrela, Portugal», in *Finisterra*, 16 (32), 1981, pp. 299-309.

²² W. Dansgaard; S. J. Johnsen; J. Møller; C. C. Langway Jr., «One thousand centuries of climate record from Camp Century on the Greenland ice sheet», in *Science*, 166, 1969, pp. 377-381; Irving Friedman, «Paleoclimatic evidence from stable isotopes», in Stephen C. Porter (ed.), *Late Quaternary Environments of the United States*, University of Minnesota, 1.º vol., 1983, pp. 385-389; Christopher L. Hill, «Applications of isotope geochemistry to the study of Quaternary lithostratigraphic sequences», Dallas, Southern Methodist University, student paper; A. P. Kershaw, «Climatic change and aboriginal burning in north-east Australia during the last two glacial/interglacial cycles», in *Nature*, 322, 1986, pp. 47-49; L. D. Labeyrie, J. J. Pichon, M. Labracherie, P. Ippolito, J. Duprat e J. C. Duplessy, «Melting history of Antarctica during the past 60,000 years», in *Nature*, 322, 1986, pp. 701-706.

²³ Carl-Axel Moberg, *Introdução à Arqueologia*, Lisboa, Edições 70, 1986, p. 45.